



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SANTO DOMINGO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA

OBTENCION A NIVEL PILOTO DE JUGO Y CONCENTRADO  
DE SABILA. EVALUACION DE ESTOS PRODUCTOS.

TESIS PARA OPTAR POR EL TITULO DE

**LICENCIADO EN QUIMICA**

SUSTENTADA POR:

BR. FERNANDO PORTES RODRIGUEZ  
BR. JOSE NAVARRO GARCIA

ASESORES:

DR. RAFAEL VASQUEZ NATERA  
LIC. RAMON OVIEDO

NUM. \_\_\_\_\_

AÑO ACADEMICO 19\_\_\_\_ 19\_\_\_\_



Los conceptos expuestos en la presente tesis son  
de la exclusiva responsabilidad de los sustentantes  
tes de la misma.

SANTO DOMINGO, D.N.  
1986

## DEDICATORIA

Este trabajo, que representa la culminación de una etapa de la formación intelectual que va estrechamente ligada a la forjación de la conciencia del individuo, lo dedico a mis tres principales asesores durante mi época de estudiante.

A MI MADRE, Josefa García, por servirme de guía en cada una de las etapas de mi vida estudiantil.

A MI PADRE, Inosencio Navarro, por su ejemplo, que ha sido la base más sólida en la forjación de mi carácter.

AL MOVIMIENTO ESTUDIANTIL DE CONCIENTIZACION, por ayudarme a descubrir que el intelecto es un don que debe desarrollarse no para el servilismo al ego y a los intereses ajenos, sino para el servicio a Dios y al Pueblo.

JOSE NAVARRO G.

## DEDICATORIA

A mi querida madre: Onfalia Rodríguez

A mi padre: Ulises Portes

A mi prima Isabel Rodríguez

A Doña Bartola Colón

Les dedico uno de mis esfuerzos de superación personal.

Fernando.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), por habernos permitido adquirir en su seno los conocimientos profesionales y la conciencia social que nos han de servir para nuestra realización personal y para dar nuestro pequeño aporte al proceso de liberación del país.

Al Instituto Dominicano de Tecnología Industrial (INDOTEC), por ser la institución que ha hecho posible la realización de este trabajo.

Al Dr. Rafael Vásquez Natera, por sus contribuciones al desarrollo de la investigación.

A la Lic. Altagracia E. Caro, por sus valiosas sugerencias sobre este trabajo.

Al Lic. Angel Landis Mercedes, por su constante cooperación, desde el Depto. de Química de la UASD.

A todo el personal de INDOTEC, por su cooperación y ayuda durante el trayecto de este trabajo. En especial, a la Dra. Eridania Acosta, Sr. Isidro Rodríguez Familia, Lic. Rosa Jiménez, y Lic. Milagros de Campillo.

Al Lic. William Gutiérrez, por su atenta colaboración en la etapa final del proyecto, desde el Depto. de Investigación y Desarrollo del INDOTEC.

Al Lic. Ramón Oviedo, por su participación.

Finalmente, en forma muy especial, a nuestros compañeros de estudios, por haber compartido con nosotros los momentos agradables y difíciles en la vida universitaria. Entre ellos: Marcia Magallanes, Julián Guillermo, Luis Díaz, Margarita Comas, Abel González, Miguel Gutiérrez, Julián Acosta, Carolina Mueses, Daneris Suárez y Ma. Teresa Rodríguez.

# CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION.

RESUMEN.

PRIMERA PARTE: OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.

1. Objetivos.....	5
1.1 Objetivos inmediatos.....	5
1.2 Objetivos a mediano y largo plazo.....	5
2. Plan de Trabajo.....	5

SEGUNDA PARTE: DISCUSION TEORICA.

CAPITULO I. DESCRIPCION DEL ALOE.....	7
1. Origen.....	7
2. Nombres científicos y vulgares.....	8
3. Taxonomía.....	9
4. Morfología.....	10
CAPITULO II. CULTIVO DEL ALOE.....	13
1. Clima y suelo.....	13
2. Aspectos de producción.....	14
CAPITULO III. DERIVADOS DEL ALOE.....	17
1. Acíbar.....	17
1.1 Descripción.....	17
1.2 Obtención.....	20

	Pág.
2. Jugo de Aloe.....	22
2.1 Descripción.....	22
2.2 Obtención.....	24
2.3 Estabilización.....	26
3. Concentrado de Aloe.....	27
3.1 Descripción.....	27
3.2 Obtención.....	28
 CAPITULO IV. USOS Y ACCIONES DEL ALOE Y SUS DERIVADOS.....	29
1. Usos y acciones del acíbar.....	29
2. Usos del jugo.....	30
3. Usos del concentrado.....	31
4. Usos y acciones del Aloe.....	31
 CAPITULO V. EVALUACIONES DE LOS DERIVADOS DEL ALOE.....	37
1. Metales tóxicos en los derivados del Aloe.....	37
1.1 Aluminio.....	39
1.2 Cadmio.....	40
1.3 Cobre.....	42
1.4 Mercurio.....	43
1.5 Plomo.....	45
1.6 Antimonio.....	48



	Pág.
1.7 Zinc.....	49
1.8 Fundamentos de espectroscopía de absorción atómica.....	51
2. Fundamentos de Espectroscopía Infrarroja.....	54
3. La evaluación microbiológica.....	55
 CAPITULO VI. ESTADO DEL ALOE EN EL PAIS.....	 62
1. Cultivo.....	62
2. Producción y comercialización.....	62
 TERCERA PARTE: EXPERIMENTAL.	
 CAPITULO I. MATERIALES Y METODOS.....	 67
1. Obtención de jugo y concentrado.....	67
1.1 Métodos.....	67
1.1.1 Jugo.....	67
1.1.2 Concentrado.....	67
1.2 Equipos.....	68
1.2.1 Equipos para la obtención del jugo.....	68 ✓
1.2.2 Equipos para la obtención del concentrado.....	68
1.2.3 Descripción de equipos.....	68 ✓
2. Evaluación de los productos obtenidos.....	71
2.1 Métodos.....	71
2.1.1 Jugo.....	72
2.1.2 Concentrado.....	73

	Pág.
2.2 Equipos.....	74
2.3 Cristalería y materiales de Laboratorio.....	75
2.4 Reactivos, soluciones y medios de cultivo.....	76
 CAPITULO II. EXPERIMENTOS REALIZADOS.....	 78
1. Obtención de jugo y concentrado de Sábila.....	78
1.1 Diseño del proceso para la obtención de Jugo de Aloe.....	79 ✓
1.2 Diseño del proceso para la obtención de concentrado de Aloe.....	83
1.2.1 Ensayos de Laboratorio.....	83
1.2.2 Obtención en planta piloto....	86
2. Evaluación de los productos obtenidos.....	90
2.1 Análisis realizados al jugo.....	90
2.1.1 PH.....	90
2.1.2 Gravedad específica.....	91
2.1.3 Sólidos totales.....	92
2.1.4 Sólidos insolubles en agua....	94
2.1.5 Valor ácido.....	95
2.1.6 Metales tóxicos.....	97
2.1.6.1 Técnica de llama.....	97
2.1.6.2 Técnica de horno de grafito.....	99

	Pág.
2.1.6.3 Técnica de vapor frío.....	101
2.1.6.4 Las soluciones estándares.....	104
2.1.6.5 Parámetros del ins trumento.....	105
2.1.6.6 Cálculos.....	105
2.1.6.7 Ejemplos.....	107
2.1.7 Recuento total de Bacterias.....	110
2.1.8 Recuento total de Coliformes.....	113
2.1.9 Pseudomona aeruginosa....	115
2.1.10 Staphylococcus aureus....	116
2.2 Análisis realizados al concentrado.....	117
2.2.1 PH.....	117
2.2.2 Humedad.....	118
2.2.3 Sustancias solubles en agua.....	119
2.2.4 Sustancias solubles en alcohol..	121
2.2.5 Cenizas totales.....	123
2.2.6 Cenizas insolubles en ácido.....	125
2.2.7 Metales tóxicos.....	126
2.2.8 Espectro infrarrojo.....	127
2.2.9 Pruebas microbiológicas.....	128
3. Pruebas preliminares de estabilización.....	129

CUARTA PARTE: RESULTADOS.

CAPITULO I. Tablas de Resultados.....	131
CAPITULO II. Discusión de resultados.....	141
1. Obtención.....	141
1.1 Rendimiento en jugo.....	141
1.2 Rendimiento en concentrado.....	143
2. Evaluación de los productos.....	144
2.1 Evaluación del jugo.....	145
2.2 Evaluación del concentrado.....	150
3. Pruebas preliminares de estabili- zación.....	160

QUINTA PARTE: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Conclusiones.....	162
2. Recomendaciones.....	163

SEXTA PARTE: BIBLIOGRAFIA..... 164

SEPTIMA PARTE: ANEXOS.

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIG. 1 Principales especies del género Aloe.....	11
FIG. 2 Proceso de obtención del acibar.....	21
FIG. 3 Proceso de obtención de jugo de Sábila.....	25
FIG. 4 Esquema de un espectrofotómetro de absorción atómica.....	52
FIG. 5 Zonas de mayor cultivo de Aloe en la República Dominicana.....	63
FIG. 6 Comportamiento de las exportaciones de Sábila en los últimos 10 años.....	64-B
FIG. 7 Diagrama de flujo para la obtención del jugo de Sábila.....	81
FIG. 8 Equipos empleados en el laboratorio para concentrar el jugo.....	85
FIG. 9 Diagrama de flujo para la obtención del concentrado de Aloe.....	88
FIG. 10 Determinación de Mercurio mediante la técnica de vapor frío.....	108
FIG. 11 Espectro infrarrojo del concentrado 1.....	155
FIG. 12 " " " " 2.....	156
FIG. 13 " " " " 3.....	157
FIG. 14 " " " " 4.....	158
FIG. 15 " " " " patrón....	159

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1	Cifras de exportación de Acíbar y de jugo de Aloe.....	64-A
TABLA 2	Dimensiones y rendimiento en jugo de las pencas.....	132
TABLA 3	Cantidades y rendimiento en la obtención del concentrado.....	133
TABLA 4-A	Resultados análisis físico-químicos del jugo. -Valores obtenidos -.....	134
TABLA 4-B	Análisis físico-químicos del jugo. -Resultados estadísticos-.....	135
TABLA 5	Análisis físico-químicos del jugo (cont).	136
TABLA 6	Resultados análisis físico-químicos del concentrado.....	137
TABLA 7	Resultados análisis microbiológicos.....	138
TABLA 8	Resultados de pruebas de preservación antimicrobiana.....	139
TABLA 9	Resultados de pruebas de preservación antimicrobiana.....	140

## INTRODUCCION

La sábila o aloe, es conocida mundialmente como una planta con propiedades medicinales extraordinariamente maravillosas. Se conocen cientos de relatos sobre curación de una gama muy variada de enfermedades que van desde una simple infección hasta un complicado cáncer de la piel o diabetes (1).

En muchos países el aloe es empleado en la elaboración de tres derivados: acíbar, jugo y concentrado. El acíbar se obtiene de la savia contenida en la penca de aloe. El jugo se prepara con el cristal o pulpa de la penca después de habersele estilado la savia. El concentrado se elabora a partir del jugo. Estos productos son empleados en la fabricación de cosméticos, medicamentos y bebidas refrescantes (2).

De los tres derivados mencionados, la mayor demanda en el mercado mundial la presentan el jugo y el concentrado. Ellos se cotizan a precios relativamente mucho más elevados que los del acíbar. Entre otras razones, esto es debido a que el consumo mundial de acíbar ha ido y continuará disminuyendo.

Hasta la fecha, la producción de aloe de la República Dominicana, se ha empleado básicamente en la obtención - de acíbar para exportación. Se observa, sin embargo, que en los últimos años algunos industriales locales, atraídos por la aparente rentabilidad en la producción del jugo, han mostrado interés por la tecnología que les permitiría elaborar el mismo, y a partir de éste el concentrado de sábila (2).

Las razones por las cuales en el país no se obtienen jugo y concentrado de sábila, siendo la producción de éstos supuestamente más rentable que la del acíbar, se pone de manifiesto en un trabajo sobre aloe, elaborado para la CAMARA DE COMERCIO, AGRICULTURA E INDUSTRIA de Santiago, en el cual se indica que: "la tecnología para industrializar la sábila es sumamente compleja y poco conocida, no existiendo en el país experiencia comercial en un proceso similar, como tampoco existe en otros países de América Latina. Pueden lograrse acuerdos con empresas americanas y europeas para que suplan esa tecnología" (3).

En tal virtud, tomando como marco de referencia la diversidad de usos del aloe, la existencia de un mercado potencial para la comercialización de jugo y de concentrado - de sábila, y las expectativas del sector industrial del país en torno a la tecnología para producir estos dos importantes



derivados, el objetivo central de este trabajo consiste en - realizar los ensayos a nivel de laboratorio y planta piloto que permitan crear las bases para diseñar los procesos de - elaboración industrial de jugo y concentrado, así como también evaluar dichos productos. Además, dada la gran cantidad de informaciones dispersas sobre la sábila que existe en el país, y el gran interés que despierta esta planta, se hace - necesario un trabajo actualizado que resuma dichas informaciones.

## RESUMEN

Se presenta una recopilación de cerca del noventa y cinco por ciento de la bibliografía sobre sábila existente en el país.

Se desarrollaron dos procesos a nivel de planta piloto para la obtención del jugo y el concentrado de aloe. Los productos obtenidos fueron evaluados física, química y microbiológicamente.

Los resultados de las evaluaciones fueron comparados con especificaciones de casas internacionales comercializadoras de derivados de aloe.

Los detalles y resultados de las obtenciones y evaluaciones son explicados con la ayuda de tablas y diagramas de flujo. Al final se ofrecen las conclusiones y recomendaciones de lugar.

primera parte

OBJETIVOS Y  
PLAN DE TRABAJO

## OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVOS INMEDIATOS.

- Establecer los procesos requeridos, a nivel piloto, para la obtención de jugo y concentrado de sábila.
- Evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas del jugo y el concentrado obtenidos.

### 1.2 OBJETIVOS A MEDIANO Y LARGO PLAZO.

Con este proyecto se pretende aprovechar al máximo la producción de sábila del país, así como también coadyuvar en el uso de nuestros productos naturales en medicamentos y cosméticos eficientes y más asequibles a la población.

## 2. PLAN DE TRABAJO.

Para la consecución de los objetivos propuestos, el plan de trabajo consistió en dividir el proyecto en tres etapas, las cuales son explicadas a continuación.

a) Recopilación de Información.

Esta etapa comprendió el proceso de recopilación y análisis de todas las informaciones disponibles, existentes en el país.

b) Obtención, Análisis y Estabilización.

La segunda etapa del proyecto fué el trabajo experimental. Este contempló la obtención a nivel de planta piloto de jugo y concentrado, los análisis físicos, químicos y microbiológicos de los productos obtenidos y las pruebas - preliminares de estabilización del jugo.

c) Discusión de Resultados.

Esta etapa consistió en la discusión de los resultados obtenidos, la elaboración de las conclusiones y recomendaciones, y la redacción del informe final de la investigación.

segunda parte

DISCUSION TEORICA

## CAPITULO I

### DESCRIPCION DEL ALOE

#### I.1 ORIGEN.

El origen de la sábila se remonta a más de 4,000 años, ubicándose en la parte tropical de Africa y Asia, como también en el Mar Mediterráneo (4).

La más vieja referencia sobre aloes, data del año 1,500 A.C. en un papiro que actualmente se conserva en la Universidad de Leipzig. En esos papeles, los egipcios manifiestan que las propiedades medicinales de la sábila eran ampliamente reconocidas y lo habían sido por muchos siglos antes. Se sabe, por documentos históricos, que las aloes fueron usadas por romanos, griegos, árabes, indúes y chinos (1).

La sábila se menciona en Juan 19:39 como parte de la mezcla usada para la unción del cuerpo de Jesús, después de su muerte. Historiadores han mencionado que Aristóteles persuadió a Alejandro Magno para que conquistara la isla de Socotra, en la Costa Este de Africa, con el propósito de obtener suficientes importaciones de aloe como un agente curador de heridas para sus soldados (1).

En el continente americano, la sábila fue introducida por los españoles después del descubrimiento del 1492 (4).

En cuanto al origen de la palabra sá**bi**la, se afirma que ésta proviene de las voces árabes "Salibara" o "Sabaira", las cuales significan amargo, al igual que "Alloch", también árabe, del que deriva el nombre genérico aloe. Esto hace alusión a las sustancias amargas que contiene la penca de sá**bi**la (4).

La planta motivo de esta tesis es la Aloe barbadensis Mill; ésta es más ampliamente conocida con el nombre de Aloe vera. Vera es una palabra latina que significa verdad (1).

## I.2 NOMBRES CIENTIFICOS Y VULGARES

Nombre científico : Aloe barbadensis, Mill.

Otros usados (5) : Aloe vulgaris, Lamark.

Aloe vera, Linneo.

Aloe elongata, Murr.

Aloe flava, Pers.



Nombres vulgares (6):

Rep. Dominicana.....	Sábila, Zábila.
Haití.....	Aloés, laloi, patte laloe.
E.U.A.....	Aloe.
México.....	Zábila.
Antigua.....	Barbado aloe.
Alemania.....	Aloe.
Rusia.....	Sabur obiknovennoi
Holanda.....	Aloe.
Portugal.....	Azvre.
Polonia.....	Alona.
India.....	Areaa cylvuwa

I.3 TAXONOMIA.

La ubicación taxonómica de la especie bajo estudio -  
es la siguiente (5):

Phyllum	:	Espermatófito.
Subphyllum	:	Angiosperma.
Clase	:	Monocotiledónea.
Orden	:	Liliflorae.
Familia	:	Liliaceae.
Género	:	Aloe.
Especie	:	Aloe barbadensis, Mill (ver nom- bres equivalentes en I.2, segunda parte).

En la flora de la República Dominicana, se encuentran siete familias dentro del orden liliflorae, y cuatro géneros dentro de la familia liliaceae, siendo uno de ellos el género Aloe (7).

El género Aloe consta de más de 80 especies, mayormente de Africa. Entre las más conocidas y usadas, tanto en medicina como en horticultura se encuentran: Aloe arborescens, Mill; A. sucotrina, Lam; A. barbadensis, Mill; A. striata, Haw; A. ferox, Mill (8) (ver figura 1).

#### I.4 MORFOLOGIA.

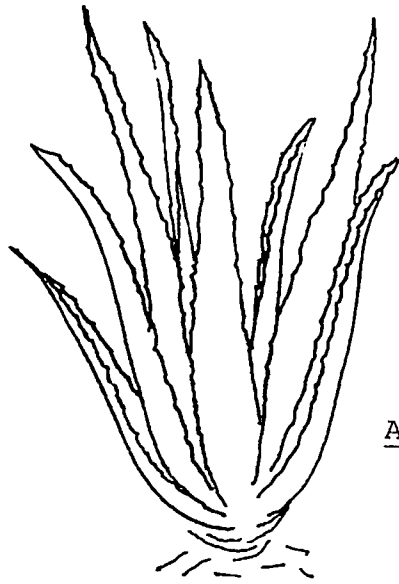
A continuación se presenta la descripción morfológica según la serie toxonómica:

##### Orden Liliflorae.

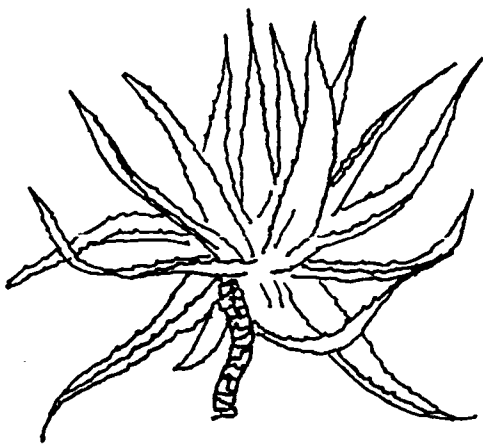
Hierbas, enredaderas o árboles. Hojas anchas o estrechas, a veces cilíndricas o reducidas a escamas. Flores polígamas o dioicas, completas. Periantio de tres a seis segmentos, comúnmente separables en cáliz y corola, a veces parcialmente unidos. Androceo de 3 a 6 estambres. Gineceo 3 carpelar o rara vez 2 carpelar. Ovario súpero o ínfero. Fruta capsular o braccaceo (8). Ejemplos de plantas que pertenecen a este orden son (9): azucena, ñame, gladiolo, ajo, cebolla, etc.

FIGURA NO.1.-

PRINCIPALES ESPECIES DEL GENERO ALOE (2).



Aloe vera



Aloe ferox



Aloe arborescens

Familia Liliaceae.

Hierbas, arbustos o árboles, comúnmente con rizomas o bulbos. Hojas alternas, rara vez con pecíolo claramente definido. Flores hermafroditas, regulares. Ovarios súpero, periantio petaloideo de partes semejantes en dos series. Ovario comúnmente 3-locular o globoso. Fruto en cápsula o baya (8). Algunos ejemplos son (9): ajo, palmito, puerro, etc.

Género Aloe.

Plantas crasas. Hojas a menudo aglomeradas, enteras o espinoso-dentadas. Inflorescencia de flores más o menos colgantes. Periantio mayormente amarillo o rojo. Sépalos y pétalos parcialmente unidos. Filamentos libres, mucho más largos que las anteras. Cápsula con semilla numerosa (5).

Especie Aloe barbadensis, Mill.

Planta comúnmente acaule, estolonífera. Hojas muy carnosas, de 30-60cms., el borde espinoso-dentado. Escapo de 60-120 cms. Racimo denso, de 10-30 cms.; bracteas aovadas o lanceoladas, más largos que los pedicelos. Flores amarillas de 2.5 cms. Estambres del largo del periantio (8).

## CAPITULO II

### CULTIVO DEL ALOE

#### II.1 CLIMA Y SUELO.

Se puede afirmar que la sábila prospera en todo tipo de suelos, aunque en los franco-arenosos y francolimosos se obtienen las mayores desarrollos de la planta. En suelos de topografía irregular, erosionadas, de moderada salinidad y - baja fertilidad, donde casi sería imposible cultivar otras - plantas, se han cosechado apreciables cantidades de sábila - (4). Esta experiencia se da en Azua y en Montecristi, principalmente en la zona de Guayubín.

En las plantaciones del país, la precipitación pluvial anual promedio es de 650 mm. y la temperatura de 26°C. (10). Se sabe que en otros países la temperatura y el tipo - de suelo donde se cultivan las aloes varían grandemente con relación a las condiciones de la República Dominicana, lo - que revela la gran capacidad de adaptación y crecimiento de estas plantas.

## II.2 ASPECTOS DE PRODUCCION.

Cuando se va a establecer una plantación de Sábila, para su explotación comercial, generalmente se siguen los siguientes pasos (10):

- a) Preparación del terreno.
- b) Adquisición de los hijuelos.
- c) Siembra.
- d) Fertilización.
- e) Recolección.

### a) Preparación del Terreno.

La preparación del terreno para la siembra de las Aloes consiste básicamente en arado y cruce; no necesita rastrearse para el caso de suelos franco limosos, puesto que la planta no es muy exigente (4).

### b) Adquisición de los Hijuelos.

La propagación de este cultivo se realiza por medio de hijuelos o vástagos. Estos son plantas de sábila jóvenes y pequeñas (6 a 8 pulgadas). La adquisición de los mismos constituye uno de los principales gastos al establecer una nueva plantación debido a su escasez (10).

e) Recolección.

La primera recolección se efectúa después de 12 meses de establecida la plantación (4). Luego, se realiza tres veces por año en promedio (10).

La recolección promedio por planta, es de 6 a 8 pencas. Por tarea y por año, el promedio de recolección (considerando tres recolecciones) es de aproximadamente 6,000 pencas con un peso de unas 13,500 libras (10). La máxima producción de pencas se consigue a los 4 ó 5 años después de haberse establecido la plantación (4).

Los costos para el cultivo de una tarea de Aloe, se estimaron en Junio de 1985 en RD\$251.05 y para el transporte de las pencas producidas, desde Neiba hasta Azua, y pago de salarios los costos calculados ascendieron a RD\$166.84 - (10).

## CAPITULO III

### DERIVADOS DEL ALOE

#### III.1 ACIBAR.

##### III.1.1 DESCRIPCION.

Se denomina acíbar o Aloe, al residuo sólido obtenido por concentración de la savia escurrida de las hojas de - varias especies de Aloe (13). Según la especie utilizada en su preparación, se pueden obtener varios tipos de acíbar, en tre los más importantes están:

- Aloes del cabo. Son preparados en la provincia de El Cabo, Sudafrica, de varias especies, principalmente Aloe ferox y - sus híbridos. Tienen color marrón oscuro o marrón verdoso. Su masa es vidriosa con fragmentos algunas veces delgadas y transparentes (13).

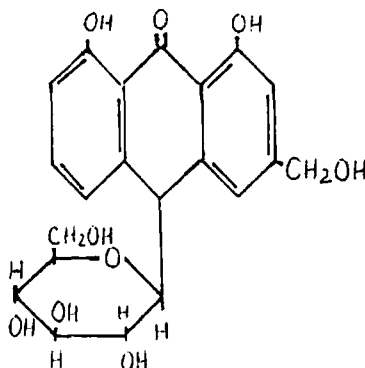
- Aloe de Barbados. (Aloe de Curazao). Denominado así porque fue obtenido primeramente en la isla de Barbados. Actualmente se obtiene en grandes cantidades en Curazao, Aruba y Bonaire. La especie utilizada en su obtención es la Aloe barbadensis, Mill. Tiene color castaño-chocolate oscuro y se presenta usualmente en masas opacas con fragmentos cerosos y uniformes (13). Esta es la clase de acíbar que se prepara en el país.



- Aloe Socotrina. Es preparado en la isla de Socotra, en Africa, y en algunos puertos árabes, a partir de las hojas de Aloe perryi (13).

Químicamente, el acíbar está formado por una mezcla muy compleja de sustancias en la que los constituyentes principales son hidroxiantraglicósidos, hidroxiantraquinonas y resinas. Entre esos compuestos se tiene:

- Aloína. Es el 10-glucopiranosil-1,8-dihidroxi-3-hidroximetil-9-(10H)-antracena. Su fórmula estructural es (14):



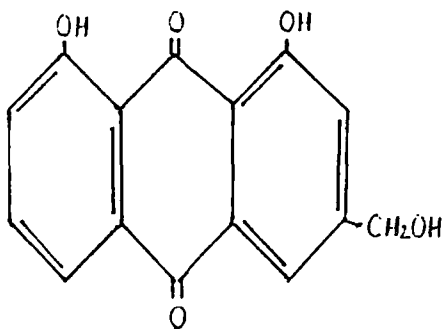
En estado puro forma cristales amarillo limón de punto de fusión 148-149° C. Tiene sabor amargo. La más alta proporción de aloína se encuentra en los Aloes de Curazao (18-25%); los Aloes Socotrina, tienen de 7.5 a 10% y los Aloes del Cabo de 4.5 a 9% (14).

La aloína se considera el constituyente más importante de los Aloes. En la bibliografía se reportan varios métodos para su aislamiento y/o cuantificación a partir del -

acíbar (15, 16, 17, 18 y 19). También, se encuentran investigaciones acerca de la exactitud y conveniencia de algunos de los métodos (20, 21).

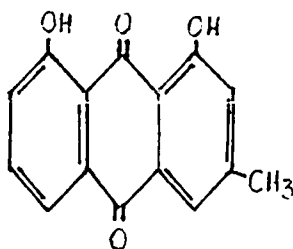
- Aloe Emodin. Es el 1,8-dihidroxi-3-(hidroximetil)-9,10-antracenediona.

Su estructura corresponde a (14):



Tiene punto de fusión de 223-224°C. En los Aloes, es encontrado en estado libre o como un glucósido (aloína) (14).

