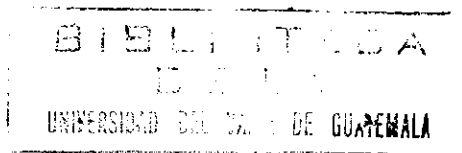


**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

**DESARROLLO DE UN PURE DE GUANABANA
ESTABILIZADO MICROBIOLOGICAMENTE A TEMPERATURA
AMBIENTE**

MARCO TULIO AGUILAR VELASQUEZ

**Trabajo de graduación presentado para optar
al grado académico de
Licenciado en Ingeniería en Ciencias de Alimentos**



GUATEMALA

1996

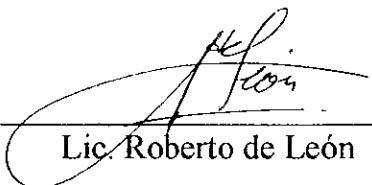
**DESARROLLO DE UN PURE DE GUANABANA
ESTABILIZADO MICROBIOLOGICAMENTE
A TEMPERATURA AMBIENTE**

A Dios,
A mis padres,
A Cynthia y Aldo.

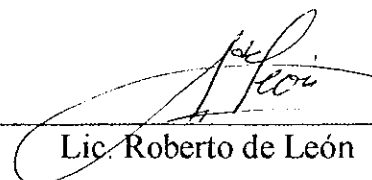
AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer muy especialmente a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron para poder realizar el presente trabajo, entre ellas a los Doctores Ricardo Bressani y Charles MacVean, al Licenciado Roberto de León Fajardo, a la Licenciada Patricia Palacios de Palomo y al personal de laboratorio de la Universidad del Valle. Sobre todo a mis padres y a mi esposa Cynthia, por su apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

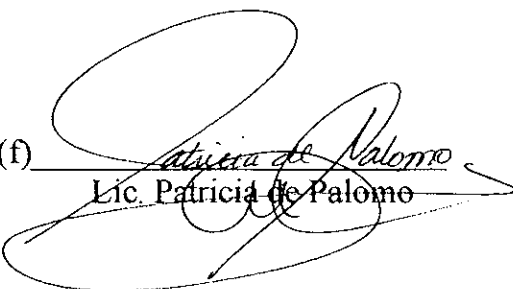
Vo. Bo.:

(f) 
Lic. Roberto de León

Tribunal:

(f) 
Lic. Roberto de León

(f) 
Dr. Ricardo Bressani

(f) 
Lic. Patricia de Palomo

Fecha de aprobación: 15/10/1996

CONTENIDO

RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	01
II. JUSTIFICACION	03
III. OBJETIVOS	04
IV. MARCO DE REFERENCIA	06
V. REVISION BIBLIOGRAFICA	07
A. Formas de Agroindustria de la guanábana	07
B. Formas de explotación de la guanábana	08
1. La guanábana	09
2. Manejo y procesamiento agroindustrial de la guanábana	10
C. Vida de anaquel de los alimentos	15
D. Mecanismo de deterioro de los alimentos	17
E. Determinación directa de la vida de anaquel	18
1. Metodología para la determinación de la vida de anaquel	19
2. Establecimiento de un estudio de vida de anaquel	19
3. Pruebas para la determinación de la vida de anaquel	20
VI. Materiales y Métodos	21
A. Fuentes de la materia prima	21
B. Metodología	22
1. Metodología para el análisis de guanábana procesada y sin procesar	22
a. Análisis de la actividad de agua	22
b. Determinación de sólidos solubles	23
c. Determinación del porcentaje de acidez	24
d. Determinación del pH	24
e. Determinación de mohos y levaduras	25
f. Determinación de cuenta total	26

g. Evaluación sensorial	27
2. Métodos para el procesamiento del puré de guanábana	27
a. Procesamiento de la guanábana	27
VII. Diseño experimental	30
A. Unidad experimental	30
B. Tamaño de la muestra	31
C. Análisis estadístico	32
VIII. RESULTADOS	34
IX. DISCUSION	35
X. CONCLUSIONES	43
XI. RECOMENDACIONES	45
XII. BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	
A. Cuadros	49
B. Diagramas	53
C. Tablas de resultados	59
D. Gráficas	72
E. Cálculos y Análisis Estadístico	90
F. Evaluación sensorial	95

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar un puré de guanábana que mantuviera los requisitos microbiológicos mínimos para un producto de esta naturaleza, y al mismo tiempo lograra mantener características organolépticas aceptables con relación a la fruta fresca, al estar almacenada a temperatura ambiente. Con tal fin, se propusieron tres procesos de preservación, tomando como base el efecto "Hurdle" o efecto de vallas.

El primer proceso propuesto (método No. 2) consistió en combinar ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potasio y un tratamiento térmico. El segundo proceso propuesto (método No. 3) consistió en combinar ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio y un tratamiento térmico. Para el tercer proceso propuesto (método No. 4) se combinaron el ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio, azúcar y tratamiento térmico. Adicionalmente a los procesos propuestos, se preparó un proceso control (método No. 0), en el cual la fruta no recibió ningún tratamiento, y un proceso estándar (método No. 1) que comúnmente se emplea en la elaboración de productos similares, y que combina la adición de ácido cítrico, ácido ascórbico, tratamiento térmico y temperatura de congelación. Los métodos No. 0 y No. 1 sirvieron como parámetros de comparación para el estudio.

Previo a iniciar el procesamiento de la fruta por los diferentes procesos propuestos, se analizaron ciertas características físicas y químicas de la fruta fresca. Para determinar la vida de anaquel del puré de guanábana preparado con cada proceso, se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales, por un período aproximado de dos meses.

Los resultados obtenidos de los análisis muestran que el método No. 4, que combinó el mayor número de vallas, fue el único que logró mantener sus características sensoriales y microbiológicas dentro de los niveles aceptables por cuarenta y cinco días a temperatura ambiente.

Al finalizar la investigación, se confirmó que sí existió una diferencia estadísticamente significativa en el efecto inhibitorio que tuvieron los procesos propuestos sobre la actividad microbiana. Por otra parte, no existió una diferencia estadísticamente significativa para concluir que las variables método y tiempo influenciaron los resultados obtenidos para el porcentaje de acidez y el valor de pH, no siendo así para los resultados del porcentaje de sólidos solubles, donde sí tuvo influencia tanto el método como el tiempo (aunque esta última variable influyó sólo los métodos No. 2 y No. 3).

I. INTRODUCCION

Las frutas procesadas son actualmente una alternativa importante para industrias que usualmente manejan producto fresco como materia prima para la elaboración de helados, jaleas, conservas, yogures, bebidas y otros. El manejo de producto fresco crea dificultades en operaciones de almacenamiento y distribución, por lo que la utilización de fruta previamente procesada y empacada facilita las operaciones y reduce costos.

El puré de guanábana es un producto que no existe en el mercado guatemalteco y su elaboración en otros países del mundo es escasa o no existe, debido a que esta fruta requiere de condiciones climáticas y geográficas como las de Guatemala. El manejo en fresco de la guanábana crea muchas dificultades, por lo que su exportación en esta modalidad es problemática. La disponibilidad de la fruta en nuestro medio y el amplio mercado que se visualiza para este tipo de producto, hacen del mismo una fuente potencial de ingresos y trabajo dentro del ambiente nacional al desarrollarse en forma industrial.

La poca investigación referida al mejoramiento del cultivo de guanábana ha propiciado que éste no sea explotado de forma adecuada, por lo que es de suma importancia la recopilación de información y el financiamiento de investigaciones consistentes. El futuro comercial del producto es bastante prometedor, con bastantes posibilidades de ser incluido en la lista de productos no tradicionales de exportación, principalmente a países como Estados Unidos y los que conforman la Unión Europea.

Según las principales estadísticas de comercio exterior del Departamento de Estadísticas Económicas del Banco de Guatemala, durante los últimos años se ha observado un crecimiento constante en las exportaciones en el sector agrícola, aunque no a la tasa de crecimiento observada inicialmente, debido a la pérdida de competitividad ocasionada por la incursión de

nuevos países exportadores y la falta de una visión innovadora por parte de los agro-exportadores guatemaltecos.

El presente perfil de investigación pretende sentar las bases para el desarrollo sólido de un proyecto de tipo agroindustrial que pueda abarcar un segmento del mercado guatemalteco que hasta el momento no ha sido explotado. Lo anterior, mediante la elaboración de un puré de guanábana estabilizado microbiológicamente por medio de la combinación de diversos factores inhibitorios que ayudarán a preservar dicho producto.

II. JUSTIFICACION

La demanda creciente de productos de origen natural como frutas y vegetales frescos, principalmente en países desarrollados, representa un mercado importante para las agroindustrias de los países en vías de desarrollo.

La importancia económica que han adquirido los productos no tradicionales de exportación en los últimos años, ha ocasionado que este rubro se haya convertido en una de las principales fuentes de ingresos para países como Guatemala y de la región centroamericana.

Debido a los altos estándares de calidad que son exigidos por el mercado para los productos frescos, existe un alto porcentaje de los mismos que por no tener calidad de exportación, por lo general son desechados. Una forma de aprovechar el producto que no tiene calidad de exportación es procesándolo para abarcar otro segmento del mercado ya sea nacional o internacional.

Las dificultades existentes para almacenar y transportar específicamente la fruta denominada guanábana como un producto fresco para exportación o uso doméstico, obligan a crear nuevas opciones para su manejo. Entre estas opciones se encuentra el procesamiento de la fruta, lográndose de esta forma aumentar la vida del producto sin dañar las características propias del mismo (sabor, olor y color) y reduciendo considerablemente las pérdidas.

El desarrollo de un puré estabilizado de guanábana representa una opción para las industrias que utilizan el producto fresco; este sector comprende, entre otros, las industrias de helados, repostería, jugos, jaleas y conservas. El puré de guanábana estabilizado, asegura la existencia de guanábana durante la estación que no corresponde a la fruta sin sufrir pérdida de calidad y reduciendo costos por el mejor rendimiento de la misma.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar, a nivel de laboratorio, un puré de guanábana estabilizado microbiológicamente, que pueda mantenerse almacenado al menor costo posible, sin afectar las características organolépticas de la fruta por un período de tiempo aceptable.

B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Combinar diversos métodos de preservación para determinar la mejor forma de inhibir la degradación enzimática, microbiológica y organoléptica del puré de guanábana.
- Determinar la vida de anaquel del puré de guanábana con distintos métodos de preservación utilizando para ello el efecto de vallas.
- Desarrollar un puré estabilizado de guanábana que pueda ser utilizado principalmente en la elaboración de yogures, helados, mermeladas y refrescos, entre otros.
- Desarrollar un proceso de elaboración que pueda adaptarse fácilmente al procesamiento de otras frutas como: fresa, papaya, plátano y piña, dependiendo de la estación de cada una de ellas.
- Innovar en el procesamiento de productos agrícolas manejados principalmente en fresco en la actualidad.

- Desarrollar un proceso que pueda ser utilizado por los pequeños y medianos productores de guanábana que no cuentan con la infraestructura adecuada para un procesamiento y almacenamiento a gran escala.

IV. MARCO DE REFERENCIA

Guatemala es un país que por sus condiciones climáticas se presta para el cultivo de guanábana, siendo actualmente uno de los principales países donde se cosecha en mayor proporción, a pesar que no existe plantación alguna dedicada a este cultivo, sino que se encuentra de manera silvestre.

No existe en Guatemala ningún proceso de tipo agroindustrial para la guanábana, principalmente porque no se ha sabido explotar el potencial de esta fruta tropical. La mayoría de la guanábana que se cosecha en el territorio nacional va dirigida a los mercados locales para ser vendida como un producto fresco y, por consiguiente, el porcentaje de pérdida es mucho mayor debido a problemas de transporte y condiciones de almacenamiento.

Actualmente, Guatemala es el mayor exportador de guanábana a países como El Salvador y Honduras, pero la exportación se lleva a cabo de manera informal, a través de comerciantes individuales. La demanda de este tipo de fruta en países como Canadá y de la Unión Europea, actualmente hacen de este producto agroindustrial una fuente potencial de ingresos para el país.

El principal problema por el cual los empresarios no se dedican al cultivo de guanábana radica en la pobre cosecha que se obtiene por árbol, el rápido período de maduración y fermentación del producto, el gran espacio de tierra de cultivo necesario para los árboles de guanábana con poco rendimiento de la misma. Para solucionar este problema, se debe investigar: la forma de obtener mejores híbridos de esta planta para un mejor rendimiento en menor espacio de terreno, los mercados potenciales para la guanábana procesada y las mejores técnicas de almacenamiento y transporte.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. FORMAS DE AGROINDUSTRIA DE LA GUANABANA

Actualmente, en el mercado nacional no existe ningún tipo de agroindustria que se dedique a la elaboración de puré de guanábana estabilizado. La guanábana tiene una gran demanda en empresas que se dedican a la elaboración de helados, yogures, repostería y bebidas, entre otras. Dichas industrias encuentran serias limitantes al momento de requerir guanábana en determinadas épocas del año en que ésta no se cosecha. Por ello, algunas empresas utilizan fruta a la que no se le ha dado un proceso adecuado de preservación, lo que influye en los estándares de calidad de los productos terminados (entrevistas a empresas guatemaltecas).

Existen algunas empresas extranjeras que se dedican a la elaboración de purés de frutas, como por ejemplo Siasport y Siasmex de México. Dichas empresas se encargan de la compra de materia prima, la selección de la misma, la clasificación por tamaño e inspección en bandas, y el congelamiento de la materia prima en bloques o cubetas de 20 kilos, con o sin azúcar, según su utilización final. El producto es exportado a países como Francia, Inglaterra, Estados Unidos, Corea y Australia. Entre las frutas que trabaja Siasmex se encuentran la fresa, el látano, el mango y otras frutas tropicales. Entre las actividades que realizan este tipo de agroindustrias se encuentran:

El desarrollo de formulaciones de bases de frutas para productos lácteos. Dicha actividad es clave porque la mayoría de los clientes tiene su propia formulación, según la aplicación de un producto determinado y el perfil de sabor deseado.

El proceso de pasteurización en lotes de la mezcla (frutas, azúcar, estabilizantes, sabores), respetando al máximo las características organolépticas del producto fresco.

Un servicio rápido y eficiente al cliente, con envases de acero inoxidable retornables o "bag-in-box" no retornables, de 25 a 900 kilos, para exportación.

- Una alta calidad, constante durante todo el año. Se pueden hacer formulaciones de bases, con pedazos de fruta o fruta chica, pero también se pueden hacer bases de fruta para bebidas como yogures líquidos.

Deben tomarse en cuenta muchos factores al momento de instalar una agroindustria de este tipo. Entre ellos se debe contar, por ejemplo, con el fácil acceso a la materia prima. En este sentido, la cercanía al área de cultivo y una relación más estrecha con los agricultores, resulta en un mayor control y el establecimiento de altos estándares de calidad (Gallo-Torres, 1994).

B. FORMAS DE EXPLOTACION DE LA GUANABANA

Las zonas tropicales y subtropicales del mundo se encuentran particularmente bien provistas de especies frutales, que varían grandemente en sabor, forma, calidad y época de maduración, por lo que son de gran interés para países como Estados Unidos y la Unión Europea (Kennard & Winters, 1983).

Poco se conoce sobre muchas de estas plantas, pero algunas tienen posibilidades comerciales, especialmente después que se las haya conocido y se haya creado el mercado.

Antes de poder emprender con confianza plantaciones comerciales, se deben desarrollar stirpes mejoradas, ya sea por selección o por cruzamiento, siendo esencial para el programa, una recopilación sistemática de información sobre los métodos de cultivo. Tales esfuerzos pueden dar como resultado la comercialización de muchos de esos frutos.

Las frutas constituyen una excelente adición a la dieta, tanto desde el punto de vista nutritivo como del gusto. Una selección cuidadosa de especies y variedades proporcionará una sucesión de frutos que maduren durante todo el año.

I. LA GUANABANA

El centro del presente estudio es la realización de un puré elaborado con guanábana (*Annona muricata*). La estación de maduración para esta fruta, se da en el Cuadro No. 1 (anexo A). Los períodos anotados en esta tabla deben usarse sólo como una guía, ya que la gran diversidad tanto de temperaturas como precipitación pluvial que se presenta en los trópicos, afecta la fecha de maduración.

La *Annona muricata*, en español “guanábana” y en inglés “Soursop”, es una fruta obtenida de un árbol pequeño denominado guanábano, siempre verde, que no crece arriba de 6 metros. Las hojas coriáceas y brillantes tienen de 10 a 15 cm de largo, son de forma trasovada u oblonga y exhalan un olor característico al machacarlas. Las flores grandes, se dan en pedúnculos cortos en las ramas y muchas veces, directamente en el tronco del árbol. Los frutos grandes de color verde oscuro, son con frecuencia de forma irregular, pero más comúnmente ovoides u oblongo-cónicos. La superficie del fruto, está cubierta con numerosas espinas duras y curvadas. La pulpa es blanca, ligeramente subácida y tiene un sabor característico agradable. La frutificación es continua durante el año, dándose la cosecha principalmente durante los meses de Junio, Julio y Agosto. La pulpa se come a veces como postre añadiéndole un poco de azúcar. Se usa más comúnmente para hacer bebidas refrescantes, y para dar sabor a helados y helados de crema. Con la pulpa se pueden hacer jaleas y conservas. Cuando se prepara la fruta para comerla, debe tenerse cuidado de quitar la cáscara, ya que ésta puede proporcionar un sabor desagradable (Kennard & Winters, 1983).

La guanábana, además de tener un valor económico prometedor, es una importante fuente de valor alimenticio. Ver Cuadro No.2 (Martin, 1984). La pulpa es buena fuente de vitamina B, vitamina C y fósforo mineral (Kennard & Winters, 1983). Una descripción más detallada de la composición de la guanábana puede observarse en el Cuadro No. 3 de los anexos.

La guanábana se puede reproducir fácilmente por semilla y por injerto de yema. Es la más tropical de las anonas. El guanábano de montaña (*Annona montana*) también se cultiva en extensión limitada. Se asemeja en crecimiento al árbol de guanábana, pero su hoja es más grande. La pulpa amarillenta, tiene un sabor similar al de la guanábana pero es inferior a la de este fruto (Kennard & Winters, 1983).

Ninguna de las especies de anonas se ha estudiado experimentalmente en alto grado para poder contar con mayor cantidad de información. La mayor parte de ellas, cuando llegan a los mercados públicos, proceden de árboles aislados, y es posible que algunas lleguen a ser importantes cuando, por métodos de mejora, se obtengan mejores clones, mejores métodos de cultivo o explotación.

La guanábana puede encontrarse en todos los mercados públicos en la América tropical. El árbol requiere una distancia de plantación de unos 4.5 mts. El fruto tiene de 15 a 22 cm de largo, y puede llegar a pesar entre 1.8 a 2.2 kg. El fruto puede madurar sobre el árbol mismo, durante gran parte del año, pudiendo verse frutos maduros y flores en un árbol simultáneamente. La especie es puramente tropical y la menos resistente al frío. El árbol parece ser relativamente tolerante a los suelos compactos poco profundos y vive bien en suelos donde el aguacate no puede vegetar. La mayor parte de los árboles proceden de semilla pero se pueden propagar por injertos de yema o de púa (Chandler, 1982).

La fruta contiene 12% de azúcar, bastante glucosa, algo de fructosa y pectina, que en operaciones industriales puede ser un importante subproducto.

Los árboles de guanábana son fácilmente propagables y después de la siembra de las semillas, las plantas crecen rápidamente y al tercer año ya están dando frutos. La guanábana es plantada en regiones tropicales a una latitud inferior a los 1,000 metros. La guanábana requiere una precipitación anual de 100 cm³ o más, no tolera vientos secos y fríos. Se producen

algunos frutos en áreas frías. Las guanábanas son suaves y perecederas cuando maduran, por lo que fermentan rápidamente. Consecuentemente, su transporte se dificulta para la exportación en fresco.

Los guanábanos desafortunadamente no son prolíficos, la cosecha usual viene siendo de alrededor de 12 a 24 frutos por árbol, por lo que una buena fertilización puede incrementar la cosecha.

Las semillas de guanábana son tóxicas, y debe tenerse cuidado de asegurar que todas hayan sido removidas antes que la pulpa sea procesada (National Academy of Science, 1975).

La maduración de la guanábana, se puede detectar cuando la densidad de las espinas en la superficie de la fruta, alcanza un valor mínimo de $6/12 \text{ cm}^2$ y una leve palidez se empieza a observar en la piel de la fruta que tenía inicialmente un color verde oscuro. El aclaramiento de la piel de la fruta, probablemente, refleja una declinación en la actividad de la clorofila, que decae a un 15 % de su valor inicial (Worrel et al., 1994).

La fruta madura produce una respiración climatérica bifásica, con una producción de CO_2 que alcanza $100 \text{ ml Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ y luego $350 \text{ ml Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a $25\text{-}30^\circ\text{C}$. El pico de la producción de etileno ocurre entre dos máximos de respiración. La respiración climatérica de una fruta cosechada sin madurar tiende a ser mayor y más tardada que una fruta cosechada en su estado óptimo de madurez (Worrel et al., 1994).

Se han realizado investigaciones sobre componentes volátiles en la guanábana. En dichas investigaciones, se determinaron 12 diferentes componente volátiles. El (2) 3-hexen-1-ol se convirtió en el componente de mayor presencia en la guanábana semi-madura, mientras que metil (E)-2-hexanoato, metil (E)-2-butanoato, metil butanoato y metil hexanoato, fueron los 4 componentes mayoritarios en la fruta madura. La concentración de estos 5 componentes

volátiles decrece al mismo tiempo que otros componentes no identificados aparecieron en la etapa de post-maduración (Iwaoka et al., 1993).

2. *MANEJO Y PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE LA GUANABANA*

La guanábana es una fruta tropical con un potencial de desarrollo bastante grande como parte de la industria de alimentos procesados. Nativa de la América tropical, fue una de las primeras frutas llevada del nuevo mundo a otras regiones tropicales. Es bastante popular en áreas como el sudeste de China, Australia y África. Además de ser comida como fruta fresca, la guanábana puede ser procesada para ser utilizada en néctares, refrescos, helados y jaleas (National Academy of Science, 1975).

En algunos países como Filipinas, la pulpa de la guanábana se vende en los supermercados congelada en bolsas plásticas y procesada como jugo en países como las Antillas Holandesas (National Academy of Science, 1975).

La exportación en fresco de la guanábana se dificulta como se mencionó con anterioridad por el carácter tan perecedero de la fruta y que los criterios de calidad del mercado son bastante exigentes, entre ellos: (1) la guanábana a su llegada al mercado debe estar fisiológicamente madura, (2) firmeza, (3) libre de deterioro, (4) libre de magulladuras, (5) libre de plagas, (6) sin daño mecánico, (7) peso y tamaño según especificaciones del mercado (Medlicott, 1994).