- Acido Crisofánico. Es el 1,8 dihidroxi-3-metil-9,10-antracenediona. Su estructura corresponde a (22):



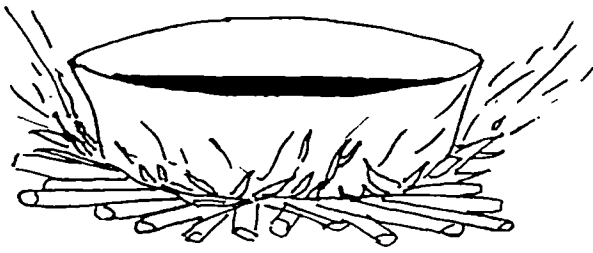
Se considera que tiene poder curativo para alteraciones de la piel tales como: heridas, quemaduras, etc. (22).

### III.1.2 OBTENCION.

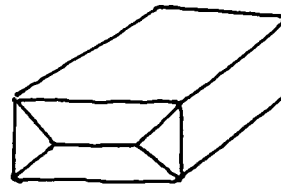
El procedimiento que usan los productores locales - para la obtención de acíbar es el siguiente (ver figura 2): las pencas de Sábila son cortadas por el borde blanco de su base y puestas a estilar en la misma plantación, en un plano inclinado o banco situado cerca del cortador. La savia va cayendo y almacenándose en un recipiente adecuado; más tarde, es transportada en burros hacia el rancho, donde se vierte - en pailas de hierro colado. Luego, se le suministra calor y por evaporación de la savia se va concentrando hasta que llega al punto de caramelo. En este punto el líquido es muy espeso y se forman los primeros precipitados, en forma de pelota, en el fondo. Finalmente, por medio de cucharones, se pasa a cajas de cartón, donde se solidifica inmediatamente (4).

Otro método más perfeccionado para obtener acíbar, (no practicado en el país) consiste en moler las hojas, añadir agua a la pasta resultante, prensarla, y luego evaporar y concentrar por la acción del calor. La parte superior da - el mejor acíbar o socotrino, la intermedia el hepático y la última el caballino, así llamado por el uso que de él hace - la veterinaria (23).

FIGURA 2.- PROCESO DE OBTENCION DEL ACIBAR (2).



Concentración.



Envasado.

El acíbar que se obtiene debe contener de un 10 a un 12% de humedad, si resulta menor de 10% se puede quemar; lo contrario sucede si es mayor de 12%, pues se pone flojo y sin consistencia, no pudiendo industrializarse en esas condiciones (4).

Este producto no ofrece dificultades en cuanto a su estabilidad química y microbiológica (2).

### III.2 JUGO DE ALOE.

#### III.2.1 DESCRIPCION.

El jugo de Aloe o jugo de Sábila, es el líquido que se obtiene por trituración del cristal de la penca de Sábila después de habersele estilado la savia.

Con relación a sus propiedades medicinales y su composición, no se han establecido diferencias apreciables entre los jugos obtenidos de las diversas especies de Aloes que son comercializadas.

En la composición química del jugo intervienen azúcares, enzimas, aminoácidos, sales minerales y ácidos orgánicos. Un estudio del jugo de Aloe vera, reporta que su composición química fue la siguiente (24): 99.52% de agua,

pequeñas cantidades de  $\alpha$ -D-glucosa, una aldopentosa no identificada, sales de oxalato de calcio, 0.013% de proteínas, - las cuales están constituidas por 18 aminoácidos.

En cuanto a los constituyentes inorgánicos, el mismo jugo liofilizado presentó 4.7% de calcio, 1.45% de sodio, 6.6% de potasio, 12.2% de cloro y 0.01% de manganeso (25).

Cabe señalar que estos constituyentes (orgánicos e inorgánicos) varían ampliamente según el lugar y el tiempo - en que la penca es cortada (26).

En la bibliografía consultada no se encontraron datos acerca de las cantidades de metales tóxicos que contienen el jugo, el concentrado o la penca de Aloe.

El jugo es el producto de Sábila de mayor demanda en el mercado internacional. Sólo en los Estados Unidos, se consumen más de 100,000 galones al mes (1).

Un académico soviético ha descrito un nuevo tipo de jugo de Sábila llamado jugo bioestimulado. A este jugo se le atribuye poseer sustancias especiales llamadas por el científico "Biogenes Estimuladores", los cuales son capaces de activar o regenerar los tejidos humanos cuando éstos han sido deteriorados por una adversidad o consumo excesivo de energía (27).

El fundamento de la obtención de jugo Bioestimulado es el mantenimiento de las pencas de Sábila, ya cortadas, en condiciones adversas (referidas al medio en que ha vivido la planta): oscuridad y baja temperatura. En esas condiciones los tejidos reúnen todas sus fuerzas para mantener la vida y no morir, trayendo como consecuencia la aparición, en las pencas, de los "Biogenes Estimuladores" (27).

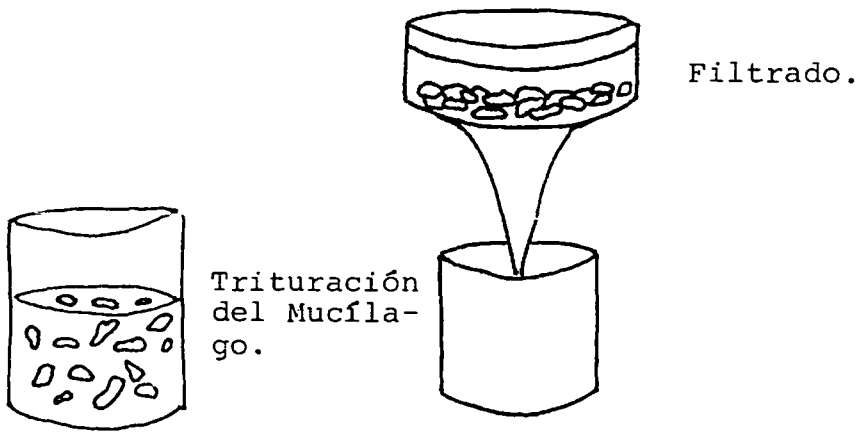
### III.2.2 OBTENCION.

El procedimiento tradicionalmente conocido para obtener el jugo comprende los siguientes pasos (ver figura 3):

- a) Eliminación de la Savia.
- b) Separación de la cutícula.
- c) Trituración del mucílago.
- d) Filtración.
- e) Estabilización.
- f) Envasado.

Es muy importante que el cristal o mucílago de Aloe, que se utilice en la preparación del jugo esté libre de antraquinonas y derivados, puesto que esas sustancias afectan la calidad del mismo, debido a que ejercen acciones cárticas cuando son ingeridas y además, casi todas tienen

FIGURA 3.- PROCESO DE OBTENCION DE JUGO DE SABILA.



Estabilización.



Envasado.



sabores amargos y desagradables. Para lograr que el jugo - quede libre de ellas las pencas de Aloe son cortadas por - los bordes y puestas a estilar por varias horas, antes de - que se proceda a la separación de la cutícula, y cuando és - ta se separa, el corte se realiza de modo tal que quede a - proximadamente 1/8 de pulgada del mucílago adherido a ella (28).

La pulpa, cristal, o mucílago de la penca de Aloe no contiene aloína. Tampoco contiene sustancias antraquinóni- cas en cantidades apreciables. Todas esas sustancias se en- cuentran en la savia y en la corteza o cutícula de la penca (29).

### III.2.3 ESTABILIZACION.

Se entiende por estabilidad de un producto alimenti- cio o farmacéutico, la capacidad de éste para conservar las propiedades alimenticias y/o curativas que se le atribuyen, al igual que su composición química, color, olor y sabor du - rante el período de vida útil proyectado para el mismo.

Para lograr la estabilización o preservación de un - producto, el químico dispone de decenas de procedimientos, siendo los más importantes: pasteurización, incorporación -

de aditivos químicos, esterilización, salado, deshidratación, empleo de radiaciones UV, rayos gamma), etc. El empleo de uno o varios de ellos depende principalmente de la naturaleza del producto y del costo de su implementación.

A diferencia del Acíbar, que como se indicó es un producto químicamente estable, el jugo de Sábila debe ser estabilizado para prolongar su vida útil. Los procedimientos que reporta la bibliografía para tales fines son muy pocos, y al analizarlos se concluye que resultan demasiado costosos y descritos con claridad inadecuada. Esos procedimientos están reportadas en las referencias 28, 30 y 31.

Los problemas a vencer con la estabilización del jugo de Aloe son su degradación microbiana y su oxidación. En vista de que se pretende que el procedimiento de estabilización resulte sencillo y de bajo costo, es recomendable investigar con la incorporación de aditivos químicos al jugo.

### III.3 CONCENTRADO DE ALOE.

#### III.3.1 DESCRIPCION.

El concentrado de Aloe es un polvo de color crema claro obtenido a partir del jugo concentrado. Su composición

química es muy cercana a la del jugo (2).

Es un de producto química y microbiológicamente estable. Sin la adición de conservantes, tiene una vida útil de aproximadamente cinco años (ver anexo 1-A).

### III.3.2 OBTENCION.

En toda la bibliografía consultada no se encontraron métodos para la obtención de concentrado de Aloe. Sólo se localizaron dos informaciones incompletas acerca del comportamiento del gel que origina el concentrado, en determinados solventes orgánicos (32, anexo 1-A).

La razón por la cual no se publican los métodos para la obtención de concentrado, se explica simplemente porque cada casa productora que desarrolla una tecnología para la preparación de éste, no la ofrece gratuitamente a la competencia.

## CAPITULO IV

### USOS Y ACCIONES DEL ALOE Y SUS DERIVADOS

#### IV.1 USOS Y ACCIONES DEL ACÍBAR.

El uso principal del Acíbar es como materia prima para la elaboración de medicamentos catárticos. En dosis pequeñas, 0.01 a 0.1 gramos, actúa como estimulador del apetito, de 0.1 a 0.4 gramos ejerce acción laxante y con dosis de 0.5 a 1 gramos se comporta como un purgante (33).

La acción laxante que presenta el Acíbar depende de la cantidad de hidroxiantraquinonas (aloe-emodin y compuestos afines) y de los correspondientes glicósidos (alofina y sustancias relacionadas) que contiene (34). Se ha reportado también que la resina contenida en él es un constituyente activo del medicamento (35).

Las sustancias glicosídicas presentes en el Acíbar al ser ingeridas son hidrolizadas por los ácidos estomacales y transformadas en las correspondientes hidroxiantraquinonas libres, las cuales son responsables de la acción catártica, debido al incremento de la peristalsis y de la secreción de las mucosas intestinales (35).

El Acíbar ejerce su acción en el intestino grueso. Esta acción es disminuída parcialmente debido a que es absorbido en el intestino delgado y excretado por la orina. La parte no absorbida en el intestino delgado es expulsada por el colon (35).

Se ha recomendado el abandono del uso del Acíbar como sustancia catártica debido a que su contenido de sustancias laxantes es muy variable y por lo tanto también lo es la intensidad de sus efectos catárticos, igualmente, no puede ser usado cuando hay alguna infección intestinal o la menstruación, debido a que aumenta el flujo sanguíneo hacia los organos abdominales. Las mujeres lactantes no deben usarlo porque a través de la leche materna le transfiere sustancias antraquinónicas purgantes a la criatura en suficientes cantidades como para forzar la acción laxante (36).

#### IV.2 USOS DEL JUGO.

El jugo es el derivado de Aloe de mayor demanda. Es te es empleado principalmente en la industria de cosméticos para la elaboración de shampoos, rinses, humectantes de la piel, cremas contra quemaduras del sol, acondicionadores de pelo y otras clases de cosméticos. También es utilizado

caso de una guerra nuclear. También el Aloe se utiliza en la curación de quemaduras por el elemento Radio, originadas al emplear éste en el tratamiento contra el cáncer (37).

b) Para resfriados. En medicina casera muchas personas se curan los resfriados amarrándose en la cabeza un pedazo - de una penca de Aloe sin lavar (1).

c) En el tratamiento de heridas. Para curar heridas se pone un pedazo del cristal de Aloe sobre ésta y se presiona ligeramente, permitiendo que parte del jugo del cristal entre a la herida. Se reporta que esto ayuda a una mejor y - más rápida cicatrización, disminuyendo los riesgos de infecciones (1).

d) Contra enfermedades del hígado. El jugo acuoso, amargo, exprimido de las pencas, se considera que es un remedio para las enfermedades del hígado (38).

e) Para el cuidado del pelo y el cuero cabelludo. Es una - práctica muy frecuente la adición de jugo de Aloe a shampoo, rinses, acondicionadores y otros productos. Con esto se logra que el cabello quede más fuerte y saludable. Se afirma que los indios de México, de noche mojaban su pelo con jugo de Sábila y al día siguiente lo enjuagaban con agua. Se dice que este proceso le confería más brillo, manejabilidad y

suculencia al pelo. También, varios dermatólogos han tratado exitosamente enfermedades del cuero cabelludo con el jugo de Aloe (1).

f) Para curar la diabetes. En Haití se comen, en las mañanas, un pedazo del cristal de Aloe con esos fines (1).

g) Tratamiento de hemorroides. Por miles de años se ha considerado al Aloe como un remedio efectivo en el tratamiento de la comezón y el dolor hemorroidal. Algunas personas toman un trozo de cristal y se lo insertan directamente en el recto. Otras, llenan una jeringa de jugo de Aloe y lo vierten en el recto, o utilizan un unguento. Se reporta que el uso de la pulpa como supositorio es el tratamiento más eficaz (1).

h) En trastornos e inflamaciones de las vías digestivas. Existen reportes de numerosas personas que al tomar el jugo de Aloe se han curado de infección renal, disentería, estreñimiento, colitis y otras afecciones digestivas (1).

i) Eliminación de cicatrices. Se reporta que la aplicación de jugo de Aloe sobre una cicatriz, en la mañana y en la noche, remueve la marca de ésta (1).

j) Como antiinflamatorio. Extractos de Aloe y esteroides han sido usados con éxito como antiinflamatorios (32).

- k) Contra alergias y comezón. Se afirma que el Aloe es muy útil contra un gran número de alergias, a la vez que es efectivo en la curación de salpullidos, llagas, comezón y otros disturbios de la piel (1).
- l) Contra las marcas de estiramiento de embarazo. Numerosas mujeres embarazadas al aplicar Aloe alrededor de su abdomen disminuyen las marcas producidas por las tensiones durante ese estado (1).
- m) Mejoramiento de las venas varicosas. Se considera que una aplicación externa del jugo de Aloe sobre la vena afectada mejora el padecimiento (1).
- n) Cáncer de la piel. Existen reportes de personas, sobre la eliminación de cánceres de la piel, mediante la aplicación de jugo de Aloe dos o tres veces por día, durante varios meses (1).
- o) Como expectorante. En combinación con miel, el Aloe se utiliza en el tratamiento de catarrros, tos, etc.
- p) Contra picaduras de insectos. Para picaduras de hormigas, avispas, abejas, escorpiones o cienpiés, numerosas personas han afirmado que el área afectada mejoró después de la colocación de una hoja de Sábila (1).



- q) Para el tratamiento de úlceras. La práctica de tomar el jugo cuatro veces al día, o ingestión del cristal puro, curó a un gran número de personas que padecían de úlceras, - según sus reportes (1)..
- r) Contra la artritis. Miles de personas que padecen de artritis han afirmado que el consumo de jugo diariamente me-  
joró su enfermedad (1).
- s) Contra el asma. Un viejo remedio casero que ha producido muy buenos resultados en la cura del asma consiste en her-  
vir varias hojas de Aloe en una cacerola con agua, y respi-  
rar los vapores emanados. Centenares de asmáticos han repor-  
tado la efectividad del tratamiento (1).
- t) Para el tratamiento del acné. La aplicación de jugo de -  
Aloe sobre la cara, o la utilización de un jabón o crema a  
base de Sábila mejora, según reportes de numerosas personas,  
el área afectada (1).
- u) Contra la tuberculosis. Para el tratamiento de la tuber-  
culosis los soviéticos utilizan con muy buenos resultados -  
el jugo bioestimulado inyectado, así como también una prepa-  
ración cuya formulación es: 15 gramos de jugo bioestimulado,  
100 gramos de aceite de oliva, 100 gramos de miel y 100 gra-  
mos de cacao en polvo (27).

v) Como alimento. Algunos habitantes de la India y tribus africanas se comen el cristal en ensaladas (39).

w) En períodos convalecientes. Es muy popular el empleo de una preparación a base de jugo bioestimulado en los casos de profundo deterioro del organismo. La formulación es: 150 gramos de jugo bioestimulado, 250 gramos de miel y 350 gramos de vino. Se acostumbra a tomar una cucharada tres veces al día hora y media antes de la comida (27).

CAPITULO V

EVALUACIONES DE LOS DERIVADOS DEL ALOE

V.1 METALES PESADOS EN LOS DERIVADOS DEL ALOE.

Generalmente se consideran como sinónimos las acepciones metal pesado y metal tóxico. La definición clásica de un metal pesado establece que éste es un elemento que puede ser precipitado en solución ácida con  $H_2S$ . Debido a que todos los elementos que encajaban en la definición de metal pesado, ejercen efectos farmacológicos adversos a la salud humana, se empleó por mucho tiempo este término para nombrar a los metales tóxicos. Hoy, se conocen varios metales peligrosos para la salud del hombre que no son metales pesados, según la definición clásica. Tal es el caso del zinc, el níquel, el cromo y otros (40).

En todas las fuentes consultadas no se encontró información sobre las cantidades de metales tóxicos que contiene la penca de Sábila. Se supone que éstas son muy bajas, pues el Aloe se ha utilizado por cientos de años, sin que se reporten, hasta la fecha, efectos fisiológicos típicos de la ingestión de metales en exceso.

El uso principal del Cadmio consiste en su empleo - como recubridor del hierro y el acero que se usan en los - componentes eléctricos y en los radiotransmisores. También se emplea en las aleaciones de Cobre, puesto que las hace - más duras y resistentes (43).

Aunque el Cadmio era considerado por mucho tiempo como un metal tóxico, no se había tenido conciencia sobre su elevada peligrosidad hasta que por los años de la Segunda Guerra Mundial se descubrió, en el Norte de Japón, la terrible enfermedad "Itai-Itai", la cual producía en los afectados deformaciones corporales, huesos rotos por la acción del peso del cuerpo y la muerte en la mayoría de los casos. La causa de ese mal fue atribuida a desperdicios de Cadmio, de minas cercanas, que contaminaron la fuente de abastecimiento de agua (40).

Se considera que el Cadmio es tóxico a todos los sistemas y funciones del cuerpo. Experimentos con animales de laboratorio han demostrado que éste afecta los riñones, el corazón, los pulmones, el hígado, los órganos gastrointestinales y el sistema nervioso y reproductivo. Cuando se ingiere tiende a acumularse principalmente en los pulmones y el hígado. En los humanos, los efectos causados por la ingestión de Cadmio son: incremento de la presión sanguínea, daño en los pulmones, excreción de proteínas, anemia, etc.(40).

En Gran Bretaña la concentración máxima permitida de Cadmio en el aire es de  $39 \text{ mg/m}^3$ . En Australia es de  $23 \text{ mg/m}^3$ . En los Estados Unidos, el límite es  $0.1 \text{ mg/m}^3$  y en el agua de tomar  $0.01 \text{ ppm}$  (40).

### V.1.3 COBRE.

Pertenece al grupo IB de la tabla periódica. Su peso atómico es de 63.54. En la naturaleza se encuentra en estado libre o en sulfuros, cloruros, carbonatos, etc. De éstos se obtiene por medio de un proceso de tostación oxidante, fusión y electrodeposición. Es un metal blando y dúctil, de color rojo. Al contacto con el aire se oxida en la superficie formando una capa verde de hidroxocarbonato y de hidroxosulfato (42).

En ausencia de sustancias oxidantes no es atacado por los ácidos diluïdos, agua o vapor de agua. Los ácidos oxidantes como el nítrico reaccionan fácilmente con el metal, dando lugar a la formación de sales solubles de Cobre (43).

Aprovechando su elevada conductividad eléctrica y térmica se emplea en grandes cantidades en los alambres de conducción de la electricidad, en condensadores para equipos químicos, en embobinados, etc. El Cobre es un constituyente de un gran número de aleaciones. Estas se usan en la

fabricación de equipos mecánicos procesadores de alimentos, relojes, cartuchos, etc. (43). Además, los compuestos de Cobre se aplican como insecticidas, fungicidas de plantas, pigmentos y catalizadores (40).

Se han reportado varios casos de enfermedades, disturbios y muertes causadas por la ingestión excesiva de Cobre. Cierta autor ha sugerido que los esquizofrénicos pueden retener demasiado Cobre. Varias intoxicaciones han resultado de la ingestión de jugos de frutas que han permanecido mucho tiempo en contacto con recipientes de Cobre (45). Forraje con demasiado Cobre puede causar necrosis hepática en ganado y ovejas (40).

En los Estados Unidos, las concentraciones de Cobre del aire emanado de las industrias no deben exceder  $0.1 \text{ mg/m}^3$ . En el agua de irrigación la máxima concentración permitida es 0.2 ppm y la máxima que puede ser descargada a un arroyo o río es de 0.5 ppm. Para el agua de tomar el límite máximo de Cobre es de 1.0 ppm (40).

#### V.1.4 MERCURIO.

El Mercurio es un metal líquido de color argentino que junto con el zinc y el Cadmio forma el grupo IIB. Tiene peso atómico de 200.59. En la naturaleza se halla contenido

en el mineral cinabrio, el cual contiene alrededor de un 1% de  $\text{Hg}_2\text{S}$ , de donde se extrae por simple oxidación con aire (43).

En sus compuestos el Mercurio actúa con estado de oxidación de +1 y +2. El primero corresponde al catión  $\text{Hg}_2^{+2}$ . En estado puro, el Mercurio es usado en barómetros, termómetros y conmutadores eléctricos. En el laboratorio es frecuente el uso de amalgamas de zinc y de sodio como agentes reductores. Para obturaciones dentales se emplea mucho la amalgama de Estaño (43).

La peligrosidad de la ingestión de Mercurio tomó gran importancia después de un envenenamiento masivo ocurrido en Japón. Decenas de personas murieron al ingerir pescado contaminado con cloruro mercúrico, el cual provenía de una planta de procesamiento catalítico de cloruro de vinilo que había vertido sus desechos al mar (40).

La toxicidad del Mercurio varía ampliamente con su forma química. El catión monovalente es poco tóxico debido a la baja solubilidad de sus sales. El cloruro mercurioso (calomel) ha sido empleado en medicina como catártico, diurético y antisifilítico. Cuando se ingiere el ion mercurioso se corre el riesgo de que sea oxidado por los tejidos y eritrocitos al altamente tóxico ion mercúrico ( $\text{Hg}^{+2}$ ) (40).

El Mercurio elemental es igualmente tóxico debido - principalmente a su solubilidad en lípidos y a su permeabilidad a través de las membranas. Los compuestos de mercurio más tóxicos son los alquilmercurio, principalmente el metil y el etil mercurio. Estos deben su toxicidad a su elevada - estabilidad, lo que impide que puedan ser fácilmente degradados a sales inorgánicas para su posterior expulsión (40).

Se considera que el Mercurio es cinco veces más tóxico que el Plomo y aproximadamente tan tóxico como el Cadmio y el Antimonio. En los Estados Unidos para un individuo de 154 libras de peso se tiene como límite máximo la ingestión de 0.03 mg de Mercurio por día, de los cuales 0.01 mg. provienen del consumo de alimentos y 0.02 del aire respirado. En el agua de tomar la máxima cantidad de Mercurio permitida es de 0.002 ppm. En el aire el límite es de 0.001 mg/m<sup>3</sup>. Se han reportado varias incongruencias sobre estos valores, pues en aguas naturales de Malaya y Africa se encontró que las concentraciones de Mercurio excedían los límites establecidos (40).

#### V.1.5 PLOMO.

Es el último elemento del grupo IV-A. Su peso atómico es de 207.19. En la naturaleza se encuentra principalmente en forma de sulfuro de plomo (II) (PbS ). Se obtiene en



forma pura mediante tostación del sulfuro y reducción con coque del óxido resultante (42).

El Plomo es atacado por ácido clorhídrico diluído, pero la baja solubilidad del cloruro de plomo resultante limita la reacción (40). No se disuelve en ácido sulfúrico - concentrado (43). Es ligeramente soluble en agua en presencia de nitratos, dióxido de carbono y sales de amonio (44).

En la actualidad el Plomo y sus compuestos son ampliamente usados en grandes cantidades en la producción de aleaciones para fabricar piezas metálicas, aditivos de combustibles, acumuladores, pigmentos para pinturas y barnices, material para techos, etc. (44).

En estado normal, el Plomo está presente en todos - los órganos y tejidos de los mamíferos. Este llega al organismo por varias formas, entre las cuales están: consumo de alimentos y aire contaminados, ingestión de pinturas por - los niños, y vidrios que contienen Plomo (45).

Los compuestos de Plomo más peligrosos son los orgánicos principalmente los tetraalquilo de Plomo. Estos pueden ser absorbidos fácilmente a través de los pulmones, los intestinos y la piel. Tienen gran afinidad hacia los lípidos;

por eso se acumulan en el tejido adiposo del sistema nervioso. En cuanto al Plomo inorgánico, los fosfatos, sulfatos, hidróxidos y haluros son insolubles, por lo que en los seres humanos se encuentran precipitados en los huesos. Parte del Plomo orgánico ingerido es metabolizado a inorgánico (45).

Los efectos del Plomo en la salud humana han sido - ampliamente estudiados. Una intoxicación aguda con este metal produce pérdida de peso, vómitos, anemia, irritabilidad y constipación. La ingestión o inhalación de una dosis elevada produce fuertes dolores de cabeza, debilidad extrema, parálisis de los músculos extensores de la muñeca, convulsiones y coma (45).

Debido a la elevada toxicidad del Plomo y a la facilidad con que éste contamina el agua, el aire y los alimentos, en casi todos los países del mundo, sobre todo en los más desarrollados, existen límites muy rigurosos de concentraciones máximas de Plomo permitidas, tanto en el medio ambiente como en los alimentos que consumen sus habitantes. En la Unión Soviética, el aire debe tener menos de 0.0007 mg/m<sup>3</sup> de Plomo. En Canadá el límite es 0.02 mg/m<sup>3</sup>. En los Estados Unidos, en los estados de Montana y Pensilvania, el aire no debe contener mas de 0.005 mg/m<sup>3</sup>. Los abastecimientos de agua doméstica, en los Estados Unidos, no deben tener

mas de 5 ppm, y la máxima concentración de Plomo que puede ser descargado a un río o lago es de 0.1 ppm (40).

#### V.1.6 ANTIMONIO.

Es el cuarto elemento en el grupo V-B. Su peso atómico es de 121.75. En la naturaleza se encuentra en forma de sulfuro ( $Sb_2S_3$ ) Se extrae del sulfuro, por oxidación con aire y posterior reducción con coque del óxido resultante (43).

El Antimonio se emplea en la producción de aleaciones debido que les imparte dureza y resistencia a la corrosión. Sus compuestos son ampliamente empleados en la producción de pigmentos, abrasivos, pinturas, vidrios, catalizadores de síntesis orgánicos, etc. (40).

Por mucho tiempo el Antimonio y sus componentes fueron considerados como simples sustancias tóxicas e irritantes de la piel. Su toxicidad tomó gran relevancia e interés investigativo después de un misterioso desastre marino, ocurrido en el mar de Irlanda en 1969, donde murieron miles de aves y especies marinas, en las cuales se encontraron cantidades anormalmente altas de Antimonio en sus hígados y riñones (40).

Se ha señalado que a concentraciones mucho más bajas que las mínimas recomendadas, el Antimonio ejerce efectos impredecibles y muchas veces fatales sobre el corazón y el hígado. Se considera que esto se debe a interacciones del Antimonio con otros metales, aunque no se dispone de estudios detallados que puedan avalar esta afirmación (44).

Las formas más comunes de intoxicación por Antimonio son: exposición prolongada a polvos e ingestión. Se ha señalado como dosis letal para humanos 97 mg del metal (40).

En los Estados Unidos la concentración máxima permitida en el aire es de  $0.5 \text{ mg/m}^3$ , expresada como Sb; en el agua de los ríos en base aguda 9 ppm y en base crónica 1.6 ppm. Para el agua salada no se dispone de límites debido a que se carece de suficientes datos (44). En el agua de tomar el límite provisional es 0.05 ppm. La FDA controla la cantidad de Antimonio que se le puede añadir a los aditivos de color para alimentos; el límite es de 2 ppm como Sb (40).

#### V.1.7 ZINC.

Es el primer elemento del grupo II-B. Se encuentra en estado natural en forma de sulfuro de zinc ( $\text{ZnS}$ ) y Calamina ( $\text{ZnCO}_3$ ), de los que se extrae en grandes cantidades convirtiéndolos en óxido de Zinc ( $\text{ZnO}$ ) y posteriormente

reduciendo éste con coque. Sus propiedades químicas son muy parecidas a las del Cadmio (43).

El Zinc se emplea en grandes cantidades en el proceso de galvanizado. Este consiste en sumergir artículos de hierro, acero u otro metal, en un baño de Zinc fundido. Con esto se logra mayor resistencia a la corrosión. Además, se usa en la obtención de aleaciones. El Bronce es básicamente una aleación de Cobre y Zinc. Otro uso es como electrodo negativo externo de las pilas secas. El óxido de Zinc ( $ZnO$ ) se utiliza como pigmento para pinturas y refuerzo del caucho (43).

Las sales solubles de Zinc son astringentes, corrosivas y vomitivas. Su ingestión en dosis tóxicas produce diarreas, irritaciones y dolores gastrointestinales. Las intoxicaciones más frecuentes por la ingestión de este metal se deben al consumo de alimentos ácidos almacenados o preparados en recipientes galvanizados. Esto se debe a que el Zinc a Ph ácido forma sales solubles con mucha facilidad (45). Varios compuestos de Zinc tienen uso en cosmetología, tal como el estearato de Zinc, el cual es un constituyente de polvos para niños (40).

En las ratas, las concentraciones tóxicas de óxido de Zinc son de 0.4 a 0.6  $mg/m^3$ . En los Estados Unidos la

máxima concentración permisible de Zinc en abastecimientos de agua doméstica es de 5 ppm, aunque lo deseable es que es tuviera totalmente ausente. En el agua de irrigación de uso continuo, el límite es 5 ppm y 10 ppm en la de uso de poco tiempo (40).

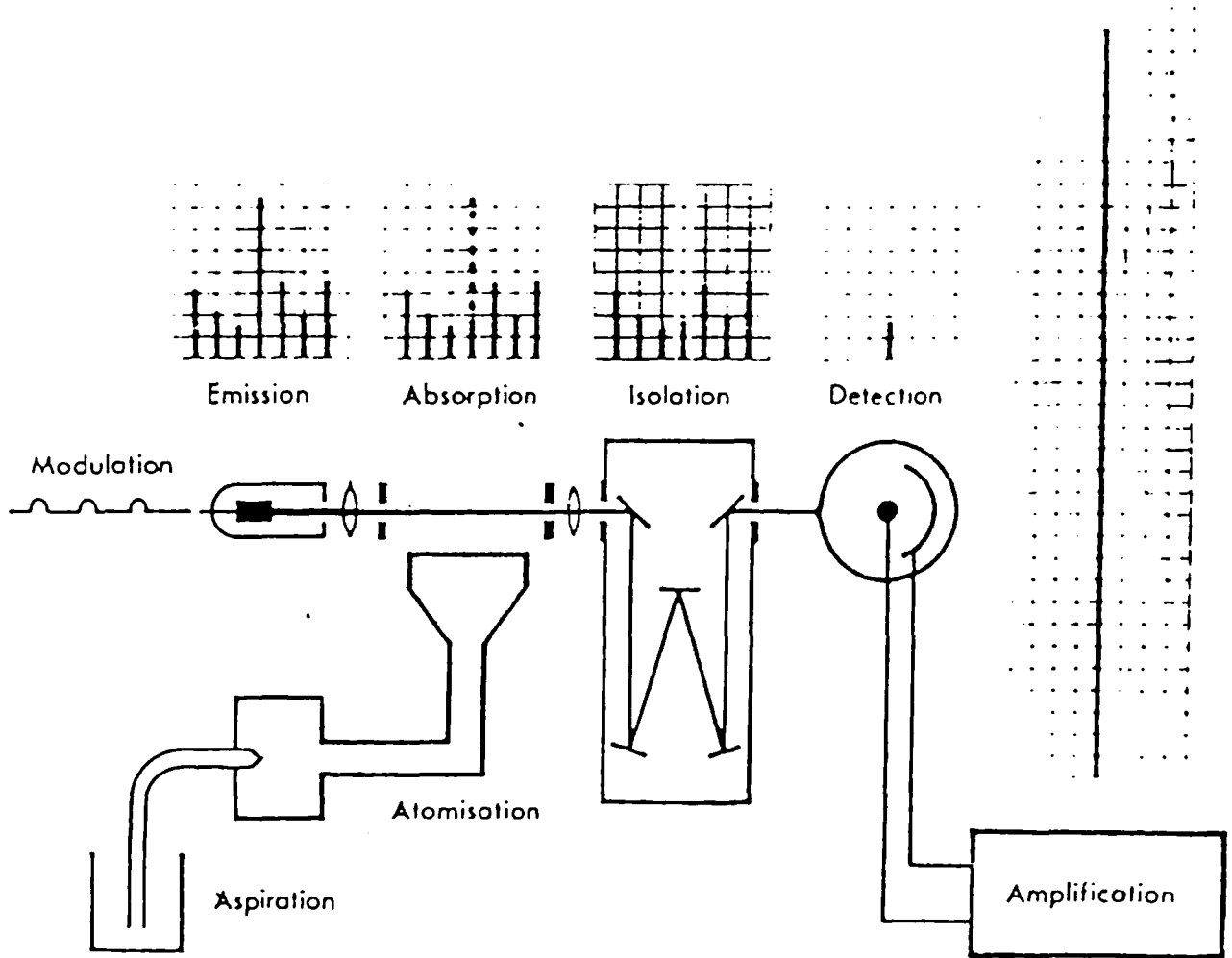
#### V.1.8 FUNDAMENTOS DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.

Debido a que las concentraciones de metales tóxicos - en los derivados de Aloe son del orden de los mg/lit (ppm) el método más aconsejable y conveniente para su determinación es la espectrometría de absorción atómica. Esta es una técnica analítica fundamentada en la absorción de radiación por átomos libres en estado gaseoso (46).

Su principio básico fue establecido por Kirchhoff - en el año de 1860, al demostrar que una llama que contenga - cloruro de sodio no sólo emitirá la línea D amarilla del so dio, sino que también absorberá luz amarilla procedente de una fuente continua, colocada detrás de la llama (47).

El instrumento con el cual se mide la absorción de luz de parte de átomos en estado gaseoso es llamado espectrofotómetro de absorción atómica. Sus componentes básicos son (ver fig.4)

FIGURA 4.- ESQUEMA DE UN ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA (47).



Quemador-atomizador. Tiene la finalidad de rociar la muestra dentro de la flama y proporcionarle energía térmica (46).

Fuente de Luz. Esta produce el haz de luz que se hace incidir sobre la flama. En casi todos los instrumentos comerciales la fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco (46).

Monocromador. Esta parte del equipo selecciona y aísla la longitud de onda a la cual se va a medir la absorción (46).

Detector. Tiene el objetivo de producir corriente eléctrica que sea directamente proporcional a la radiación que incide sobre él (46).

En un espectrofotómetro de absorción atómica lo que ocurre es lo siguiente: una solución de la muestra es aspirada y rociada dentro de una flama, donde el solvente es evaporado o quemado, quedando sólo la muestra. Esta es descompuesta, por efecto de la elevada temperatura, y da lugar a la formación de átomos libres en estado gaseoso. Entonces se hace incidir un haz de luz de longitudes de ondas determinadas y éste provoca que los átomos de uno de los elementos se exciten hacia niveles de energía más elevados, mediante la absorción de parte de la radiación que incide sobre ellos. Se conoce que la absorción de radiación será proporcional a la densidad, en la flama, de los átomos que absorben



la radiación incidente. Aprovechando ese hecho se puede determinar la concentración del elemento que absorbe la radiación, mediante la lectura de la transmitancia o absorbancia que éste produce y posterior comparación de ésta con la que presente una o varias muestras de concentración conocida (47).

Cuando la muestra es absorbida y quedan en estado de vapor los átomos del elemento que se va a determinar, una pequeña proporción de éstos son excitados por la acción del calor de la llama y al regresar a su estado normal emiten radiaciones que se suman al rayo que sale de la flama, provocando esto una disminución de la absorbancia verdadera que debe presentar la muestra. Esto se evita sincronizando la fuente de luz y el detector, de modo tal que este último no sea sensible a la luz procedente de los átomos excitados. Esta técnica se llama modulación (46).

## V.2 FUNDAMENTOS DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA.

Una molécula absorbe la radiación infrarroja (4,000 a  $600 \text{ cm}^{-1}$  para fines analíticos) que incide sobre ella si la frecuencia de la radiación coincide con las frecuencias de rotación o vibración de la molécula y si la absorción provoca un cambio en su momento dipolar (48).

La absorción de radiación de poca energía provoca - un cambio en los niveles cuánticos de rotación y/o vibración debido a que las diferencias energéticas entre los estados rotacionales, y vibracionales son pequeñas comparadas con las correspondientes a los estados electrónicos, en los cuales se absorbe radiación visible o ultravioleta (48).

Un espectrofotómetro de absorción infrarroja es un equipo que grafica la transmitancia o absorbancia que presenta una sustancia contra la longitud de onda (o su equivalente en número de onda) de la radiación infrarroja que se hace incidir sobre ella.

Los espectros infrarrojos son como las huellas digitales de una sustancia puesto que no existen dos compuestos diferentes que presenten los mismos espectros infrarrojos. Lo mismo ocurre con mezclas de composición idéntica. Esta propiedad se emplea para la identificación de sustancias, comparando sus espectros infrarrojos con las de muestras de referencia.

### V.3 LA EVALUACION MICROBIOLOGICA.

En el proceso de elaboración de productos alimenticios existen diversos factores que pueden provocar la contaminación de los mismos. Entre estos factores se encuentran

las condiciones microbiológicas del agua utilizada, las condiciones de limpieza del personal y en los equipos, la carga microbiana en el aire, las condiciones de almacenamiento, etc.

En una planta de procesamiento, el agua es generalmente empleada en la limpieza de la materia prima, de la maquinaria y áreas de tratamiento, y en ocasiones como ingredientes; por tanto, es muy importante el estado microbiológico en que ésta se encuentre. Es frecuente la presencia de microorganismos patógenos en las aguas provenientes de los suministros municipales.

Las manos de las personas que trabajan en la elaboración de alimentos son una de las causas más frecuentes del aumento en el contenido microbiano de numerosos productos. El envenenamiento por *Staphylococcus aureus* se debe principalmente a la contaminación de los alimentos por las personas (52).

En los equipos de procesamiento, las superficies aparentemente limpias pueden hallarse recubiertas de una película de alimentos que proporcione el ambiente suficiente para la supervivencia y crecimiento de los microorganismos; los residuos de alimentos visibles en el equipo limpiado son focos potenciales de un alto nivel de contaminación

microbiana. Por tanto, la maquinaria debe limpiarse y desinfectarse.

Otra forma de contaminación microbiana es el contacto entre unidades de alimentos contaminados con las que están sanas. Los microorganismos pueden pasar por las unidades una tras otra hasta contaminar todo el lote.

Se puede decir que un producto a ser ingerido se encuentra en condiciones microbiológicas no aceptables cuando se determina en él una gran cantidad de microorganismos totales presentes, o cuando se reporta la presencia de algún organismo patógeno.

El recuento total de microorganismos presentes puede orientar sobre las condiciones higiénicas del tratamiento o elaboración del producto y sobre posibles manipulaciones perjudiciales durante la recolección, el tratamiento o el almacenamiento. La determinación del contenido microbiano es indispensable cuando se trata de apreciar la eficacia de los métodos de preservación.

Aunque el término recuento total es de uso corriente para estas determinaciones, no quiere decir que se detecten y cuenten todos los microorganismos existentes en una muestra. Se trata de apreciaciones aproximadas de la población

microbiana real. Los errores de  $\pm 90\%$  no son extraños cuando se manejan niveles del orden de  $10^4$  a  $10^5$  por gramo (53).

Los organismos patógenos a veces son difíciles de identificar en una muestra, ya sea porque se encuentren en poca cantidad o porque los métodos para reportar su presencia son algo complicados. Ante esto, se recurre a una técnica más manejable, que es analizar la presencia de otros microorganismos más fáciles de identificar y cuantificar, - que se encuentran en el producto en determinados niveles de concentración sólo si se encuentra también algún microorganismo patógeno, o si hay contaminación fecal; estos microorganismos son llamados "Indicadores". Entre los microorganismos indicadores fecales se encuentran bacterias entéricas, virus y protozoos (54).

En general, los virus y los protozoos son más difíciles de numerar que las bacterias. Entre estas últimas, - han sido sugeridas como organismos indicadores las Coliformes, Eschericha coli, enterobacteriáceas, enterococos, Pseudomonadales, Clostridias y Estafilococos (52).

La ausencia de un indicador en una muestra no puede ser considerada como prueba de la ausencia de patógenos intestinales. Para determinar la presencia o ausencia de patógenos entéricos deben ser considerados diversos microorganismos (52).

Se presentan a continuación las características de algunos microorganismos indicadores.

Coliformes.

Los Coliformes comprenden todos aquellos bacilos no formadores de esporas, gram-negativos, aeróbicos o facultativamente anaeróbicos, que fermentan la lactosa con formación de gas antes de 48 horas a 35°C. En base a los procedimientos habituales de la Food and Drug Administration (F.D.A.), de los Estados Unidos, la definición de un presunto coliforme corresponde a un microorganismo que produce gas en un caldo de cultivo en triptosa-lauril-sulfato (L.S.T.) a las 48 horas a 35°C. Un presunto coliforme es confirmado cuando produce gas en un medio de lactosa con verde brillante al cabo de 48 horas a 35°C. (52).

Este grupo de microorganismos incluye *Escherichia coli*, *Citobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae* y *Klebsiella pneumoniae*.

Los Coliformes habitan comúnmente en los intestinos y excrementos del hombre y los animales, por tanto, su presencia podría ser debida a contaminación fecal y acompañarse asimismo de patógenos entéricos. Desgraciadamente, también los hay de origen no fecal, cuya presencia en un alimento no

procesamiento. También se achaca la contaminación a la no - refrigeración preventiva del producto para evitar el crecimiento y la producción de toxina por el S. aureus (54).

La presencia masiva de Staphylococcus aureus en los alimentos indica precarias condiciones sanitarias, así como riesgo potencial para la salud debido a las enterotoxinas - estafilocócicas. Por lo general, se supone que la producción de enterotoxina alcanza el nivel capaz de provocar intoxicación cuando el recuento total de S. aureus es mayor de  $10^5$  ó  $10^6$  células por gramo (52).

#### Pseudomona aeruginosa.

Las bacterias que forman esta especie son bacilos - con flagelos polares. Aunque son aeróbicas, no son inhibidas hasta que el 75% del oxígeno del aire es reemplazado por nitrógeno. Esta especie es característica por la producción - de un pigmento verde que se esparce en el medio en que crece. Se desarrollan normalmente a temperaturas entre 8°C y - 42°C (54).

La Pseudomona aeruginosa produce una enterotoxina y puede causar gastroenteritis. Esta especie es oportunista, es decir, que produce infecciones en pacientes con baja resistencia. Su presencia en el tracto intestinal humano, así como sus características fisiológicas la convierten en un - posible indicador de contaminación fecal (52).

## CAPITULO VI

### ESTADO DEL ALOE EN EL PAIS

#### VI.1 CULTIVO.

En la República Dominicana, las plantaciones comerciales de Aloe comprenden alrededor de 15,000 tareas, localizadas principalmente en zonas aledañas de Guayubín, Azua, Baní y Barahona (49) (ver fig.5). La especie cultivada en esas plantaciones es Aloe barbadensis, Mill (7).

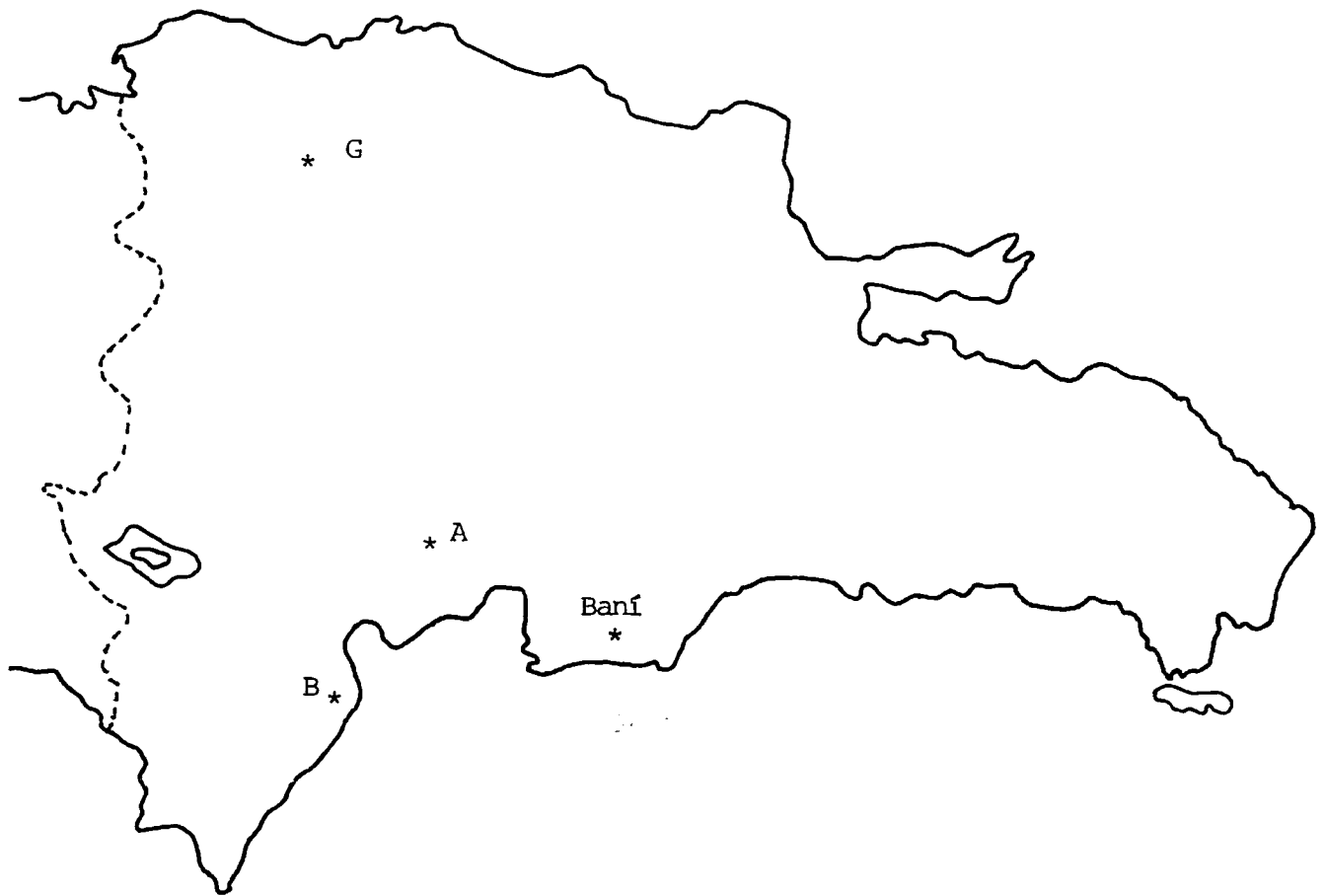
Con fines no comerciales la Sábila es cultivada en todo el país.

#### VI.2 PRODUCCION Y COMERCIALIZACION.

En la actualidad no se dispone de datos sobre la producción total de Aloe en la República Dominicana debido, en entre otras razones, a que una parte significativa de la Sábila producida se comercializa en los mercados y se vende a laboratorios fabricantes de cosméticos, y las estadísticas de esos medios de consumo son de difícil establecimiento. Se dispone tan sólo de las cifras de exportación de acíbar y de jugo de Aloe, las cuales son presentadas en la Tabla 1 y en la figura 6.



FIGURA 5.- ZONAS DE MAYOR CULTIVO DE ALOE EN LA  
REPUBLICA DOMINICANA (49).



A : Azua.

G : Guayubín.

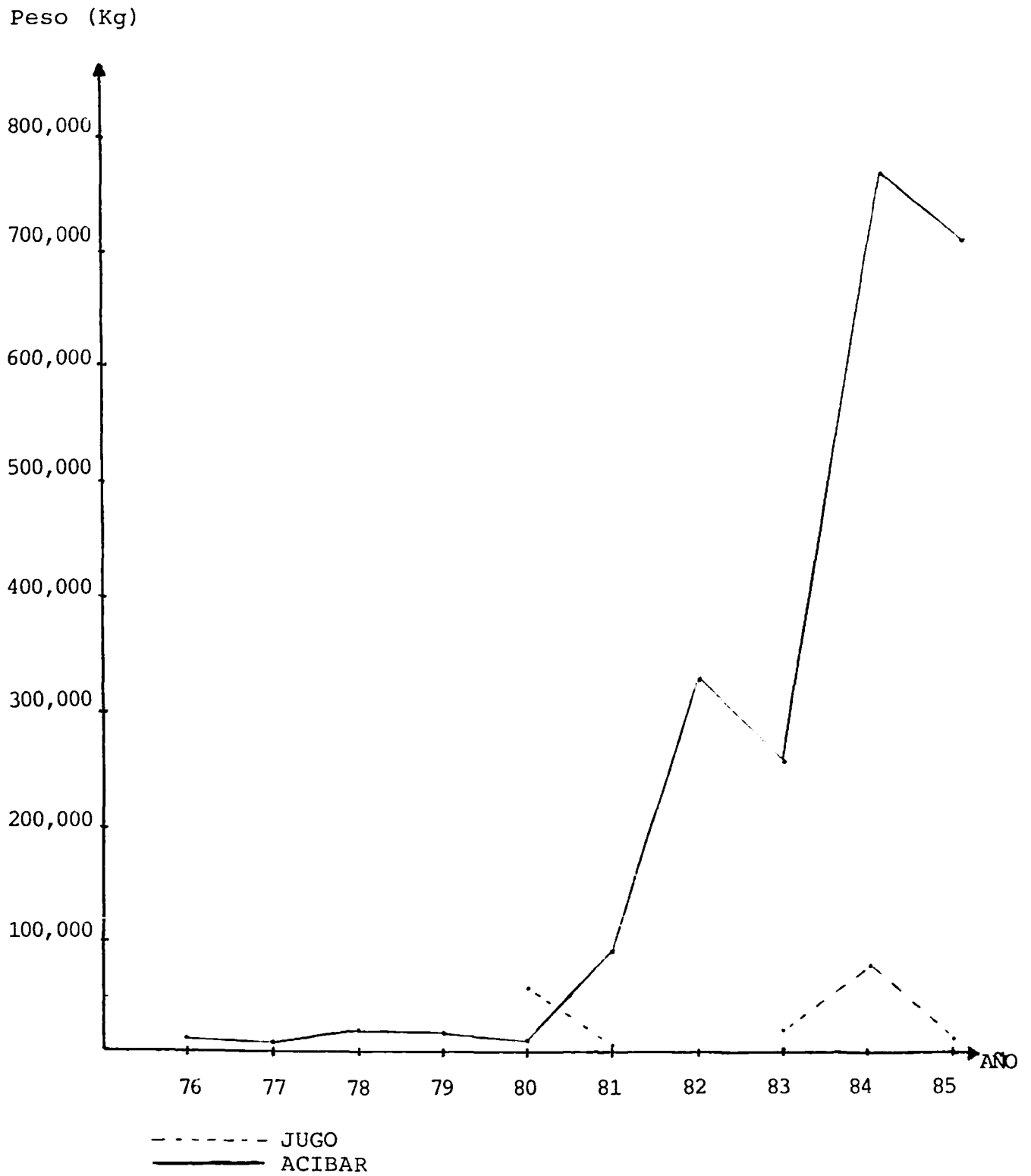
B : Barahona.

TABLA NO.1.- CIFRAS DE EXPORTACION DE ACIBAR Y DE JUGO DE ALOE (50).

AÑO	A C I B A R		J U G O	
	PESO BRUTO (Kg)	VALOR (FOB), RD\$	PESO BRUTO (Kg)	VALOR (FOB), RD\$
1976	14,373	12,630	-*	-
1977	10,616	3,431	-	-
1978	18,996	28,032	-	-
1979	17,822	25,737	-	-
1980	11,203	12,521	56,104	8,984
1981	91,980	30,687	2,041	418
1982	328,705	57,679	-	-
1983	256,726	68,559	16,801	14,300
1984	768,570	166,794	75,876	9,125
1985	706,545	120,849	11,975	990

\* (-) = no se exportó.-

FIGURA 6.- COMPORTAMIENTO DE LAS EXPORTACIONES DE  
SABILA EN LOS ULTIMOS 10 AÑOS.



Entre los años 1976 y 1980 las exportaciones de acíbar se mantuvieron prácticamente constantes (ver fig.6). En 1982, en cambio, fueron 23 veces mayores que la media del período 76-78. Luego descendieron ligeramente en el 83 y en el 84 se produjo el máximo incremento, llegándose a exportar acíbar en una cantidad 2.3 veces más grande que la exportada en 1982. Con relación al año anterior, en 1985 se exportó 8.1% menos.

El hecho de que las exportaciones de acíbar se hayan incrementado en los últimos 5 años no significa que continuarán creciendo o que se mantendrán constantes, pues se considera que éstas disminuirán a largo plazo, debido a un descenso previsto de la demanda mundial; motivado éste por el abandono en la utilización del acíbar como sustancia catártica (ver IVI-1, primera parte).

Refiriéndose al acíbar, el señor Nelson Rodríguez - Martínez, en su libro "Cultivos no Tradicionales en la República Dominicana", señala que: "...el principal problema de la Sábila es su mercado, debido a la competencia actual y - al bajo consumo mundial..." (4).

En cuanto al jugo, éste se comenzó a exportar a partir de 1980 y actualmente, al igual que en ese año, el mismo es obtenido por un solo productor (51).

La exportación de jugo de Aloe, hasta la fecha, ha sido poco significativa. Se considera que cuando la tecnología para producirlo esté al alcance de otros productores locales de Sábila, será, junto con el concentrado, el principal producto de exportación entre los derivados del Aloe.

Las exportaciones de acíbar y jugo de Sábila han estado dirigidas, casi en su totalidad, hacia los Estados Unidos (50).

tercera parte

EXPERIMENTAL

## CAPITULO I

### MATERIALES Y METODOS

#### I. OBTENCION DE JUGO Y CONCENTRADO DE ALOE.

##### I.1 METODOS.

##### I.1.1 JUGO.

Se diseñó un proceso que es una adaptación a nivel de planta piloto del procedimiento tradicionalmente conocido para la preparación del jugo.

En este proceso, las pencas de sábila -a las cuales se les había extraído la savia- son lavadas y se les separa el mucílago o cristal, del cual, por trituration se obtiene el jugo fresco que luego es filtrado.