Para poder exportar la guanábana en fresco es necesario un manejo cuidadoso de la misma durante la cosecha, empaque y almacenamiento, lo cual se dificulta mucho si no se tiene la infraestructura necesaria. Un almacenamiento por más de 24 horas a pesar de tener la temperatura adecuada, no es recomendable. El almacenamiento de la guanábana en fresco debe realizarse a temperaturas no menores, ni mayores de 12°C ya que de lo contrario se reduce la

calidad de la fruta debido al incremento de la contaminación por mohos, y daños por frío, los síntomas para este último son: decoloración, incremento en la pérdida de agua, incremento en susceptibilidad a infecciones secundarias y detrimento en el sabor. Debe evitarse el almacenamiento de la guanábana junto a productos que produzcan etileno. El mayor mercado para la exportación en fresco de guanábana es El Reino Unido, Holanda y Canadá (Medlicott, 1994).

En 1970 se realizó un experimento en el laboratorio de tecnología agrícola de la Universidad de Mayagüez en Puerto Rico. En dicho experimento, se estudió el efecto de adicionar ácido ascórbico (0.5, 0.75, 1.00, y 1.5 g/lb de pulpa), azúcar (a 45° y 59° Brix) y de aplicar calentamiento (de 23° a 92°C) sobre la calidad y vida de anaquel de un puré congelado de guanábana. En este estudio, los lotes de frutas se lavaron, se pelaron a mano, se escaldó la pulpa, se enfrió la pulpa después del calentamiento, y se llenó la pulpa procesada en recipientes. La pulpa se congeló a -42°C y se almacenó a -23°C antes de analizar el pH, la acidez total, los sólidos solubles y totales, el contenido total de azúcar y azúcares reductores, la cantidad de vitamina C, el color y el contenido microbiano. En el estudio no se observó cambio en el color u otras características físicas en las muestras de pulpa endulzada y no endulzada y a las cuales se les había aplicado calor por debajo de 92°C y se habían almacenado por más de 400 días a 23°C. La retención de ácido ascórbico varió de 70.8 a 94.3 para la pulpa no endulzada, 98.18 a 133.9% para pulpa a 45° Brix, y 75.0 a 91.7% para pulpa a 59° Brix. La pulpa procesada a 79°C con la adición de ácido ascórbico retuvo su sabor muy bien durante su almacenamiento. El calentamiento a 79°C produce la esterilización de los paquetes; las peroxidasas fueron también inactivadas a 65°C en pulpa sin endulzar y a 84°C en la pulpa endulzada (Sánchez et al., 1970).

La guanábana es una fruta que por su sabor agradable ha sido utilizada principalmente para la elaboración de bebidas refrescantes en los países donde crece. En Puerto Rico se realizó un experimento para desarrollar néctar de guanábana y guanábana envasada sin diluir, en este

estudio, se evaluaron las características químicas y de procesamiento, la retención de ácido ascórbico, la vida de anaquel y el cambio en las propiedades organolépticas. Se prepararon néctares y bebidas periódicamente a partir de estas bases de frutas y se almacenaron durante un año a 29°C sin sufrir cambios en sus propiedades químicas y organolépticas. La retención de ácido ascórbico en el néctar y en la base de pulpa de guanábana fue muy buena (Bueso, 1978).

La guanábana por ser una fruta tan perecedera presenta serias dificultades al exportarse en fresco como ya se mencionó, pero también representa un problema al momento de almacenarse luego de su procesamiento. Las condiciones de almacenamiento, el tipo de empaque y los procesos aplicados a la fruta tienen un efecto directo sobre la calidad de la pulpa de guanábana procesada.

En lo referente al material de empaque para purés de frutas, estudios del efecto del almacenamiento sobre la calidad de puré de mango, concluyen que la utilización de bolsas de polipropileno mantienen mejor la calidad del producto en comparación con frascos de vidrio (200 ml) y latas de metal (A2¹/₂), después de almacenar puré de mango procesado a temperatura ambiente (12-38°C) por seis meses (Ranote et al., 1993).

Entre los tratamientos que recibe la pulpa de las diferentes frutas tropicales que se procesan antes de ser envasadas se encuentra el calentamiento. Para el mango se recomienda el tratamiento térmico (para inactivar las enzimas en la cáscara) antes del pelado, lo cual, es necesario para mantener el color y la estabilidad durante el almacenamiento. El tratamiento térmico a 90°C por 1 minuto después del descorazonado y despulpado, inactiva las pectinestearasas y las polifenoloxidasas (que causan el encafecimiento). Los métodos para lograr estabilidad en el color de la pulpa de las frutas son, la eliminación de oxígeno, la inactivación de enzimas y la eliminación de tratamientos térmicos intensos (Askar, 1992).

Se han realizado estudios sobre tratamientos térmicos a los purés de frutas, por ejemplo, en un experimento con puré de guava se calentaron muestras de pulpa a 88°C por 24 segundos con lo que el puré de guava sufrió cambios en color y sabor, similares a los cambios observados en las muestras no tratadas con calor. Los cambios en muestras escaldadas fueron menores que los que se presentaron en las muestras no escaldadas durante un almacenamiento a 0 y -10°C. Ambos procesos fueron estables a -20°C. La concentración de los ácidos orgánicos y el ácido ascórbico decreció gradualmente durante el almacenamiento (Gow-Chin et al., 1994).

En los Estados Unidos la demanda de frutas tropicales como mango, guava, banano y fruta de la pasión, por las empresas que se dedican a la elaboración de productos como jugos, helados y otros productos congelados es creciente. Esto se debe a que en adición a los muy buenos perfiles de sabor que se obtienen con estas frutas, las mismas, poseen otros atributos deseables, incluyendo el alto contenido de vitaminas en comparación con otras frutas y la alta acidez titulable que es de gran ayuda en promover estabilidad microbiana en productos refrigerados (Dairy Foods, 1993).

Se han experimentado métodos para retardar el encafecimiento o la aparición de sabores indeseados en frutas tropicales especialmente en las frutas ácidas. Un estudio al respecto, realizado en Nueva Zelandia, utilizó un método que consistía en la adición de un agente endulzante ácido ($\text{pH} < 7$), al jugo de la fruta o a la pulpa. Concluyendo que la adición de buffers de pH y/o agentes ajustadores de pH pueden ayudar a mejorar la calidad del producto (Balasingham et al., 1994).

C. *VIDA DE ANAQUEL DE ALIMENTOS*

La vida de anaquel, se define como el periodo durante el cual el producto alimenticio permanecerá:

Seguro para el consumo

- Capaz de mantener sus características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas.
- Cumpliendo con cualquier declaración nutricional del etiquetado (IFST, 1994).

Los factores que influyen en la vida de anaquel de un producto se pueden dividir en intrínsecos y extrínsecos:

Factores intrínsecos:

- Materia prima
- Formulación y composición
- Actividad de agua
- Valor de pH y acidez
- Disponibilidad de oxígeno y potencial redox

Factores extrínsecos:

- Procesamiento
- Higiene
- Material y sistema de empaque
- Almacenamiento y distribución

Todos estos factores independientes pueden interactuar en la práctica y su efecto combinado puede ser sinérgico o antagónico en lo referente a los factores antimicrobianos, esto ha sido descrito como el efecto "Hurdle" o efecto de vallas (IFST, 1994).

Se han desarrollado procesos de preservación basados en el efecto "Hurdle". En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires se desarrolló un puré de banano utilizando como base el efecto "Hurdle" para obtener una vida de anaquel estable. La estabilidad microbiológica de puré se puso a prueba con la inoculación de levaduras osmofílicas y no osmofílicas, varios mohos, como el *Bacillus coagulans*, *Clostridium pasteurianum* y *Clostridium butyricum*. Se observó que el crecimiento de la flora nativa y la flora inoculada en el puré de banano puede ser prevenido por lo menos durante 120 días de almacenamiento,

ajustando la actividad de agua, reduciendo el pH, adicionando preservantes y aplicando tratamiento térmico (Guerrero, 1994).

Otros procedimientos para obtener productos a partir del banano con las características de calidad similares a las del producto fresco, sólo preservan la fruta por aproximadamente cuatro semanas a temperatura ambiente (García et al. 1985)

D. MECANISMOS DE DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

Los mecanismos de deterioro de los alimentos pueden variar de un producto a otro pero a continuación se describen los mismos en forma general, no necesariamente en orden de importancia:

Humedad/vapor de agua transferido: ganancia o pérdida de agua que puede causar cambios físicos, alterar sabor o textura, o propiciar crecimiento microbiano.

Cambios bioquímicos: algunos cambios bioquímicos son inducidos (maduración de quesos o vinos, maduración de frutas, etc.), pero la mayoría no son deseados. Los principales cambios son la oxidación (reacción de Maillard) y la hidrólisis química que pueden generar pérdida de sabor, color y aroma. Otros cambios comunes son la rancidez e interacciones con el empaque.

Cambios inducidos por la luz: La luz puede acelerar la rancidez u ocasionar pérdidas en la actividad de las vitaminas contenidas en el alimento.

Cambios microbiológicos: estos cambios llevan a la putrefacción o envenenamiento de las comidas, los principales factores que afectan el estatus microbiológico son: factores intrínsecos (actividad de agua, pH, acidez total, presencia de preservativos, nutrientes, microflora natural, potencial redox), factores extrínsecos (técnicas de procesamiento, propiedades físicas y químicas del ambiente), factores fisiológicos (putrefacción).

Cambios por efecto de temperatura: la fluctuación de temperatura puede precipitar la condensación en el producto lo cual puede propiciar las condiciones para el crecimiento de mohos y en general acelerar reacciones bioquímicas.

Daños al producto: ocasionados por golpes, roedores, insectos, etc. (IFST, 1994)

E. DETERMINACION DIRECTA DE LA VIDA DE ANAQUEL DE UN PRODUCTO

Los estudios de vida de anaquel se dividen en:

Estudio inicial de vida de anaquel: Es la primera determinación que se realiza cuando se pretende desarrollar un nuevo producto y se realiza con las primeras muestras producidas por los departamentos de desarrollo. En esta fase, la información sobre el proceso y la forma de empaque puede ser insuficiente, con lo cual, la determinación sólo puede indicar el mecanismo o modo probable de deterioro del producto y su viabilidad técnica.

Determinación preliminar de vida de anaquel: Esta es la primera determinación "seria" de la vida de anaquel de un producto, una vez se halla especificado el producto y el tipo de empaque. Se obtendrá información aproximada de la vida de anaquel que requiere el mercado y el consumidor, obteniéndose las muestras para el estudio de una planta piloto.

Determinación confirmatoria de la vida de anaquel: Esta se lleva a cabo al finalizar el proceso de desarrollo del producto con muestras obtenidas de lotes de pre-lanzamiento del mismo. Esto finalmente permitirá establecer la vida de anaquel a ser especificada así como como las especificaciones del producto, del proceso, y del empaque.

Determinación de una rutina de vida de anaquel: Se realiza como un monitoreo constante de la vida de anaquel de los productos ya lanzados al mercado, con el fin de llevar un registro para realizar mejoras al producto (IFST, 1994).

1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA VIDA DE ANAQUEL

Para determinar la vida de anaquel deben evaluarse los siguientes aspectos:

Peligros de seguridad alimentaria: La técnica más usada y eficaz para la identificación y evaluación de los peligros de seguridad alimentaria, es la que se basa en los principios del sistema de análisis de peligros y puntos de control críticos (HACCP).

Mecanismo de deterioro del producto: Para esto, debe hacerse uso de los siguientes aspectos, (i) información de la composición del producto, (ii) información técnica y científica relacionada, (iii) información comercial de los productos similares. En adición al análisis detallado basado en los principios de HACCP, deben identificarse los parámetros críticos que afectarán la calidad del producto. Esto proveerá claves útiles del mecanismo más probable de deterioro del alimento que afecta la vida de anaquel.

2. ESTABLECIMIENTO DE UN ESTUDIO DE VIDA DE ANAQUEL

Para desarrollar directamente el estudio de vida de anaquel debe realizarse un adecuado diseño experimental. Los siguientes aspectos deben considerarse:

Muestras: Las especificaciones, historia y peligros potenciales asociados con los ingredientes usados para la preparación de las muestras deben ser bien conocidas. Lo anterior aplica también para el tipo de empaque, debido a que la vida de anaquel depende del paquete completo y no solo de su contenido.

Preparación de las muestras: Los detalles del proceso de preparación de las muestras, llevado a cabo a nivel de laboratorio o en una planta piloto, deben ser apropiadamente planificados y especificados. Los procedimientos deben seguirse muy de cerca y cualquier desviación y observación de los mismos debe ser notada.

Muestreo: Un adecuado plan de muestreo ayuda a escoger el número de muestras necesario y las condiciones de almacenamiento para las mismas.

(i) El número de muestras

Deben prepararse suficientes muestras para todas las evaluaciones que se planifiquen y de esta manera recabar la mayor cantidad de información posible para que el estudio sea estadísticamente válido.

(ii) Condiciones de almacenamiento

Las condiciones de almacenamiento, deben simular las condiciones en las cuales se espera sea manejado el producto (IFST, 1994).

3. TEST PARA DETERMINAR LA VIDA DE ANAQUEL

Los tests para determinar la vida de anaquel deben ir acordes al tiempo de duración del estudio y a los costos que cada uno representa:

- Evaluación sensorial
- Evaluación microbiológica
- Evaluación física y química

(IFST, 1994).

VI. MATERIALES Y METODOS

A. FUENTES DE LA MATERIA PRIMA

La variedad de guanábaba utilizada es la denominada *Annona muricata*. La fruta se obtuvo en los mercados locales proveniente de la costa sur del país. La fruta cumplió con ciertos requisitos de calidad para poder ser procesada:

El tamaño de la fruta fue lo más grande posible para el mejor aprovechamiento de la pulpa; por el tamaño de la fruta se puede clasificar como:

- pequeña: 1.5 a 2.5 lbs
- mediana: 2.5 a 4.4 lbs
- grande: 4.4 a 6.6 lbs

No se utilizó fruta que presentara infestación de plagas u hongos.

No se utilizó fruta en estado de maduración avanzado.

No se utilizó fruta con magulladuras y cosechada a destiempo.

El color de la fruta debió ser verde oscuro, sin presentar señas de haber sufrido quemaduras por temperatura (manchas amarillas), el color de la pulpa debió ser el color blanco característico de la misma, sin presentar manchas oscuras alrededor de las semillas, que pudiesen ocasionar cambios en el sabor y el color.

El sabor de la pulpa debió ser sub-ácido sin presentar sabor de fermentación.

(Kennard & Winters, 1983)

B. METODOLOGIA

1. METODOS PARA EL ANALISIS DE LA GUANABANA PROCESADA Y SIN PROCESAR

Previo a iniciar el proceso de desarrollo del puré estabilizado, se evaluaron las características físicas y químicas de la guanábana. Se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis de Aw (actividad de agua)
- Determinación de sólidos solubles (grados Brix)
- Porcentaje de Acidez (Acido Ascorbico)
- Determinación de pH
- % de pulpa

Los análisis se realizaron con muestras de fruta de guanábana del mismo grado de madurez que la fruta que se utilizó en el desarrollo del puré estabilizado. Dichos análisis se realizaron a nivel de laboratorio con el objeto de establecer las condiciones naturales de la fruta antes de que fuera procesada.

Estos mismos análisis, exceptuando el porcentaje de pulpa, son los que se realizaron durante y al final del experimento, para controlar los cambios en la concentración de la flora nativa de la fruta procesada, y los cambios en características sensoriales de la misma; de esta forma, se determinó el proceso más adecuado para el fin que se pretende.

a. Análisis de Actividad de Agua

Este análisis sirvió para determinar la actividad de agua que presenta la guanábana y a qué niveles ésta debía ser reducida para alcanzar estabilidad microbiana.

Materiales y equipo:

Medidor de actividad de agua Durotherm

Solución de cloruro de bario

Determinación de la Aw:

Se calibra el aparato con la solución de cloruro de bario según el manual de operación

Se toman 5 g de muestra de la fruta y se hace el análisis por duplicado

Obtención de resultados:

Las lecturas se obtienen directamente del medidor de actividad de agua (Guerrero, 1994).

Determinación de Sólidos Solubles

Materiales y equipo:

Refractómetro manual de amplia escala

Papel filtro

Agua destilada

Preparación de la muestra:

Se toma una pequeña cantidad de pulpa o de puré de fruta y se filtra.

Procedimiento:

Del filtrado obtenido se toma aproximadamente 1ml y se coloca una gota del filtrado en el refractómetro previamente calibrado.

Obtención de resultados:

La lectura de °Brix se obtiene directamente del refractómetro (Speck, 1984).

c. Porcentaje de Acidez (Acido Ascórbico)

Materiales, reactivos y equipo:

- Bureta de 25 ml \pm 0.1 ml
- Beaker de 250 ml \pm 5 ml
- Agitador magnético
- Solución de Yodo 0.1 N
- Almidón al 1%
- Acido Sulfúrico al 10%

Preparación de la muestra:

- Se toman 50 ml de puré o pulpa homogenizada
- Se añaden 25 ml de Acido Sulfúrico
- Se añaden 2 ml de almidón
- Se titula con el Yodo hasta cambio de coloración (azul)

Obtención de resultados:

- Se observa la cantidad de ml de Yodo consumidos y se realiza la estequiometría necesaria según método oficial de la AOAC para la determinación del porcentaje de acidez.

d. Determinación del pH

Materiales, reactivos y equipo:

- Pulpa o puré de fruta
- Agua destilada
- Potenciómetro
- Beakers de 250 ml \pm 5 ml

Procedimiento:

- Tomar aproximadamente 150 g de muestra y licuarlos.
- Se calibra el potenciómetro según el manual de operación
- Se determina el pH colocando la muestra en el Beaker de 250 ml e introduciendo el electrodo del potenciómetro en la muestra (Speck, 1984).

e. Determinación de Mohos y Levaduras

Materiales y equipo:

Incubadora

Cajas de petri esterilizadas

Frascos esterilizados para la toma de muestras

Mechero Bunsen

Chispero

Pipetas graduadas de 1 ml \pm 0.05 ml previamente esterilizadas

Agar PDA (Agar papa dextrosa)

Acido tartárico

Agua peptonada

Preparación de la muestra:

Se toman aproximadamente 150 g de muestra, se licúa hasta quedar totalmente homogénea.

Se prepara una dilución 1:10, de la muestra con agua peptonada previamente esterilizada.

Procedimiento:

Trabajar lo más cercano posible al mechero.

Adicionar 1 ml de la dilución de la muestra a la caja de petri.

Adicionar 0.1 ml de ácido tartárico (solución 1:10).

Adicionar 15 ml de agar PDA previamente preparado.

- Incubar a temperatura ambiente durante 5 días.

Obtención de resultados:

- La cuenta se realiza por medio de los métodos estándares, utilizando un contador Quebec, a los 5 días de haberse realizado el cultivo (Speck, 1984).

f. Determinación de Cuenta Total

Material y equipo:

- Incubadora
- Cajas de petrí esterilizadas
- Frascos esterilizados para la toma de muestras
- Mechero Bunsen
- Chispero
- Pipetas graduadas de 1 ml \pm 0.05 ml previamente esterilizadas
- Plate count agar (como medio de cultivo)
- Agua peptonada

Preparación de la muestra:

- Tomar aproximadamente 150 g de muestra y licuarlos hasta obtener un material homogéneo.
- Hacer una dilución 1:10, de la muestra preparada, con agua peptonada previamente esterilizada.

Procedimiento:

- Tomar una alícuota de 1 ml de cada una de las diluciones y colocarlas en distintas cajas de petrí.
- Adicionar 15 ml de agar PCA previamente preparado.
- Homogenizar la muestra y el agar.

Incubar a 32 grados centigrados durante 48 horas.

Obtención de resultados:

Leer el número de colonias aproximadamente a las 48 horas de realizado el cultivo, por medio de los métodos estándares. (Speck, 1984).

Evaluación Sensorial

Los aspectos que se evaluaron, durante y al finalizar el desarrollo del puré estabilizado

son:

Olor

Sabor

Color

Aspecto

La evaluación sensorial se llevó a cabo utilizando un test de escala hedónica y una prueba de diferencia de comparación múltiple, con la colaboración de estudiantes de Ingeniería Ciencias de Alimentos del curso de Tecnología de Alimentos de la Universidad del Valle que conformaron el grupo de panelistas.

METODOS PARA EL PROCESAMIENTO DEL PURE DE GUANABANA

Procesamiento de la guanábana

El método estandar para la elaboración de puré de guanábana consistió en lavar las guanábanas maduras con agua a una concentración de 20 ppm de cloro para eliminar cualquier contaminación en la cáscara de la fruta. Después la fruta fue partida a la mitad manualmente para separar la pulpa de la cáscara y las semillas, se adicionó Acido Ascórbico y Acido Cítrico,

luego el puré fue escaldado en un baño térmico para inactivar las enzimas a una temperatura de 60°C por 4 minutos. Se preparó la guanábana de 5 diferentes maneras: un lote control (fruta sin tratamiento), un lote de puré congelado como método estándar, y tres diferentes métodos para preparar el puré de guanábana y almacenarlo a temperatura ambiente utilizando como base el efecto "Hurdle". A continuación se detallan los métodos que se utilizaron, incluyendo el método de control y el método estándar:

Método 0: Puré sin ningún tratamiento que servirá de control.

Método 1: Puré con ácido ascórbico, ácido cítrico, escaldado y congelación (estándar).

Método 2: Puré con ácido ascórbico, ácido cítrico, sorbato de potasio y escaldado.

Método 3: Puré con ácido ascórbico, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio y escaldado.

Método 4: Puré con ácido ascórbico, ácido cítrico, sorbato de potasio, bisulfito de sodio, azúcar y escaldado.

Los pasos para cada uno de los métodos anteriores se observan en los Diagramas de Flujo del anexo B. Se tuvieron consideraciones especiales para reducir la actividad de agua por medio de azúcar. Para reducir la a_w del puré a un valor aceptable y colaborar con la inhibición de las bacterias, se midió la actividad de agua inicial de la guanábana por medio de un medidor de actividad de agua y se midieron también los grados Brix iniciales de la fruta.

Las muestras de los tres métodos diferentes al estándar y del método de control, se almacenaron a temperatura ambiente y se muestrearon una vez por semana para los análisis físicos y químicos, una vez cada dos semanas para el análisis de mohos y una vez cada semana para el recuento total de bacterias durante dos meses. El método estándar y el control también se analizaron al igual que los demás métodos para tener parámetros de comparación.

Los análisis microbiológicos que se realizaron con el puré de guanábana son:

- Recuento total
- Mohos y levaduras

En adición a las pruebas microbiológicas se efectuaron los siguientes análisis:

- Porcentaje de Acidez (Acido Ascórbico)
- Determinación de pH
- Grados Brix
- Determinación de características organolépticas

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para poder determinar la vida de anaquel del puré de guanábana, se evaluaron los siguientes factores en los distintos tratamientos aplicados:

- Porcentaje de Acidez (mg de Acido Ascórbico)
- Determinación de pH
- Porcentaje de sólidos solubles (grados Brix)
- Recuento total aeróbico
- Determinación de mohos y levaduras
- Características organolépticas

Los factores bajo estudio, fueron específicamente: la influencia de distintas combinaciones de factores inhibitorios en el desarrollo microbiano y el cambio en las características organolépticas del puré de guanábana a través del tiempo, en cada uno de los métodos de procesamiento (incluyendo el control y el estándar) detallados en la metodología.