##### I.1.2 CONCENTRADO.

En el proceso implementado, el jugo de aloe es concentrado hasta un 5-7% de su volumen inicial, y por adición de un solvente apropiado se precipita un gel que luego es se cado, pulverizado y pasado por un tamiz, resultando el polvo o concentrado de sábila.

I.2 EQUIPOS.

I.2.1 PARA LA OBTENCION DEL JUGO.

- Caldera marca Monitor, modelo M 100-40
- Filtro Ertel, modelo 12" EJC-10
- Olla de calentamiento Elmer
- Refinador Sterling, modelo UBF
- Refrigerador marca Bally

I.2.2 PARA LA OBTENCION DEL CONCENTRADO.

- Los equipos utilizados en la obtención del jugo
- Bomba de vacío marca Graham, modelo PV3204
- Cedazo Fisher No.80
- Concentrador de película marca Kontro, modelo - ISQ-FT-03
- Molino marca Norton
- Termopar Doric, modelo 400A Trendicator

I.2.3 DESCRIPCION DE EQUIPOS.

A continuación se hace una descripción de algunos de los equipos.

Concentrador de Película.

El concentrador de película se basa en el hecho de que si se reduce la presión sobre un líquido disminuye su



temperatura de ebullición y, por tanto, se puede evaporar a una temperatura tan baja como sea la presión externa sobre él. En la industria de alimentos es usado cuando se quiere concentrar líquidos inestables por evaporación a baja temperatura. En él se concentran jugos de frutas, de vegetales, vinos, etc.

En este equipo el jugo es succionado por una bomba y llevado hacia el interior de una cámara donde se evapora por acción del vapor de agua suministrado por una caldera y por aplicación de vacío (suministrado por una bomba de vacío). El vapor de agua extraído pasa por un condensador vertical y es recogido en forma líquida en una salida del equipo. Por la otra salida, anterior al condensador, se recoge el líquido concentrado. A las dos salidas del equipo están conectados herméticamente recipientes de vidrio en los que se recogen el agua condensada y el jugo concentrado. Cuando estos recipientes se llenan, se interrumpe el vacío por medio de válvulas situadas en las tuberías que comunican el concentrador con los recipientes, y se desmontan.

#### Filtro Ertel.

Está conformado por un cilindro conectado a su base por un gran tornillo. Dentro de él se encuentran 5 capas - de filtros, cada una de ellas con dos filtros gruesos de papel.

Cuando se quiere filtrar un fluido, el cilindro es herméticamente cerrado y el líquido es forzado a pasar a través de las capas filtrantes mediante la succión de una bomba que está anexa al equipo. Después que el líquido atraviesa los filtros, sube hasta el tope del cilindro y baja, ya filtrado, por un conducto conectado a la salida.

El filtro está diseñado para trabajar por lo menos con 4 galones de jugo, debido a que para que comience a salir líquido filtrado tiene que llenarse todo el cilindro.

Molino Marca Norton.

Consiste de un cilindro de porcelana dentro del cual hay contenidas 4 bolas macizas también de porcelana. Cuando el cilindro es girado por un motor eléctrico, las bolas golpean la sustancia sólida que está en contacto con ellas y la convierten en polvo.

Refinador Sterling.

Este instrumento es usado en la trituración de frutas y otros alimentos con la finalidad de obtener el jugo contenido en ellos.

La masa a procesar se vierte en un embudo superior y pasa a una cámara, donde es triturada por cuchillas, situadas en un tubo central que gira a una velocidad controlada, pasando entonces a través de un tamiz de abertura apropiada y recogiendo finalmente en forma de jugo en recipientes colocados debajo de una salida. La masa residual, que se recoge por otra salida, es entonces pasada de nuevo por el refinador varias veces.

El equipo cuenta con un regulador de la velocidad, el cual está graduado en escala de 1 a 6.

## 2. EVALUACION DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS.

Para la selección de los análisis a realizar se tomó como referencia las especificaciones reportadas por casas compradoras extranjeras (ver anexos 1A, 1B y 1C) y las normas generales de calidad en alimentos y medicamentos.

### 2.1 METODOS.

A continuación presentamos una lista de los análisis realizados y los métodos escogidos y/o las fuentes de los mismos.

2.1.1 JUGO.

Análisis Fisico-Químicos.

PH.....	AOAC 33.006-33.008 (53)
Gravedad Específica .....	AOAC 9.010-9.011
Sólidos Totales .....	AOAC 33.041
Sólidos Insolubles en Agua.....	Mediante el empleo de vasos sintetiza <u>dor</u> .
Valor Acido.....	Laboratory Techni <u>ques in Food Analy</u> sis(55)
Metales Tóxicos .....	Espectrometría de Absorción Atómica (Métodos de la Va <u>rian Techtron</u> ) (56).
Al, Cu, Sb, Zn .....	Técnica de Llama
Cd, Pb .....	Técnica de Horno - de Grafito
Hg .....	Técnica de Vapor Frío

Análisis Microbiológicos.

Se emplearon los métodos presentados en: "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods" (56).

Recuento Total de Bacterias.....	Recuento en placas en vertido.
Recuento Total de Coliformes.....	Recuento en placas en vertido.

Pseudomona Auruginosa.....Siembra en placas  
por estrías.  
Staphylococcus Aureus .....Recuento en placas  
en superficie.

2.1.2 CONCENTRADO.

Análisis Fisico-Químicos.

PH .....AOAC 33.006-33.008  
Humedad .....AOAC 7.003  
Sustancias Solubles en Agua.....AOAC 22.020  
Sustancias Solubles en Alcohol..AOAC 32.012  
Cenizas Totales.....AOAC 30.006  
Cenizas Insolubles en Acido.....AOAC 30.008  
Metales Tóxicos .....Espectrometría de  
Absorción Atómica  
(Métodos de la Va-  
rian Techtron)  
Al, Cu, Sb, Zn .....Técnica de Llama  
Cd, Pb .....Técnica de Horno de  
Grafito  
Hg .....Técnica de Vapor -  
Frío  
Espectro Infrarrojo .....Lectura en Espectro  
fotómetro Infrarro-  
jo (Pastilla Prepa-  
rada con KBr).

Análisis Microbiológicos.

Se emplearon los métodos presentados en "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods"

Recuento Total de Bacterias	...Recuento en placas en vertido
Recuento Total de Coliformes	....Recuento en placas en vertido
Pseudomona Aeruginosa	.....Siembra en placas por estrías
Staphylococcus Aureus	.....Recuento en placas en superficie

2.2 EQUIPOS.

- Balanza de precisión marca Sartorius, Modelo 2842
- Baño de control térmico Masterline 2095
- Bomba de vacío
- Centrífuga
- Contador de colonias Quebec
- Desecador
- Espectrofotómetro de absorción atómica Varian - Techtron, Modelo AA-6
- Espectrofotómetro infrarrojo marca Beckman.

- Horno
- Horno de grafito Varian Techtron, Modelo 63
- Horno de vacío marca Precision
- Manta de calentamiento
- Mufla marca Heraeos, Modelo MR170
- Ph metro marca Corning, Modelo 7
- Densímetros (1.000-1.010)
- Plato calentador marca Corning

### 2.3 CRISTALERIA Y OTROS MATERIALES DE LABORATORIO.

- Agitadores
- Asa de platino
- Buretas
- Cápsulas de aluminio
- Cápsulas de vidrio
- Codos de conexión
- Condensadores
- Crisoles
- Embudos buchner No.40T
- Embudos de filtración
- Kitasatos
- Matraces aforados
- Matraces erlenmeyer
- Matraces esmerilados

- Microjeringa
- Papel de filtro
- Pipetas
- Placas Petri
- Probetas
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Varilla de forma de hockey
- Vasos de precipitados
- Vasos de vidrio sinterizado
- Vidrios-reloj

#### 2.4 REACTIVOS, SOLUCIONES Y MEDIOS DE CULTIVO.

- Alcohol etílico (95%; 80%)
- $Ba(OH)_2$
- Cetrimide agar
- Fenolftaleína (1%)
- Ftalato ácido de potasio
- HCl conc.
- $HNO_3$  conc.
- Metil-isobutil-cetona saturada con agua (MiBK)
- Peptona
- Soluc. ácido clorhídrico 0.1N; 2:5; 1:1
- Soluc. aminopinolidin ditiocarbamato 2% (APCD)



- Soluc. cloruro estanoso 20%
- Soluc. clorhidrato de hidroxilamina 3%
- Soluc. hidróxido de potasio 0,1N
- Soluc. permanganato de potasio 2%
- Soluc. persulfato de potasio 2%
- Soluc. trixton X-100 5%
- Standard Methods agar
- Violet Red Bile agar
- Vogel Johnson agar

CAPITULO II

EXPERIMENTOS REALIZADOS

1. OBTENCION DE JUGO Y CONCENTRADO DE SABILA.

Para la obtención de estos productos se emplearon - pencas procedentes de plantaciones comerciales de la región Sur del país. Las cuatro primeras obtenciones del jugo se realizaron con pencas provenientes de una plantación situada en Azua, y en las siguientes cuatro se emplearon pencas procedentes de una plantación de Baní. Las dimensiones de las pencas empleadas se reportan en la tabla 1 del capítulo de discusión de resultados.

Se realizaron ocho obtenciones de jugo, en las que se emplearon 2260 pencas de Sábila, produciéndose un volumen total de 226.3 litros de jugo filtrado. Este jugo se empleó en la realización de los análisis fisico-químicos y microbiológicos, en las pruebas preliminares de estabilización, y la mayor parte en la obtención del concentrado.

Del concentrado de Sábila se realizaron cuatro obtenciones, todas con jugo de pencas provenientes de la plantación banileja.

### 1.1 DISEÑO DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE JUGO DE ALOE.

Para la obtención de jugo de Aloe se diseñó un proceso a nivel de planta piloto, con base en los procedimientos tradicionalmente empleados.

Partiendo de pencas de Sábila que previamente han sido lavadas y almacenadas bajo refrigeración ( $4^{\circ}\text{C}$ - $8^{\circ}\text{C}$ ), el proceso sigue cinco etapas (Ver figura 7):

- Eliminación de la savia
- Lavado
- Separación del mucílago
- Trituración
- Filtración

De las pencas almacenadas se escogían aquellas que no presentaban pedazos deteriorados u oscurecidos, y se pesaban con la finalidad de calcular el peso promedio de cada penca y el rendimiento del jugo obtenido.

En las primeras cuatro obtenciones se midió el largo y el ancho de cada penca, para complementar las evaluaciones de rendimiento.

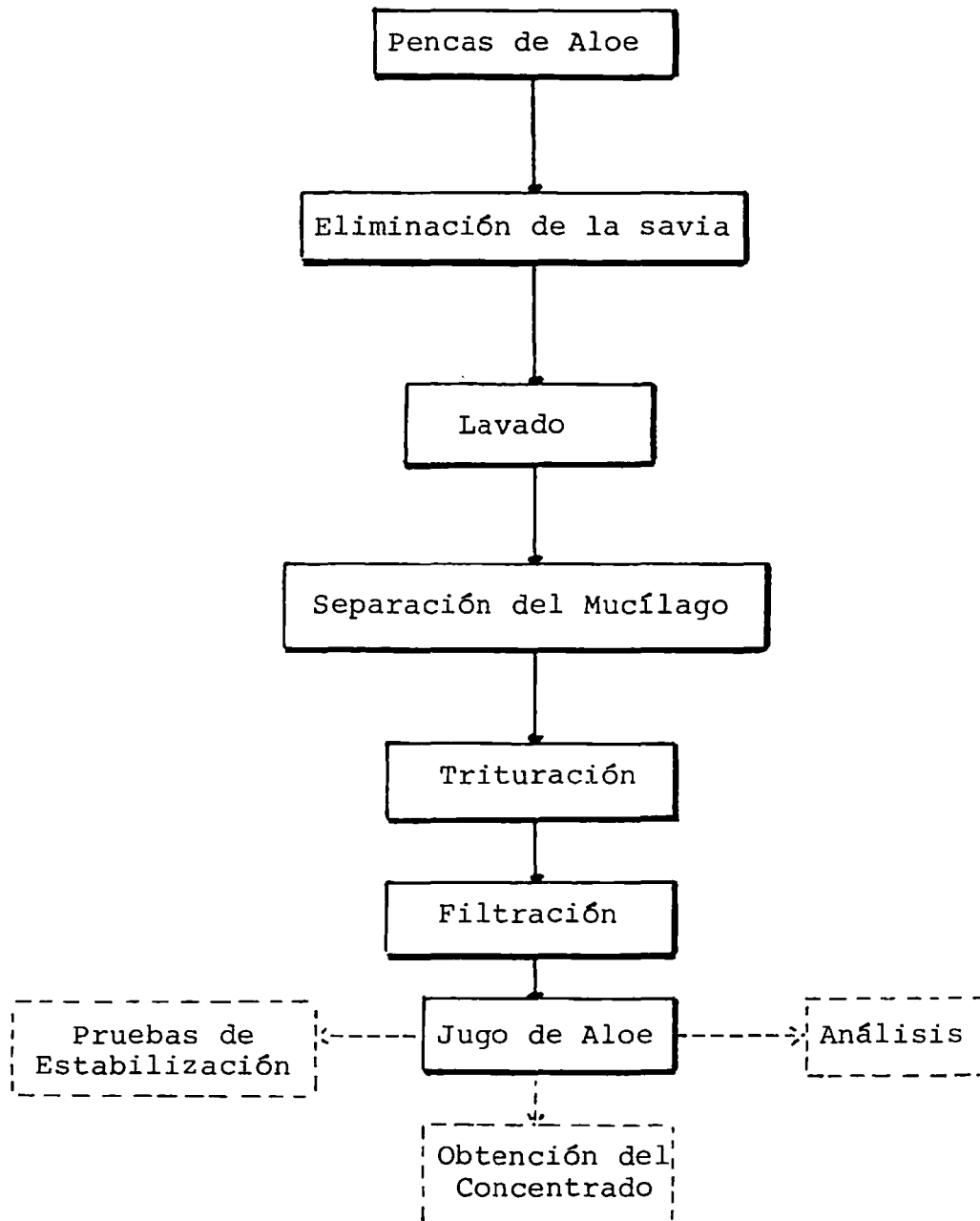
A continuación se describe cada etapa del proceso.

a) Eliminación de la Savia. Cuando las pencas son cortadas en la plantación estilan parte de su savia. Para asegurarse de obtener un jugo sin la presencia de sustancias antraquinónicas indeseables, a todas las pencas se les eliminaba la savia residual al cortarles los bordes y parte de la base y colocarlas, con su base más ancha hacia abajo, en cubetas en las que se recogía la savia. Aunque no es objeto de este estudio, a partir de esta savia se puede obtener acíbar, al concentrarla por evaporación.

b) Lavado. El lavado se realiza con el objeto de eliminar la savia que queda adherida a la capa exterior de las pencas, así como cualquier otro cuerpo extraño. Las pencas eran lavadas primero con agua fresca de la llave y luego con agua a la temperatura de ebullición.

FIGURA No. 7

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION  
DEL JUGO DE SABILA



c) Separación del Mucílago. El mucílago, pulpa o cristal, se separa de la penca de Aloe manualmente, mediante el uso de cuchillas afiladas. Esta separación se efectuaba de modo que quedara una capa de pulpa de aproximadamente 1/8 de pulgada adherida a la corteza.

Previo a la separación del mucílago, los utensilios, tales como bandejas, cuchillas, mesas y recipientes, eran la vados con agua caliente, a temperatura de ebullición. Se emplearon bandejas de plástico y se evitó en la medida de lo posible el contacto del cristal y el jugo con accesorios metálicos.

d) Trituración. El mucílago se pasa por un refinador, del que se obtiene el jugo fresco por una salida y por otra el residuo, el cual se introduce de nuevo en el refinador unas siete u ocho veces hasta que no produzca más jugo.

El equipo era lavado con detergente y tratado con agua hirviente antes de usarlo.

Se encontró que para una mayor eficacia en la operación, la primera trituración del mucílago en el refinador - debía ser a una velocidad relativamente lenta (graduación de 3.5 en el equipo usado), y las demás trituraciones, cuando la masa mucilaginososa estaba más seca, se efectuaban a una

velocidad mayor (graduación de 4.5 en el equipo indicado).  
El tamiz usado en el refinador fue No.33.

e) Filtración. El líquido recogido se somete entonces al proceso de filtración. El jugo se hace pasar a través de 10 filtros de papel, presionado por la succión de una bomba de vacío, y se recoge en una salida del equipo.

Al comenzar la filtración, se purga el filtro con una válvula colocada en su parte superior. Como la capacidad del cilindro del filtro es de unos 4 galones, se debe disponer de una cantidad equivalente de jugo extra, que finalmente quedará dentro del cilindro y no será filtrado.

## 1.2 DISEÑO DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DEL CONCENTRADO DE ALOE.

### 1.2.1 ENSAYOS EN LABORATORIO.

Al empezar la tarea de desarrollar un proceso para la obtención de concentrado de Aloe sólo se contaba con dos informaciones que orientaban acerca de cómo se podría precipitar el gel.

Puesto que se sabía que el jugo contenía solamente alrededor de 0.65% de sólidos totales, se decidió que antes

de investigar sobre la precipitación del gel había que concentrarlo. Para este fin el método a seguir era la evaporación.

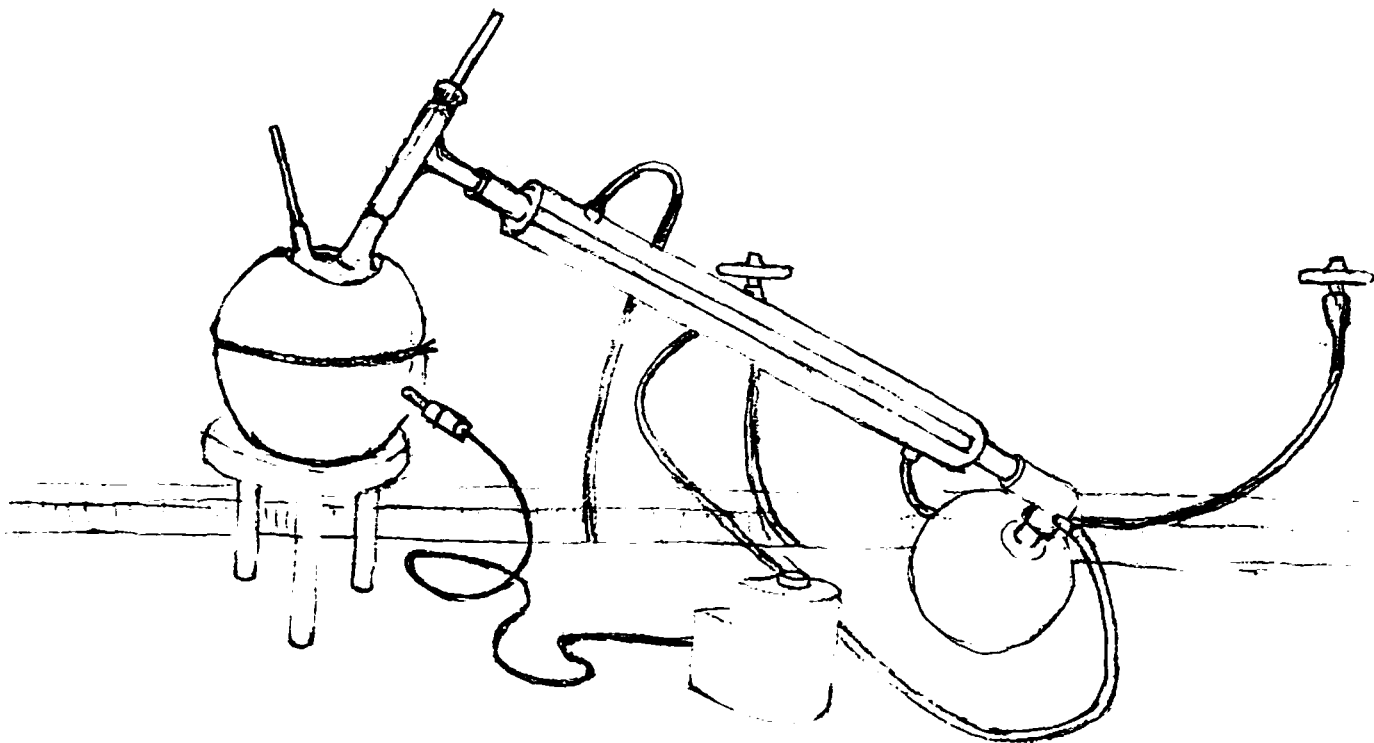
Al calentar el jugo para evaporarle agua se corre el riesgo de que se destruyan sus principios activos. Por eso se determinó la temperatura máxima a la que éste se puede mantener sin que se produzca deterioro en su constitución; ésta es de 55°C. Se notó que cuando se sobrepasa dicha temperatura el jugo cambia su color de verde claro, casi incoloro, a pardo rojizo; también cambia su olor y algunas veces se producen precipitaciones.

Luego de conocido que para no alterar las características del jugo su temperatura no se debe elevar sobre 55°C, se procedió a evaporarle agua mediante calentamiento y reducción de presión (Ver fig. 8). La máxima presión a la que el jugo era sometido era aquella a la cual no se producía succión del líquido por la bomba, y esto dependía - principalmente de la cantidad de jugo que se estaba concentrando. De ese modo, la concentración se efectuó hasta aproximadamente 1/5 del volumen original de jugo.

Después de concentrado el jugo se procedió a precipitar el gel. Para esto se empleó alcohol como agente precipitante. Se sabía que el jugo de Aloe precipitaba por la adición de alcohol etílico (Ver ref. 32 y anexo 1A).



FIGURA 8.- EQUIPOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO PARA  
CONCENTRAR EL JUGO DE ALOE.



Después de conocida la temperatura máxima que soporta el jugo y el solvente adecuado para precipitarlo, el próximo paso era obtener el concentrado en la planta piloto.

#### 1.2.2 OBTENCION EN PLANTA PILOTO.

El proceso diseñado para la obtención del concentrado de Aloe comprende las siguientes etapas (Ver fig.9):

- Obtención del jugo
- Concentración del jugo
- Precipitación del gel
- Secado
- Trituración
- Tamizado

A continuación se presenta una descripción de las etapas que conforman el proceso.

a) Obtención del Jugo. Se realiza mediante el procedimiento descrito en el acápite 1.1 de este capítulo. Cuando se obtenía el jugo y no se iba a utilizar en ese instante para preparar el concentrado, se conservaba en la oscuridad, en cubos bien tapados, a una temperatura de 4°C a 8°C.

b) Concentración del Jugo. La concentración del jugo a nivel de planta piloto se fundamenta en los mismos principios que los ensayos realizados en el laboratorio. Para tales fines se utilizó un concentrador de película. En este equipo el jugo pasa por una cámara donde a baja presión y por aplicación de calor se produce evaporación de agua, la cual es condensada y recogida por una de las salidas; por la otra salida se recoge el jugo más concentrado. En cada pasada, el jugo perdía entre un 20% y un 30% de agua; se pasó varias veces por el equipo hasta concentrarlo a un volumen de un 5 a 7% de su volumen original, donde el porcentaje de sólidos totales, medido con un refractómetro de luz solar y expresado en grados Brix, se encontraba entre 5 y 8 grados (Ver tabla 3 en resultados).

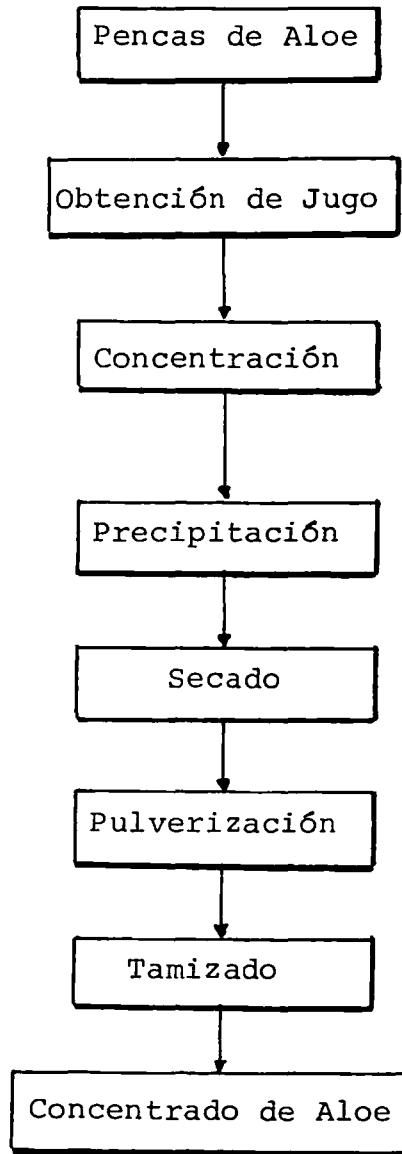
Antes de usar el concentrador, éste era cuidadosamente lavado con detergente y agua en ebullición.

Los parámetros de trabajo empleados fueron: temperatura de la cámara 52°C y presión de la cámara 20 plg. de Hg. Estos son valores promedio.

c) Precipitación del Gel. Una vez concentrado el jugo hasta los niveles adecuados se le agrega alcohol etílico. Se produce un precipitado blanco, el cual es separado del resto del líquido por decantación y luego colocado en platos

FIGURA No. 9

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DEL  
CONCENTRADO DE ALOE (POLVO)



corrientes de porcelana. El alcohol utilizado es recuperado mediante destilación y empleado de nuevo en esta etapa.

d) Secado. El gel es entonces secado en un horno a 100-105°C, durante unas 6 horas.

Durante el secado, aproximadamente cada media hora, había que remover la parte superficial del gel que se había secado e impedía el contacto de la parte húmeda con el ambiente dentro del horno.

e) Pulverización. El gel seco se introduce en un molino, donde por acción de bolas macizas internas es reducido a la forma de polvo. La trituración se realiza durante 10 a 12 horas.

f) Tamizado. El gel seco y pulverizado es finalmente pasado por un tamiz. La parte retenida en el tamiz se retorna a la fase de pulverización o trituración.

Con esta etapa de tamizado concluye el proceso, quedando como producto el polvo o concentrado. Los rendimientos obtenidos se indican en la tabla 3 de la sección de resultados.

## 2. EVALUACION DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS.

Se realizaron análisis fisico-químicos y microbiológicos a muestras de cada una de las ocho obtenciones de jugo y las cuatro de concentrado. Algunos análisis se realizaron en menor número (ver sección de resultados), debido a su elevado costo. Cada uno de los análisis se realizó en duplicado.

Una lista de los análisis y las fuentes de los métodos escogidos se presentó en la sección de "Materiales y Métodos".

A continuación se describen cada uno de los análisis, el procedimiento de su realización, los materiales a emplear, las ecuaciones de cálculos y un ejemplo de cada uno.

### 2.1 ANALISIS REALIZADOS AL JUGO.

#### 2.1.1 PH.

Es la concentración de hidrogeniones ( $H^+$ ) en un líquido o solución. Hace referencia al grado de acidez de la sustancia.

Instrumento: PHmetro.

Procedimiento: Con el PHmetro regulado a la temperatura de la muestra y estandarizado con una solución buffer

de pH cercano al de la muestra, se introduce el electrodo (previamente lavado con agua destilada y con la misma muestra) en un recipiente con la muestra, y se dispone el botón de lectura en la posición de pH. Se lee en la escala, y terminada la lectura se reporta el pH leído con el segundo número decimal tomado por apreciación.

Ejemplo: pH = 4,82

#### 2.1.2 GRAVEDAD ESPECIFICA.

Es la relación peso/volumen de una sustancia, dividida por la misma relación para el agua a una temperatura determinada. Es una propiedad física que se toma en cuenta en el reconocimiento de la identidad y de la calidad de muchos productos. El cociente peso/volumen disminuye con un aumento de la temperatura, debido al incremento producido en el volumen.

Para determinar la gravedad específica de líquidos y soluciones se emplean diversos métodos, como el de la probeta, el densímetro, el picnómetro, etc. Se empleó para estos análisis el método del densímetro, por ser de uso sencillo y con la precisión que se requiere para el tipo de muestra.

Equipos: Densímetro, probeta de 100ml, termómetro, vasos de precipitado de 200ml, agitador, baño de control térmico.

Procedimientos: Con un baño de control térmico y termómetro se consigue la temperatura a la que se desea de terminar la gravedad específica. La muestra se homogeniza con agitación y se vierte en un recipiente, que puede ser una probeta, hasta revosarlo. Se introduce el densímetro y se deja flotar libremente. Se hace la lectura de la gravedad específica en el punto donde el menisco superior del líquido (que posee coloración) toque la escala del densímetro. La lectura abarca hasta la tercera cifra decimal.

Ejemplo: 20°C: G.E. = 1,003.

### 2.1.3 SOLIDOS TOTALES.

Es el residuo sólido que queda después de someter la muestra a secado entre 100°C y 105°C. Se expresa como porcentaje en peso de muestra.

Equipos: Balanza, horno, desecador, baño de maría, cápsulas de vidrio, vidrios reloj, vasos de precipitado de 50ml.



Procedimiento : Se agita completamente la muestra y se pesa con exactitud hasta la décima de miligramos alrededor de 10g. en una cápsula de vidrio previamente tarada y pesada. Se evapora a sequedad en baño de María y se calienta en horno a 100-105°C por 2 horas. Se refresca en de secador y se pesa. Luego se calienta de nuevo en horno por 1/2 hora, se refresca y se pesa. Esto se repite, si es necesario, hasta pesada constante.

Cálculos:

$$\% \text{ S.T.} = \frac{A - B}{C} \times 100, \text{ donde}$$

A = Peso de cápsula + residuo seco

B = Peso de cápsula vacía

C = Peso de muestra

Ejemplo:

$$\text{Muestra a : } \% \text{ S.T.} = \frac{47,3975 - 47,3214}{10,0128} \times 100 = 0,760$$

$$\text{Muestra b : } \% \text{ S.T.} = \frac{44,4351 - 44,3580}{10,0151} \times 100 = 0,770$$

$$\% \text{ S.T.} = \frac{0,760 + 0,770}{2} = \underline{\underline{0,765}}$$

#### 2.1.4 SOLIDOS INSOLUBLES EN AGUA.

Se refiere a la cantidad de sustancias de una muestra que no se disuelven después de ser ésta agitada, filtrada y lavada con agua. Se expresa como porcentaje en relación al peso de la muestra.

Equipos: Balanza, horno, desecador, bomba de vacío, vasos de vidrio sinterizado, vasos de precipitado de 20ml, agitadores, kitsatos, frasco lavador.

Procedimiento: Se pesa con exactitud alrededor de 20g de muestra homogenizada y se vierte en un vaso de precipitado de 200ml. Se le agrega agua hasta un volumen aproximado de 100ml y se agita. Entonces se filtra a través de un vaso de vidrio sinterizado No.4 o F aplicando succión. - El vaso de vidrio sinterizado debe haber sido previamente tarado 2 1/2 horas en horno a 100-105°C y pesado. Se hacen lavados con agua (se emplea alrededor de 200ml de agua). El vaso de v.s. con el residuo se seca en horno a 100-105°C por 2 1/2 horas, se refresca en desecador y se pesa. Luego se repite esta operación (con secado por 1/2 hora) hasta pesada constante.

Cálculos:

$$\% \text{ S.I.A.} = \frac{A - B}{C} \times 100, \text{ donde}$$

S.I.A. = Sólidos Insolubles en agua

A = Peso vaso + residuo insoluble seco

B = Peso vaso vacío

C = Peso Muestra

Ejemplo:

$$\text{Muestra a : } \% \text{ S.I.A.} = \frac{28.3177 - 28.3140}{20,0728} \times 100 = 0.018$$

$$\text{Muestra b : } \% \text{ S.I.A.} = \frac{27.7350 - 27.7328}{27,6164} \times 100 = 0.010$$

$$\% \text{ S.I.A.} = \frac{0.018 + 0.010}{2} = \underline{\underline{0.014}}$$

2.1.5 VALOR ACIDO.

El valor ácido es el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los ácidos libres en un gramo de muestra.

Equipos: Balanza, bureta, matraces erlenmeyer de 100 ml.

Reactivos: Solución estándar de KOH 0,1N; solución indicadora de fenolftaleína al 1%.

Preparación Solución de KOH: Se añade 6g de KOH - químicamente puro a un litro de agua en un matraz erlenmeyer de dos litros. Se hierve 10 min. con agitación y se añade 2g de Ba(OH)<sub>2</sub> químicamente puro. Se hierve 5-10 min. más; se enfría, se tapa el matraz y se deja en reposo por varias horas. Luego se filtra a través de un vaso de vidrio sinterizado. Se guarda en una botella resistente a los álcalis protegida del CO<sub>2</sub>. El álcali se valora con ftalato ácido de potasio, usando fenolftaleína como indicador.

Procedimiento : Se pesa con exactitud 20ml de la muestra bien mezclada, en un matraz erlenmeyer. Se añade la solución indicadora y se valora con la solución estándar del álcali hasta que persista un ligero color rosado.

Cálculos:

$$\text{Valor Acido} = \frac{V(\text{ml}) \times N(\text{meq/ml}) \times 56.1094 \text{ mg/meq}}{\text{peso de muestra (g)}}$$

Ejemplo:

$$\text{Muestra a : V.A.} = \frac{1.02 \times 0.0990 \times 56.1094}{13.0343} = 0.435$$

$$\text{Muestra b : V.A.} = \frac{1.12 \times 0.0990 \times 56.1094}{14.6489} = 0.425$$

$$V.A. = \frac{0.435 + 0.425}{2} = \underline{\underline{0.430}}$$

#### 2.1.6 METALES TOXICOS.

Los metales tóxicos se determinaron por la técnica espectrometría de absorción atómica, con el empleo de instrumento y métodos de la varian techtron.

Se utilizaron las siguientes técnicas:

- Llama ..... Para la determinación de Al, Cu, Sb y Zn.
- Horno de Grafito ..... Para la determinación de Cd y Pb.
- Vapor Frío ..... Para la determinación de Hg.

##### 2.1.6.1 TECNICA DE LLAMA.

La muestra es rociada hacia una llama producida por una mezcla compuesta por un gas oxidante y un gas combustible. La llama funge como celda para la muestra y en ella se produce la atomización de los metales.

Para lograr sensibilidad analítica máxima la llama debe ajustarse respecto al haz hasta que se obtenga una lectura máxima de absorbancia.

Equipos: Espectrofotómetro de A.A., plato calentador, vasos de precipitado, matraces aforados, pipetas.

Reactivos: HCl (1:1).

Preparación de la Muestra: Se toma 50ml de jugo se evapora hasta casi sequedad. Se ataca con HCl (1:1), calentando hasta que se haya disuelto todo el residuo, y se aforra a 100ml con agua destilada. La muestra se prepara en duplicado.

Se preparan las soluciones estándares y se procede también a leerlas.

Procedimiento de Lectura: Se selecciona la mezcla de gases (oxidante y combustible) y el tipo de quemador correspondiente, y se coloca la lámpara del elemento a determinar (la cual debe dejarse calentar por unos 15 min.). Se ajustan los parámetros del instrumento (longitud de onda, abertura del espectro, corriente de la lámpara) y los parámetros de funcionamiento (flujo de combustible, flujo de oxidante, altura de la llama). A seguidas se enciende la llama. La muestra preparada se aspira desde su envase a través del tubo capital y se lee la absorbancia directamente en la pantalla digital de registro. Lo mismo se hace con la solución del estándar.

Parámetros de Funcionamiento.

Flujo de combustible.....	5	(en escala de 1-10)
Flujo de oxidante .....	5	(en escala de 1-10), y de 7 para el $N_2O$
Altura de la llama .....	10	mm

2.1.6.2 TECNICA DE HORNO DE GRAFITO.

La muestra es introducida en un horno de grafito, - donde la aplicación de diversas diferencias de potencial - producirá aumentos graduales de temperatura sobre la mues tra. Primero, la muestra pasa por una etapa de secado, don de se elimina el disolvente; luego pasa al estado de ceniza, destruyéndose y volatilizándose diversos componentes de la misma, sin volatilizarse el elemento a analizar; finalmente llega a la etapa de atomización, donde el elemento ana lizado se volatiliza en estado atómico y absorbe la radiación de la lámpara.

Los distintos niveles de voltaje se aplican durante períodos de tiempo determinados, de modo que no se produzcan interferencias en la determinación por la acción de componentes no volatilizadas previamente, o por el contrario, por que se haya volatilizado parte del elemento a analizar an tes de llegar a la etapa de atomización.

Este método tiene mayor sensibilidad que el de llama y se usó fundamentalmente para determinaciones en las que la concentración del metal analizado es sumamente pequeña.

Equipos: Espectrofotómetro de absorción atómica, horno de grafito, centrífuga, tubos de ensayo, pipetas.

Reactivos: Trixton X-100 (5%); APDC (2%); MIBK (saturada).

Preparación de la Muestra: Se pipetea un mililitro de la muestra líquida y se vierte en un tubo de ensayo. Se le agrega 1ml de reactivo trixton X-100 en solución al 5%, luego 1ml de aminopirrolidinditiocarbamato (APDC) al 2% y finalmente 3ml de metilsobutilcetona (MIBK) saturada con agua destilada. Se agita suavemente por aproximadamente un minuto y se centrifuga. La muestra se prepara en duplicado.

A los estándares se les somete al mismo tratamiento.

Procedimiento de Lectura: Se coloca la lámpara del metal que se va a determinar y se ajustan los parámetros del instrumento y los de funcionamiento para el horno de grafito. Se usa nitrógeno como gas refrigerante. La muestra se inyecta al horno de grafito con una pipeta de 5 microlitros; luego se lee la absorbancia directamente en la pantalla digital. Se hace lo mismo con la solución estándar.



Parámetros de Funcionamiento.

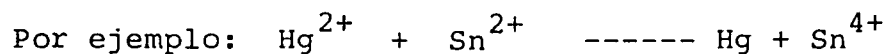
Altura del quemador ..... 18 mm  
Flujo de agua ..... 0.5 lit/min  
Flujo de N<sub>2</sub> ..... 4 lit/min (en el -  
instrumento)  
Presión de N<sub>2</sub> ..... 10 libf/plg<sup>2</sup> (en el  
cilindro)  
Cut off ..... 6.5  
Ramp Rate ..... 6

	VOLTAJE (En escala 0-10)	TIEMPO (Seg)
Para el Cd : -----*Etapa de secado	1	15
*Etapa de Ceniza	2	10
*Etapa de Atomiza ción	4	2.5

	VOLTAJE (En escala 0-10)	TIEMPO (Seg)
Para el Pb : -----*Etapa de secado	2	15
*Etapa de Ceniza	2	15
*Etapa de Atomiza ción	4	2.5

2.1.6.3 TECNICA DE VAPOR FRIO.

Esencialmente, el método depende de la reducción de mercurio disponible en un estado reducible (principalmente Hg<sup>2+</sup>) al estado elemental, por reacción con cloruro estano.



La solución reducida es agitada vigorosamente en el espacio de aire confinado del envase de la reacción de modo que sea logrado un equilibrio entre el mercurio en solución y la fase de aire. El vapor es entonces purgado en una celda de absorción, la cual es colocada en el paso de luz del espectrofotómetro en lugar de la llama normal. El pico de absorbancia resultante es entonces presentado en un registrador.

Esta técnica es más sensible que las dos anteriores. El límite de detección es de 2ngHg (0.00004 mg/l en una muestra de 50ml).

Equipos : Espectrofotómetro de A.A., chart recor-der, agitador magnético, matraces erlenmeyer, tubería de conexión de vidrio, pipeta, vasos de precipitado, matraces aforados.

Reactivos: Solución de cloruro estanoso al 20%; so-lución permanganato de potasio al 2%, solución persulfato -de potasio al 2%; solución clorhidrato de hidroxilamina al 3%, HCl concentrado.

Preparación de  $\text{SnCl}_2$  (20%): Se añade 40g de  $\text{SnCl}_2$  - (G.R.) a 200ml de HCl concentrado y se calienta suavemente en

un vaso tapado, hasta disolverse. Se añade una pizca de estaño granulado (G.R.) y se deja refrescar. Para asegurar que la solución se mantenga en el estado estanoso es necesario añadir un gránulo de estaño metálico periódicamente de modo que esté presente siempre un exceso.

Las demás soluciones que se emplean en esta técnica se preparan en forma simple por disolución en agua.

Preparación de la Muestra: El mercurio puede estar presente como mercurio libre (iónico) o como mercurio enlazado orgánicamente. El mercurio libre es fácilmente reducido por cloruro estanoso, pero el mercurio enlazado orgánicamente debe ser pre-digerido de modo que pueda ser medido el contenido total de mercurio.

Se toma en duplicado una alícuota de 50ml de la muestra. Se añade 10ml de  $H_2SO_4$  (1:1) y 1ml de  $KMnO_4$  (2%). Se deja reposar por 15 min. y entonces se añade 1ml de persulfato de potasio al 5%. Se calienta la mezcla a  $95^\circ C$  en un baño de agua durante una hora. Se refresca y se añade solución de hidroxilamina al 3% hasta que desaparezca el color del permanganato.

Procedimiento de Lectura: Se coloca una lámpara de mercurio y se ajusta la corriente al nivel adecuado. Se coloca la celda de absorción en el espectrofotómetro. El

envase de reacción (matraz erlenmeyer) se conecta a la celda con tubería apropiada (además debe estar conectado al paso de nitrógeno, que servirá como gas de arrastre). Se coloca la porción de la muestra ya digerida en el envase de reacción; entonces se añade 1ml de solución de cloruro de estaño al 20% y se tapa el envase inmediatamente. La solución se agita vigorosamente por 90seg con agitador magnético. Se enciende la válvula de nitrógeno (flujo de nitrógeno: 4lit/min) y se purga el vapor en la celda de absorción; se registrará de inmediato un pico analítico agudo.

Se toman lecturas en duplicado de muestra y estándar. Se corrige la absorción no atómica si es necesario y se calcula la concentración de la muestra. Es necesario hacer lecturas en blanco usando todos los reactivos, incluyendo los usados en la digestión de la muestra.

#### 2.1.6.4 LAS SOLUCIONES ESTANDARES.

Preparación de las Soluciones: Partiendo de soluciones estándares comerciales de 1,000 ppm, se realizan las diluciones requeridas para preparar soluciones con las concentraciones deseadas.

Este método tiene mayor sensibilidad que el de llama y se usó fundamentalmente para determinaciones en las que la concentración del metal analizado es sumamente pequeña.

Equipos: Espectrofotómetro de absorción atómica, horno de grafito, centrífuga, tubos de ensayo, pipetas.

Reactivos: Trixton X-100 (5%); APDC (2%); MIBK (saturada).

Preparación de la Muestra: Se pipetea un mililitro de la muestra líquida y se vierte en un tubo de ensayo. Se le agrega 1ml de reactivo trixton X-100 en solución al 5%, luego 1ml de aminopirrolidinditiocarbamato (APDC) al 2% y finalmente 3ml de metilsobutilcetona (MIBK) saturada con agua destilada. Se agita suavemente por aproximadamente un minuto y se centrifuga. La muestra se prepara en duplicado.

A los estándares se les somete al mismo tratamiento.

Procedimiento de Lectura: Se coloca la lámpara del metal que se va a determinar y se ajustan los parámetros del instrumento y los de funcionamiento para el horno de grafito. Se usa nitrógeno como gas refrigerante. La muestra se inyecta al horno de grafito con una pipeta de 5 microlitros; luego se lee la absorbancia directamente en la pantalla digital. Se hace lo mismo con la solución estándar.

Parámetros de Funcionamiento.

Altura del quemador .....	18 mm
Flujo de agua .....	0.5 lit/min
Flujo de N <sub>2</sub> .....	4 lit/min (en el - instrumento)
Presión de N <sub>2</sub> .....	10 libf/plg <sup>2</sup> (en el cilindro)
Cut off .....	6.5
Ramp Rate .....	6

	VOLTAJE (En escala 0-10)	TIEMPO (Seg)
Para el Cd : -----*Etapa de secado	1	15
*Etapa de Ceniza	2	10
*Etapa de Atomiza ción	4	2.5

	VOLTAJE (En escala 0-10)	TIEMPO (Seg)
Para el Pb : -----*Etapa de secado	2	15
*Etapa de Ceniza	2	15
*Etapa de Atomiza ción	4	2.5

2.1.6.3 TECNICA DE VAPOR FRIO.

Esencialmente, el método depende de la reducción de mercurio disponible en un estado reducible (principalmente Hg<sup>2+</sup>) al estado elemental, por reacción con cloruro estano.

envase de reacción (matraz erlenmeyer) se conecta a la celda con tubería apropiada (además debe estar conectado al paso de nitrógeno, que servirá como gas de arrastre). Se coloca la porción de la muestra ya digerida en el envase de reacción; entonces se añade 1ml de solución de cloruro de estaño al 20% y se tapa el envase inmediatamente. La solución se agita vigorosamente por 90seg con agitador magnético. Se enciende la válvula de nitrógeno (flujo de nitrógeno: 4lit/min) y se purga el vapor en la celda de absorción; se registrará de inmediato un pico analítico agudo.

Se toman lecturas en duplicado de muestra y estándar. Se corrige la absorción no atómica si es necesario y se calcula la concentración de la muestra. Es necesario hacer lecturas en blanco usando todos los reactivos, incluyendo los usados en la digestión de la muestra.

#### 2.1.6.4 LAS SOLUCIONES ESTANDARES.

Preparación de las Soluciones: Partiendo de soluciones estándares comerciales de 1,000 ppm, se realizan las diluciones requeridas para preparar soluciones con las concentraciones deseadas.

Soluciones Empleadas.

Al.....	2ppm	Pb .....	1 ppm
Cd .....	1ppm	Sb .....	2 ppm
Cu .....	1ppm	Zn .....	1 ppm
Hg .....	0.004 ppm		

2.1.6.5 PARAMETROS DEL INSTRUMENTO.

	Cd	Cu	Hg	Pb	Sb	Zn	Al
Longitud de onda (nm) ....	228.8	324.7	253.6	217.0	217.6	213.4	309.3
Ancho de Banda (nm) .....	0.5	0.5	0.5	1.0	0.2	0.5	0.5
Combustible .....	Acet.	Acet.	-	Acet.	Acet.	Acet.	Acet.
Oxidante .....	Aire	Aire	-	Aire	Aire	Aire	Aire
Corriente de la lámpara (mA) .....	3	3	3	5	10	5	5

2.1.6.6 CALCULOS.

Se emplean varios métodos para realizar los cálculos de las concentraciones de los metales en la muestra a partir de las mediciones de absorción realizadas. Entre éstos tenemos el uso normal de la curva de calibración, el cálculo aritmético, el método de dos estándares, el de precisión final, la técnica de adición estándar, la estandarización secundaria y la estandarización de referencia primaria.



El método de cálculo aquí empleado es el aritmético. En este método la concentración con la solución de muestra es calculada directamente. Si la calibración de concentración-absorbancia es lineal y pasa por el cero de absorbancia para una concentración cero, entonces se tiene:

$$C_m = \frac{A_m \times C_e}{A_e}, \text{ donde:}$$

$C_m$  = Concentración de la muestra

$C_e$  = Concentración del estándar

$A_m$  = Absorbancia de la muestra

$A_e$  = Absorbancia del estándar

Para máxima precisión es aconsejable usar estándares de calibración teniendo los mismos niveles de concentración que la muestra.

A esta fórmula le añadimos los elementos necesarios relativos a la preparación de la muestra, como son: aforo, volumen o peso de muestra, etc.

Para la técnica del horno de grafito, se toman en cuenta los volúmenes de MIBK (que es el disolvente para la extracción) y del APDC (que actúa como agente acomplejante). Así, resulta:

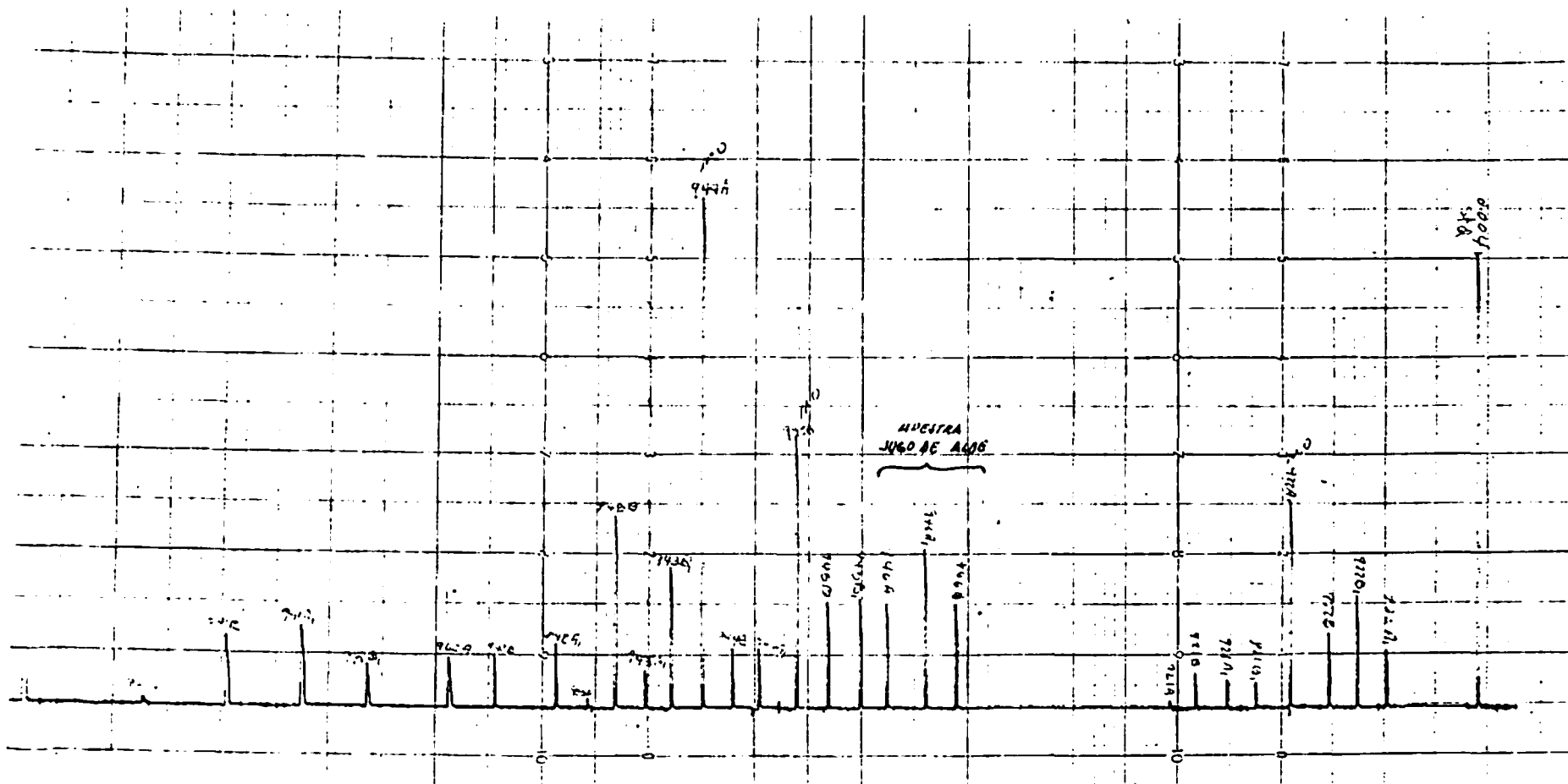


FIGURA 10.- DETERMINACION DE MERCURIO MEDIANTE LA TECNICA DE VAPOR FRIO.

$$C_m = \frac{(0.010)(1\text{ppm})(100\text{ml})}{0.047(50\text{ml})} = \underline{\underline{0.42 \text{ ppm}}}$$

b) Técnica de Horno de Grafito.

Am : (0.051), (0.046), (0.057),  
(0.052) ..... Valor promedio: 0.052

Ae : (0.221), (0.213), (0.206),  
(0.212) ..... Valor promedio: 0.213

Ce = 1 ppm

$$C_m = \frac{(0.052)(1\text{ppm})(1\text{ml})(3\text{ml})}{(0.213)(1\text{ml})(1\text{ml})} = \underline{\underline{0.73 \text{ ppm}}}$$

c) Técnica de Vapor Frío.

En la figura 10, se presentan tres picos para la muestra 946, de jugo de Sábila. Las alturas de los picos son:

946 A ..... 2.0

946 A1 .... 3.1      El valor promedio (Hm) es: 2.4

946 B ..... 2.0

La altura del pico del estándar (He) es: 9.1

La concentración del estándar (Ce) es : 0.004ppm

$$C_m = \frac{(2.4)(0.004\text{ppm})(100\text{ml})}{(9.1)(50\text{ml})} = \underline{\underline{0.021 \text{ ppm}}}$$

### 2.1.7 RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS.

Es la determinación del número de bacterias existentes en una muestra. Se expresa como número de microorganismos por gramo o por mililitro de muestra. Como no todas las bacterias pueden desarrollarse en cualquier conjunto dado - de condiciones, el recuento se registra como unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo o ml. de muestra.

Existen varias técnicas para el recuento total de bacterias, como el recuento microscópico directo (RMD), el recuento electrónico de partículas, el recuento en placas, la dilución en tubo, el número más probable (NMP), la filtración por membrana, etc.

Se empleó la técnica del recuento en placas; éste tiene dos modos de realizarse: en superficie y en vertido. Se utilizó el método de vertido, con el cual se logra una mayor repartición de las células en todo el medio.

Equipos: Incubadora, placas petri, matraces aforados, pipetas, contador de colonias.

Medio de Cultivo: Standard Methods Agar.

Preparación de la Muestra: La muestra líquida es homogenizada agitando rápidamente el recipiente de la muestra

unas 25 veces en un tiempo de aproximadamente 7 segundos.-  
El intervalo entre la homogenización y la remoción de la -  
porción de prueba no debe exceder 3 minutos.

Procedimiento:

- Se toma 10ml de la muestra líquida ya homogenizada  
y se diluye en 90ml de agua peptonada (dilución 1:10).

- Se toma 1ml de la solución 1:10 y se disuelve en  
99ml de agua peptonada (dilución 1:1000).

- Se toma 1ml de la solución 1:10 y se vierte en -  
una placa petri ( $d.10^{-1}$ ).

- Se toma 0.1ml de la solución 1:10 y se vierte en  
una placa petri ( $d.10^{-2}$ ).

- Se toma 1ml de la solución 1:1000 y se vierte -  
en una placa petri ( $d.10^{-3}$ ).

- Se toma 0.1 ml de la solución 1:1000 y se vierte  
en una placa petri ( $d.10^{-4}$ ).

Estas aplicaciones en placa petri se hacen en duplica  
do.

Se adiciona 12-15ml del medio fundido (entre 44 y  
46°C) en cada placa. Se homogeniza con movimientos circulares,

Tomando el valor promedio:  $\frac{188 + 183}{2} = 185.5$

Aplicando el factor de dilución:

$$185.5 \times 10^3 = \underline{\underline{1.9 \times 10^5}}$$

#### 2.1.8 RECUENTO TOTAL DE COLIFORMES.

Se refiere al número total de bacterias coliformes que existen en una muestra, y al igual que el R.T.B. se expresa en número de colonias formadas por cada gramo o mililitro de muestra.

Existen diversos métodos para detectar coliformes. El fundamento para su identificación es la fermentación de la lactosa que estos microorganismos efectúan en un medio apropiado. Uno de estos métodos consiste en el uso del número más probable (NMP) -propuesto por la FDA en 1976-, inoculando en tubos de cultivo con tripticasa -lauril- sulfato. También se usa la técnica de filtración por membrana (FM), sobre todo en el análisis de agua.