Las especificaciones microbiológicas recomendadas para el puré de guanábana tomando como base la norma guatemalteca para jugos y néctares de frutas, son las siguientes:

Cuenta total: 1,000 col/g máximo

Mohos y levaduras: 50 col/g máximo

Las especificaciones fisicoquímicas recomendadas para el puré de guanábana son las siguientes:

pH: 3.4 a 4

% de sólidos solubles: 12 a 30

% de acidez: 60 mg de ácido ascórbico

Las especificaciones para las características organolépticas de puré de guanábana son las siguientes:

- Olor: Fresco, característico de la fruta sin putrefacción.
- Color: Blanco, sin partes de color café.
- Sabor: Característico de la fruta, no muy ácido, sin presentar fermentación.
- Aspecto: Sin presentar oxidación y crecimiento de mohos.

Las unidades experimentales, se almacenaron a temperatura ambiente (25°C), en frascos de vidrio de 8 onzas.

2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Con frecuencia, el costo, el tiempo disponible y otros factores limitan el tamaño de la muestra que se puede obtener. Cuando esto ocurre, como en el presente caso, los procedimientos para muestras grandes son inadecuados y deben emplearse otras pruebas y procedimientos de estimación.

El presente experimento, consistió básicamente en determinar la eficacia inhibitoria en el crecimiento microbiano y decoloración de la fruta procesada, en conjunto con el mantenimiento de características organolépticas aceptables, mediante la aplicación de diversos tratamientos que se le aplicaron al puré de guanábana. Cada uno de estos tratamientos combina diferentes condiciones que inhiben el crecimiento microbiano y mantienen las características organolépticas del producto. Se utilizaron 3 métodos distintos al método estándar de preparación y almacenamiento de la guanábana, los cuales, se describen en la metodología. Las muestras de cada método, se evaluaron durante 2 meses mediante pruebas microbiológicas,

fisicoquímicas y organolépticas. Se utilizaron frascos de 8 onzas como unidades experimentales para almacenar la fruta procesada.

Los análisis para la determinación de la vida de anaquel, se realizaron semanalmente, por lo que para cada tratamiento se requirieron como mínimo 10 unidades experimentales. Las muestras primarias de evaluación fueron lotes de 10 unidades experimentales, a los que se les aplicó uno de los procesos escogidos. Cada lote de 10 unidades se realizó por duplicado para que el experimento fuese estadísticamente aceptable.

C. ANALISIS ESTADISTICO

Básicamente se determinó qué tratamiento de preservación presentó una diferencia significativa respecto a los demás tratamientos, para poder concluir que su implementación es la más adecuada para inhibir el crecimiento microbiano en la guanábana procesada.

Para poder determinar el mejor tratamiento, fue necesario comparar cada uno de los tratamientos en base al crecimiento microbiano que presentaron los cultivos microbiológicos durante el tiempo que duró el experimento y el cambio en las características organolépticas. Con tal fin, el experimento se evaluó con los siguientes métodos estadísticos:

Para la evaluación sensorial:

Se utilizó una prueba hedónica de nueve puntos y una prueba de diferencia de comparación múltiple. La primera es una prueba no paramétrica y los resultados obtenidos por medio de ella se analizaron utilizando un ANDEVA en combinación con la prueba de Duncan para observar las diferencias entre las medias. Los resultados obtenidos de la segunda prueba fueron analizados por medio del método t de Student.

Para la evaluación de la vida de anaquel en base a los tratamientos aplicados:

Se analizaron los resultados por medio de un ANDEVA de una sola vía (prueba paramétrica) donde el factor en estudio fue la combinación de tratamientos e indicó si existió diferencia significativa entre la variación de los tratamientos a aplicar. Junto con el ANDEVA se utilizó la prueba de Tukey que es una prueba de separación de medias y que sirvió para comparar los tratamientos entre sí.

VIII. RESULTADOS

Para la obtención de resultados, se realizaron análisis microbiológicos, químicos y físicos de los métodos para la preservación del puré de guanábana descritos en el Cuadro No. 3. El trabajo de investigación se dividió en dos etapas. En la primera etapa se realizaron análisis preliminares de la guanábana fresca sin procesar, con el objeto de obtener datos que sirvieron como parámetros para el procesamiento y para los análisis posteriores en la determinación de vida de anaquel del producto; dichos resultados se observan en la Tabla No. 1. La segunda etapa consistió en realizar una serie de análisis al producto preparado con cada uno de los métodos aplicados. Estos análisis tenían como objetivo recabar suficiente información para poder determinar cual de los métodos aplicados tuvo una mejor efectividad en la preservación del puré de guanábana.

A. Resultados de la primera etapa:

Los resultados obtenidos en esta etapa pueden observarse en la Tabla No. 1.

B. Resultados de la segunda etapa:

La segunda etapa se puede dividir en dos partes: resultados microbiológicos y resultados físicos y químicos. Los resultados obtenidos en esta etapa se encuentran distribuidos por Tablas y Gráficas en los anexos C y D de este documento.

Las características organolépticas de los diferentes purés de guanábana se evaluaron por medio de una prueba hedónica de nueve puntos y una prueba de diferencia de comparación múltiple. Los resultados de la evaluación sensorial se pueden observar con detalle en el anexo F.

Todos los resultados incluyendo los obtenidos de las dos evaluaciones sensoriales fueron analizados estadísticamente. El análisis estadístico puede observarse en el anexo E.

IX. DISCUSION

Los resultados obtenidos al analizar la fruta fresca muestran que la guanábana es una fuente importante de vitamina C debido a que en promedio al analizar diez guanábanas, las mismas presentaron un porcentaje de acidez de 30 expresado en mg de Acido Ascórbico (ver Tabla No. 1). A pesar del elevado contenido de vitamina C, la pulpa sufre reacciones de encafecimiento rápidamente, al estar en contacto con el aire y sufrir un proceso de maceración. Lo anterior indica que básicamente el encafecimiento que sufre la pulpa de guanábana es de tipo enzimático y se debe principalmente a la acción de la enzima polifenoloxidasa (PFO) la cual actúa en presencia de oxígeno para producir o-quinonas que reaccionan de forma no enzimática con compuestos fenólicos y aminoácidos para producir pigmentos complejos.

El rango de pH de la fruta en su estado de maduración inicial fue de 4 - 4.2 (ver Tabla No. 1). Debido a que el rango óptimo de pH para la actividad de la PFO se encuentra entre 4 y 5, se escogió la disminución del pH a 3.4 con ácido cítrico como uno de los factores inhibitorios a combinar en los diferentes métodos de preservación. El ácido cítrico actúa también como agente quelante del cobre en el sitio activo de la PFO.

La guanábana es una fruta con alto contenido de glucosa, y esto se comprobó al obtener como resultado un porcentaje de sólidos solubles promedio de 17 expresado como grados Brix (ver Tabla No. 1).

Como resultado de la medición de actividad de agua se obtuvo un valor promedio de 0.97 (ver Tabla 1). El valor obtenido indicó que la reducción de la actividad de agua era un factor importante en la combinación de las diferentes vallas aplicadas.

El rendimiento promedio obtenido de la fruta resultó en 61% de pulpa y 39% de cáscara y semillas (ver Tabla No. 1) el cual es similar al especificado para esta fruta en la tabla para la

composición de alimentos para uso en América Latina, INCAP-ICNND (ver Cuadro No. 4). El bajo rendimiento de la pulpa es una de las principales razones para el desarrollo del puré de guanábana en la presente investigación.

Se tomaron dos parámetros de comparación para la determinación de la vida de anaquel de los tres métodos de preservación estudiados, un método control (puré sin ningún tratamiento), y un método estándar (puré congelado previamente escaldado y con una combinación de ácido cítrico y ácido ascórbico) que es el normalmente empleado en la elaboración de puré congelado.

Los resultados microbiológicos muestran que el método control sufrió un deterioro acelerado, el recuento de mohos y levaduras obtenido fue de 470 UFC/ml a la primera semana de almacenamiento a temperatura ambiente, mientras que el recuento total obtenido a la misma semana fue de 8800 UFC/ml (ver Tablas No. 2 y 3), el grado de fermentación que presentaban las muestras era elevado debido al alto grado de contaminación. La rapidez con que se deterioró el producto del método control no permitió la evaluación de características fisicoquímicas.

El método estándar logró mantener su cuenta de mohos y cuenta total aeróbica dentro del rango permitido durante 48 días de almacenamiento congelado, observándose un repunte aislado en el crecimiento microbiano a los 28 días de almacenamiento, tiempo en el cual, se alcanzó el límite permitido para un posterior descenso (ver Gráficas No. 1 y 2). El efecto sinérgico del ácido cítrico y ácido ascórbico junto con la temperatura de congelación fueron efectivos para la inactivación de las PFO debido a que a los 48 días de almacenamiento las muestras congeladas presentaban mejor color que las muestras de los demás métodos. No obstante la carga microbiana sólo se vio reducida al principio para posteriormente aumentar y mantenerse constante. Al final del período de almacenamiento las muestras de este método presentaron las mejores características organolépticas pero con una cuenta microbiana elevada.

En el método No. 2 la valla adicional al ácido cítrico y ascórbico del método estándar, fue la adición de 100 ppm de sorbato de potasio dentro del rango permitido por la norma guatemalteca de aditivos NGO34192. El efecto del sorbato de potasio en la preservación del puré de guanábana a temperatura ambiente, se puede observar claramente en las Gráficas No. 6 y 7. Fue evidente que el sorbato inhibió la proliferación de mohos mejor que el método de preservación estándar, logrando alcanzar 35 días sin crecimiento microbiano. Adicionalmente el efecto sobre los mohos y levaduras, el sorbato de potasio actuó en conjunto con la disminución de pH en la inhibición total de bacterias, tal como se puede observar en el recuento total aeróbico obtenido (ver Tabla No. 10). Sin embargo, después de 22 días de almacenamiento el efecto de inhibición perdió efectividad, permitiendo un crecimiento gradual de bacterias hasta sobrepasar el límite permitido a los 42 días de almacenamiento.

A pesar de la efectividad obtenida durante los primeros días de almacenamiento en la inhibición de mohos, el sorbato de potasio no fue suficiente para evitar el deterioro enzimático, cual fue evidente por el pardeamiento que sufrió el producto al transcurrir el tiempo de almacenamiento. Debido a la acción enzimática, arriba de los 35 días de almacenamiento las muestras presentaban oxidación y a los 42 días presentaban putrefacción. En la evaluación sensorial realizada se comprobó que los panelistas detectaron el cambio de color principalmente en la muestra tratada con este método. Un mayor tiempo de escaldado a la temperatura indicada en los diagramas de proceso pudo tener un mejor efecto en la inactivación de las polifenoloxidasas causantes del pardeamiento enzimático.

El método de preservación No. 3 combinó dos vallas adicionales a las del método estándar: la adición de sorbato de potasio y bisulfito de sodio. La concentración de sorbato de potasio utilizada fue igual a la del método No. 2 y la concentración utilizada de bisulfito de sodio fue de 400 ppm dentro de los límites establecidos por el Comité de Normalización guatemalteco.

Los resultados obtenidos en el análisis de mohos y levaduras muestran un recuento de mohos casi constante hasta las primeras 4 semanas de almacenamiento donde se obtuvo un recuento fuera del límite. Los análisis subsecuentes al resultado fuera de límite, mostraron la misma tendencia de los resultados obtenidos antes del pico de contaminación; lo anterior sugiere que posiblemente existieron factores extrínsecos que influyeron en el resultado fuera de rango en el momento de siembra o en el proceso de envasado (ver Gráfica No. 11).

En el recuento total aeróbico para la primera corrida del método No. 3 se observó un repunte aislado del crecimiento microbiano a los 35 días de almacenamiento alcanzándose el límite máximo permitido, mientras que la primera corrida no sobrepasó las 200 UFC/ml durante los 43 días que se evaluaron las muestras (ver Gráfica No. 12). Es importante mencionar que fuera del resultado de contaminación aislado, la cuenta microbiana estuvo muy por debajo de los límites máximos permitidos y en algunos casos se obtuvieron resultados de completa inhibición bacteriana. En teoría, el efecto sinérgico que se obtiene con la combinación del sorbato de potasio y el bisulfito de sodio, es uno de los más efectivos en el control bacteriano y sirve además como antioxidante e inhibidor enzimático. Sin embargo, el efecto de la combinación de ambos preservantes solamente logró mantener por cuarenta y tres días las características sensoriales aceptables, debido a que posteriormente el producto presentó pardeamiento y olor rancio. En comparación con el método No. 2, este método logró mantener mejores características sensoriales por un mayor tiempo de almacenamiento.

El método No. 4 combinó el mayor número de vallas aplicadas en el presente estudio. Las vallas aplicadas fueron la adición de sorbato de potasio, bisulfito de sodio y azúcar al puré de guanábana, en combinación con el procedimiento estándar de aplicar ácido ascórbico y ácido cítrico. Los resultados microbiológicos del método No. 4 muestran que en la segunda corrida del experimento, factores externos influyeron en los datos obtenidos en el recuento de mohos y el recuento total, debido a que se obtuvieron resultados de contaminación microbiana que sobrepasaron los límites permitidos durante los primeros días de almacenamiento, en

comparación con los resultados obtenidos de la primera corrida, y que posteriormente disminuyeron (ver Gráficas No. 16 y 17). Es interesante mencionar que la carga microbiana en la segunda corrida del experimento pudo verse incrementada por la adición de azúcar, la cual no era de primera calidad y facilitó el medio necesario para el crecimiento microbiano. No obstante, la acción de los preservantes utilizados redujo la carga microbiana a niveles aceptables durante los días posteriores.

En la primera corrida del método en cuestión, se observa que la inhibición de los mohos fue casi total durante 45 días de almacenamiento y se obtuvo únicamente un recuento de 10^2 UFC/ml a los 35 días (ver Tabla No. 19). En lo referente al recuento total aeróbico, se obtuvo una mejor inhibición microbiana que en los métodos No. 2 y 3, durante cuarenta y cinco días de almacenamiento (ver Tabla No. 20). El objetivo de la adición de azúcar al puré de guanábana fue disminuir la alta actividad de agua de la fruta fresca ($A_w = 0.97$) a un valor que no afectara las características organolépticas de la fruta fresca. Después de la adición de azúcar se obtuvieron 29 grados brix, en comparación con los 17 grados brix de la fruta fresca. El valor de actividad de agua del puré se redujo a 0.92. Este método mantuvo las mejores características en cuanto a olor y sabor durante 45 días de almacenamiento en comparación con los métodos No. 2 y No. 3; no obstante, el puré de fruta sufrió un cambio perceptible en el color, debido al azúcar agregada. Por encima de los 45 días de almacenamiento las muestras comenzaron a presentar oxidación.

Al comparar todos los resultados obtenidos de mohos y levaduras con los diferentes tratamientos (método y tiempo) por medio de un análisis de varianza, se rechazó la hipótesis nula, lo que significa que sí existió diferencia estadísticamente significativa en el crecimiento de mohos y levaduras debido al efecto del método aplicado y el tiempo de almacenamiento. Por prueba de Tukey se determinó que esta diferencia se debió al elevado crecimiento de mohos que se obtuvo en el método de control, en comparación con los demás métodos (ver Gráfica No. 21). Al observar la Gráfica No. 22 se puede concluir que el mejor método para la inhibición de

mohos y levaduras fue el método No. 4 que mantuvo el recuento de mohos y levaduras dentro del límite permitido y se logró una vida de anaquel mayor. Es interesante notar en el mismo gráfico, que el crecimiento de mohos en el método No. 2 fue inhibido casi en su totalidad pero por menos tiempo.

El análisis de varianza de los resultados obtenidos del recuento total aeróbico para los distintos tratamientos (métodos y tiempo), tuvo un comportamiento similar al del recuento de mohos. La hipótesis nula fue rechazada, lo que señala que sí hubo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. Por la prueba de Tukey se determinó que la diferencia básica se debió a la alta contaminación en el método control (ver Gráfica No. 23), lo que indica que los métodos aplicados si tuvieron un efecto directo en el aumento de vida de anaquel del producto. Lo anterior se observa mejor en la Gráfica No. 24, donde los tratamientos correspondientes a los métodos No. 3 y 4 presentan el menor crecimiento microbiano a través del tiempo, siendo el método No. 4 el que presentó las mejores características organolépticas.

No existen pruebas estadísticamente significativas para concluir que el método empleado y el tiempo influyan en la variación del porcentaje de acidez (no se puede rechazar la hipótesis nula). En la Gráfica No. 25 se comparan los distintos tratamientos (método-tiempo) donde no existió diferencia estadísticamente significativa entre las medias aritméticas. El tiempo de duración de la investigación no permitió observar un decrecimiento en el porcentaje de acidez del puré.

Al igual que para el porcentaje de acidez, no existió evidencia estadísticamente significativa para concluir que el valor de pH del puré de guanábana se vió afectado por el tratamiento (método - tiempo) aplicado. La Gráfica No. 26 muestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las medias aritméticas de los tratamientos, por lo tanto, el pH es un factor que puede mantenerse constante al aplicar cualquiera de los métodos estudiados.

En la evaluación de los resultados obtenidos para el porcentaje de sólidos solubles, se concluye que el método sí influye en la variabilidad de los grados brix a través del tiempo, y fue el método No. 1 (estándares) el que presentó menor cantidad de grados brix y el método No. 4 el que presentó una mayor cantidad (debido principalmente a que se le agregó azúcar). Además, se observa que para los métodos No. 2 y No. 3, el tiempo fue una variable que influyó además del método, no es así para los métodos No. 1 y No. 4 donde el tiempo no tuvo influencia estadísticamente significativa. En los métodos No. 2 y 3, hubo una leve tendencia a la disminución de los grados brix. Las diferencias obtenidas entre método y método se deben a una variación natural en grados brix de la frutas utilizadas para cada uno de los métodos, al momento de ser procesadas, además del azúcar agregada al método No. 4, como se mencionó anteriormente.

Para determinar la manera de cómo los diferentes métodos de procesamiento afectaron las características sensoriales del puré de guanábana, se realizaron dos pruebas sensoriales: una orientada al consumidor (prueba hedónica) y una orientada al producto (de comparación múltiple). La evaluación se realizó a las cuatro semanas de almacenamiento, se realizó previamente un análisis microbiológico para seguridad de los panelistas. Del análisis estadístico de la prueba hedónica, se concluye que el puré de guanábana tratado con el método No. 4 fue significativamente más gustado que los purés tratados con los métodos No. 1, 2 y 3, que fueron igualmente gustados entre sí.

La prueba de comparación múltiple se realizó al comparar los métodos No. 2, 3 y 4 con el puré de guanábana fresco. Del análisis estadístico se encontró que sí hubo evidencia estadísticamente significativa para concluir que todos los métodos variaron en sus características organolépticas con respecto a la fruta fresca.

El método de preservación No. 2, según la evaluación sensorial de comparación múltiple, presentó mayor variación con respecto al color original de la fruta fresca y, como se discutió

anteriormente, se debió a reacciones de pardeamiento enzimático que no fueron del todo evitadas por las vallas aplicadas en este método.

De igual forma, la prueba de comparación múltiple indicó que en lo referente al sabor y olor original, el método No. 4 fue el que presentó mayor diferencia. Sin embargo, el puré preparado por este método fue el que agradó más a los panelistas evaluados por medio de la prueba hedónica. Esto se debe a la incorporación de azúcar en este método, la cual da un sabor más agradable.

El método que presentó las mejores características microbiológicas y sensoriales en la presente investigación fue el método No. 4, el cual tuvo una vida de anaquel de 45 días. Las expectativas de vida de anaquel para la presente investigación eran de dos meses; diversos factores pudieron influir en el deterioro prematuro del puré de guanábana. Entre estos factores se pueden citar: el tipo de envase utilizado para realizar el experimento, el cual era de vidrio y con tapaderas semi-herméticas que pudieron permitir reacciones de oxidación, y la manipulación de la fruta en el momento del desemillado.

El crecimiento microbiano obtenido con los diferentes métodos de preservación aplicados en la presente investigación, por lo general se mantuvo dentro de los límites permitidos; por lo tanto, el corto tiempo de vida de anaquel se vio influenciado en su mayor parte por cambios físicos y químicos que afectaron las características organolépticas del producto, principalmente por reacciones de oxidación que cambiaron el sabor y color del puré de guanábana.

X. CONCLUSIONES

Al comparar todos los métodos de preservación empleados, se concluyó que sí existió una diferencia estadísticamente significativa en el crecimiento de mohos y bacterias aeróbicas debido a la aplicación de los métodos de preservación. La reducción de la actividad microbiana fue evidente. El método que presentó una vida de anaquel mayor (45 días) a temperatura ambiente, manteniendo los límites microbiológicos permitidos y que presenta mejores características organolépticas, fue el No. 4. Dicho método combinó, además de las vallas del método estándar, la adición de 100 ppm de sorbato de potasio, 400 ppm de bisulfito de sodio y azúcar hasta alcanzar 29° Brix.

No existió una diferencia estadísticamente significativa para concluir que el método empleado y el tiempo, hayan influido en la variación del valor de pH en los purés de guanábana durante el tiempo que duró el estudio.

No existió una diferencia estadísticamente significativa para concluir que la variación obtenida en el porcentaje de acidez (expresado como mg de ácido ascórbico) de los purés tratados con los diferentes métodos se debiera al tratamiento aplicado y al tiempo de almacenamiento.

Del análisis estadístico aplicado a los resultados del porcentaje de sólidos solubles (expresado como grados Brix), se concluye que el método aplicado sí influye en la variabilidad de los grados Brix durante el tiempo. En el método No. 2 y No. 3 influyeron las variables tiempo y método mientras que para el método No. 1 y No. 4, la única variable que tuvo influencia fue el método aplicado especialmente para el método No. 4 al que se le agregó azúcar.

XI. RECOMENDACIONES

1. Uno de los factores que influyó en la vida de anaquel del puré de guanábana, fue el tipo de envase utilizado, el cual no era totalmente hermético y permitió reacciones de oxidación en el producto por la presencia de oxígeno. Por lo anterior es recomendable experimentar con bolsas de polietileno en las cuales el producto se envasa al vacío.
2. Se recomienda el uso de un despulpador industrial para la eliminación de la semilla de guanábana, la cual fue difícil eliminar por medio de la operación manual. El despulpador también contribuirá a evitar contaminación por manipulación de la fruta.
3. El escaldado que se dio a la fruta en los distintos métodos, se realizó por medio de un baño térmico, en el cual se mantuvo constante la temperatura a 60 °C por un tiempo de 4 minutos para cada método. Como recomendación sería interesante implementar la utilización de un intercambiador de calor para escaldar el puré de guanábana. Por medio de este intercambiador, la pulpa alcanzaría con mayor rapidez la temperatura de escaldado y se lograría una mejor transferencia de calor para lograr una inactivación enzimática más efectiva sin afectar características sensoriales. Además, la temperatura de escaldado podría ser mayor con un tiempo de exposición menor, lo cual es más efectivo para evitar cambios principalmente de color.
4. Se recomienda experimentar con diferentes concentraciones de los antioxidantes y preservantes utilizados en los diferentes métodos aplicados, con el fin de mejorar el tiempo de vida de anaquel alcanzado en el presente estudio.
5. Para un futuro estudio, se recomienda medir la actividad de las polifenoloxidasas con el objetivo de determinar su relación directa con el deterioro de la fruta estabilizada.

6. Es recomendable realizar estudios de fitomejoramiento para este tipo de frutas con la finalidad de obtener especies mejoradas que tengan mejor rendimiento.

XII. BIBLIOGRAFIA

- Askar, A., y H. Tweptow. 1992. Cloud-stable premium nectars made from tropical fruits. *Confructa Studien* 36. 5/6:130-138, 140-145, 148-153.
- Balasingham, A., P. J. Clement, y B. W. Donaldson. 1994. Juice processing methos. United States Patent. 5:275-298.
- Bueso, C. E. 1978. Processing and chemical characteristics of soursop (*Annona Muricata*, L.), tamarind, and chironja. Abstracts of Papers, American Chemical Society. AGFD 45.
- Chandler, W.H. 1982. *Frutales de Hoja Perenne*. Editorial Hispanoamericana. México, D.F. pp. 391-392
- Chirife, J., C. Ferro Fontan, y E. A. Benmergui. 1980. The prediction of water activity in aqueous solutions in connection with intermediate moisture foods. *Journal of Food Technology*. 15:59-70.
- Dairy Foods. 1993. A passion for tropical fruits. 8:90.
- Gallo-Torres, Julia. 1994. Bases de Frutas para Lácteos. *Alimentos Procesados*. 6:68.
- García, R., E. de Porres, M. C. de Arriola, y C. Rolz. 1986. Procesos de Transformación del Banano. ICAITI. Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB). pp. 159
- García, R., E. de Porres, M. C. de Arriola, y C. Rolz. 1985. Lactic Acid Fermentation of Banana Puree. *Lebensm Wiss un Technology*. 18:379-382.

Gow-Chin, Yen., L. Hsin-Tang, y P. Yang. 1994. Effects of heating process and frozen storage on changes in quality of guava puree. *Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society*. 2:156-169.

Guerrero, S., S. M. Alzamora, y L. N. Gerschenson. 1994. Development of a shelf-stable banana puree by combined factors. *Journal of Food Protection*. 57:902-907.

Institute of Food Science & Technology. 1994. Guidelines for Determination and Prediction in Shelf-Life of Foods. USA. pp. 3-63

waoka, W. T., Z. Xiaorong, R. A. Hamilton, C. L. Chia, y C. S. Tang. 1993. Identifying volatiles in soursop and comparing their changing profiles during ripening. *HortScience* 28. 8:817-819.

enard, W.C. & H. Winters. 1982. *Frutas y Nueces del Trópico*. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México, D.F. pp. 35-37

ueck, E. 1980. *Antimicrobial Food Additives*. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg New York. pp. 3, 25, 35-41, 183-195.

artin, F.W. 1984. *HandBook of Tropical Food Crops*. CRC Press. Boca Ratón, Florida. pp. 267.

ational Academy of Science. 1975. *Underexploited Tropical Plants with Promising Economy value*. Washington, D.C. pp. 80-83.

anote, P. S., A. S. Bawa, y S. P. S. Saini. 1993. Effect of storage on the quality of processed mango pulp. *Research and Industry, India* 38. 2:96-98.

Sánchez Nieva, F., I. Hernández, L. M. George. 1970. Frozen soursop puree. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 2:220-36

Speck, M.L. 1984. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association. Washington, D.C. pp. 62-82, 197-200, 265-278.

Worrel, D. B., C. M. S. Carrington, y D. J. Huber. 1994. Growth, maturation and ripening of soursop (*Annona Muricata* L.) fruit. *Scientia Horticulturae* 57. 1/2:7-15.

Entrevistas con empresarios guatemaltecos:

Clarck McDonald, Gerente General de FRUTESA. Exportadora de frutas y vegetales.

Guillermo Springmuhl, Gerente General de SIESA. Exportadoras de vegetales y frutas.

ANEXO A

CUADROS

CUADRO No. 1 ESTACION DE MADURACION DE FRUTAS Y NUECES

Nombre científico de la planta	Estación de Maduración						Disponibilidad de los frutos
	Marzo Abril Mayo	Junio Julio Agosto	Septiembre Octubre Noviembre	Diciembre Enero Febrero			
<i>Annona cherimola</i>							La mayor parte del año.
<i>A. diversifolia</i>							La mayor parte del año.
<i>A. montana</i>							La mayor parte del año.
<i>A. muricata</i>							La mayor parte del año.
<i>A. reticulata</i>							La mayor parte del año.
<i>A. squamosa</i>							La mayor parte del año.

Fuente: Frutas y Nueces del Trópico, Kennard & Winters, 1982.

CUADRO No. 2 CARACTERISTICAS DE LA GUANABANA

Annonaceae

<i>Annona cherimola</i> Annona cherimoya Sur América	Arbol de 8 metros, fruta verde, ovalada, 10-20 cm de largo, pulpa blanca, dulce	Clima tropical, actividad pluvial bien distribuida	La pulpa es buena fuente de carbohidratos y buena fuente de vitamina C
<i>Annona muricata</i> Guanábana Centro y Sur América	Arbol de 8 metros, fruta ovoide a elongada, 1.5-3.5 cm de largo, pulpa blanca, subácida	Caliente, clima tropical de tierras bajas, lluvias bien distribuidas, no tolera frío	La pulpa es buena fuente de rivo flavina, niacina, carbohidratos y vitamina C
<i>Annona hibrida</i> Atemoya, Florida, América tropical, Filipinas, India e Israel	Arbol de 7 metros, fruta verde, esférica a ovalada, 8-15 cm de largo, pulpa blanca, dulce	Clima subtropical y cálido, lluvias bien distribuidas, tolera levemente el frío	La pulpa es buena fuente de carbohidratos y vitamina C
<i>Rollima deliciosa</i> Biriba Brasil	Arbol de 8 metros, fruta amarilla, ovalada, 8-12 cm de largo, pulpa dulce	Clima tropical de tierras bajas, caliente y humedo, no tolera el frío	La pulpa es buena fuente de carbohidratos

Fuente: Frutas y Nueces del Trópico, Kennard & Winters, 1982.

CUADRO No. 3 COMPARACION METODOS APLICADOS EN EL EXPERIMENTO

METODO	VALLAS CONSIDERADAS						ESCALDADO
	ANTIOXIDANTE Ac. Ascórbico	REGULACION pH Acido Cítrico	REGULACION Aw Azúcar	PRESERVANTES Sorbato de Potasio	AGENTE RED. Bisulfito de Na		
0 *							
1 **							
2							
3							
4							

Aplicado

No aplicado

* control

** estándar (se almacena a -10°C)

CUADRO No. 4 COMPOSICION DE LA GUANABANA

Alimento	Nombre	calorías	humedad %	proteína gm	grasa gm	CHOS gm	fibra gm	ceniza gm
Guanábana	Soursop	60	83.1	1	0.4	14.9	1.1	0.6

Ca mg	P mg	Fe mg	Vit A mcg	Tiamina mg	Ribof. mg	Niacina mg	Vit. C mg	%
24	28	0.5	5	0.07	0.05	0.09	26	41 cáscara y semillas

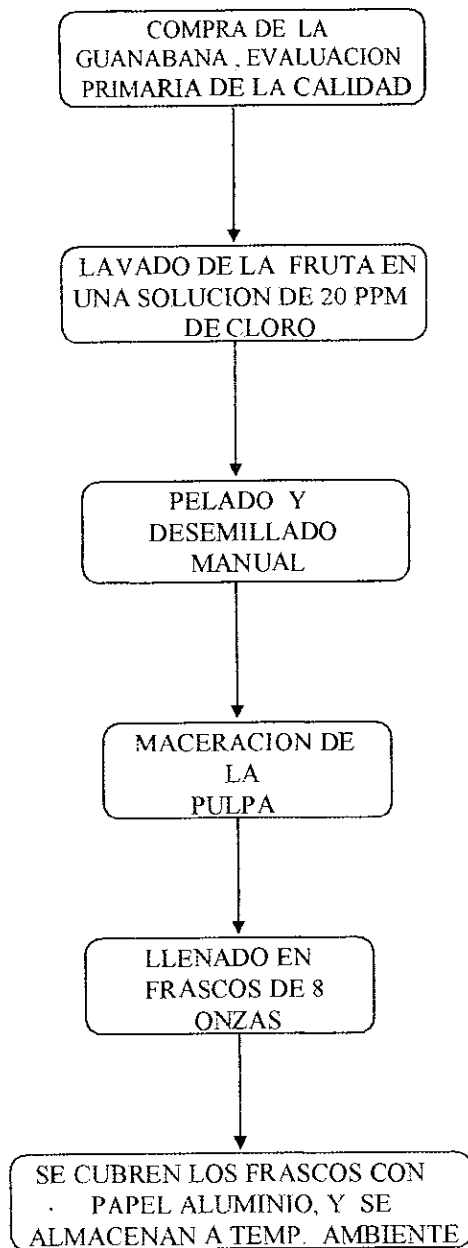
Fuente: Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina, INCAP-ICNND, 1961

ANEXO B

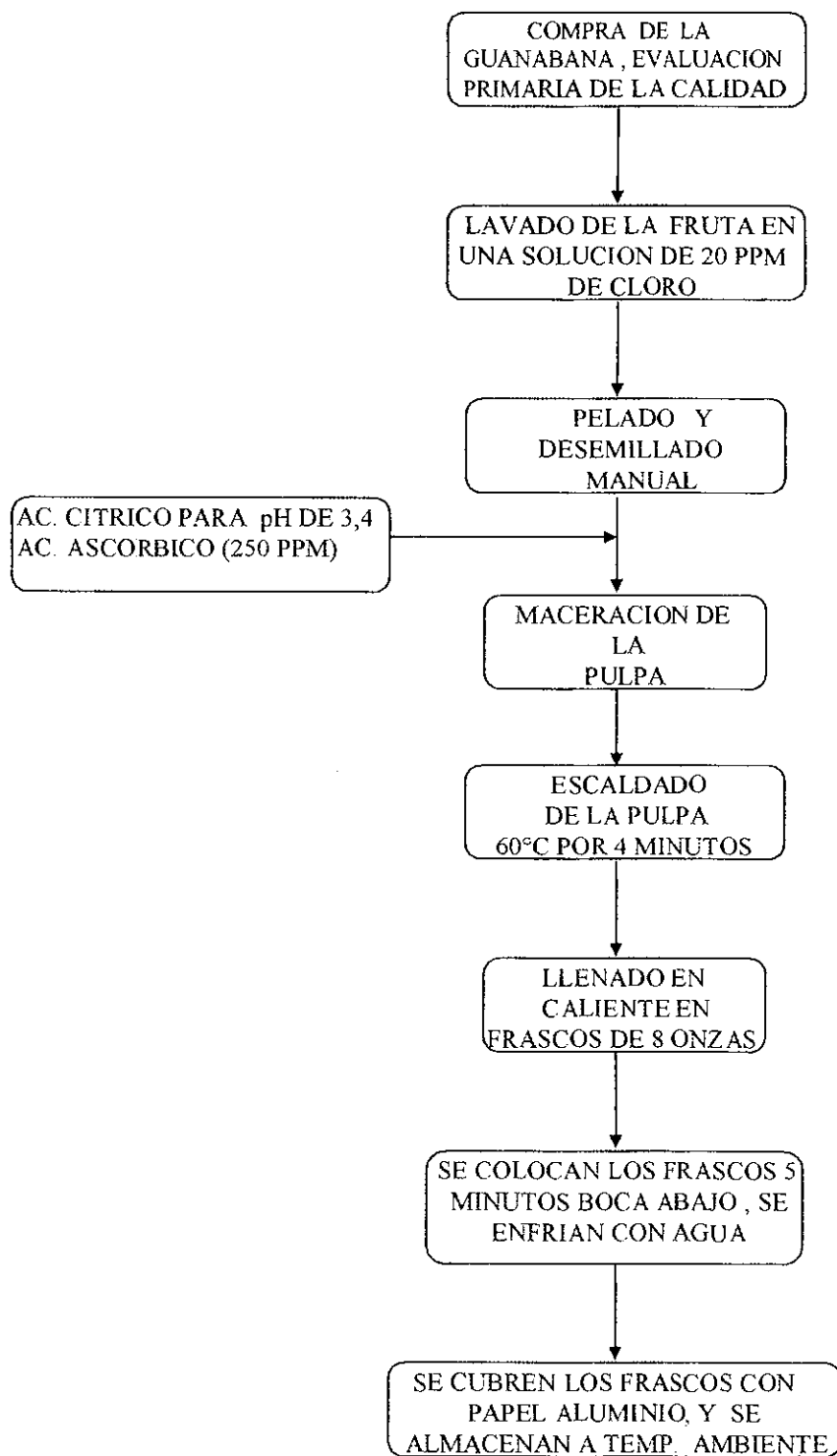
DIAGRAMAS

A. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROCESOS APLICADOS

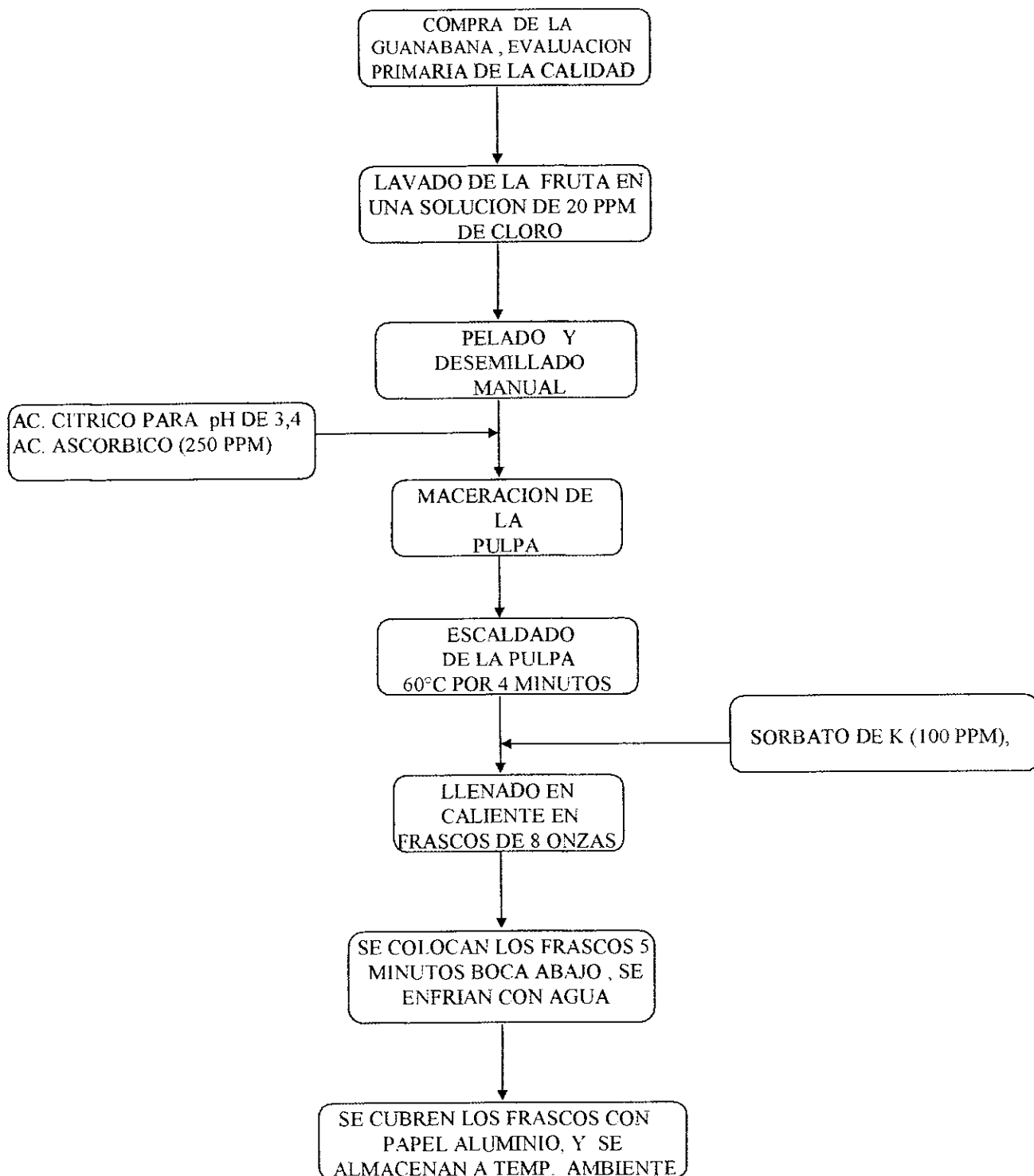
METODO No. 0 (Control)



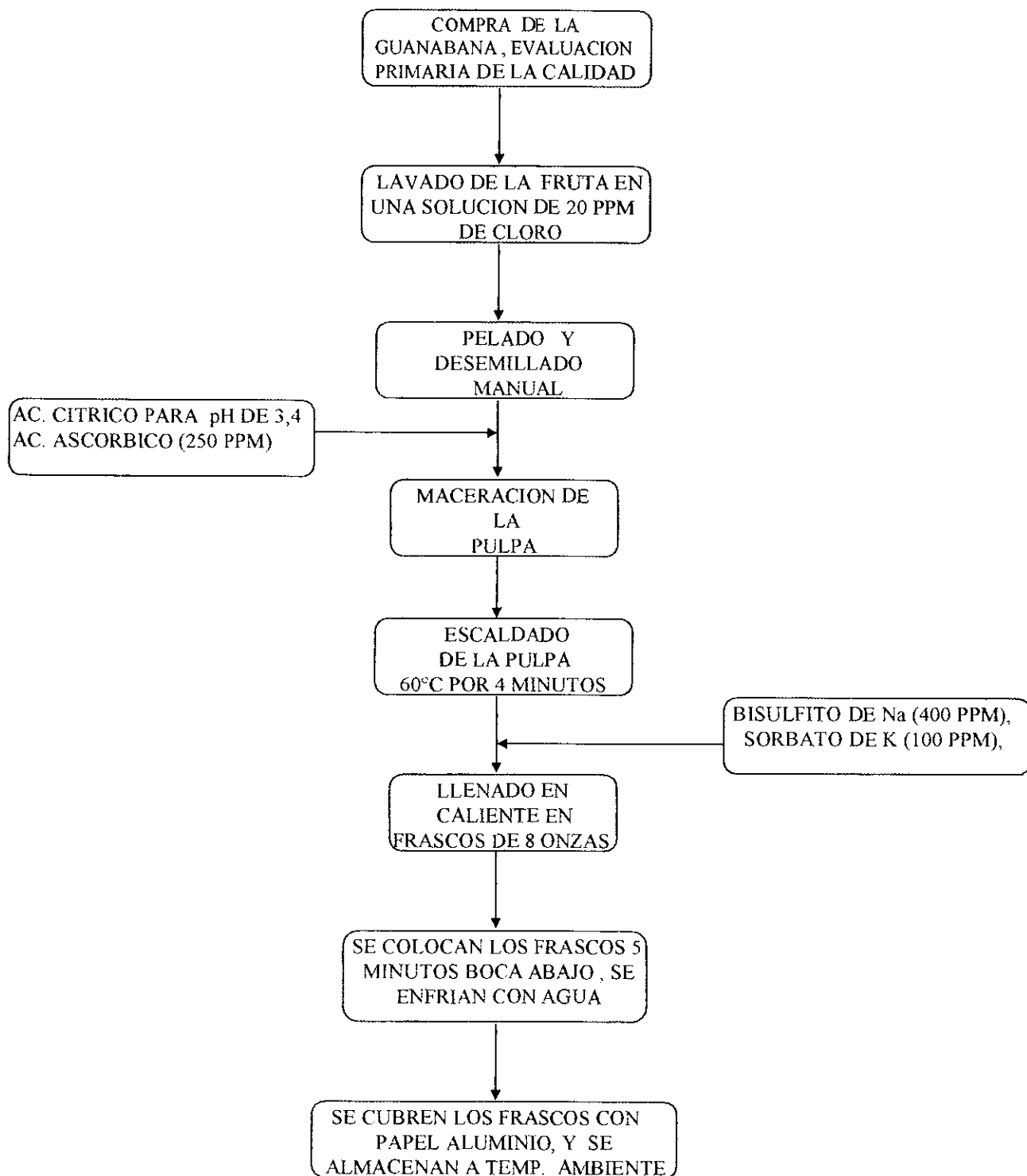
METODO No. 1 (Estándar)



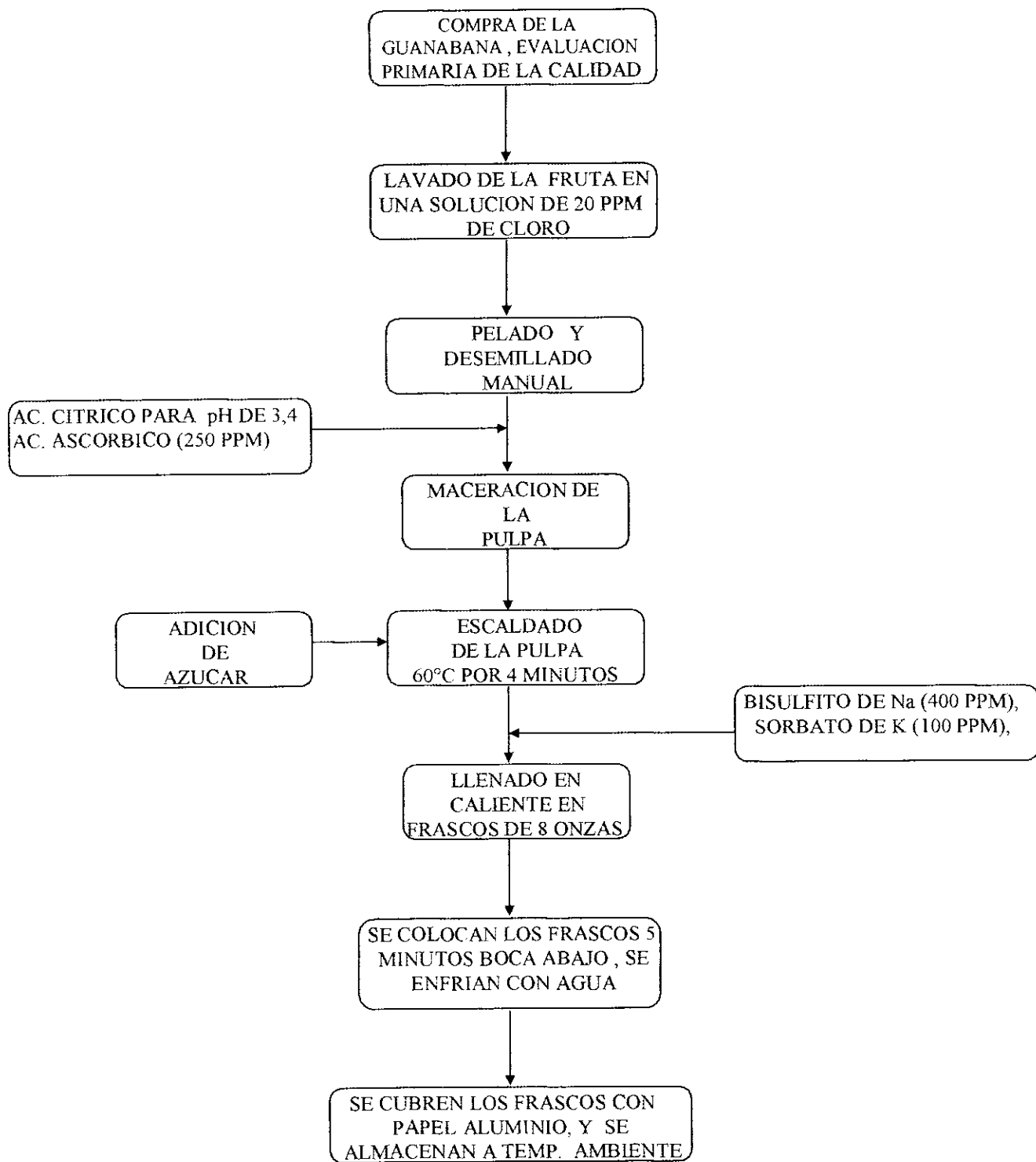
METODO No. 2



METODO No. 3



METODO No. 4



ANEXO C

TABLAS DE RESULTADOS

**TABLA No. 1 RESULTADOS DEL ANALISIS PRELIMINAR
DE LA GUANABANA**

NOMBRE CIENTIFICO	<i>Annona Muricata</i>
NOMBRE COMUN	Guanábana o Guanaba
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)	0.97
% SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX)	17
RANGO DE pH	4 - 4.2
mg DE ACIDO ASCORBICO	30
% DE PULPA	61