El método más empleado es el que usa agar con bilis rojo violeta (BRV), practicado en placas, por el método de vertido.

Equipos: Contador de colonias, incubadora, placas petri, matraces aforados, pipetas.

Medio de Cultivo: Agar Bilis Rojo-Violeta (BRV).

Preparación de la Muestra: Igual a como se presentó para el recuento total de bacterias (R.T.B.) en 1.2.8.

Procedimiento: El procedimiento de dilución, aplicación e incubación es el mismo que para el R.T.B., variando sólo el tiempo de incubación, que es de 24 horas.

Conteo de las Colonias: Se examinan las placas en un contador de colonias, y se cuentan todas las colonias rojo purpúreo que están circundadas por una zona rojiza de bilis precipitado, de 0.5mm de diámetro o largo. Los conteos deben ser hechos en placas que contengan de 30 a 150 colonias. Se multiplica por el factor de dilución correspondiente y se reporta como número de organismos coliformes por ml de muestra.

Ejemplo: En una muestra se presentaron los siguientes conteos:

Para la dilución  $10^{-1}$  : "Incontable"

Para la dilución  $10^{-2}$  : 179 y 140

Se toman los valores de la dilución  $10^{-2}$ .

Calculando el valor promedio:  $\frac{179 + 140}{2} = 159.5$

$$\begin{aligned} \text{Aplicando el factor de dilución: } & 159.5 \times 10^2 \\ & = \underline{\underline{1.6 \times 10^4}} \end{aligned}$$

#### 2.1.9 PSEUDOMONA AERUGINOSA.

Esta prueba es de identificación de la presencia de pseudomona aeruginosa en la muestra; no se trata de una - cuantificación de la misma. Se reporta presencia o ausencia de este microorganismo patógeno.

Equipos: Incubadora, placas petri, pipetas, asa de platino.

Medio: Cetrimide agar.

Preparación de la Muestra: Como en 1.2.8.

Procedimiento: Se diluye 10g de la muestra en 90ml de tripty soy broth (TSB) y se incuba a 32°C por 24 horas.- Luego de la incubación se siembra en placas en el medio sólido cetrimide agar, por medio de estrías. Se incuba 24 horas a 32°C.

Identificación: La aparición de crecimientos de coloración verde indica presencia de pseudomona aeruginosa.



#### 2.1.10 STAPHYLOCOCCUS AUREUS.

Se realiza un recuento del número de colonias de staphylococcus aureus presentes en la muestra, expresado en número de organismos por cada g o ml de muestra.

Equipos: Incubadora, contador de colonias, placas petri, pipetas, matraz aforado, varilla de forma de hockey.

Medio de Cultivo: Vogel Johnson Agar o Baird Parker Agar.

Preparación de la Muestra: Como en 1.2.8.

Procedimiento: Se prepara una solución de 10ml de la muestra en 90ml de agua peptonada.

Se distribuye alrededor de 15ml del medio fundido (entre 40°C y 45°C) en cada una de las seis placas a emplear. El medio debe contener telurito de potasio (que es un revelador), en proporción equivalente a 2ml de una solución al 1% de telurito en 100ml del medio.

Ya solidificado el medio, se vierte 0.25ml de la disolución de muestra en 4 de las placas (dilución  $1/4 \times 10^{-1}$ ).

En las otras dos placas se vierte 0.1ml de la disolución (dilución  $10^{-2}$ ).

La solución de muestra se esparce por toda la superficie del medio con una varilla de forma de hockey. Luego se incuba a 32°C por 48 horas y se hace el conteo.

Conteo de las Colonias: Se examinan las placas en un contador de colonias y se cuentan todas las colonias que presentan coloración negra. Los valores de las 4 primeras placas se suman y se multiplican por el factor correspondiente a una dilución de  $10^{-1}$ . Los valores de las dos placas de dilución  $10^{-2}$  se promedian y se multiplican por el factor correspondiente. Se reporta la cantidad de microorganismos por ml. de muestra.

Nota: En caso de aparecer colonias negras típicas, se debe realizar la prueba de Gram, y pruebas confirmatorias de la existencia de *S. aureus*, como son la prueba de la coagulasa y la de la DNasa. El *S. aureus* es coagulasa(+) y DNasa(+).

## 2.2. ANALISIS REALIZADOS AL CONCENTRADO.

### 2.2.1 PH.

Se prepara una solución al 0.5% (P/V) del concentrado y se sigue el mismo procedimiento indicado para el jugo.

### 2.2.2 HUMEDAD.

Es la pérdida de peso que experimenta una sustancia al ser sometida a secado. Se reporta como la relación porcentual entre el peso de agua perdida y el peso de la muestra.

Equipos: Horno de vacío, balanza, desecador, cápsulas de aluminio con tapa.

Procedimiento: Se pesa con exactitud 1 ó 2g de la muestra en una cápsula de aluminio, la cual debe haber sido previamente tarada con su tapa. Se seca en horno de vacío - (con la tapa a su lado) a 95-100°C por 4 horas, a presión de 20-25 pSi. Luego se refresca en desecador y se pesa con la tapa ajustada.

#### Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \frac{A - B}{C} \times 100, \text{ donde:}$$

A = Cápsula + tapa  
+ Materia Seca

B = Cápsula vacía  
+ tapa

C = Muestra

#### Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Muestra a : } \% \text{ Humedad} &= 100 - \frac{16.8376 - 15.8221}{1.0966} \times 100 \\ &= 7.396 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muestra b : } \% \text{ Humedad} &= 100 - \frac{16,9407 - 15,9298}{1,0905} \times 100 \\ &= 7.299 \end{aligned}$$

$$\bar{x} \text{ Humedad} = \frac{7.396 + 7.299}{2} = \underline{\underline{7.348}}$$

### 2.2.3 SUSTANCIAS SOLUBLES EN AGUA.

Se refiere a la cantidad total de sustancias en una muestra que son capaces de disolverse en agua. Se expresa como la relación en porciento entre los sólidos en agua y el peso total de la muestra.

Equipos: Balanza, desecador, horno, plato calentador, bomba de vacío, embudos buchner 40T, papel de filtro - whatman 41 ó 54, kitasatos, vasos de precipitado de 400 ml, agitadores.

Procedimiento: Para la realización con buchner se prepara el medio filtrante (papel de filtro cualitativo whatman 41,54 ó equivalente), lavándolo con agua caliente y dejándolo secar en horno 2 1/2 horas a 100-110°C en una cápsula de aluminio de fondo plano de tamaño adecuado, con la tapa al lado. Se refresca la cápsula con la tapa ajustada 15 min. en desecador y se pesa. Luego se repite la operación de secado por 1/2 hora hasta pesada constante.

Se pesa con exactitud alrededor de 1g de la muestra bien mezclada y se transfiere a un vaso de 400 ml. Entonces se diluye con agua caliente hasta aproximadamente 200ml, se mezcla y se calienta a ebullición suavemente 15-20 min, reemplazando ocasionalmente el agua perdida por evaporación. Después se refresca la solución y se filtra a través del papel de filtro en el buchner aplicando vacío. Se lava con unos 400 ml. de agua, perdiéndole así más sólidos solubles en cada adición. Luego el papel de filtro con el residuo se transfiere a la cápsula de pesada original y se seca en horno a 100-110°C durante 2 1/2 horas. Se refresca 15 min. en desecador y se pesa. El secado se repite por 1/2 hora hasta pesada constante.

Cálculos:

$$\% \text{ S.S.A.} = 100 - \frac{A - B}{C} \times 100$$

donde: S.S.A. = Sustancias Solubles en Agua

A = Peso cápsula + tapa + papel de filtro + residuo insoluble seco.

B = Peso cápsula vacía + tapa + papel de filtro.

C = Peso muestra.

minutos. A continuación se ajusta el buchner con papel de filtro de tamaño adecuado (previamente preparado por secado en cápsula de fondo plano 2 horas a 100°C cubriendo con tapa ajustada, refrescando en desecador y pesando). Se aplica succión y se vierte el contenido del vaso de modo que se evite corrimiento sobre la orilla del papel; se succiona en seco y se lava el material sobre el filtro con alcohol al 80% hasta que los lavados sean claros e incoloros.

Luego se transfiere el papel y los sólidos insolubles en alcohol a la cápsula usada en la preparación del papel y se seca sin cubrir, por 2 horas a 100°C. Se ajusta la tapa sobre la cápsula, se refresca en desecador y se pesa. Se repite el secado por 1/2 hora hasta pesada constante.

Cálculos:

$$\% \text{ S.S.Alc.} = 100 - \frac{A - B}{C} \times 100$$

donde: S.S.Alc. = Sustancias Solubles en Alcohol

A = Peso cápsula + tapa + papel de filtro + residuo insoluble seco

B = Peso cápsula vacía + tapa + papel de filtro

C = Peso muestra

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Muestra a: \%S.S.A.} &= 100 - \frac{36.6842 - 36.6569}{0.7007} \times 100 \\ &= 96.10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muestra b: \%S.S.A.} &= 100 - \frac{36.7580 - 36.7350}{0.6999} \times 100 \\ &= 96.71 \end{aligned}$$

$$\%S.S.A. = \frac{96.10 + 96.71}{2} = \underline{\underline{96.41}}$$

2.2.4 SUSTANCIAS SOLUBLES EN ALCOHOL.

Se trata de la cantidad total de sustancias en una muestra que son capaces de disolverse en alcohol. Se expresa como porcentaje con relación al peso total de la muestra.

Equipos: Balanza, desecador, horno, plato calentador, bomba de vacío, embudos buchner 40-T, papel de filtro whatman 41 ó 54, kitasatos, vasos de precipitado de 400ml, agitadores.

Procedimiento: Se pesa con exactitud alrededor de 1g de la muestra homogenizada y se coloca en un vaso de 300ml. Se va añadiendo alcohol al 80%, y agitando, hasta un volumen de unos 150 ml. Se cubre el vaso, la solución se lleva a punto de ebullición y se deja hervir durante 15

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Muestra a: \%S.S.Alc.} &= 100 - \frac{37.5261 - 37.1304}{0.9972} \times 100 \\ &= 60.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muestra b: \%S.S.Alc.} &= 100 - \frac{37.0630 - 36.6571}{1.0178} \times 100 \\ &= 60.12 \end{aligned}$$

$$\%S.S.Alc. = \frac{60.32 + 60.12}{2} = \underline{\underline{60.22}}$$

2.2.5 CENIZAS TOTALES.

Son los óxidos metálicos que resultan de incinerar la muestra de modo que sólo quede material no orgánico de la misma. Se expresa como el porcentaje con relación al peso total de la muestra.

Equipos: Mufla, plato calentador, desecador, balanza, crisoles de porcelana con tapa, frasco lavador.

Procedimiento: Se pesa con exactitud 1g de muestra en una cápsula de porcelana o de platino. Se coloca la cápsula o crisol en la entrada de mufla abierta de modo que la muestra haga humo sin producir llama. Entonces se incinera a 550°C por 30 min. Luego se añade unas gotas de agua, se evapora cuidadosamente hasta sequedad y se calienta en



mufla 30 min. Si previo al secado la ceniza mostr6 estar libre de carbono, se lleva el crisol al desecador, se deja refrescar a la temperatura ambiente y se pesa r6pidamente. Si al mojar present6 carbono, se repite mojando y calentando hasta que no existan manchas de carbono visibles; entonces se calienta 30 min. despu6s de la desaparici6n de carbono. Si el carbono persiste, se a6ade a la ceniza agua caliente, se filtra a trav6s de papel cuantitativo, se lava el papel completamente y se transfieren el papel y el contenido a la c6psula de hacer cenizas; entonces se seca y se incinera a 550°C hasta que la ceniza-sea blanca. La c6psula se refresca, se a6ade el filtrado, se evapora a sequedad sobre ba6o de vapor y se calienta en mufla 30min. Se refresca y se pesa, como se indic6 anteriormente.

C6culos:

$$\% \text{ C.T.} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

donde: A = Peso crisol + tapa + cenizas totales

B = Peso crisol vac6o + tapa

C = Peso muestra

Ejemplo:

$$\text{Muestra a: } \%C.T. = \frac{19.5296 - 19.4028}{1.0613} \times 100 = 11.95$$

$$\text{Muestra b: } \%C.T. = \frac{20.4203 - 20.2993}{1.0424} \times 100 = 11.61$$

$$\%C.T. = \frac{11.95 + 11.61}{2} = \underline{\underline{11.78}}$$

2.2.6 CENIZAS INSOLUBLES EN ACIDO.

Es la porción de la ceniza que resulta insoluble en ácido después de haber sido calentada a ebullición con éste. Se reporta como la relación porcentual entre la ceniza insoluble en ácido y el peso total de la muestra.

Equipos: Mufla, plato calentador, balanza, desecador, crisoles con tapa, embudos de filtración, matraces erlenmeyer, frasco lavador, papel de filtro libre de ceniza, papel indicador de pH.

Reactivo: HCl (2:5).

Procedimiento: Se hierve la ceniza total con 25 ml de HCl(2:5) por 5 minutos, cubriendo el crisol para prevenir salpicadura; se colecta la materia insoluble en papel de filtro sin cenizas (ashless) y se lava con agua caliente hasta que los lavados estén libres de ácido. Se incinera hasta libre de carbono, se refresca en desecador y se pesa.

Cálculos:

$$\% \text{ C.I.A.} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

donde: %C.I.A. = Porcentaje de Ceniza Insoluble en Acido

A = Peso crisol + tapa + ceniza insoluble

B = Peso crisol vacío + tapa

C = Peso muestra

Ejemplo:

$$\text{Muestra a: } \% \text{ C.I.A.} = \frac{47.1640 - 47.1588}{0.9217} \times 100 = 0.56$$

$$\text{Muestra b: } \% \text{ C.I.A.} = \frac{40.9780 - 40.9734}{0.9195} \times 100 = 0.50$$

$$\% \text{ C.I.A.} = \frac{0.56 + 0.50}{2} = \underline{\underline{0.53}}$$

2.2.7 METALES TOXICOS.

Los metales tóxicos en el concentrado se determinan por las mismas técnicas empleadas para el jugo. Los parámetros del instrumento y las correspondientes a las diversas técnicas también fueron las mismas.

La diferencia en estas determinaciones se encuentra en la etapa inicial de preparación de la muestra.

Se pesa con exactitud cerca de 1g del concentrado y se incinera en mufla a 700°C por 1 hora. Se ataca con HCl (1:1) y unas gotas de HNO<sub>3</sub> concentrado y se afora a 200 ml. Así se tiene la solución preparada de la muestra.

Para la técnica de llama se realiza la lectura con esta solución; se prepara la solución estándar y también se lee.

Para la técnica de horno de grafito se toma 1ml de esta solución y se le da el mismo tratamiento que al jugo; el estándar se prepara como se indicó en el análisis del jugo.

Con el método de vapor frío se toman 50ml de la solución y se procede como se ha indicado antes.

En la realización de los cálculos se introducen los valores correspondientes a las diluciones y alícuotas empleadas.

#### 2.2.8 ESPECTRO INFRARROJO.

En esta prueba se obtiene el espectro de absorción del concentrado. Este espectro es comparado con el reportado para una muestra del polvo de una casa comercial extranjera.

Equipos: Espectrofotómetro I.R., mortero, prensadora de pastillas.

Solvente: KBr.

Procedimiento: Se toma 1mg de muestra homogenizada y se mezcla y tritura en mortero de superficie bien pulida, con diez gramos de bromuro de potasio desecado. La mezcla se comprime en un troquel especial a 10000-15000 libras por pulgada cuadrada, para dar una pastilla transparente. Luego, la pastilla se coloca en el paso de la radiación en el instrumento y se realiza el corrido del espectro.

#### 2.2.9 PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.

Todos los análisis microbiológicos se efectúan mediante los métodos descritos en los acápites 2.1.7 a 2.1.10 de este capítulo.

La única diferencia que se presenta es en la preparación de la muestra; en ésta, se toman 10g del concentrado y se disuelven en el agua peptonada (o en el tripty soy - broth, para el análisis de P.aeruginosa) mediante agitación mecánica. Además, los recuentos se expresan en colonias presentes por gramo de muestra.

3. PRUEBAS PRELIMINARES DE ESTABILIZACION.

Como ensayos preliminares para posteriores trabajos de estabilización del jugo se realizaron pruebas de preservación microbiológica, empleando aditivos químicos.

El procedimiento llevado a cabo en estos ensayos fue el siguiente:

- a) Se esterelizaban 2 frascos de vidrio y se les adicionaba a cada uno 50ml de jugo de Aloe.
- b) Se pesaba una cantidad de un preservativo químico de modo que correspondiera a la concentración deseada a emplear, y se adicionaba al jugo en el frasco; se agitaba el frasco tapado hasta disolución del aditivo.
- c) Se almacenaban los frascos durante una semana, uno a temperatura ambiente y el otro a baja temperatura, entre 4°C y 8°C.
- d) Se realizaban entonces las determinaciones de Recuento Total de Bacterias y Recuento Total de Coliformes, para determinar las condiciones microbiológicas del jugo luego del tratamiento.

Este procedimiento se llevó a cabo en dos etapas.- Primero se realizó con preservativos puros y mezclas de ellos en sus concentraciones máximas permitidas. En la segunda etapa, luego de analizados los resultados de la etapa anterior, se trabajó con el o los conservadores que habían resultado satisfactorios, empleando distintas concentraciones que fueron  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$  y  $1/16$  de la concentración máxima permitida.

Los aditivos químicos empleados eran nominados con una letra del alfabeto, para facilitar el trabajo. En las tablas 7 y 8 del capítulo de resultados aparecen de esta forma.

cuarta parte

RESULTADOS



CAPITULO I

TABLAS DE RESULTADOS

En las siguientes tablas se reportan los resultados de cada uno de los análisis realizados a las muestras de jugo y de concentrado de Aloe, y los valores promedios de las dimensiones de las pencas y del rendimiento en jugo y en concentrado para cada una de las obtenciones.

En el reporte de los análisis, los resultados que se presentan para cada muestra son los valores promedio de las muestras en duplicado que se emplearon en las determinaciones.

En el caso de los análisis físico-químicas, se presentan además los resultados estadísticos de cada análisis, con el reporte del valor promedio de todas las muestras (expresado como "media" de los valores), la desviación típica y el rango comprendido entre el valor menor y el mayor obtenidos. Estos parámetros estadísticos también fueron calculados según las zonas de donde provienen las pencas, es decir de Azua, de Baní, y son presentados en las tablas. Para el rechazo de los valores fuera del error accidental o indeterminado se empleó el criterio Q.

TABLA NO.2.- DIMENSIONES Y RENDIMIENTO EN JUGO DE LAS PENCAS.

	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>
Número de pencas	150	134	155	90	380	450	450	450
Rendimiento por penca (ml/penca)	34.2	48.1	115.7	112.8	112.1	120.6	99.6	99.9
Peso promedio de una penca (g)	139	146	261	308	238	245	244	228
Rendimiento por Kg de penca (ml/kg)	346	329	443	367	471	492	408	439
Dimensiones promedio de las pencas (cms.)	Largo	33.5	35.3	51.4	52.3	B A N I		
	Anch. Mayor	5.7	5.7	6.5	7.0			
	Anch. Menor	1.7	1.9	0.9	0.9			

A Z U A

RESULTADOS ESTADISTICOS DEL	$\bar{X}_a$	Sa	$\bar{X}_b$	Sb	$\bar{X}$	S	R
RENDIMIENTO POR KG DE PENCA (ml/kg).	371	50	453	37	412	60	329-492

Ver definición de la simbología en tabla 4-B.

TABLA NO.3.- CANTIDADES Y RENDIMIENTO EN LA OBTENCION DEL CONCENTRADO.

	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>			
Volumen Inicial de Jugo -Vi- (lit.)	9.80	50.00	38.44	32.80			
Volumen de Jugo Concentrado (lit.)	0.660	2.890	1.938	1.836			
Concentrado hasta ___% del Vi	6.7	5.8	5.0	5.6			
Grados Brix Jugo Concentrado	5	5	7.5	8			
Cantidad de polvo obtenido (g)	9.42	52.43	50.86	60.43			
					$\bar{X}$	S	R
Rendimiento							
g/litro jugo	0.961	1.049	1.323	1.842	1.294	0.397	0.961-1.842
% (g/ml)	0.096	0.105	0.132	0.184	0.129	0.040	0.096-0.184
g/penca	0.108	0.122	0.131	0.184	0.136	0.033	0.108-0.184
g/kg penca	0.353	0.504	0.539	0.807	0.551	0.189	0.353-0.807

B A N I

TABLA NO.4-A.- RESULTADOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL JUGO.

- VALORES OBTENIDOS -

		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>
PH		5.00	5.10	5.90	4.30	4.18	4.28	4.35	4.82
Gravedad Especifica	20°C	1.006	1.001	1.006	1.002	1.002	1.002	1.001	1.006*
	30°C	1.004	1.005	1.004	1.001	1.001	1.000	1.000	1.003
Sólidos totales (% p/p)		0.734	0.654	0.837	0.654	0.630	0.589	0.640	0.765
Valor Acido (mg KOH/g muestra)		0.412	0.483	0.424	0.458	0.560	0.430*	0.521	0.609
A Z U A					B A N I				

\* Se rechaza para el cálculo de  $\bar{X}_b$  y  $S_b$ .

TABLA NO.4-B.- ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL JUGO.

- RESULTADOS ESTADISTICOS -

		$\bar{X}_a$	$S_a$	$\bar{X}_b$	$S_b$	$\bar{X}$	S	R
PH		5.08	0.66	4.41	0.28	4.74	0.59	4.18-5.90
Gravedad Específica	20°C	1.006	0.003	1.002	0.001	1.004	0.003	1.001-1.008
	30°C	1.004	0.002	1.001	0.001	1.002	0.002	1.000-1.005
Sólidos Totales (% p/p)		0.720	0.09	0.681	0.06	0.700	0.07	0.630-0.837
Valor Acido (mg KOH/g muestra)		0.444	0.032	0.563	0.044	0.487	0.071	0.412-0.609

$\bar{X}_a$  : media para lotes de Azua.  
 $\bar{X}_b$  : " " " " Baní.  
 $\bar{X}$  : " " todos los lotes.

$S_a$  : desviación típica para los lotes de Azua.  
 $S_b$  : " " " " " " Baní.  
 $S$  : " " " todos los lotes.  
 $R$  : rango.

TABLA NO.5.- ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL JUGO (CONT.).

	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	$\bar{X}$	S	R
Sólidos Insolubles en Agua (% p/p).	0.021	0.037	0.014	0.028	0.025	0.010	0.014-0.037
Al	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		
Cd	0.020*	0.255	0.270	0.240	0.255	0.021	0.240-0.255
Cu	0.06	0.44	0.42	2.20*	0.31	0.30	0.06 -0.44
Metales Tóxicos (p.p.m.)							
Hg	N.D.	0.0008	0.0018	0.0020	0.0012	0.0015	N.D.-0.0020
Pb	0.90	0.73	0.63	0.39	0.66	0.37	0.39 -0.90
Sb	1.52	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		
Zn	0.20	0.73	0.56	1.85	0.84	1.23	0.20 -1.85

B A N I

\* Valor rechazado para el cálculo del valor promedio.

TABLA NO.6.- RESULTADOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL CONCENTRADO.

	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$\bar{X}$	S	R
PH	6.75	6.35	4.75	6.05	5.98	0.87	4.75-6.75
Humedad (%)	7.834	7.348	3.408*	6.542	7.241	0.653	6.542-7.834
Sustancias Solubles en Agua (%)	98.48	98.89	96.41	99.75	98.38	1.42	96.41-99.75
Sustancias Solubles en Alcohol (%)	69.18	63.21	68.14	60.22	65.19	4.21	60.22-69.18
Cenizas Totales (%)	11.78	10.15	12.97	12.22	11.78	1.19	10.15-12.97
Cenizas Insolubles en Acido (%)	0.69	0.54	0.53	0.62	0.59	0.08	0.53-0.69
Al	0.14	0.04	0.15	0.06	0.10	0.06	0.04-0.15
Cd	0.008	0.001	0.002	0.004	0.004	0.003	0.001-0.008
Cu	0.08	0.03	0.02	0.01	0.04	0.03	0.01-0.08
Metales Pesados (%)	Hg $2.5 \times 10^{-5}$	N.D.	$2.0 \times 10^{-5}$	$0.5 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.2 \times 10^{-5}$	N.D.- $2.5 \times 10^{-5}$
	Pb 0.02	0.05	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02-0.05
	Sb 0.46*	N.D.	0.09	0.10	0.09	0.03	N.D.-0.10
	Zn 0.02	0.03	0.02	0.03	0.025	0.003	0.02-0.03

B A N I

\* Valor rechazado para el cálculo de  $\bar{X}$ .

TABLA NO.7.- RESULTADOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

JUGOS Y CONCENTRADO

	Muestra	R.T. BACTERIAS (ml <sup>-1</sup> )	R.T. COLIFORMES (ml <sup>-1</sup> )	PSEUDOMONA aeruginosa	STAPHYLOCOCCUS aureus
J U G O	M <sub>1</sub>	3.7 x 10 <sup>8</sup>	>3.0 x 10 <sup>5</sup>	+	< 1.0 x 10
	M <sub>2</sub>	5.8 x 10 <sup>9</sup>	5.1 x 10 <sup>4</sup>	-	< 1.0 x 10
	M <sub>3</sub>	3.0 x 10 <sup>6</sup>	>3.0 x 10 <sup>5</sup>	--	< 1.0 x 10
	M <sub>4</sub>	1.0 x 10 <sup>7</sup>	1.9 x 10 <sup>5</sup>	--	< 1.0 x 10
C O N C E N T R A D O	M <sub>1</sub>	< 3.0 x 10	< 1.0 x 10	-	< 1.0 x 10
	M <sub>2</sub>	< 3.0 x 10	< 1.0 x 10	--	< 1.0 x 10

R.T. : Recuento total.



TABLA NO.8.- RESULTADOS DE PRUEBAS DE PRESERVACION ANTIMICROBIANA.  
 ( Después de Almacenación durante una semana )

CONSERVADORES	Almacenado entre 4°C y 8°C		Almacenado a Temp. Ambiente	
	R.T. BACTERIAS (ml <sup>-1</sup> )	R.T. COLIFORMES (ml <sup>-1</sup> )	R.T. BACTERIAS (ml <sup>-1</sup> )	R.T. COLIFORMES (ml <sup>-1</sup> )
A	1.9 x 10 <sup>7</sup>	5.2 x 10 <sup>6</sup>	8.5 x 10 <sup>4</sup>	< 1.0 x 10
B	1.0 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10
C	1.4 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10
D	< 3.0 x 10	< 3.0 x 10	1.3 x 10 <sup>4</sup>	< 1.0 x 10
E	1.2 x 10 <sup>5</sup>	4.0 x 10 <sup>5</sup>	> 3.0 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10
F	8.9 x 10 <sup>6</sup>	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	5.5 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10
G	9.2 x 10 <sup>5</sup>	5.1 x 10 <sup>2</sup>	2.2 x 10 <sup>5</sup>	< 1.0 x 10
H	3.0 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
I	3.0 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
J	3.0 x 10 <sup>5</sup>	1.4 x 10 <sup>2</sup>	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
K	3.0 x 10 <sup>5</sup>	3.0 x 10 <sup>5</sup>	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
L	3.0 x 10 <sup>5</sup>	3.0 x 10 <sup>5</sup>	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
M	3.0 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
N	2.3 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
O	3.0 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
P	3.3 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
Q	3.0 x 10 <sup>5</sup>	1.3 x 10 <sup>3</sup>	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10

TABLA NO.9.- RESULTADOS DE PRUEBAS DE PRESERVACION ANTIMICROBIANA.