**TABLA No. 2 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 0**

DIAS	UFC/ml
0	0
7	470
13	11520
20	Incontable
27	Incontable
34	Incontable

**TABLA No. 3 RECUESTO TOTAL AEROBICO
METODO 0**

DIAS	UFC/ml
0	0
7	8800
13	6600
20	132000
27	Incontable
34	Incontable

**TABLA No. 4 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 1**

DIAS	UFC/ml
0	0
7	50
23	0
35	20
44	0
48	0

**TABLA No. 5 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 1**

DIAS	UFC/ml
0	0
7	800
14	200
23	200
28	1000
35	100
44	100
48	300

**TABLA No. 6 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 1**

DIAS	% ACIDEZ
0	38.75
14	38.75
23	44.03
28	35.22
35	44.03
44	44.03
48	38.75

**TABLA No. 7 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 1**

DIAS	pH
0	3.6
7	3.8
14	4.0
23	3.8
27	3.6
35	3.6
44	3.5
48	3.7

**TABLA No. 8 VARIACION DEL PORCENTAJE DE SOLIDOS
EN EL TIEMPO. METODO 1**

DIAS	°BRIX
0	14
7	14
14	13
27	15
35	14
44	13
48	13

**TABLA No. 9 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 2**

DIAS	UFC/ml CORRIDA 1	UFC/ml CORRIDA 2
0	0	0
7	0	0
22	0	0
35	40	30
42	400	210
46	10	0

**TABLA No. 10 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 2**

DIAS	UFC/ml CORRIDA 1	UFC/ml CORRIDA 2
0	0	0
7	0	0
14	0	0
22	0	0
28	700	300
35	200	300
42	1100	400
46	100	100

**TABLA No. 11 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 2**

DIAS	% ACIDEZ CORRIDA 1	% ACIDEZ CORRIDA 2
0	52.84	56.36
7	52.84	56.36
14	63.40	52.84
22	65.16	52.84
28	52.84	35.22
35	61.64	66.93
42	40.51	49.31
46	44.03	44.03

**TABLA No. 12 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 2**

DIAS	pH CORRIDA 1	pH CORRIDA 2
0	3.4	3.7
7	3.6	3.6
14	3.7	3.7
22	3.4	3.5
28	3.5	3.6
35	3.4	3.3
42	3.5	3.3
46	3.5	3.5

**TABLA No. 13 VARIACION DEL PORCENTAJE DE SOLIDOS
EN EL TIEMPO. METODO 2**

DIAS	GRADOS BRIX CORRIDA 1	GRADOS BRIX CORRIDA 2
0	18	18
7	17	17
14	17	17
22	18	17
28	17	17
35	17	17
42	16	16
46	16	16

**TABLA No. 14 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 3**

DIAS	UFC/ml CORRIDA 1	UFC/ml CORRIDA 2
0	0	0
7	10	0
21	20	30
30	90	80
35	10	10
40	10	0
43	0	0

**TABLA No. 15 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 3**

DIAS	UFC/ml CORRIDA 1	UFC/ml CORRIDA 2
0	0	0
7	0	0
14	100	100
21	0	0
30	0	0
35	900	200
40	0	100
43	0	0

**TABLA No. 16 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 3**

DIAS	% ACIDEZ CORRIDA 1	% ACIDEZ CORRIDA 2
0	56.36	65.16
7	56.36	65.16
14	58.12	73.97
21	52.84	70.45
30	49.31	73.97
35	47.55	65.16
40	44.03	44.03
43	45.79	44.03

**TABLA No. 17 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 3**

DIAS	pH CORRIDA 1	pH CORRIDA 2
0	3.7	3.5
7	3.7	3.6
14	3.7	3.7
21	3.5	3.5
30	3.5	3.5
35	3.5	3.5
40	3.5	3.5
43	3.6	3.5

**TABLA No. 18 VARIACION DEL PORCENTAJE DE SOLIDOS
EN EL TIEMPO. METODO 3**

DIAS	GRADOS BRIX CORRIDA 1	GRADOS BRIX CORRIDA 2
0	15	17
7	17	17
14	17	17
21	17	17
30	17	17
35	16	16
40	16	16
43	16	16

**TABLA No. 19 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 4**

DIAS	UFC/ml CORRIDA 1	UFC/ml CORRIDA 2
0	0	0
7	0	60
21	0	10
35	10	0
41	0	10
45	0	0

**TABLA No. 20 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 4**

DIAS	UFC/ml CORRIDA 1	UFC/ml CORRIDA 2
0	0	0
7	0	0
14	100	1100
21	0	0
28	200	100
35	0	0
41	0	0
45	0	0

**TABLA No. 21 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 4**

DIAS	% ACIDEZ CORRIDA 1	% ACIDEZ CORRIDA 2
0	44.03	52.84
7	44.03	52.84
14	51.07	52.84
21	47.55	47.55
28	58.12	52.84
35	44.03	44.03
41	38.75	38.75
45	38.75	38.75

**TABLA No. 22 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 4**

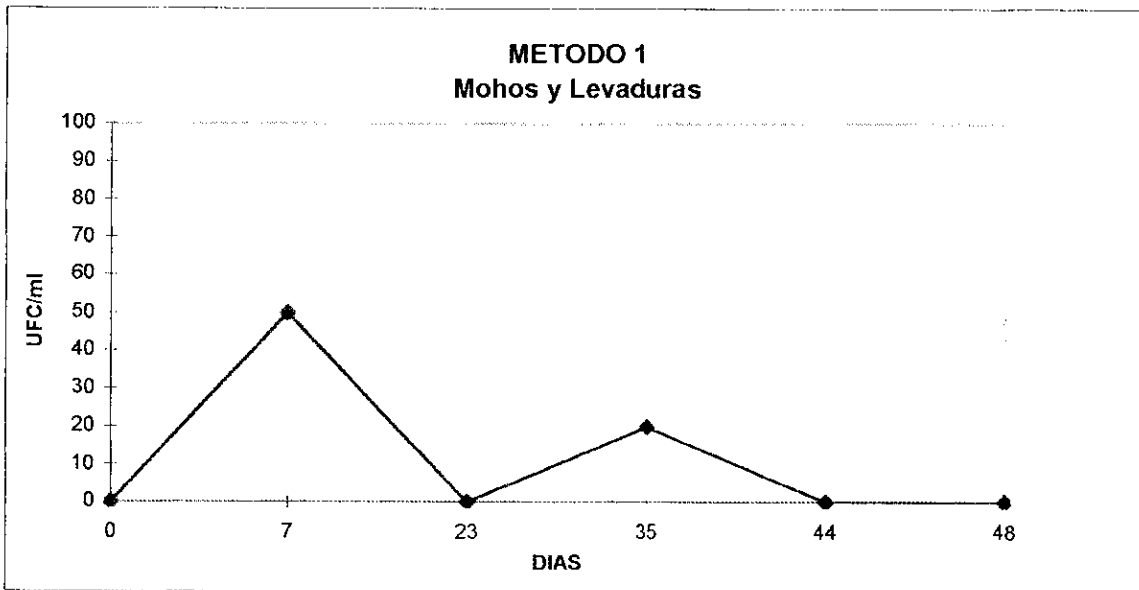
DIAS	pH CORRIDA 1	pH CORRIDA 2
0	3.5	3.7
7	3.6	3.7
14	3.7	3.8
21	3.4	3.5
28	3.4	3.5
35	3.4	3.5
41	3.4	3.5
45	3.5	3.6

**TABLA No. 23 VARIACION DEL PORCENTAJE DE SOLIDOS
EN EL TIEMPO. METODO 4**

DIAS	GRADOS BRIX CORRIDA 1	GRADOS BRIX CORRIDA 2
0	29	29
7	28	29
14	29	29
21	28	29
28	29	29
35	29	29
41	27	28
45	27	28

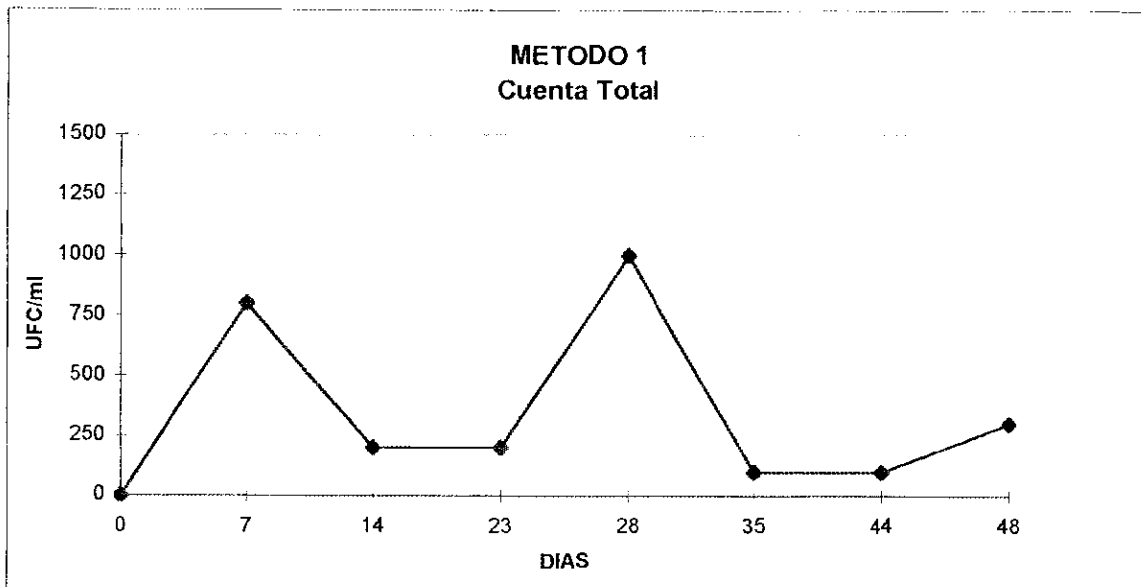
ANEXO D
GRAFICAS

**GRAFICA No. 1 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 1**



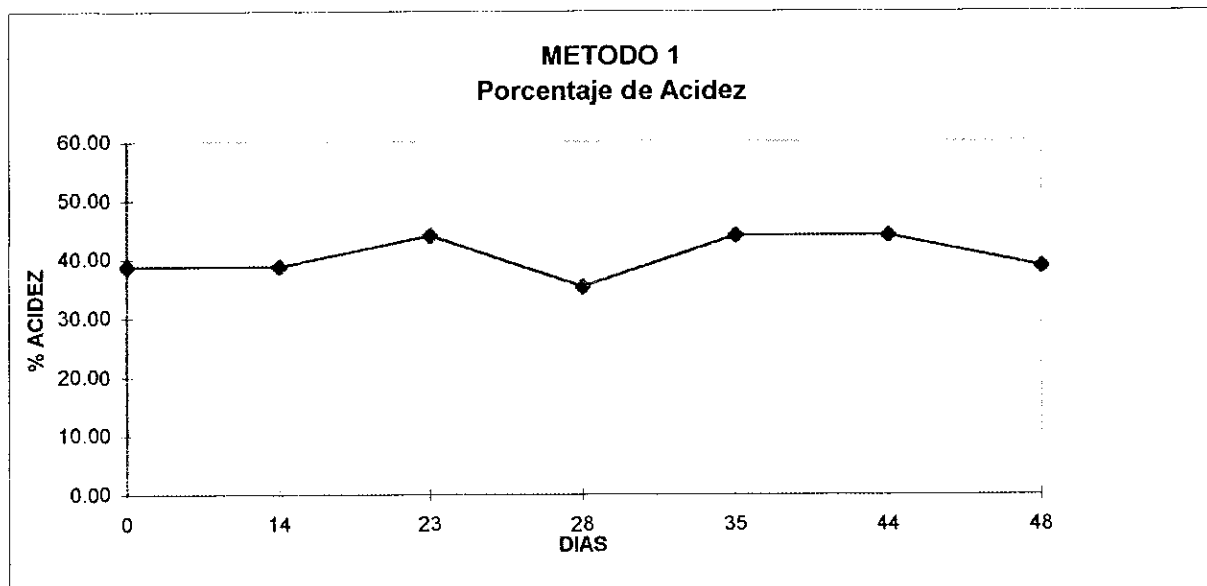
FUENTE: TABLA No. 4

**GRAFICA No. 2 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 1**



FUENTE: TABLA No. 5

**GRAFICO No. 3 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 1**



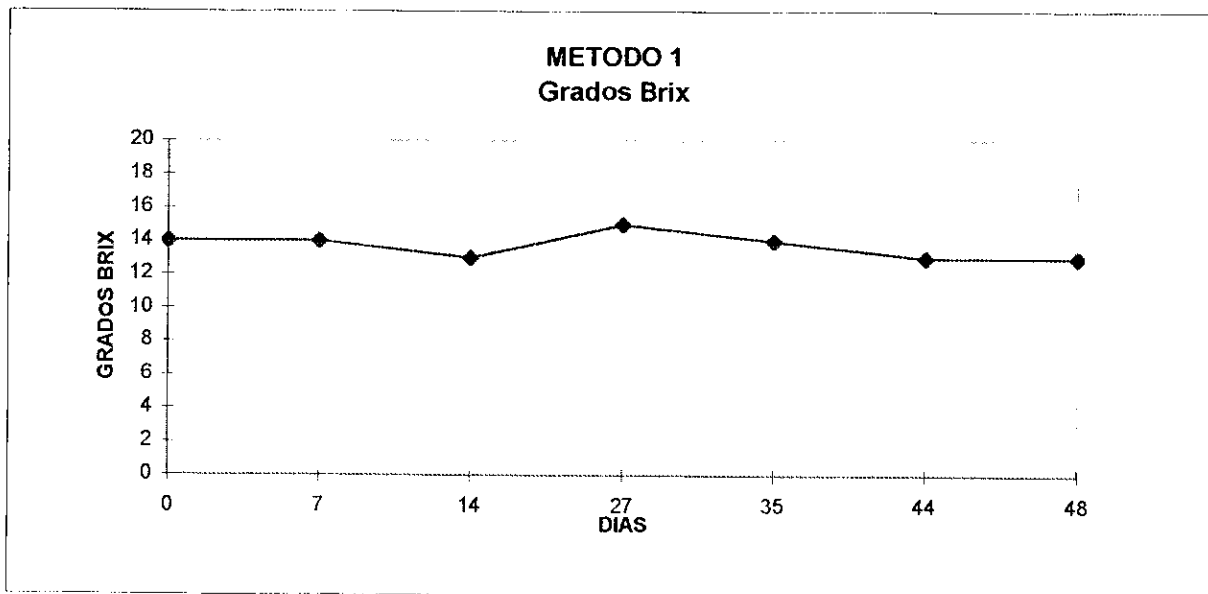
FUENTE: TABLA No. 6

**GRAFICA No. 4 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 1**



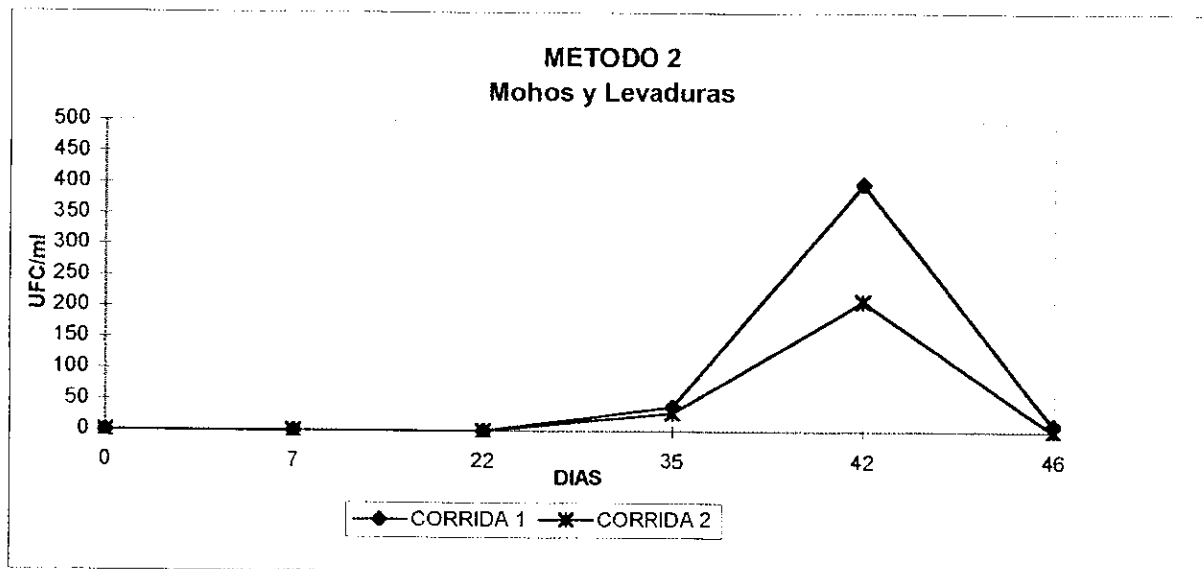
FUENTE: TABLA No. 7

**GRAFICA No. 5 VARIACION DE LOS SOLIDOS SOLUBLES
EN EL TIEMPO. METODO 1**



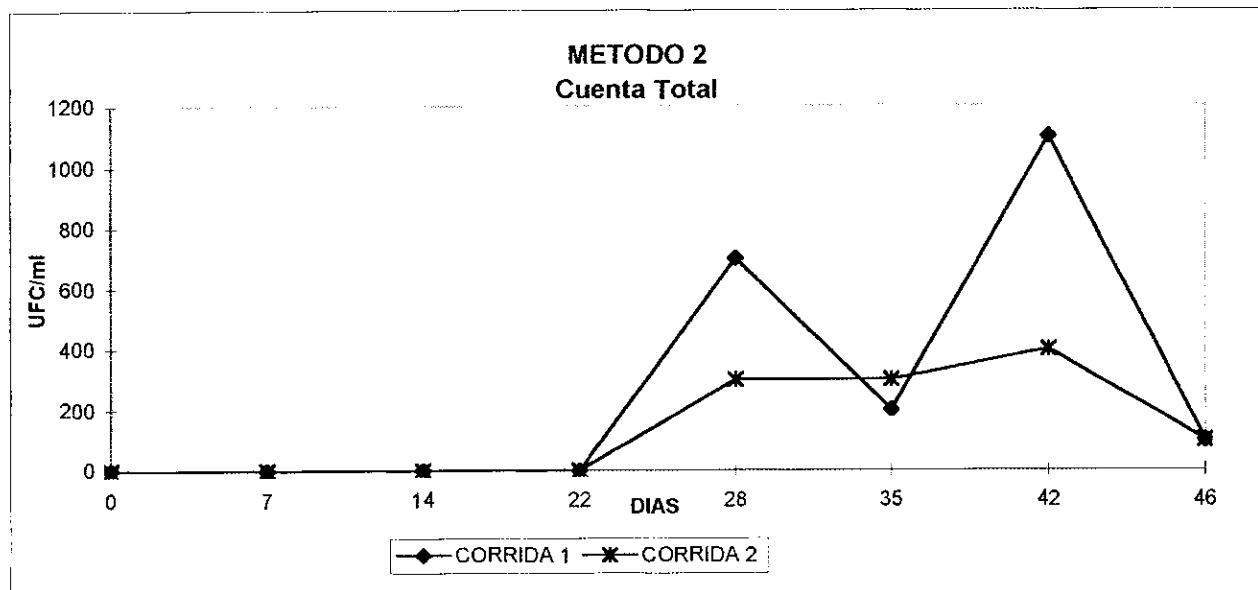
FUENTE: TABLA No. 8

**GRAFICA No. 6 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 2**



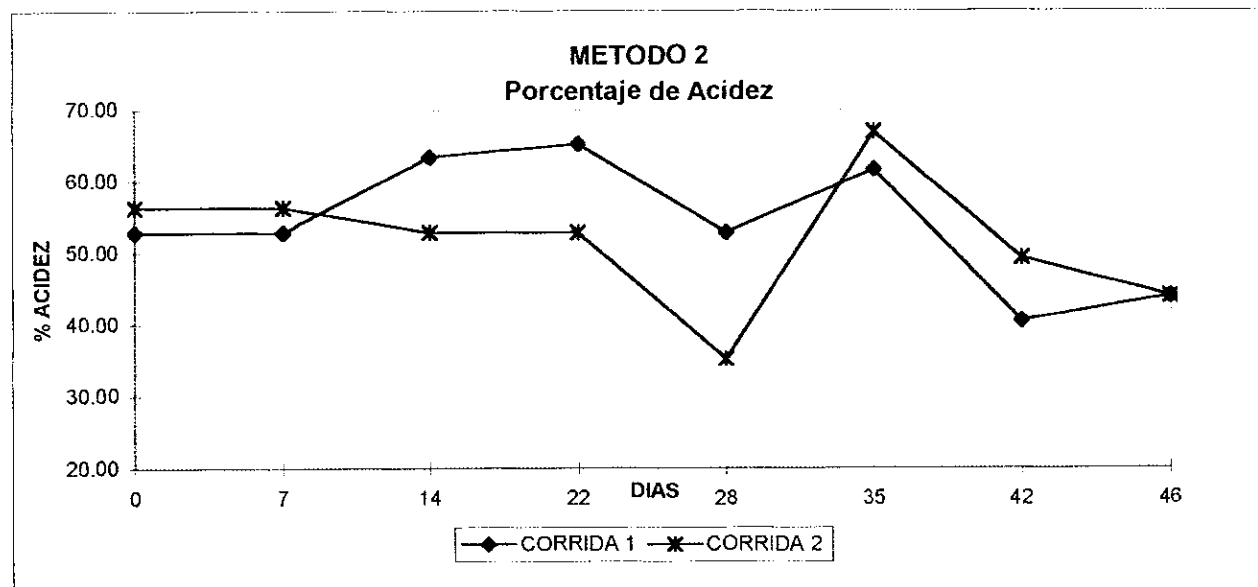
FUENTE: TABLA No. 9

**GRAFICA No. 7 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 2**



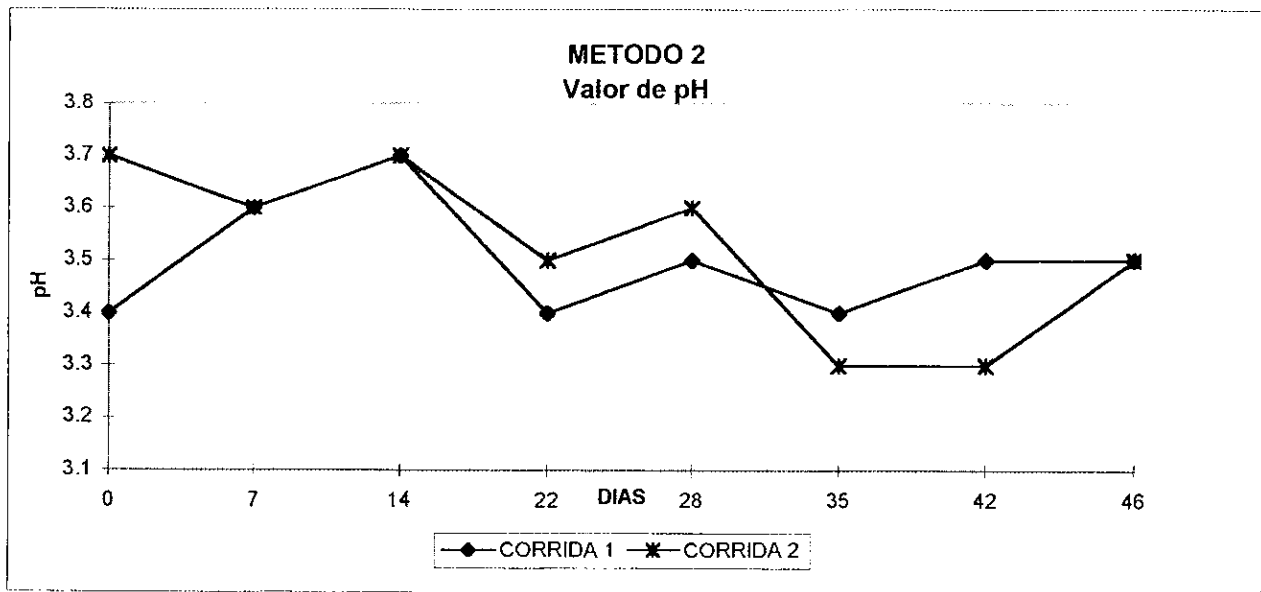
FUENTE: TABLA No. 10

**GRAFICA No. 8 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 2**



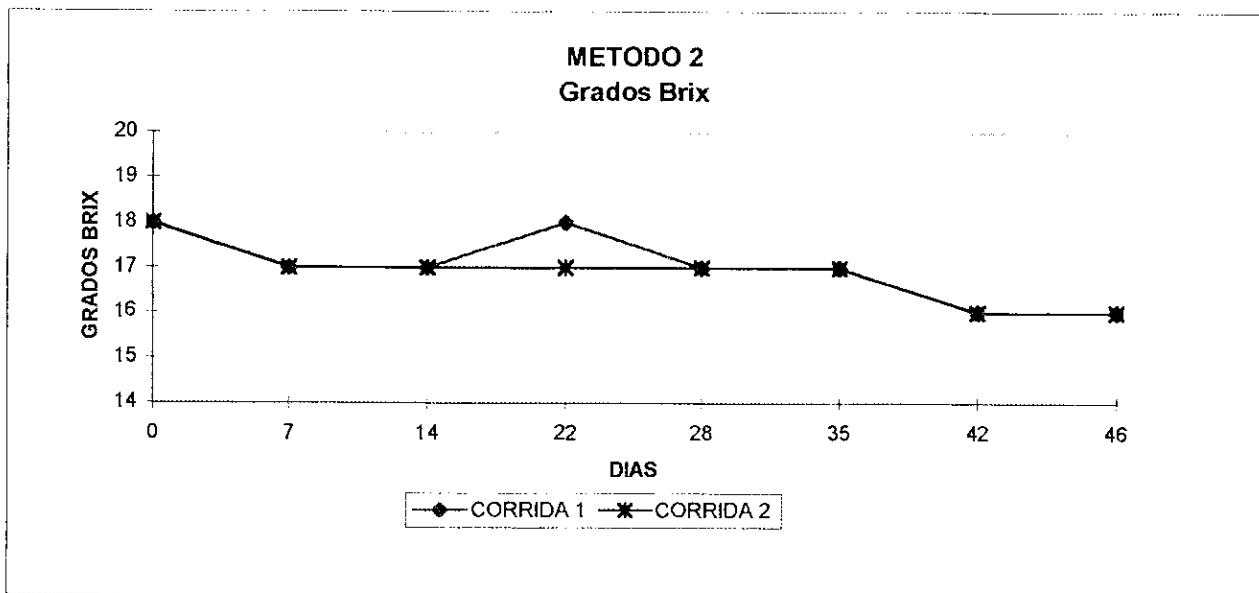
FUENTE; TABLA No. 11

**GRAFICA No. 9 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 2**



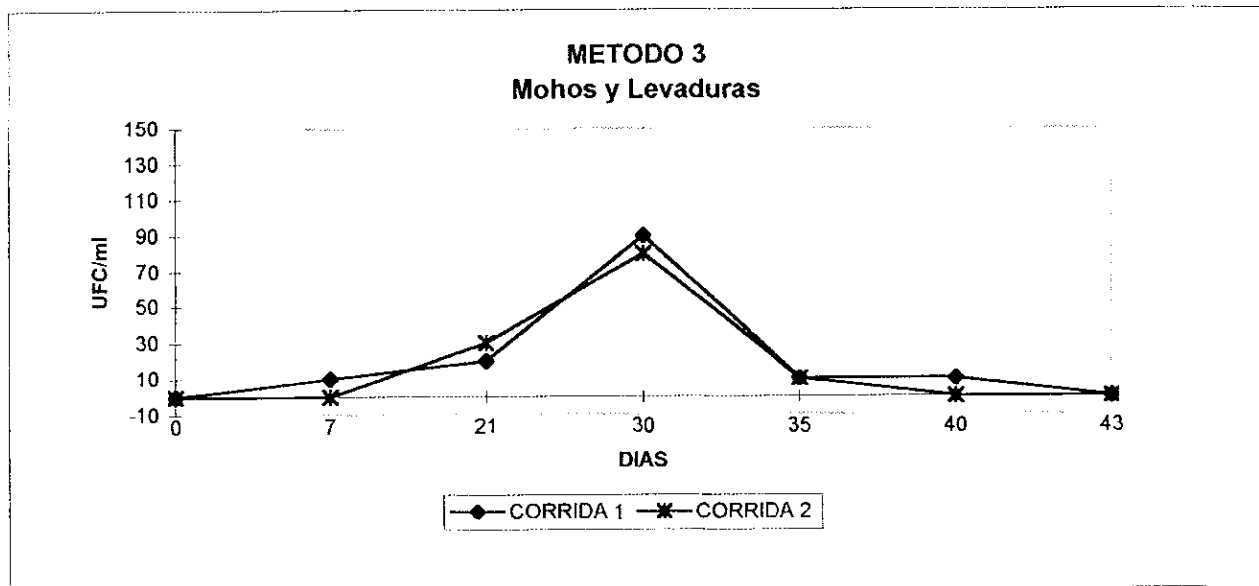
FUENTE: TABLA No. 12

**GRAFICA No. 10 VARIACION DE LOS SOLIDOS SOLUBLES
EN EL TIEMPO. METODO 2**



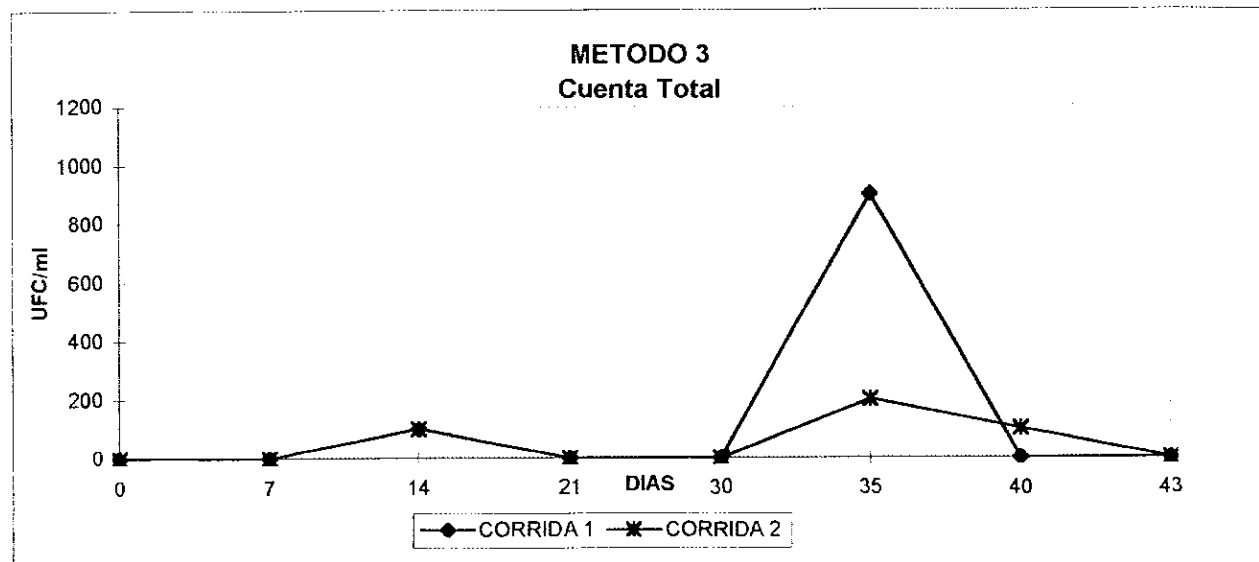
FUENTE: TABLA No. 13

**GRAFICA No. 11 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 3**



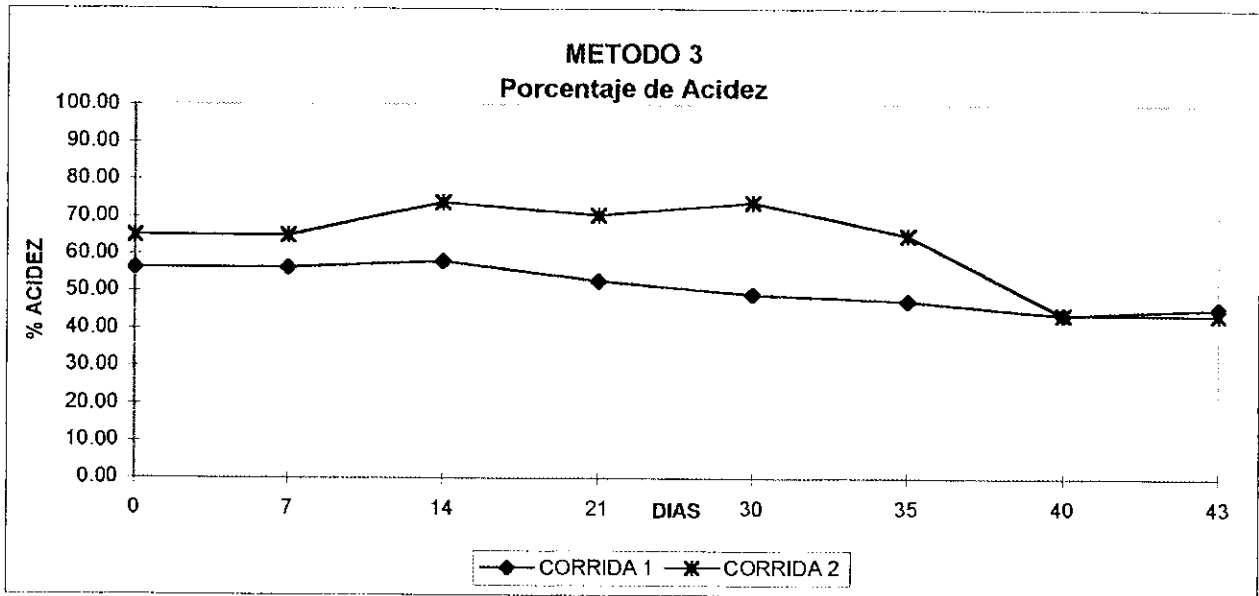