CONCENTRACIONES DEL CONSERVADOR " D "	ALMACENADO ENTRE 4°C y 8°C.	
	R.T. BACTERIAS (ml <sup>-1</sup> )	R.T. COLIFORMES (ml <sup>-1</sup> )
C. M.	2.0 x 10	< 1.0 x 10
1/2 C. M.	1.4 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
1/4 C. M.	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	< 1.0 x 10
1/8 C. M.	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	5.1 x 10 <sup>3</sup>
1/16 C.M.	> 3.0 x 10 <sup>6</sup>	1.4 x 10 <sup>3</sup>

## CAPITULO II

### DISCUSION DE RESULTADOS

#### 1. OBTENCION.

En esta sección se hace referencia a los resultados en el rendimiento de los productos, los cuales están recogidos en las tablas 2 y 3.

Los valores promedio se reportan aquí como  $P \pm 2S$ . Se considera que, si la población es normal, el 95% (19 de cada 20) de los resultados estarán comprendidos dentro de ese intervalo.

#### 1.1 RENDIMIENTO EN JUGO.

Las dos primeras obtenciones fueron realizadas con pencas cuyo tamaño y peso eran notablemente inferiores a las de los demás lotes. Las pencas de los lotes  $M_1$  y  $M_2$  (tabla 2) tenían una longitud promedio de 33.5 cms. y 35.3 cms. respectivamente, mientras que para  $M_3$  y  $M_4$  los valores fueron 51.4 cms. y 52.3 cms. Los pesos promedio de  $M_1$  y  $M_2$  fueron de 139g y 146g, mientras que los de  $M_3$  y  $M_4$  fueron de 261g y 308g. Esto explica por qué los rendimientos por penca difieren notablemente en estas obtenciones: 34.2 y 48.1 ml/penca para  $M_1$  y  $M_2$ , y 115.7 y 112.8 ml/penca para  $M_3$  y  $M_4$ . Por esta razón, el parámetro tomado para calcular los

resultados estadísticos en la obtención de jugo ha sido el rendimiento por kilogramo de penca, en el que no influye - ni el tamaño ni el peso de cada penca.

El rendimiento por kilogramo de penca para todas - las obtenciones realizadas fue de  $412 \pm 120$  ml/kg, lo que indica que para obtener un litro de jugo de Sábila se nece\_sitarían unos 2.43 Kg. de pencas. Para determinar cuántas se necesitarían para obtener un litro de jugo se tomaron - en cuenta los lotes  $M_3$  a  $M_8$  (debido a que las pencas de - los lotes  $M_1$  y  $M_2$  eran muy pequeñas y por tanto bajo su - rendimiento) resultando un promedio de  $9 \frac{1}{2}$  pencas por ca\_da litro.

Con los rendimientos anteriores, por tarea y por - año (ver segunda parte, II.2 ) se obtendrían 2525 litros de jugo. Considerando el precio del jugo, en 1984, de US\$ 2.00 por galón (3), y una tasa de cambio de 2.70 pesos por cada dólar, los ingresos anuales por tarea ascenderían a RD\$3,602.00. Por otro lado, tomando en cuenta que en Junio de 1985 los costos anuales para el pago de salarios, trans\_porte y cultivo de una tarea sembrada de Aloe, se estima\_ron en RD\$417.00 (ver segunda parte, II.2 ), se considera que en Agosto de 1986 esos costos serían de aproximadamen-te de RD\$542.10. Suponiendo que los costos totales (sobre

la base de una tarea de Sábila) para la obtención de jugo, transporte y gastos de embarque del mismo etc., son el doble de los costos anteriormente calculados, se estima que los beneficios anuales, por tarea sembrada de Aloe, serían de RD\$1975.7. Por tanto, el cultivo de Aloe, para la posterior obtención de jugo de Sábila, es rentable económicamente, según estos cálculos preliminares.

#### 1.2 RENDIMIENTO EN CONCENTRADO.

El rendimiento de concentrado de Sábila expresado en gramos por litro de jugo empleado, como puede observarse en la tabla 3, alcanzó  $1.294 \pm 0.794$ , con valores que oscilaron entre 0.961 y 1.842. De aquí se deduce que para obtener 1 g. de concentrado se necesitarían alrededor de 770ml. de jugo. Expresado en porcentaje p/v, el rendimiento fue de  $0.129 \pm 0.080$ .

Igualmente en la tabla 3 se observa que por cada penca el rendimiento fue de  $0.136 \pm 0.066$  g., lo que implica que para obtener 1g. de concentrado se necesitarían alrededor de 7 pencas. Por otro lado, el rendimiento por cada kg de penca fue de  $0.551 \pm 0.378$  g. de concentrado, de modo que se necesitarían 1.8 kg. de pencas para la obtención de 1 g. de concentrado.

Anualmente cada tarea produciría 3,38 kg. de concentado, si se consideran los rendimientos anteriores y los datos presentados en la segunda parte, acápite II.2.5.

## 2. EVALUACION DE LOS PRODUCTOS.

En esta sección se comparan los resultados de los - análisis realizados al jugo con las especificaciones que presentan tres casas internacionales comercializadoras de productos de Sábila. Estas son Cosmohogar, S.A., de Barcelona, Dr. Madis Laboratories, S.A., de New Jersey, y Aloe Vera Products, de Colorado. Los análisis realizados al concentrado se comparan con las especificaciones disponibles de - Cosmohogar, S.A. Estas especificaciones y las referencias sobre las casas comerciales se encuentran en los anexos 1-A, 1-B y 1-C.

Además, se comparan los resultados promedios de los lótes de jugo obtenidos con pencas provenientes de la plantación de Azua, con los resultados de los lotes de jugo obtenidos con pencas de la plantación banileja.

Los valores promedio se reportan como  $P \pm 2S$

## 2.1 EVALUACION DEL JUGO.

### a) PH.

El jugo fresco obtenido, como se observa en las tablas 4-A y 4-B, presentó un PH promedio de  $4.74 \pm 1.18$ , con valores que oscilaron entre 4.18 y 5.90. Estos valores se ubican en la región baja del rango reportado por la casa comercializadora Cosmhogar, S.A., el cual es de 4.5 a 6.5, aunque algunas muestras llegaron a tener un PH algo menor que el inferior.

Se puede notar una diferencia de resultados según la procedencia de las pencas. Las muestras de jugo correspondientes a lotes de pencas procedentes de Azua presentaron un PH de  $5.08 \pm 1.32$ , mientras que las correspondientes a pencas provenientes de Baní tuvieron un PH promedio de  $4.41 \pm 0.56$ .

Estos resultados pueden tener su explicación en diversas causas, entre las cuales se encuentran: la variación en la composición química de las pencas según el tiempo y la época en que fueron cultivadas ( 26 ), diferentes tipos de suelos y diferentes tiempos de almacenamiento.

### b) Gravedad Específica.

A 20°C, la gravedad específica fue de  $1.004 \pm 0.006$ , con valores que oscilaron entre 1.001 y 1.008, y a

30°C el valor promedio fue de  $1.002 \pm 0.004$ , con un rango de valores de 1.000-1.005. Como se esperaba, la gravedad específica disminuyó con el aumento de temperatura.

Estos valores se corresponden con el rango reportado por Cosmhogar, S.A. y Madis Laboratories, Inc., que es de 1.002-1.008 (ver anexo 1-A y 1-C).

En cuanto a los lotes de Azua y Baní, se produjo una diferencia apreciable, siendo la de Azua de mayor gravedad específica.

c) Sólidos totales.

El rango de valores para ~~sólidos~~ sólidos totales, como puede observarse en las tablas 4-A y 4-B, fue de 0.630% - 0.837%, con un valor promedio de  $0.700 \pm 0.140\%$ . Este promedio resulta más bajo que los valores mínimos reportados por Cosmhogar, S.A. y A. Vera Products de 0.8% y 1% respectivamente.

En la referencia (24) se reporta que un jugo de Aloe Vera contenía 0.48% de sólidos totales. Este valor está por debajo del establecido para el jugo local; por tanto, considerando que el porcentaje de sólidos totales del jugo en cuestión queda en medio del valor requerido -



por las casas comerciales y el reportado en la bibliografía, se concluye que el jugo obtenido no resulta deficiente en su contenido de sólidos.

El jugo obtenido con pencas provenientes de la plantación de Azua presentó un mayor porcentaje de sólidos totales que el de Baní, con valores de  $0.720 \pm 0.180$  y  $0.681 \pm 0.120$  respectivamente. Esto concuerda con los resultados en la gravedad específica.

d) Valor Acido.

El valor promedio para esta prueba, como se presenta en las tablas 4-A y 4-B, fue de  $0.487 \pm 0.142$  mg. KOH/g. muestra, con un rango de valores de 0.412-0.609. Estos resultados concuerdan con la especificación de A. Vera Products, que reporta un máximo de 3 mg. KOH/g. muestra.

En el jugo de las plantaciones locales que sirvieron al estudio, la variación en el valor ácido se corresponde con la del PH. El jugo de la plantación de Azua tuvo un valor ácido de  $0.444 \pm 0.064$  (donde el PH fue de  $5.08 \pm 1.32$ ) y el de la plantación banileja tuvo un valor ácido de  $0.563 \pm 0.088$  (con un PH de  $4.41 \pm 0.56$ ) - a menor PH mayor valor ácido.

e) Sólidos Insolubles en Agua.

El valor promedio obtenido, como se observa en la tabla 5, alcanzó  $0.025 \pm 0.010$  con un rango de 0.014% a 0.037%. Estos valores resultan significativamente más altos que los especificados por Cosmhogar, S.A. y Madis Laboratories, Inc., que reportan un máximo de 0.001%. En este resultado puede influir la etapa de filtración en la obtención del jugo.

f) Metales Tóxicos.

En el jugo, los metales tóxicos Al y Sb se encuentran en cantidades no detectables. Los valores promedio para el Cd y el Pb fueron  $0.255 \pm 0.042$  ppm y  $0.66 \pm 0.74$  ppm respectivamente. Estos valores se encuentran por encima de las cantidades máximas permitidas para el agua potable en los Estados Unidos (ver segunda parte, V.1.2 y V.1.5) las cuales establecen 0.01 ppm para el Cd y 0.05 ppm para el Pb; sin embargo, comparando el consumo diario de agua potable de una persona y el posible consumo de bebidas a base de Sábila se colige que mediante la ingestión del jugo de aloe obtenido no se producirán niveles tóxicos de estos dos elementos en el organismo.

En el caso de los metales Cu, Hg y Zn, los niveles determinados quedan por debajo de las propias regulaciones para el agua potable. Estos valores fueron:  $0.31 \pm 0.60$  ppm para el Cu,  $0.0012 \pm 0.0030$  ppm para el Hg y  $0.84 \pm 2.46$  para el Zn. Las cantidades máximas permitidas en el agua potable son: Cu (1.0 ppm), Hg (0.002 ppm) y Zn (5.0 ppm)

( 58 )

g) Pruebas Microbiológicas.

Se reportó presencia de *Pseudomona aeruginosa* en la muestra de la primera obtención del jugo. Las muestras de las demás obtenciones analizadas no reportaron presencia de este microorganismo. Estos resultados muestran la importancia del tratamiento del agua y de los equipos empleados en el proceso de obtención. Esto así, porque en la primera obtención realizada no se le dio ningún tratamiento al agua empleada para lavar las pencas, y a los equipos sólo se les dio tratamiento con detergente. Sin embargo, en las siguientes obtenciones, el agua que se empleó para lavar las pencas era previamente hervida (ya que el agua disponible, que provenía de la llave, no había recibido ningún tratamiento antimicrobiano) y los equipos eran rociados con agua caliente antes de su uso.

El *Staphylococcus aureus* no estuvo presente en ninguna de las muestras, siendo los resultados para todas ellas "menor de  $1,0 \times 10^6/\text{ml}$ ". Esto indica que aun cuando no se le dió el tratamiento adecuado al agua y a los equipos, no se produjo contaminación de este microorganismo en las muestras.

Por otro lado, el recuento total de bacterias estuvo siempre en niveles muy altos, con valores entre  $3,0 \times 10^6/\text{ml}$  y  $5,8 \times 10^9/\text{ml}$ . De aquí se deduce que a pesar de la esterilización del agua y los equipos, hubo contaminación en el proceso, debido al contacto con las manos en la extracción del mucílago. A la vez esto plantea la necesidad del tratamiento con aditivos antimicrobianos para la preservación del jugo.

El recuento de organismos coliformes también resultó alto, con valores entre  $5,1 \times 10^4/\text{ml}$  y  $3,0 \times 10^5/\text{ml}$ , debido a las mismas condiciones mencionadas en el párrafo anterior.

## 2.2 EVALUACION DEL CONCENTRADO.

### a) PH.

El concentrado, en solución acuosa al 0.5%, como se observa en la tabla 6, presentó un PH promedio de  $5,98 \pm 1,74$ , con valores que oscilaron entre 4.75 y 6.75. Estos -

valores concuerdan con el rango reportado por Cosmhogar, S. A. para la misma concentración, que es 5.0-7.5.

b) Humedad.

El valor promedio de humedad en el concentrado, como también se observa en la tabla 6, fue de  $7.241 \pm 1.306$ , con un rango de valores de 6.542-7.834. Estos resultados se corresponden con la especificación dada por Cosmhogar, S.A., de un máximo de humedad de 8%.

c) Sustancias Solubles en Agua.

El porcentaje de sustancias solubles en agua osciló entre 96.41% y 99.75%, con un valor promedio de  $98.38 \pm 2.84\%$  (lo que se puede ver en la tabla 6). Esto indica - que el concentrado puede ser reconstituido en solución acuosa sin pérdidas sustanciales de material.

d) Sustancias Solubles en Alcohol.

El valor promedio fue de  $65.19 \pm 8.42\%$  (tabla 6), con un rango de valores de 60.22 a 69.18%. Estos valores se encuentran muy por encima del reportado por Cosmhogar, S.A., que es de un máximo de 15%.

e) Cenizas Totales.

El valor promedio fue de  $11.78 \pm 2.38\%$  (ver tabla 6), con un rango de valores de 10.15-12.97%. Los datos de casas comercializadoras de productos de Sábila, disponibles para este trabajo, no reportan valores para cenizas totales, por lo que no se cuenta con parámetros de comparación.

f) Cenizas Insolubles en Acido.

Los valores de esta determinación oscilaron entre 0.53% y 0.69% (ver tabla 6), con un promedio de  $0.59 \pm 0.16\%$ . Estos resultados se corresponden con el reporte de Cosmhogar, S.A., que es de un máximo de 0.6%.

g) Metales Tóxicos.

La presencia de los metales tóxicos analizados incluye valores individuales promedio desde 0.000013% (para el Hg) hasta 0.10% (para el Al). Los niveles de concentración para todos los metales determinados, con excepción del Hg, estuvieron entre 0.025% y 0.10%.

Tomando en consideración que, con la diferencia de la presencia de agua, la composición del concentrado es prácticamente la misma que la del jugo, se concluye que las

concentraciones anteriores de metales tóxicos concuerdan - con las correspondientes del jugo, las cuales fueron de 0.0012 a 0.84 ppm. Por ejemplo, si tomamos en cuenta que el rendimiento de concentrado por cada litro de jugo es de aproximadamente 1294 mg. a una concentración de 0.66 ppm de Pb en el jugo (ver tabla 5) le correspondería una concentración de 0.05% de Pb en el concentrado, lo que se aproxima al promedio determinado, que fue de  $0.03 \pm 0.02\%$ .

#### h) Pruebas Microbiológicas.

En las dos muestras de concentrado analizadas - (ver tabla 7) no hubo presencia de *Pseudomona aeruginosa* - ni de *Staphylococcus aureus*. El recuento total de bacterias y el de coliformes también dieron resultados favorables, con valores de "menor de 30/ml" y "menor de 10/ml" respectivamente.

Estos resultados eran de esperar, ya que en el proceso de obtención del concentrado se eliminaban los microorganismos que pudiera contener el jugo, por acción de la - temperatura y la presión. El concentrado no tiene necesidad de ser tratado con conservantes químicos para la preservación contra deterioro microbiano.

i) Espectro Infrarrojo.

Los espectros infrarrojos de las cuatro muestras de concentrado analizadas (ver figura 11,12,13 y 14) se corresponden con el espectro reportado por la casa Dr. Madis Laboratories, para su producto Veragel 200 Powder (ver figura 15).

Como el concentrado es una mezcla de sustancias, los picos que aparecen en el espectro son producto de la absorción de radiación infrarroja por parte de las moléculas de varios compuestos.

A continuación se presentan algunos comentarios sobre los tipos de movimientos vibracionales asociados a los principales picos y sobre los grupos funcionales involucrados.

Todos los espectros IR del concentrado obtenido (como se observa en las figuras 11, 12, 13 y 14) muestran una banda aguda y ancha en la región de  $3380 \text{ cms.}^{-1}$ . Esta banda es característica de las oscilaciones de compuestos con grupos hidroxilo y amino. Igualmente, a  $2920 \text{ cms.}^{-1}$  se presenta una banda de mediana intensidad. A  $1725 \text{ cms.}^{-1}$  los espectros también presentan una banda aguda, propia de las oscilaciones del doble enlace C=O de ácidos carboxílicos, aldehidos



SPECTRUM NO. \_\_\_\_\_  
 DATE 10/9/85  
 SAMPLE CONCENTRADO  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 SOURCE \_\_\_\_\_  
 STRUCTURE \_\_\_\_\_  
  
 PATH \_\_\_\_\_ mm  
 SOLVENT AB  
 CONCENTRATION 1+10  
 PHASE SOLID  
 COMMENTS \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 ANALYST \_\_\_\_\_

**Beckman®**  
 INFRARED  
 SPECTROPHOTOMETER

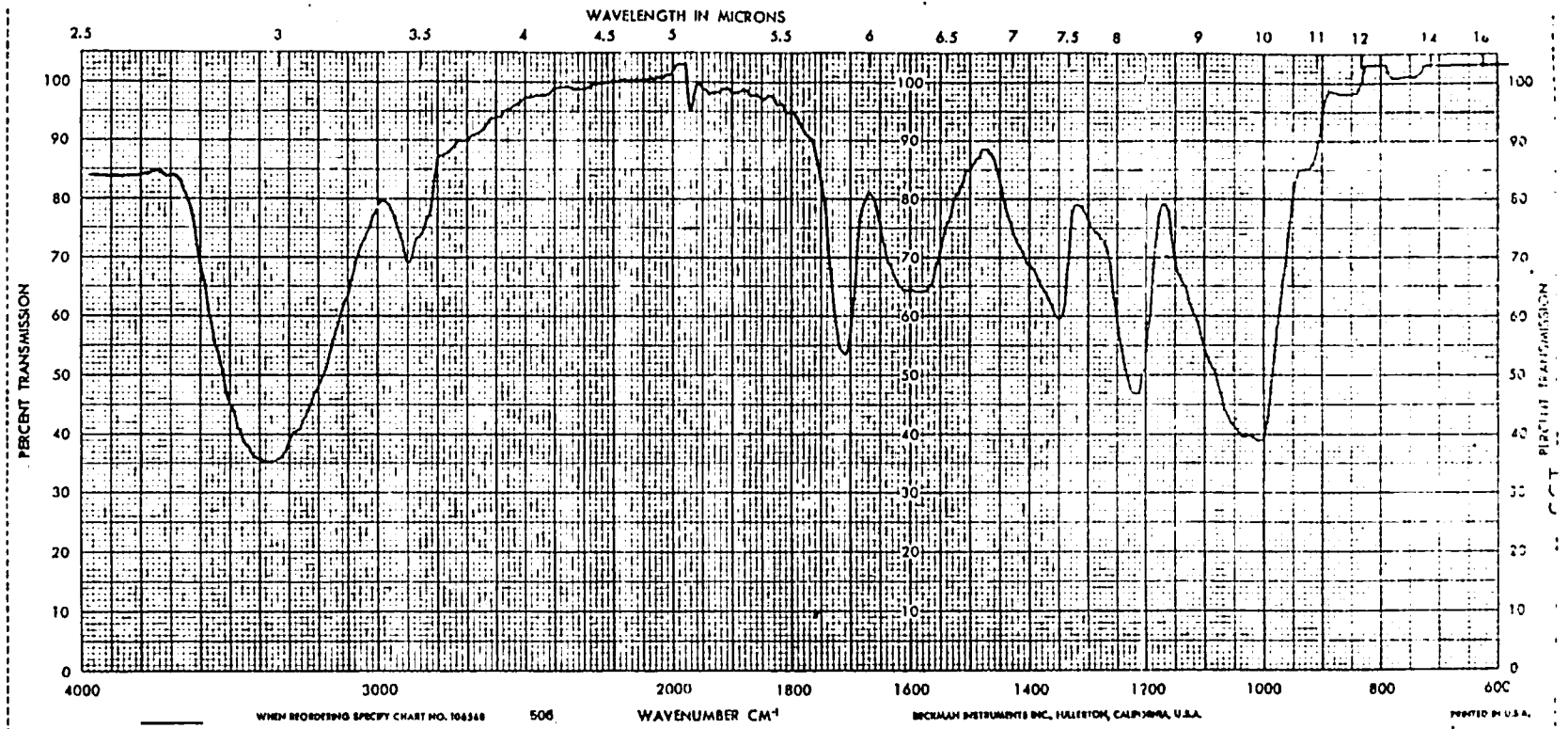


FIGURA 11. ESPECTRO INFRARROJO DEL CONCENTRADO 1.-

SPECTRUM NO. \_\_\_\_\_

DATE 1 / 1960

SAMPLE CONCENTRADO

INFRARROJO

INFRARROJO 2

SOURCE \_\_\_\_\_

STRUCTURE \_\_\_\_\_

PATH \_\_\_\_\_ mm

SOLVENT \_\_\_\_\_

CONCENTRATION \_\_\_\_\_

PHASE \_\_\_\_\_

COMMENTS \_\_\_\_\_

ANALYST \_\_\_\_\_

**Beckman®**

INFRARED  
SPECTROPHOTOMETER

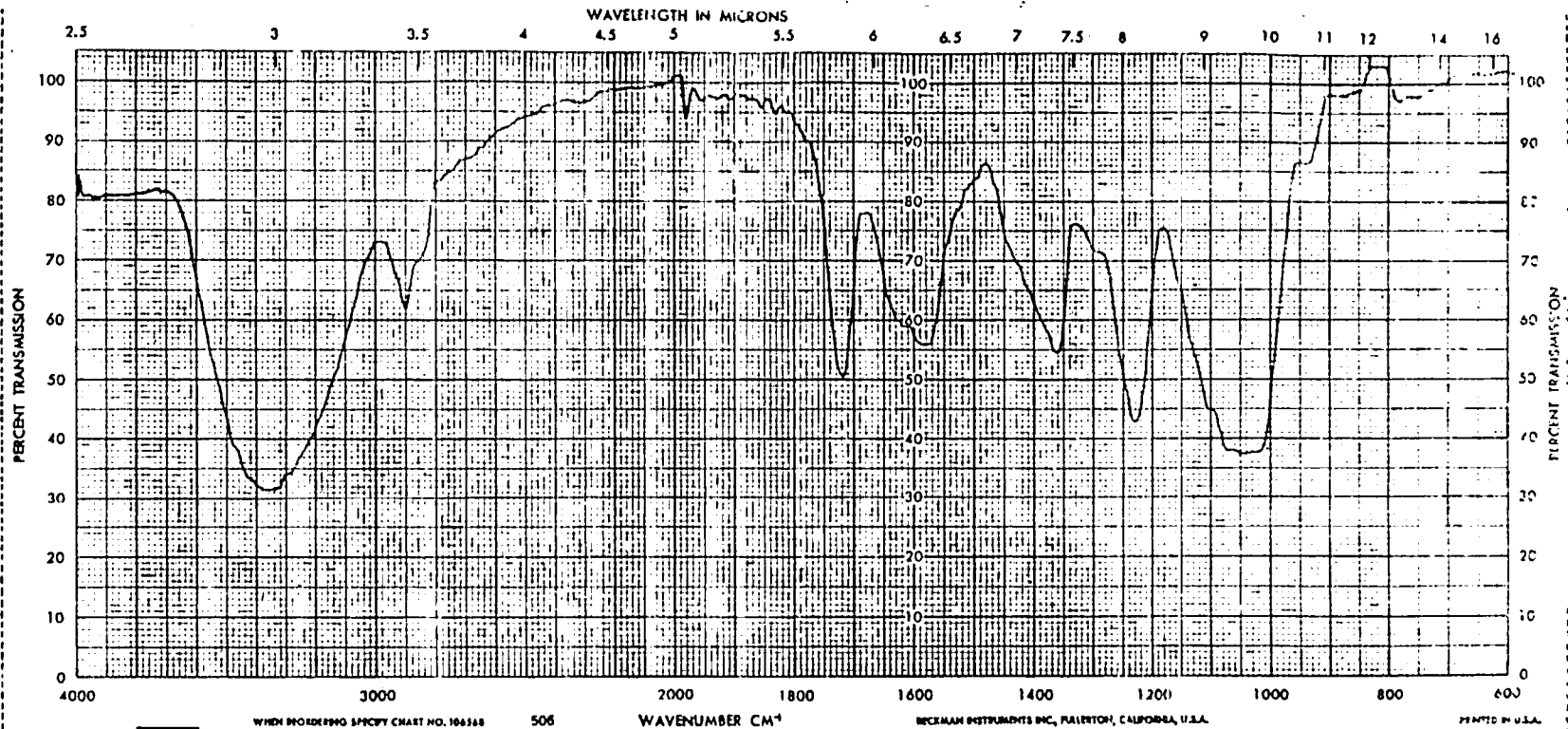


FIGURA 12. ESPECTRO INFRARROJO DEL CONCENTRADO 2.-

SPECTRUM NO. \_\_\_\_\_  
 DATE 12/3/85  
 SAMPLE CONCENTRADO  
DE S. M. L. A.  
17. T. P. 3  
 SOURCE \_\_\_\_\_  
 STRUCTURE \_\_\_\_\_  
 PATH \_\_\_\_\_ mm \_\_\_\_\_  
 SOLVENT KBr  
 CONCENTRATION 1:10  
 PHASE 100%  
 COMMENTS \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 ANALYST \_\_\_\_\_

**Beckman®**  
 INFRARED  
 SPECTROPHOTOMETER

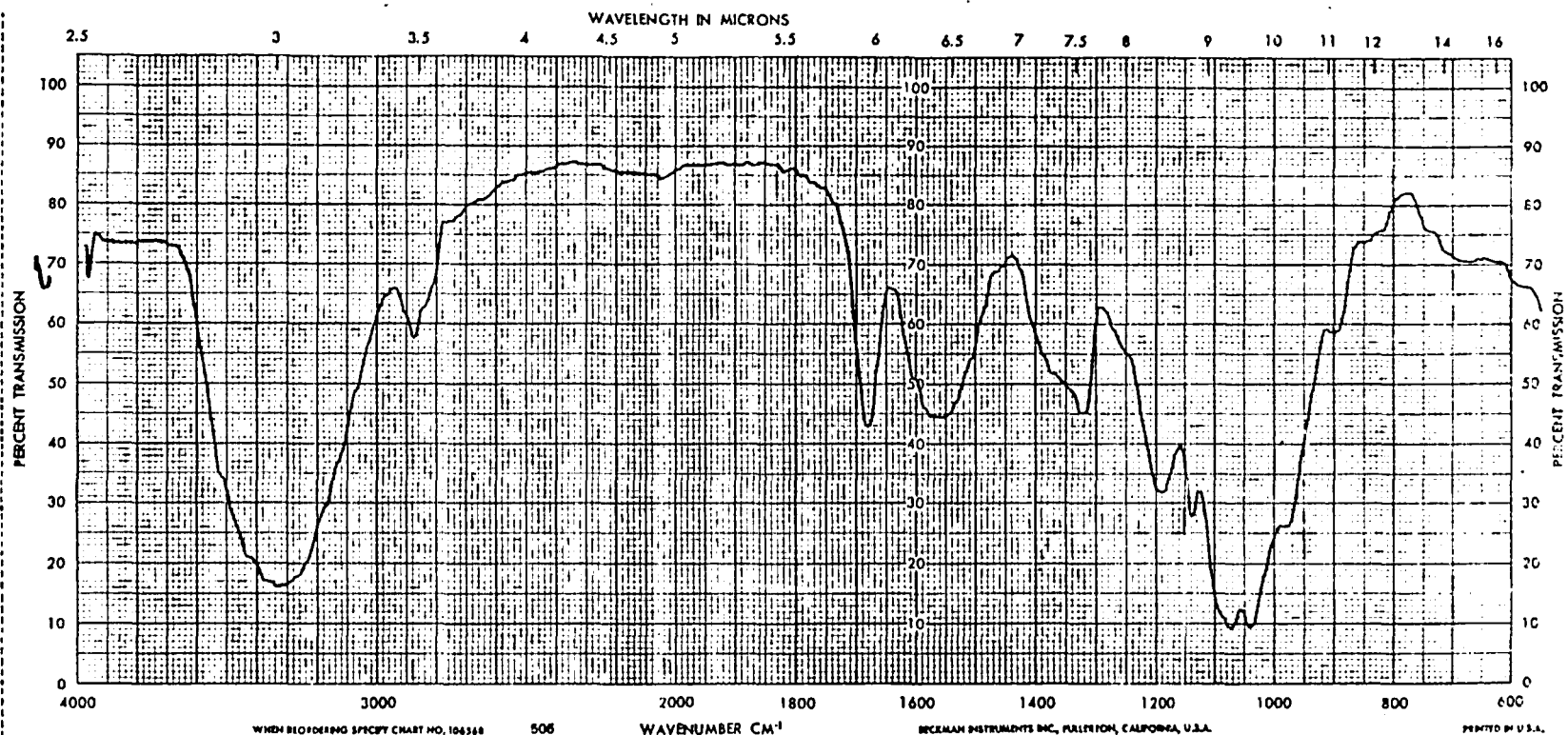


FIGURA 13. ESPECTRO INFRARROJO DEL CONCENTRADO 3.-

SPECTRUM NO. \_\_\_\_\_  
DATE 10/2/56  
SAMPLE CONCENTRADO  
DE SAEPIA  
LESTRA 4  
SOURCE \_\_\_\_\_  
STRUCTURE \_\_\_\_\_

PATH \_\_\_\_\_ mm  
SOLVENT KBr  
CONCENTRATION 1:10  
PHASE Sólido  
COMMENTS \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANALYST F.P.J.