FUENTE: TABLA No. 14

**GRAFICA No. 12 RECUENTO TOTAL AEROBICO
METODO 3**



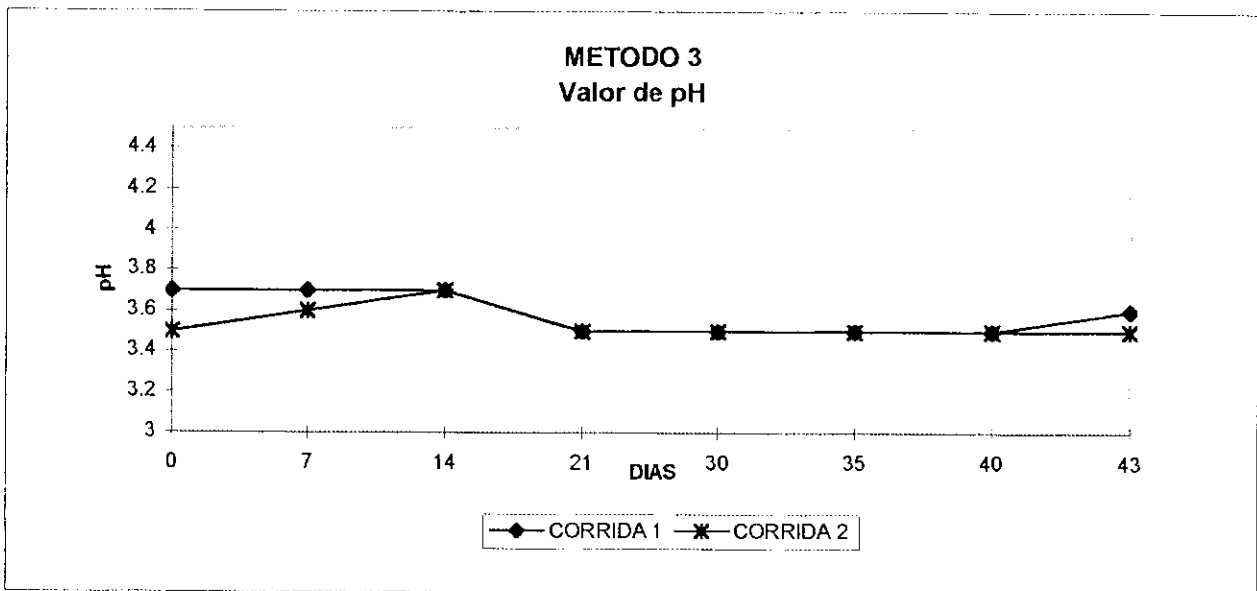
FUENTE: TABLA No. 15

**GRAFICA No. 13 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 3**



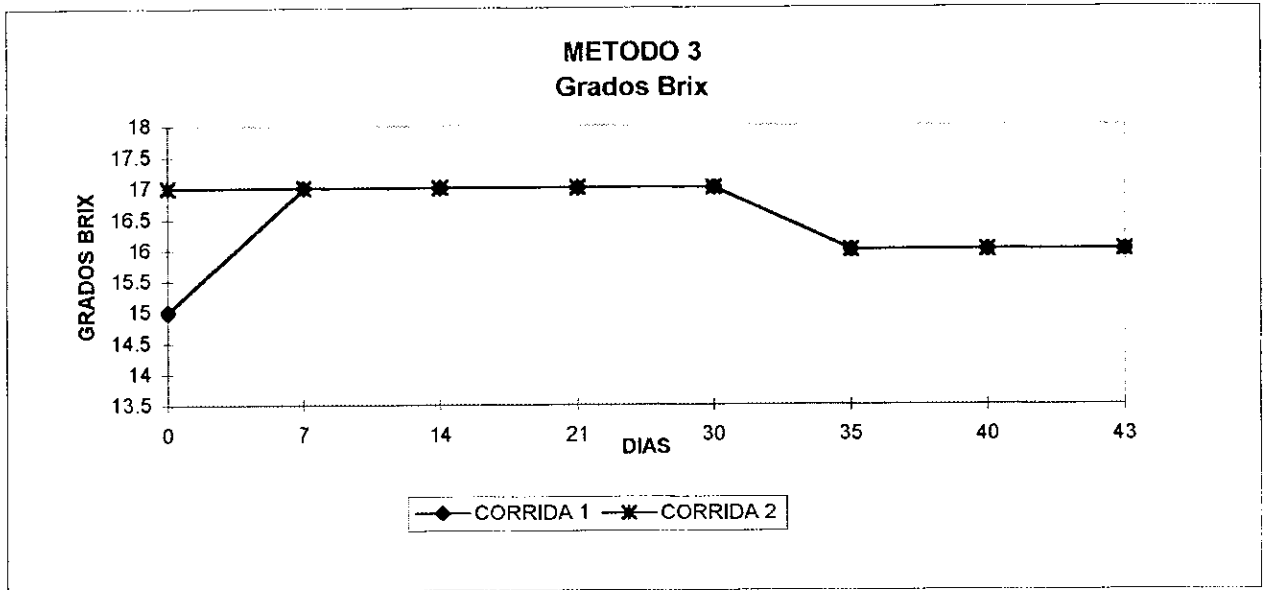
FUENTE: TABLA No. 16

**GRAFICA No. 14 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 3**



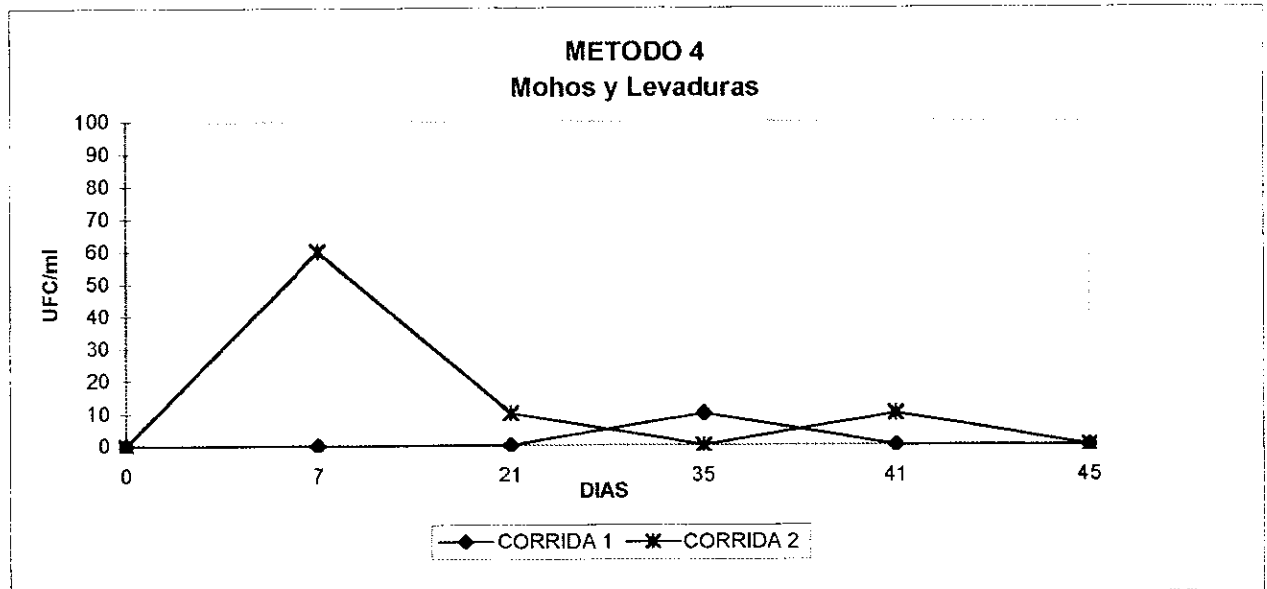
FUENTE: TABLA No. 17

**GRAFICA No. 15 VARIACION DE LOS SOLIDOS SOLUBLES
EN EL TIEMPO. METODO 3**



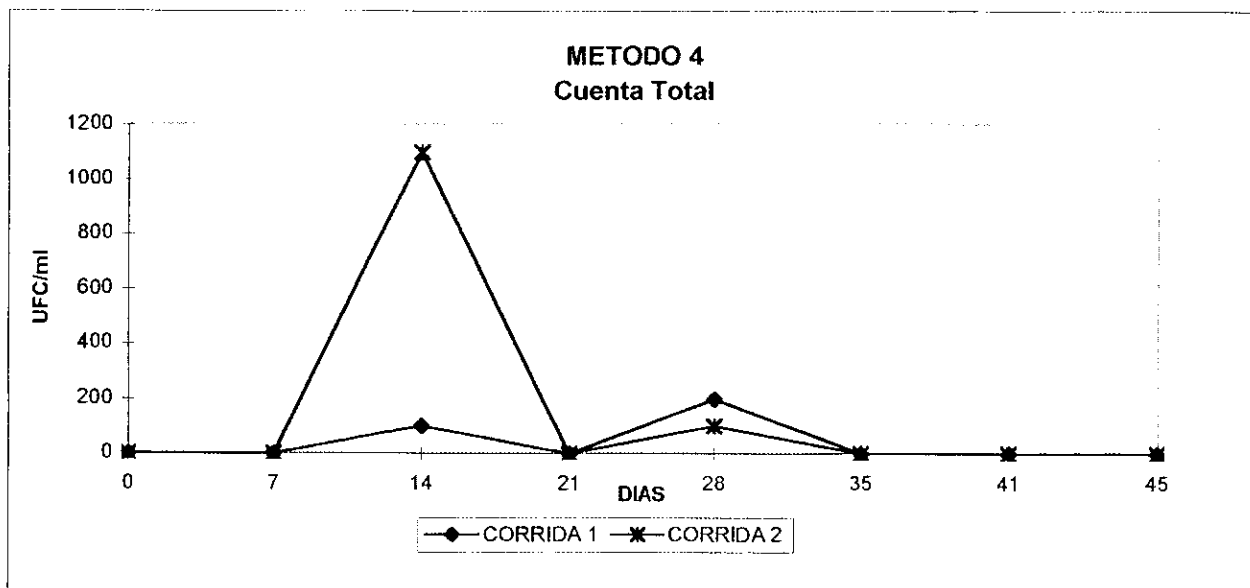
FUENTE: TABLA No. 18

**GRAFICA No. 16 ANALISIS DE MOHOS Y LEVADURAS
METODO 4**



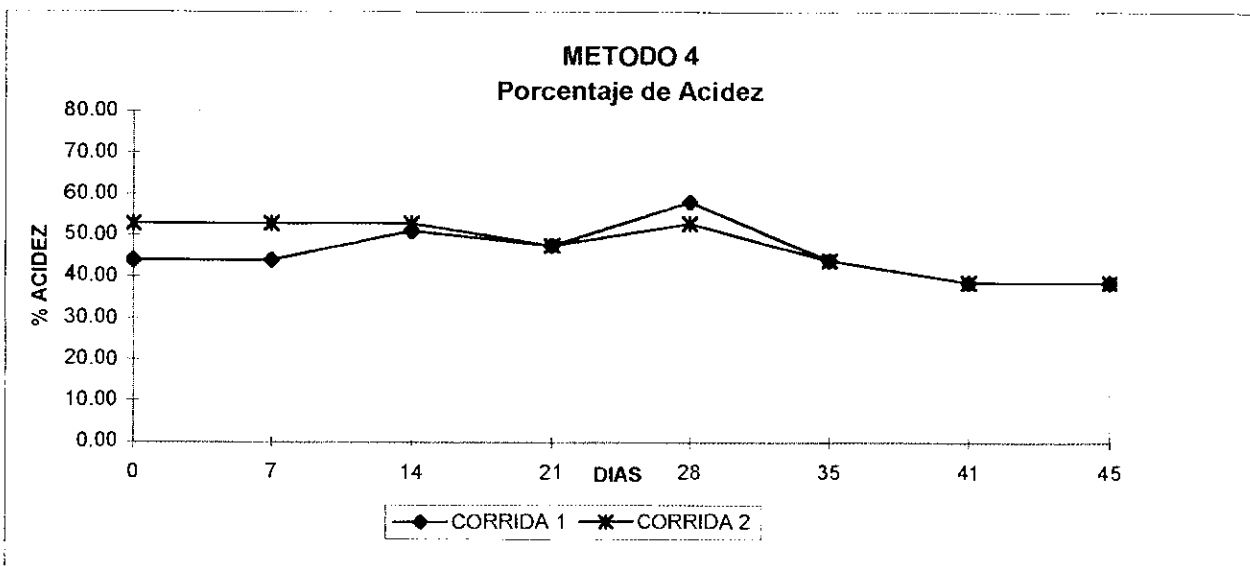
FUENTE: TABLA No. 19

**GRAFICA No. 17 RECuento TOTAL AEROBICO
METODO 4**



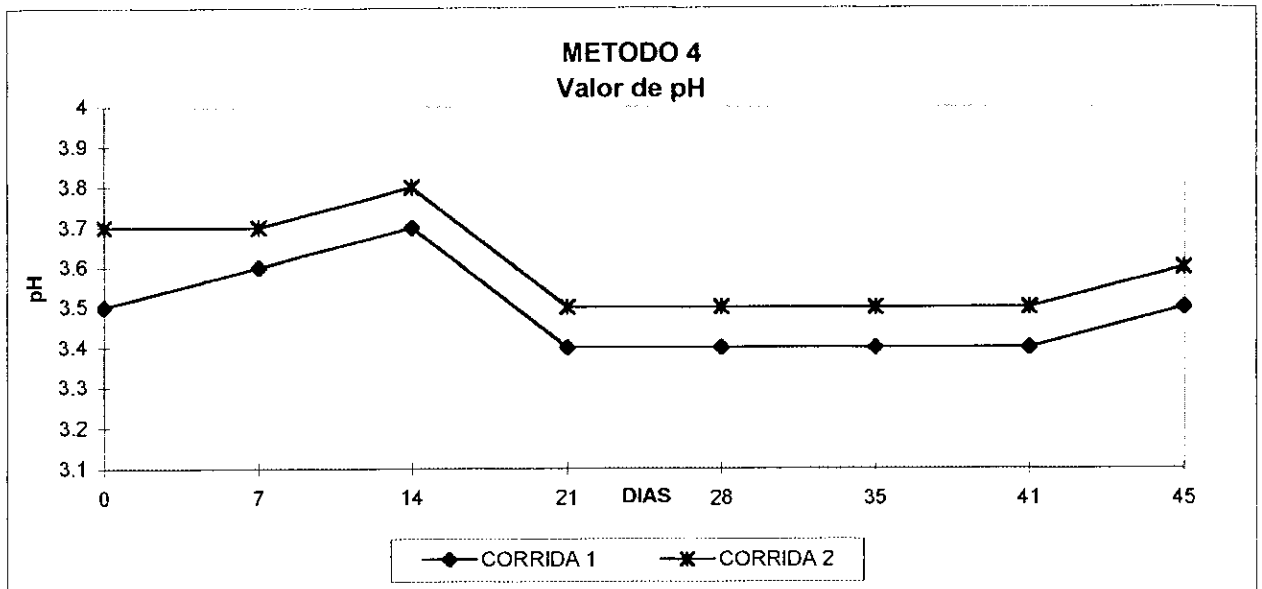
FUENTE: TABLA No. 20

**GRAFICA No. 18 VARIACION DEL PORCENTAJE DE ACIDEZ
EN EL TIEMPO. METODO 4**



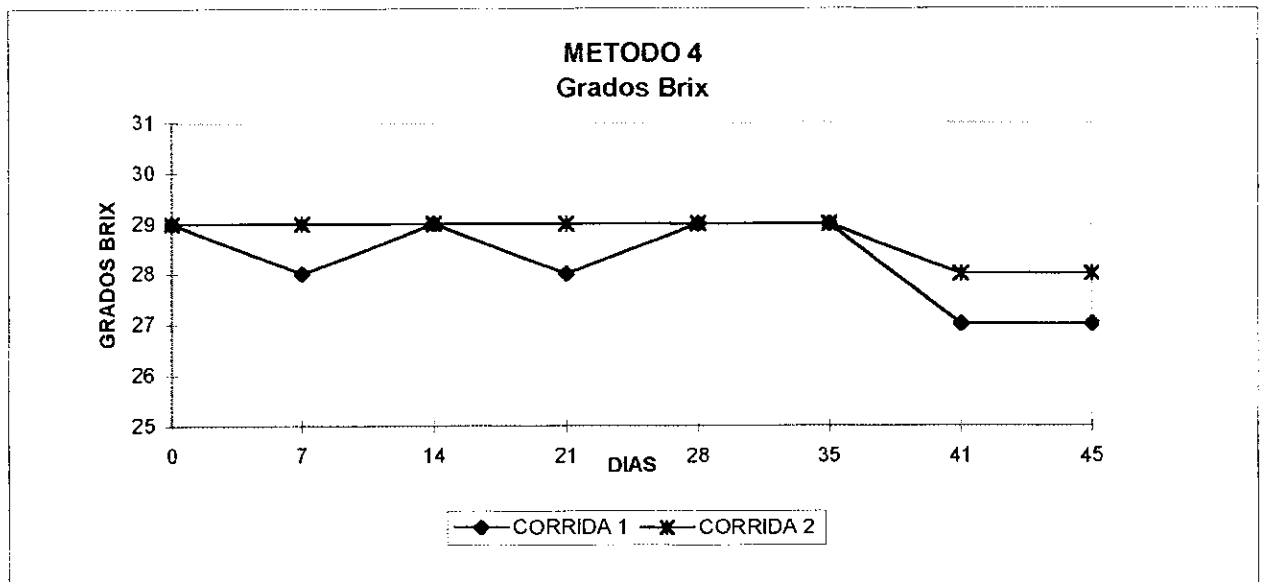
FUENTE: TABLA No. 21

**GRAFICA No. 19 VARIACION DEL VALOR DE pH
EN EL TIEMPO. METODO 4**



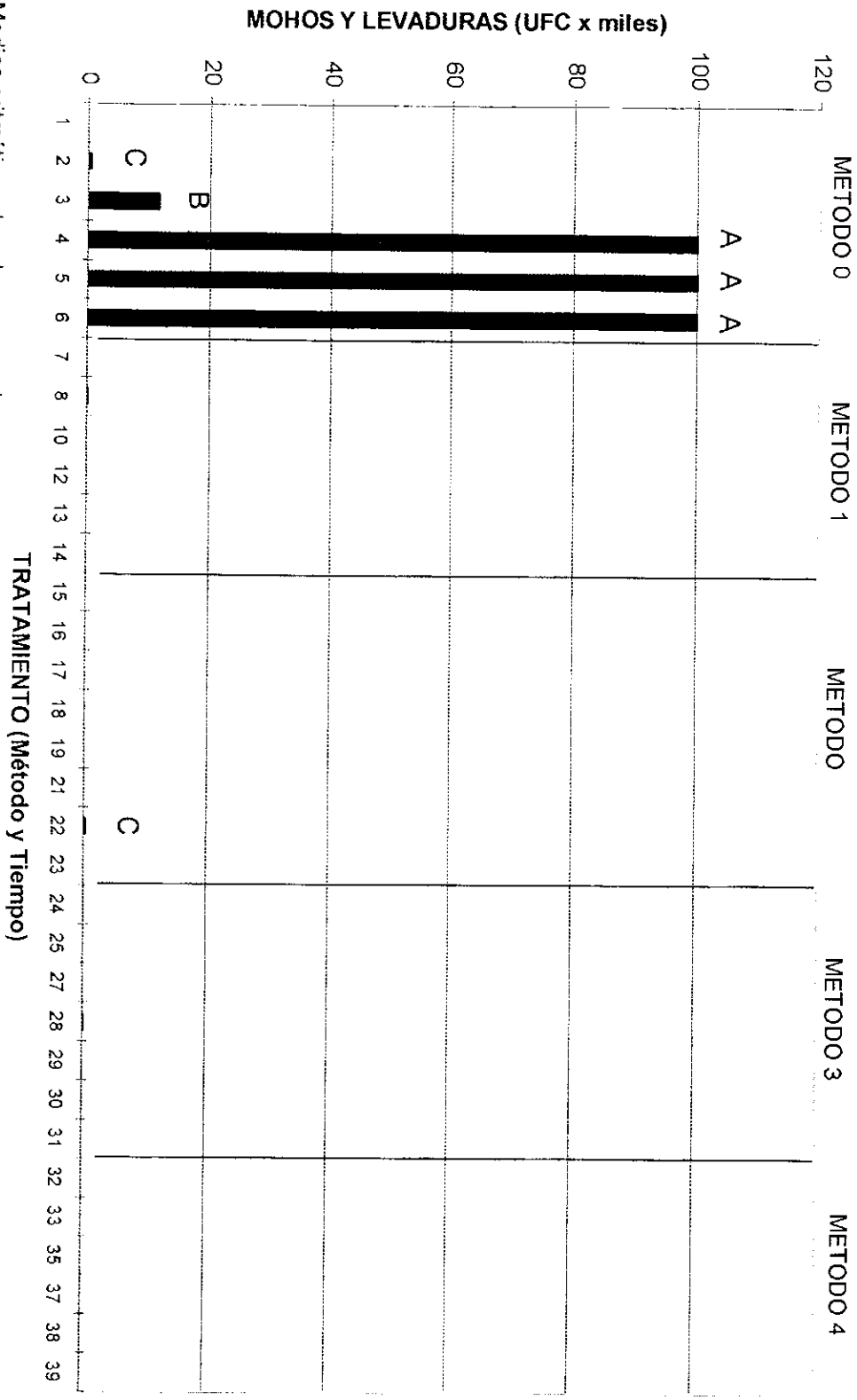
FUENTE: TABLA No. 22

**GRAFICA No. 20 VARIACION DE LOS SOLIDOS SOLUBLES
EN EL TIEMPO. METODO 4**



FUENTE: TABLA No. 23

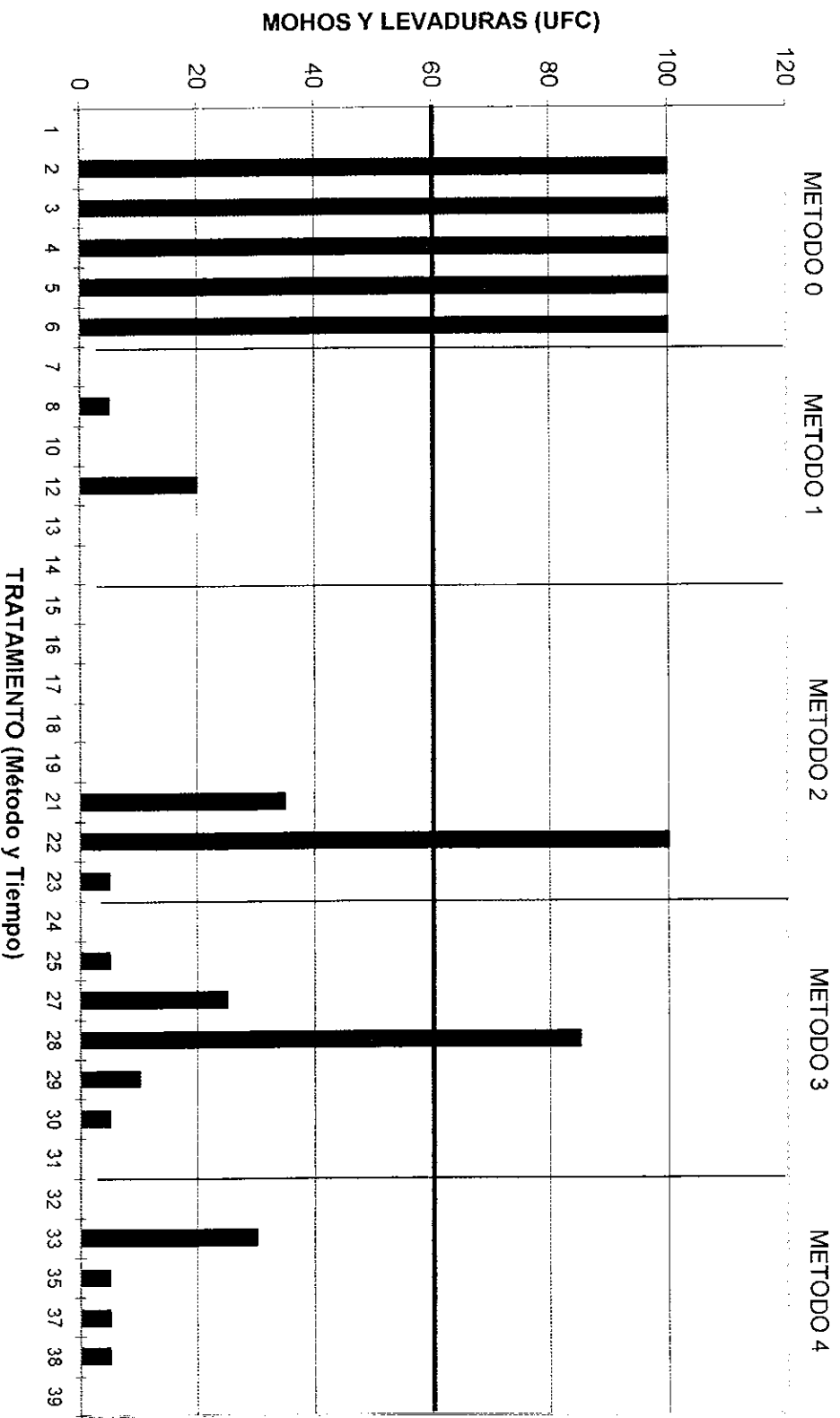
**GRAFICA No. 21 CONTEO
DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/ml)
SEGUN TRATAMIENTO**



Medias aritméticas de columnas con la misma letra no difieren estadísticamente

FUENTE: Listado de Resultados por Tratamiento

**GRAFICA No. 22 CONTEO
DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/ml)
SEGUN TRATAMIENTO**

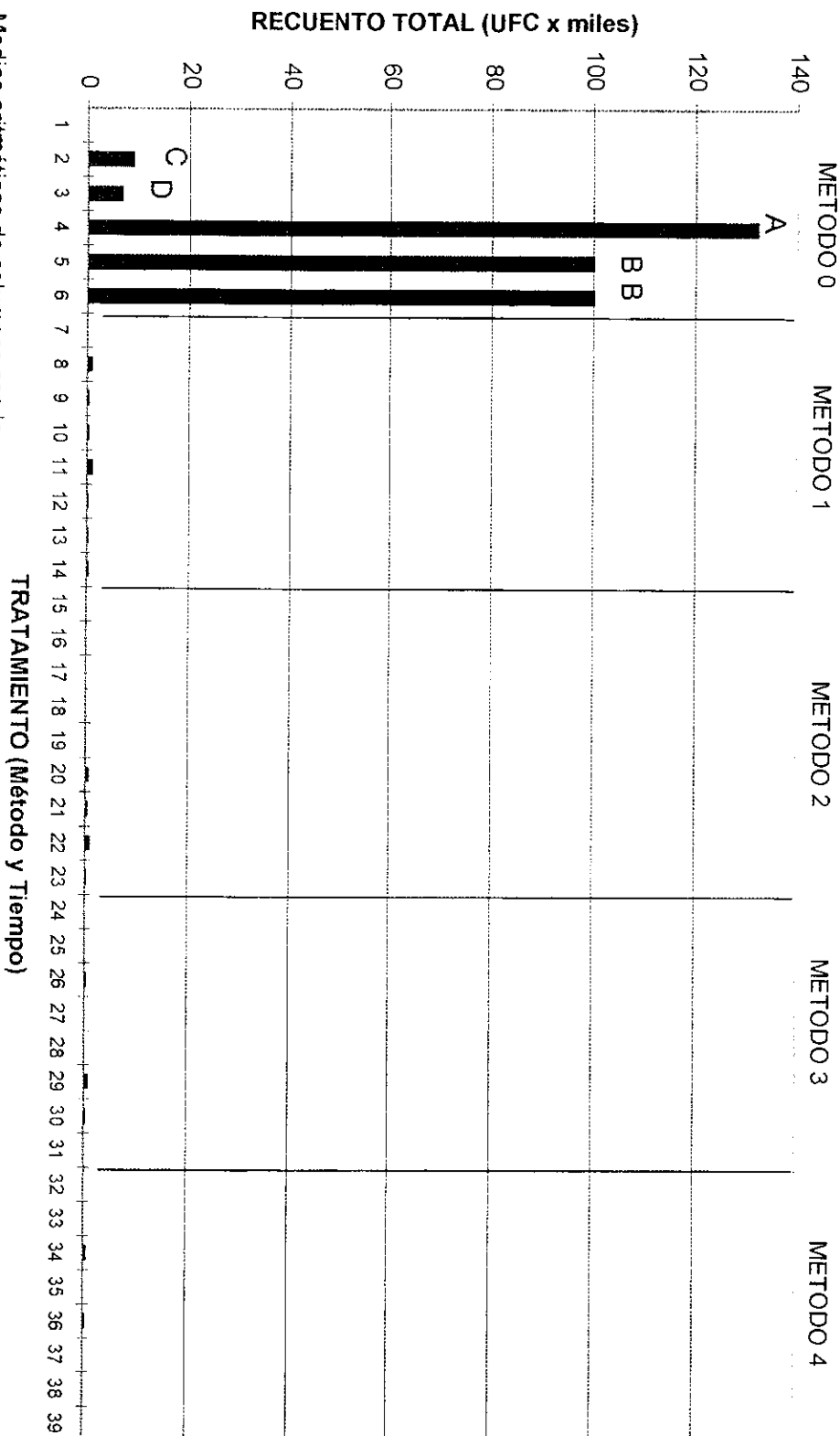


La línea horizontal representa el máximo
conteo permitido para mohos y levaduras
(50 UFC/ml)

TRATAMIENTO (Método y Tiempo)

FUENTE: Listado de Resultados
por Tratamiento

GRAFICO No. 23
RECuento TOTAL AEROBICO (UFC/ml)
SEGUN TRATAMIENTO

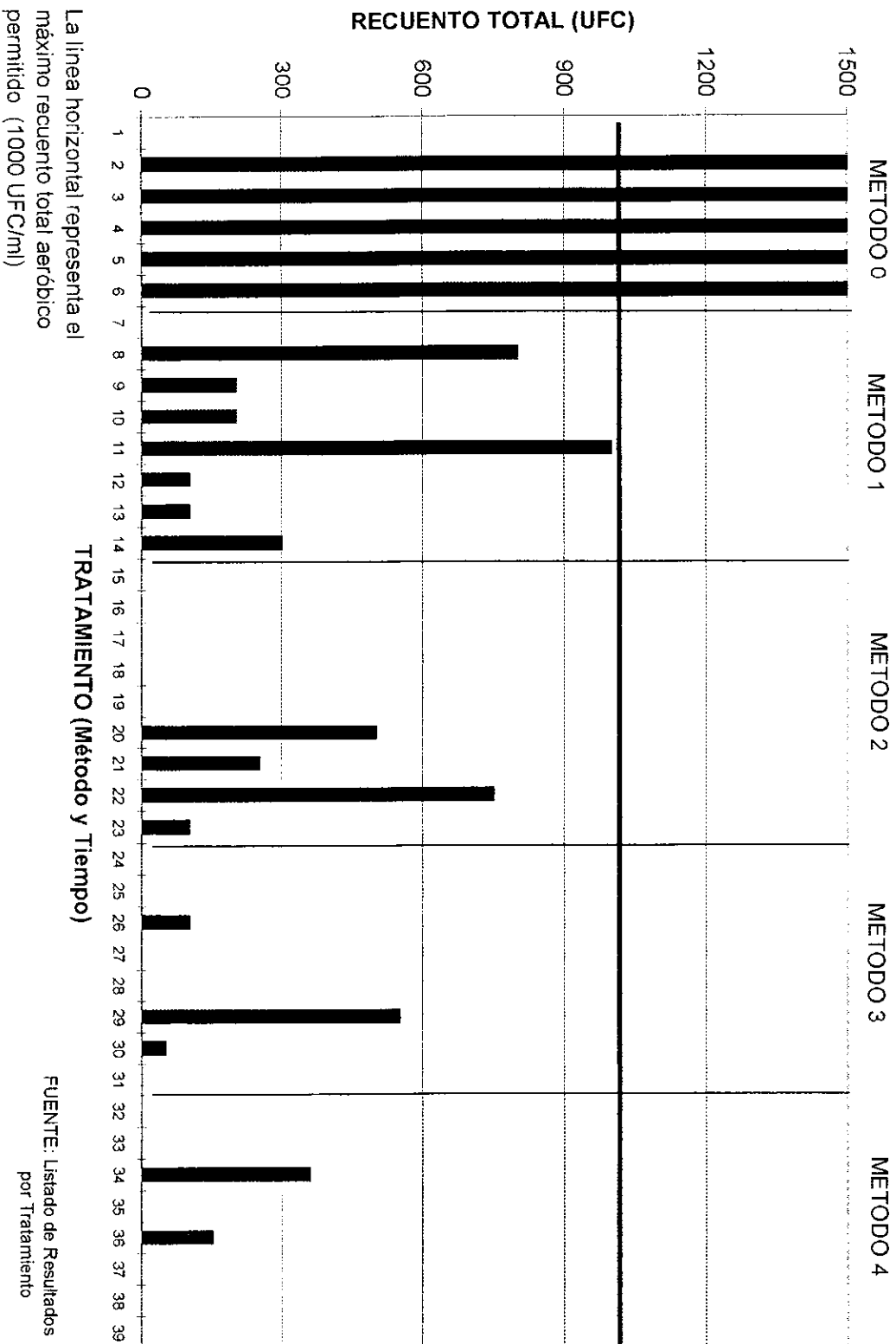


Medias aritméticas de columnas con la misma letra no difieren estadísticamente

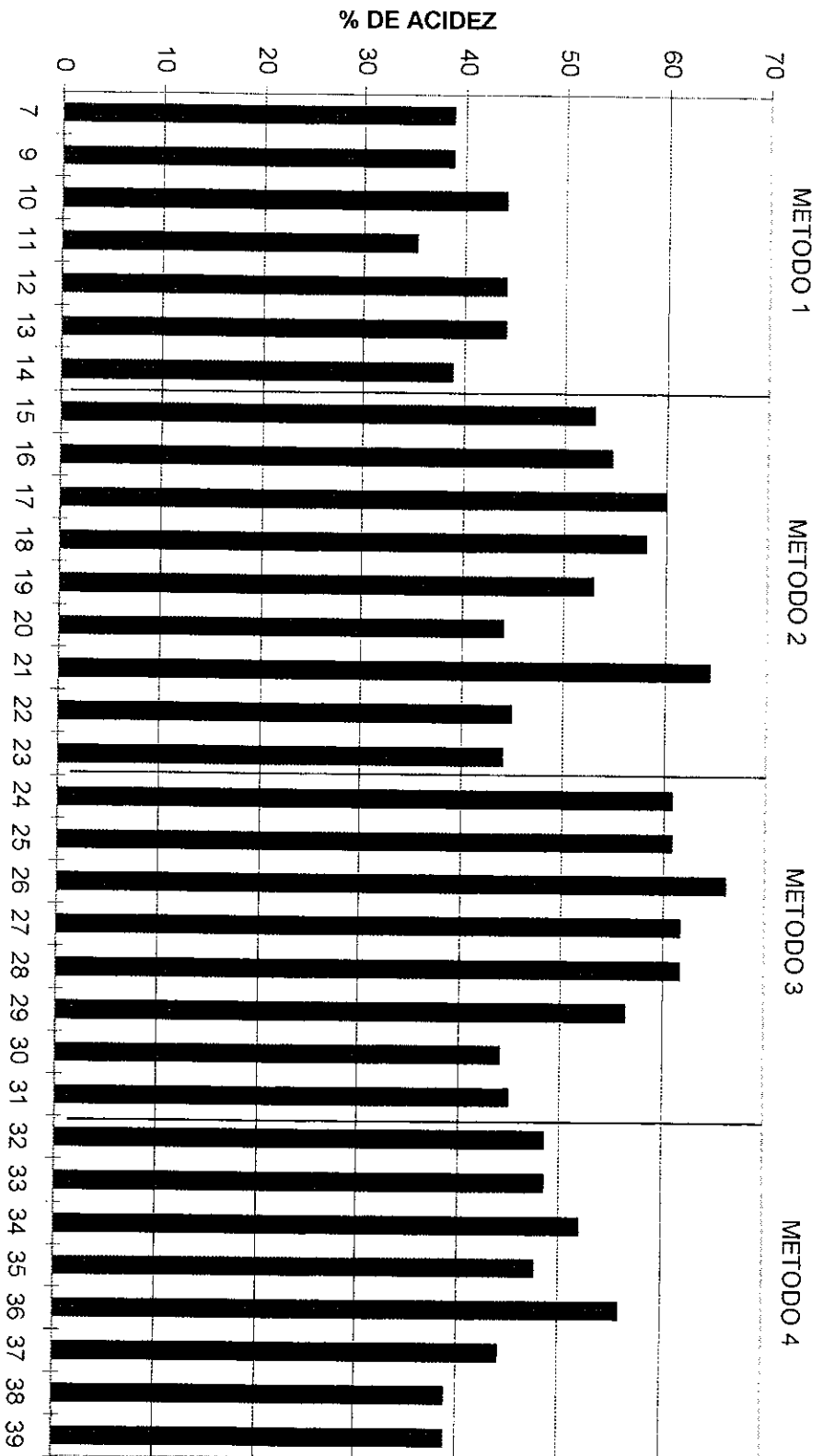
TRATAMIENTO (Método y Tiempo)

FUENTE: Listado de Resultados por Tratamiento

GRAFICA No. 24
RECUENTO TOTAL AEROBICO (UFC/ml)
SEGUN TRATAMIENTO



GRAFICA No. 25
% DE ACIDEZ (mg Acido Ascorbico)
SEGUN TRATAMIENTO

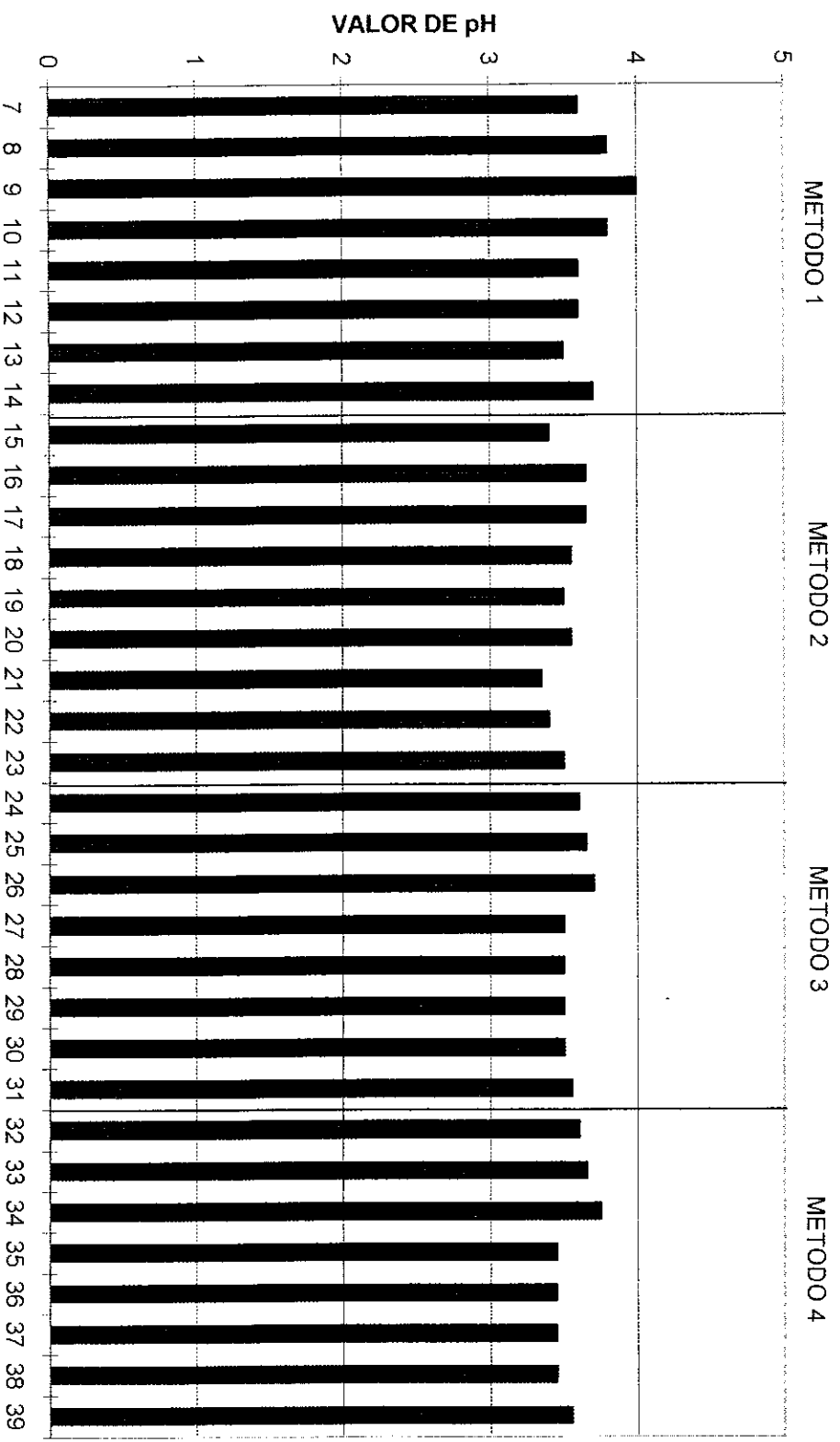


No existen diferencias estadísticamente significativas entre medias aritméticas

TRATAMIENTO (Método y Tiempo)

FUENTE: Listado de Resultados por Tratamiento

GRAFICA No. 26 VALOR DE pH SEGUN TRATAMIENTO

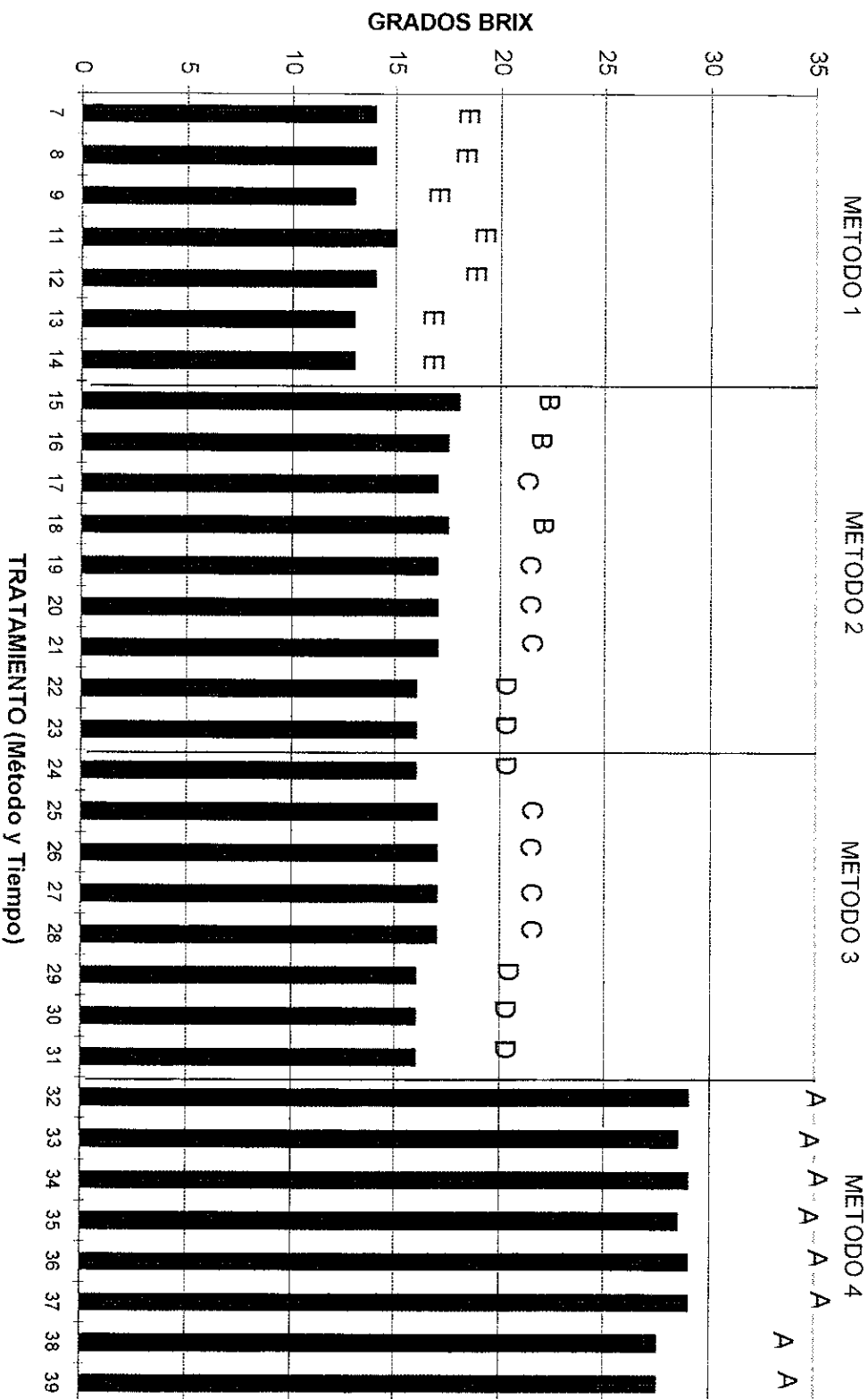


No existen diferencias estadísticamente significativas entre medias aritméticas

TRATAMIENTO (Método y Tiempo)

FUENTE: Listado de Resultados por Tratamiento

GRAFICO No. 27 GRADOS BRUX SEGUN TRATAMIENTO



Medias aritméticas de columnas con la misma letra no difieren estadísticamente

FUENTE: Listado de Resultados por Tratamiento

ANEXO E
CALCULOS Y ANALISIS
ESTADISTICO

**LISTADO DE RESULTADOS POR TRATAMIENTO
(NUMERO DE METODO Y TIEMPO EN SEMANAS)**

METODO	TIEMPO	TRATAMIENTO	CORRIDA	MOHOS Y L.	REC. TOTAL	% ACIDEZ	pH	GRADOS BRUX
1	0	7	1	0	0	38.75	3.6	14
1	1	8	1	50	800		3.8	14
1	2	9	1		200	38.75	4.0	13
1	3	10	1	0	200	44.03	3.8	
1	4	11	1		1000	35.22	3.6	15
1	5	12	1	20	100	44.03	3.6	14
1	6	13	1	0	100	44.03	3.5	13
1	7	14	1	0	300	38.75	3.7	13
2	0	15	1	0	0	52.84	3.4	18
2	1	16	1	0	0	52.84	3.6	17
2	0	16	2	0	0	56.36	3.7	18
2	2	17	1		0	63.40	3.7	17
2	1	17	2	0	0	56.36	3.6	17
2	3	18	1	0	0	65.16	3.4	18
2	2	18	2		0	52.84	3.7	17
2	3	19	2	0	0	52.84	3.5	17
2	4	20	1		700	52.84	3.5	17
2	4	20	2		300	35.22	3.6	17
2	5	21	1	40	200	61.64	3.4	17
2	5	21	2	30	300	66.93	3.3	17
2	6	22	1	400	1100	40.51	3.5	16
2	6	22	2	210	400	49.31	3.3	16
2	7	23	1	10	100	44.03	3.5	16
2	7	23	2	0	100	44.03	3.5	16
3	0	24	1	0	0	56.36	3.7	15
3	0	24	2	0	0	65.16	3.5	17
3	1	25	1	10	0	56.36	3.7	17
3	1	25	2	0	0	65.16	3.6	17
3	2	26	1		100	58.12	3.7	17
3	2	26	2		100	73.97	3.7	17
3	3	27	1	20	0	52.84	3.5	17
3	3	27	2	30	0	70.45	3.5	17
3	4	28	1	90	0	49.31	3.5	17
3	4	28	2	80	0	73.97	3.5	17
3	5	29	1	10	900	47.55	3.5	16
3	5	29	2	10	200	65.16	3.5	16
3	6	30	1	10	0	44.03	3.5	16
3	6	30	2	0	100	44.03	3.5	16
3	7	31	1	0	0	45.79	3.6	16
3	7	31	2	0	0	44.03	3.5	16
4	0	32	1	0	0	44.03	3.5	29
4	0	32	2	0	0	52.84	3.7	29
4	1	33	1	0	0	44.03	3.6	28
4	1	33	2	60	0	52.84	3.7	29
4	2	34	1		100	51.07	3.7	29
4	2	34	2		1100	52.84	3.8	29
4	3	35	1	0	0	47.55	3.4	28
4	3	35	2	10	0	47.55	3.5	29
4	4	36	1		200	58.12	3.4	29
4	4	36	2		100	52.84	3.5	29
4	5	37	1	10	0	44.03	3.4	29
4	5	37	2	0	0	44.03	3.5	29
4	6	38	1	0	0	38.75	3.4	27
4	6	38	2	10	0	38.75	3.5	28
4	7	39	1	0	0	38.75	3.5	27
4	7	39	2	0	0	38.75	3.6	28

ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE TUKEY

Análisis estadístico realizado por computadora:
SPSS/PC + The Statistical Package for IBM PC

Variable: Mohos y levaduras
Variable: Tratamiento (método - tiempo)

<i>ANDEVA (UNA VIA)</i>				
Fuente	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F calc.
Entre grupos	32	28172508500	880390890.6	737273.16
Dentro de grupos	17	20300	1194.1176	
Total	49	28172528800		

TEST DE RANGOS MULTIPLES

Tukey - Procedimiento HSD

Rangos para un nivel de confianza de 0.95

6.34 6.34

Los rangos de arriba han sido obtenidos de tablas.

El valor actual comparado con la Media (J) - Media (I) es:

$$24.2348 * \text{rango} * \sqrt{(1/N(I) + 1/N(J))}$$

Los grupos de tratamientos significativamente diferentes a un nivel de confianza de 0.95 son:

<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>	<i>Grupo C</i>
Tratamiento 4	Tratamiento 3	Tratamiento 2
Tratamiento 5		Tratamiento 22
Tratamiento 6		

(Ver Gráfica No. 21)

Variable: Recuento total aeróbico
Variable: Tratamiento (método - tiempo)

<i>ANDEVA (UNA VIA)</i>				
Fuente	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F calc.
Entre grupos	38	35503568548	934304435.5	19805.5318
Dentro de grupos	23	1085000	47173.913	
Total	61	35504653548		

TEST DE RANGOS MULTIPLES

Tukey - Procedimiento HSD

Rangos para un nivel de confianza de 0.95

6.23 6.23

Los rangos de arriba han sido obtenidos de tablas.

El valor actual comparado con la Media (J) - Media (I) es:

$$153.5805 * \text{rango} * \sqrt{(1/N(I) + 1/N(J))}$$

Los grupos de tratamientos significativamente diferentes a un nivel de confianza de 0.95 son:

<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>	<i>Grupo C</i>	<i>Grupo D</i>
Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	Tratamiento 6		

(Ver Gráfica No. 23)

Variable: Grados Brix

Variable: Tratamiento (método - tiempo)

ANDEVA (UNA VIA)

Fuente	G. L.	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F calc.
Entre grupos	31	1794.9273	57.9009	266.344
Dentro de grupos	23	5	0.2174	
Total	54	1799.9273		

TEST DE RANGOS MULTIPLES

Tukey - Procedimiento HSD

Rangos para un nivel de confianza de 0.95

6.06

6.06

Los rangos de arriba han sido obtenidos de tablas.

El valor actual comparado con la Media (J) - Media (I) es:

$$0.3297 * \text{rango} * \sqrt{1/N(I) + 1/N(J)}$$

Los grupos de tratamientos significativamente diferentes a un nivel de confianza de 0.95 son:

<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>	<i>Grupo C</i>	<i>Grupo D</i>	<i>Grupo E</i>
Tratamiento 32	Tratamiento 15	Tratamiento 17	Tratamiento 22	Tratamiento 7
Tratamiento 33	Tratamiento 16	Tratamiento 19	Tratamiento 23	Tratamiento 8
Tratamiento 34	Tratamiento 18	Tratamiento 20	Tratamiento 24	Tratamiento 9
Tratamiento 35		Tratamiento 21	Tratamiento 29	Tratamiento 11
Tratamiento 36		Tratamiento 25	Tratamiento 30	Tratamiento 12
Tratamiento 37		Tratamiento 26	Tratamiento 31	Tratamiento 13
Tratamiento 38		Tratamiento 27		Tratamiento 14
Tratamiento 39		Tratamiento 28		

(Ver Gráfica No. 27)

ANEXO F
EVALUACION SENSORIAL

PRUEBA HEDONICA

PANELISTA	METODO				TOTAL DEL PANELISTA	MEDIA DEL PANELISTA
	No. 2	No. 1	No. 3	No. 4		
1	8	5	7	9	29	7.25
2	7	4	8	9	28	7
3	5	7	7	9	28	7
4	5	8	4	6	23	5.75
5	7	7	7	8	29	7.25
6	5	2	5	4	16	4
7	4	5	6	4	19	4.75
8	3	2	3	8	16	4
9	3	7	4	8	22	5.5
10	3	7	4	8	22	5.5
11	2	2	3	7	14	3.5
12	4	4	5	7	20	5
13	2	3	4	8	17	4.25
14	8	6	7	8	29	7.25
15	4	6	5	8	23	5.75
TOTAL TRATAMIENTO	70	75	79	111		
GRAN TOTAL					335	
MEDIA TRATAMIENTO	4.67	5	5.27	7.4		

Factor de corrección 1870.42

	SS	gl	MS	F calc.	F tab.
T	258.58	59			
Tr	68.71	3	22.90	10.51	2.8306
P	98.33	14	7.02	3.22	1.9421
E	91.54	42	2.18		

Como la F calculada para los tratamientos es mayor que la tabulada, se concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre las medias de los diferentes métodos de procesamiento.

Como la F calculada para panelistas es mayor que la tabulada, se concluye que hay un efecto en los resultados debió a los panelistas.

MÉTODOS DE PROCESAMIENTO	No. 2	No. 1	No. 3	No. 4
MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS	4.67	5	5.27	7.4

$$\text{RANGO} = Q * 0.3812$$

MEDIAS	Q	RANGOS
4	3.099	1.181
3	3.003	1.145
2	2.855	1.088

DIFERENCIA DE MEDIAS		RANGO	
7.4 - 4.67 =	2.73	>	1.181
7.4 - 5 =	2.40	>	1.145
7.4 - 5.27 =	2.13	>	1.088
5.27 - 4.67 =	0.60	<	1.145
5.27 - 5 =	0.27	<	1.088
5 - 4.67 =	0.33	<	1.088

MÉTODOS DE PROCESAMIENTO	No. 2	No. 1	No. 3	No. 4
MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS	4.67 b	5 b	5.27 b	7.4 a

Las medias con diferente letra tuvieron diferencia significativa a un nivel de probabilidad de 5%.

Por lo tanto el método No. 4 fue significativamente más gustado que todos los demás métodos. Los métodos No. 1, 2 y 3 fueron igualmente gustados.

PRUEBA DE DIFERENCIA DE COMPARACION MULTIPLE

PANELISTA	METODO		
	No. 2	No. 3	No. 4
1	2	3	5
2	4	4	4
3	3	3	3
4	4	4	3
5	3	3	4
6	2	3	4
7	2	4	5
8	5	3	4
9	5	2	5
10	4	3	4
11	2	4	4
12	4	2	3
13	5	4	5
14	3	3	4
15	4	3	2
MEDIAS	3.47	3.20	3.93
DESV. STD.	1.13	0.68	0.88
t'	11.93	18.33	17.24

Utilizando la distribución T de Student para un nivel de significancia de 0.05 con cola derecha para 14 grados de libertad la t tabulada es de 1.761.

Al comparar t' con t tabulada si $t' > t$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Número de panelistas que opinaron que la diferencia de las muestras codificadas respecto de la referencia se debía a las características mencionadas en esta tabla:

Característica	Método 2	Método 3	Método 4
Color	11	9	10
Olor	7	8	14
Sabor	12	13	15

RESULTADOS:

METODO	t'	t tabulada	Hip. nula
2	11.93	1.76	Rechazada
3	18.33	1.761	Rechazada
4	17.24	1.761	Rechazada

Por lo tanto se puede concluir que los métodos 2, 3 y 4 sí tuvieron diferencia significativa respecto de la muestra de referencia con un nivel de confianza de 0.05.

Un mayor número de panelistas observó una mayor diferencia de color con el método 2 y una mayor diferencia de olor y sabor con el método 4.