**Beckman®**

INFRARED  
SPECTROPHOTOMETER

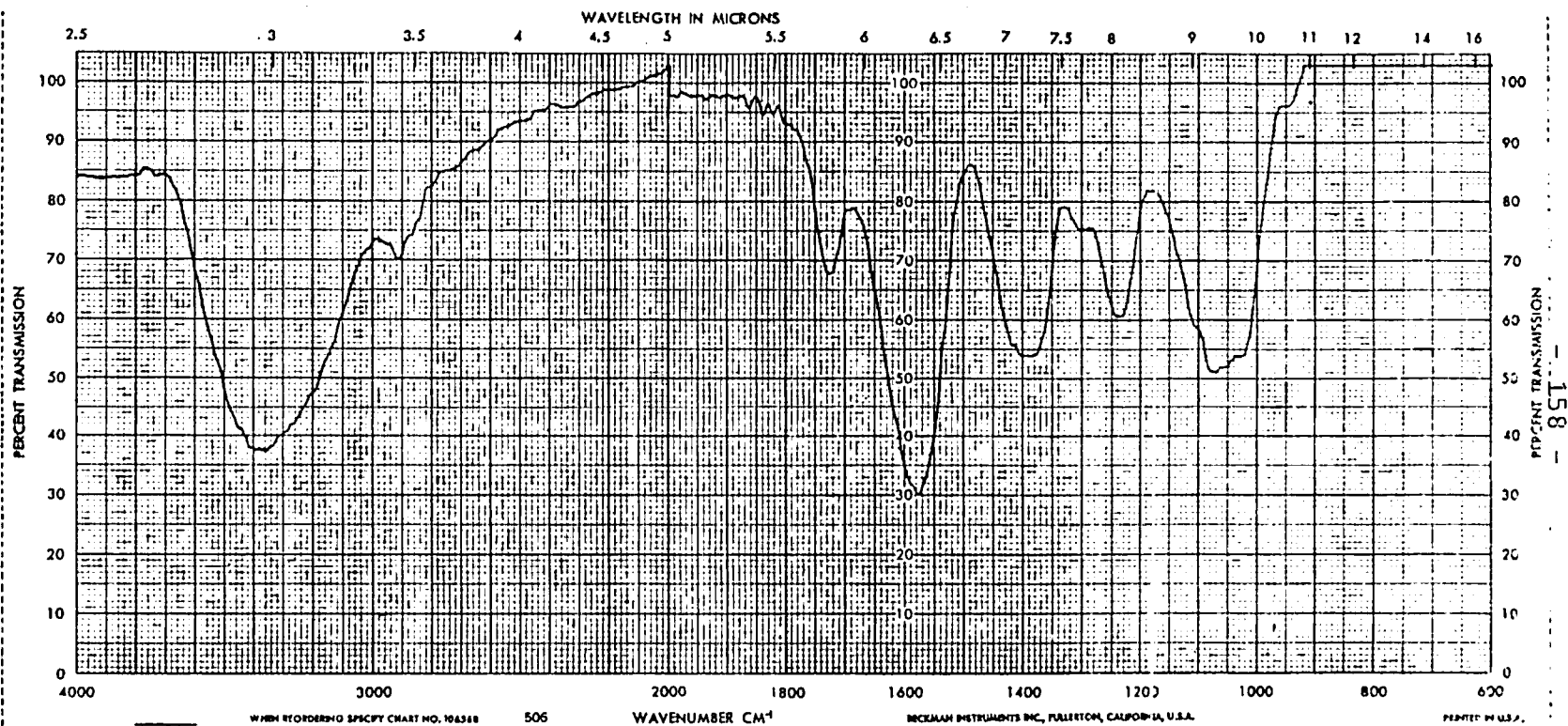


FIGURA 14. ESPECTRO INFRARROJO DEL CONCENTRADO 4.-

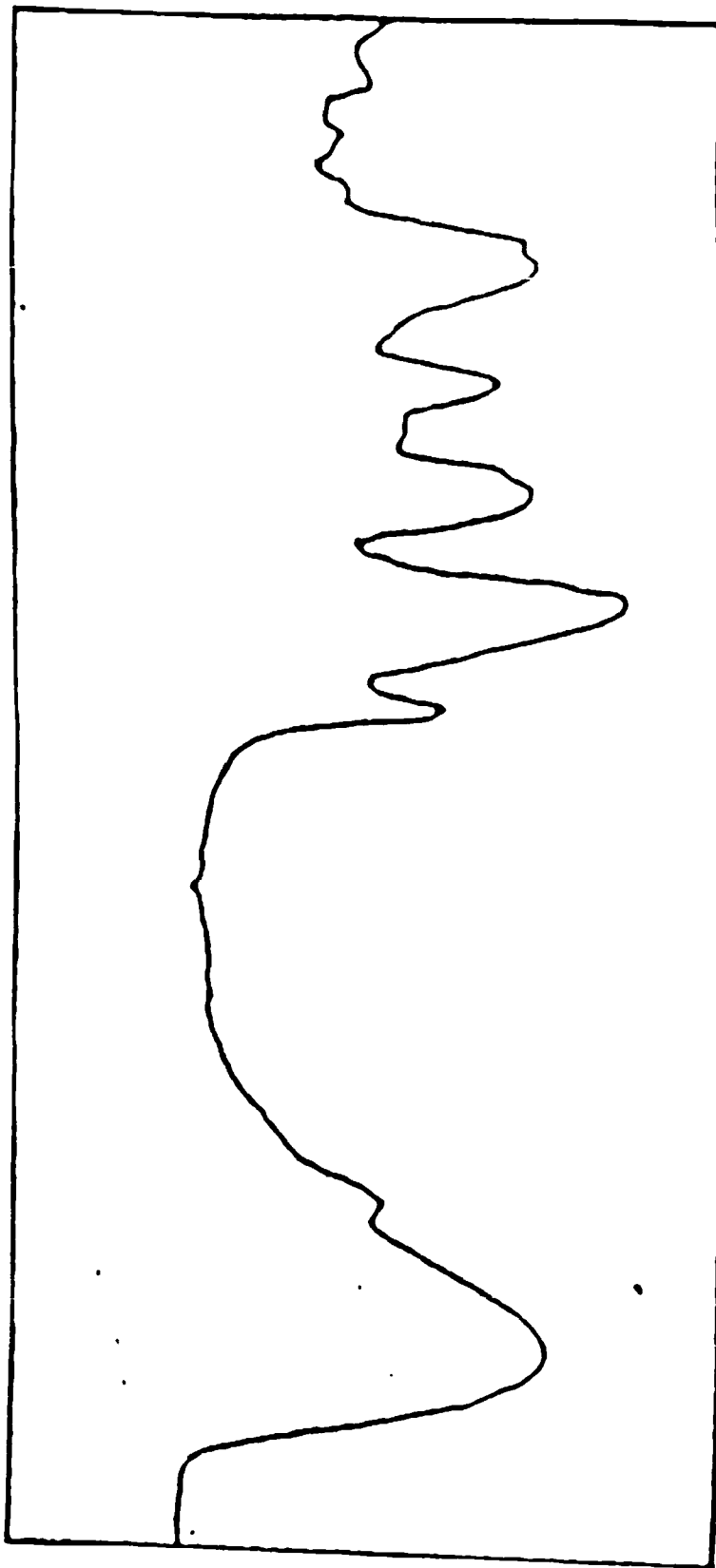


FIGURA 15. GENERAL IR SPECTRUM OF VERAGEL POWDER

y cetonas. Luego se presentan varios picos agudos y anchos. Uno de ellos aparece a  $1575 \text{ cms.}^{-1}$ . En esta región se producen oscilaciones propias de grupos C=C, C=N y NH. Esto ocurre en aminas, amidas, compuestos aromáticos, etc.

Luego se presentan bandas a  $1390 \text{ cms.}^{-1}$ ,  $1240 \text{ cms.}^{-1}$ , y en la región  $1080-1020 \text{ cms.}^{-1}$ .

### 3. PRUEBAS PRELIMINARES DE ESTABILIZACION.

En la tabla 8 se puede apreciar que el recuento total de bacterias se mantuvo en niveles aceptables (ver anexos 1-A, 1-B y 1-C) sólo para el caso del conservador D a baja temperatura; para todos los demás conservantes estuvo en el orden de  $10^5$ .

Se puede notar que sólo se obtuvieron recuentos de coliformes con valores mayores de 10/ml en las muestras almacenadas entre 4 y  $8^\circ\text{C}$ , mientras que para todas las que estuvieron a temperatura ambiente el valor fue menor de 10/ml. Esto encuentra su explicación en que las bacterias coliformes incluyen tres tipos psicotróficos capaces de multiplicarse a  $3-10^\circ\text{C}$ .

Como el conservador D, a baja temperatura, fue el único en mantener un R.T. B aceptable, se realizaron pruebas con éste, empleando concentraciones menores, pero sólo

a la concentración máxima se verificó un recuento total bacteriano por debajo de los límites aceptados (ver tabla 9 y anexos 1-A, 1-B y 1-C).

quinta parte

CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES



## CONCLUSIONES

- 1.- Se diseñaron dos procesos a nivel de planta piloto que permiten obtener "Jugo" y "Concentrado" (polvo) de Aloe.
- 2.- Mediante los procesos diseñados se obtuvieron productos de Aloe que, con la excepción de los sólidos insolubles en agua, para el jugo, y los sólidos en alcohol, para el concentrado, concuerdan en sus características físicas, químicas y microbiológicas - con las especificaciones reportadas por casas comerciales internacionales, para los productos de Sábila que ellos comercializan.
- 3.- Tomando como base cálculos preliminares de costos y beneficios, se considera que sería rentable la producción industrial de Jugo de Aloe.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar investigaciones encaminadas a estabilizar el jugo de Sábila.
  
- b) Ejecutar estudios de factibilidad técnica y económica para la producción, a nivel industrial, de jugo y concentrado de Sábila.
  
- c) Que se investigue sobre formulación local de medicamentos y cosméticos a base de jugo y concentrado de Aloe.

sexta parte

BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- 1) MANUAL DE LA PLANTA ALOE VERA.  
Max. B. Skousen. Aloe Vera Research Institute.  
Cypress, C.A. Editado 1979. Passim.
- 2) LA SABILA: USOS Y ESTADO ACTUAL EN LA REPUBLICA DOM.  
Rafael Vasquez Natera y Rosa Jimenez.  
Ponencia presentada con motivo del 3er. Simposio Químico y Producción de la Asociación Química Dominicana Inc.  
Santo Domingo, Marzo 1983. Passim.
- 3) INDUSTRIALIZACION DE LA SABILA .  
Cámara Oficial de Comercio, Agricultura e Industria de Santiago.  
Realizado por: Oficina J.M. Cabral y Baez.  
Financiado por: Banco Central de la República Dominicana. Santiago. 1984. Passim.
- 4) CULTIVOS AGROINDUSTRIALES NO TRADICIONALES EN LA R.D.  
Nelson Rodriguez Martinez.  
Editora Taller Santo Domingo, 1980, Segunda Edición.  
Pág. 34-62.
- 5) THE STANDARD CYCLOPEDIA OF HORTICULTURE .  
L.H. Bailey The McMillan Company.  
London, 1917. Vol. I, Pág. 255-261.
- 6) NOMENCLATURA POLIGLOTA DE LAS PLANTAS HAITIANAS Y TROPICALES.  
René Laroche. Presse Nationales D'Haiti. Puerto Principe, 1971. Pág. 15,16.
- 7) DECLARACION VERBAL OFRECIDA POR EL PROFESOR EUGENIO DE - JESUS MARCANO EN ENTREVISTA CON LOS SUSTENTANTES DE ESTA TESIS.  
Santo Domingo, Febrero, 1986.
- 8) FLORA DE CUBA.  
Hermano Leon. Editorial Cultura, S.A., 1946. Vol. I,  
Pág. 306,307.
- 9) APUNTES PARA EL ESTUDIO DE BOTANICA GENERAL.  
Eugenio de Jesus Marcano.  
Universidad Autónoma de Santo Domingo, 1980,  
Pág. 38,39.

- 10) ESTUDIO SOBRE SIEMBRA Y CULTIVO DE LA SABILA.  
Instituto Dominicano de Tecnología Industrial(INDOTEC)  
Junio 1985. Pág. 1-14.
- 11) EFECTO DE "HETEROAUXIN" SOBRE EL ENRAISAMIENTO DE INCICIONES, CRECIMIENTO Y PRODUCCION PARA ALOES. C.A. \*  
83:159063h.
- 12) EFECTOS DE TRAZAS DE ELEMENTOS EN EL DESARROLLO Y PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTAS MEDICINALES STEFANI Y ALOĒ  
C.A., 83:95443.
- 13) THE PHARMACENTICAL CODEX.  
The Pharmaceutical Press.  
London, 1979. Onceavà edición.  
Pág.18.
- 14) THE INDEX MERCK.  
Publicado por Merck and Co. New Jersey, U.S.A.  
1980. Edición 18, pág. 40-42.
- 15) ANALISIS DE MEDICAMENTOS DEL TIPO EMODIN  
C.A., 25: 5507-6
- 16) ESTIMACION DE ALOINA EN ALOES.  
C.A., 1:85.
- 17) METODOS PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA DE ALOINA.  
C.A., 69:21928y.
- 18) MICRODETERMINACION DE ALOINA POR CROMATOGRAFIA DE CAPA  
FINA.  
C.A., 66:79640c.
- 19) EVALUACION DE PREPARACIONES QUE CONTIENEN ALOE.  
DETERMINACION DE ALOINA CON CLORURO DE ALUMINIO.  
C.A., 77:105664n.
- 20) COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE ALOINA  
EN ALOES.  
C.A., 71:42368x.

- 21) INVESTIGACION COMPARATIVA DE METODOS USADOS PARA ESTIMAR ALOINA Y COMPUESTOS RELACIONADOS EN ALOES.  
C.A., 72:35811 D
- 22) WEBSTER'S THIRD NEW INTERNATIONAL DICTIONARY.  
Philip Babcock Gove. Ed. The Merriam-Webster,  
U.S.A., 1971. Pág.400.
- 23) COMPENDIO DE HISTORIA NATURAL.  
José Monlau. Ed. Librería Camí, S.A., Barcelona.  
3ra. edición. Pág.504-505.
- 24) ESTUDIO QUIMICO DEL JUGO DE ALOE VERA I.  
C.A., 76:117452j.
- 25) ESTUDIO QUIMICO DEL JUGO DE ALOE VERA II.  
73:7295r.
- 26) COMPOSICION MINERAL DE LAS HOJAS DE ALOES Y  
DEL EXTRACTO DE ALOE.  
C.A., 77:58741.
- 27) PLANTAS MEDICINALES DE LA U.R.S.S. Y SUS USOS.  
A.D. Turova. Editorial Medicina, 1983. Pág.229-231.
- 28) EXTRACTOS DE ALOE VERA  
C.A., 83:48187 G
- 29) UN ESTUDIO FITOQUIMICO DE LA HOJA DE ALOE VERA  
Pharmaceuticals, Cosmetics, Perfumes. 36:617
- 30) EFECTO DE PRESERVATIVOS SOBRE EL MUCILAGO DE ALOE VERA  
C.A., 89:80167 K
- 31) ESTABILIZACION DEL GEL DE ALOE VERA.  
C.A., 84:136932b.
- 32) COMPOSICIONES ANTIINFLAMATORIAS DE LOS COMPONENTES DE  
EXTRACTOS DE ALOE VERA Y ESTEROIDES.  
C.A., 89: 95018m.

- \*33) PLANTAS MEDICINALES. EL DISCORIDES RENOVADO.  
P. Font Quer. Editorial Labor, S.A., España, 1978.  
Cuarta Edición, pág.884-886.
- 34) PRINCIPIO LAXANTES DE LOS ALOES  
C.A., 31:4719.
- \*35) REMINGTON'S PHARMACEUTICAL SCIENCES.  
Mack Publishing Company. Pennsylvania, USA. Fifteenth  
Edition, 1975, Pág. 738-739
- \*36) LA VALORACION DE LOS PRINCIPIOS PURGANTES EN ALOES.  
R.K. Mapp y T.S. McCarthy. Plantas Médicas. Pharm.Dept.  
Univ. Western Cape. 1970, vol. 18, part 4, Pág. 361-365.
- 37) MEDICAL BOTANY. PLANTS AFFECTING MAN'S HEALTH.  
Walter H. Lewis y Memory P.F. Elvin.  
Pág.271,283,336, 364. Wiley-Interscience Publication '77.
- 38) DICCIONARIO BOTANICO DE NOMBRES VULGARES CUBANOS.  
Juan Tomás Roig y Mesa.  
Editorial Nacional de Cuba, La Habana, 1965.  
Pág.854.
- 39) PLANTAS UTILES DE COLOMBIA.  
E. Pérez Arbelaez. Librería Colombiana, Bogota.  
1956. 3ra. Edición. Pág.451-453.
- 40) TOXIC METALS. POLLUTION CONTROL AND WORKERS PROTECTION.  
Marshall Sittig. Noyes Data Corporation, New Jersey,  
U.S.A. 1976.
- 41) TECNICAS SANITARIAS EN EL MANEJO DE ALIMENTOS.  
Karla Longreé y Gertride Blaker.  
Centro Regional de Ayuda Técnica. A.I.D.  
Editorial Pax, México, 1972. Pág.75-76.
- 42) QUIMICA INORGANICA AVANZADA.  
F. Albert Cotton y Geoffrey Wilkinson.  
Editorial Limusa. México, 1981.  
Primera edición, pág.491, 461, 924, 925.
- 43) QUIMICA INORGANICA MODERNA.  
G.F. Liprot Compañía Editorial Continental.  
México, 1980. Segunda impresión, pág.253-255, 287-289,  
333, 334, 489, 491, 511-513.

- 44) HANDBOOK OF TOXIC AND HAZARDUS CHEMICALS.  
Marshall Sittig, Noyes Publication. New Jersey,  
1981. Pág.
- 45) TOXICOLOGY OF DRUGS AND CHEMICALS.  
William B. Drichmann y Horace W. Gerade.  
Academic Press, 1969.  
Primera edición, pág.88, 186, 347-350,638-639
- 46) QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA.  
James S. Fritz y George H. Schenk.  
Editorial Limusa, México, 1979.  
Pág.563-571.
- 47) ATOMIC ABSORPTION SPECTROCOPY.  
R.J. Reynaldo y K. Aldous. Editorial Griffin, London.  
1970. Primera edición, pág.158-160, 1-5
- 48) ANALISIS INSTRUMENTAL.  
Douglas A. Skoog y Donald M. West.  
Ed. Interamericana, México, 1975.  
Primera edición, pág. 133-134.
- 49) DECLARACION VERBAL OFRECIDA POR EL ING. SILVIO ALBURQUE  
QUE, ENCARGADO DE LA SECCION DE CULTIVOS NO TRADICIONA  
LES DE LA SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA (SEA),  
EN ENTREVISTA CON LOS SUSTENTANTES DE ESTA TESIS.  
Santo Domingo, D.N., Febrero 1986.
- 50) BOLETIN ESTADISTICO DE EXPORTACION.  
Centro Dominicano de Promoción de Exportaciones (CEDOPEX).
- 51) INFORMACION VERBAL OFRECIDA POR FUNCIONARIOS DEL DEPARTA  
MENTO DE ESTADISTICA DEL CEDOPEX. Julio 1986.
- 52) MICROBIOLOGIA BASICA DE LOS ALIMENTOS.  
George Banwart, Trad. Edic. Bellaterra, edic. Bellaterra,  
S.A., España, 1979, Passim.
- 53) AOAC. American Organization of Analitical Chemists.  
Ed. 1980. Passim.



septima parte

ANEXOS

ANEXO NO.1 : Descripciones y especificaciones de casas internacionales comercializadoras de Sábila, - para sus productos.

1-A COSMHOGAR, S.A.

Bach 42-46. Polígono Industrial Can Jordi.

Apartado 52            Telex: 51489 Cosme

Tel.619400            Rubi - Barcelona.

ALOE VERA GEL PURIFICADO.

Descripción:

Es un líquido semi-viscoso, muy ligeramente opalescente, casi incoloro e inodoro. Es ligero y agradable al gusto. Una parte de Aloe Vera Gel Purificado es equivalente a una parte del Gel de Aloe fresco.

Es soluble en alcohol hasta el 20% (mayor contenido de alcohol produce un precipitado blanco foculento), cloroformo, acetona, eter y otros disolventes orgánicos.

Pureza y Calidad:

Contiene un 0,2% de sistema conservante. Para asegurar al máximo su estabilidad, debe almacenarse bajo refrigeración.

Reacción Borntraeger.....	Negativa.
Emodin.....	Negativa.
Bacterias Patógenas.....	Exento.
Total Recuento Microbiano.....	Máx. 500/gr.
Ph.....	4.5 - 6.5
Metales Pesados.....	Máx. 10 ppm
Materia Insoluble en Agua.....	Máx. 0.001%
Sustancia no volátiles.....	Min. 0.8%
Peso Específico.....	1,002 - 1,008
Espectro Infrarrojo.....	Conforme al Estándar.

ALOE VERA GEL CONCENTRADO, POLVO PURIFICADO.

Descripción:

Es un polvo fino, con ligero olor, casi insípido. Su color varía de blanco a beige.

Una parte de Aloe en polvo equivale a 200 partes de - Gel de Aloe fresco. Se disuelve lentamente en agua formando una solución coloidal viscosa. Es soluble en alcohol hasta 15%, parcialmente soluble en propilenglicol y glicerina e insoluble en cloroformo, acetona, éter y otros disolventes orgánicos.

Si se almacena a temperaturas inferiores a la temperatura ambiente, en recipientes herméticos protegidos de la humedad y la luz, el Aloe en polvo es estable hasta 5 años. Debido a su estabilidad frente a la degradación microbiana, no es necesaria la incorporación de conservantes. No obstante, una vez solubilizado en agua, es susceptible al ataque microbiano y precisa la adición de conservantes.

Pureza y Calidad:

Reacción Borntraeger.....	Negativa.
Emodín.....	Negativa.
Bacterias Patógenas.....	Excento
Total Recuento Microbiano.....	Máx.2,000/gr.
Ph (solución al 0,5%).....	5,0 - 7,5
Cenizas Insolubles en Acido.....	Máx. 0,6%
Metales Pesados.....	Máx. 30 ppm
Sustancias Solubles en Alcohol.....	Máx. 2%
Humedad.....	Máx. 8%
Grado de Dispersión.....	Máx. 1,5 horas
Espectro Infrarrojo.....	Conforme al Estándar.

1-B DR. MADIS LABORATORIES, INC.  
375 Huyler Street, South Hackensack  
New Jersey-07606, U.S.A.

VERAGEL LIQUIDO.

Descripción:

Veragel Líquido es un líquido semi-viscoso soluble en agua, propilenglicol, glicerina e insoluble en acetona, cloroformo y otros solventes orgánicos.

Calidad y Pureza:

Preservativo.....	0,2%
Bacterias Patógenas.....	Negativo.
Recuento Total de Bacterias.....	Máx.500/G.
Ph.....	4,5 - 6,5
Metales Pesados.....	Máx.10 ppm
Materia Insoluble en Agua.....	Máx. 0,001%
Gravedad Específica.....	1,002-1,008
Espectro Infrarrojo.....	Conforme al Estandar.

1-C ALOE VERA PRODUCTS  
P.O. Box 9122  
Denver, Colorado 80209

ALOE VERA GEL.

Descripción:

Aloe Vera Gel es un líquido extraído de la planta Aloe barbadensis, estabilizado en cuanto a su color y microbiológicamente.

Uso:

Se emplea en cosméticos y en bebidas a base de productos naturales.

Especificaciones:

Apariencia.....	líquido.
Color (Gardner Máx.).....	4.-
Olor.....	Vegetal.
Gravedad Específica.....	1,008
Ph.....	4,3
Valor Acido.....	3 (máx.)
Indice de Saponificación.....	1,5 (máx.)
Contenido de Sólidos.....	1,0%
Recuento Total de Bacterias.....	10/G.



# Dominican Republic Export Promotion Center

TELEPHONE  
432-9498/99

ONE WORLD TRADE CENTER · SUITE 86065  
NEW YORK, N. Y. 10048

CABLE CEDOPEX  
TELEX 426682

## ANEXO NO.2

### COMPRADORES DE PENCAS DE ALOE, EXTRACTO, CONCENTRADOS, GELATINAS, TALCO, Y ACEITES

- 1.- ALOE LABORATORIES OF TEXAS  
2809 GRIMES  
HARLINGTON, TEXAS 78550  
TEL. (512) 428-8416  
TELEX 767851
- 2.- COSTEC, INC.  
P.O. BOX 693  
PALATINE, ILLINOIS 60067  
TEL. (312) 359-5713
- 3.- FLORIDA FOOD PRODUCTS  
P.O. BOX 1300  
EUSTIS, FLORIDA 32726  
TEL. (904) 357-4141  
TELEX 503725
- 4.- JOJOBA GROWERS & PROCESSORS, INC.  
2267 S. COCONINO DR.  
APACHE JUNCTION, ARIZONA 85220  
TEL. (602) 982-1125  
TELEX 754-858
- 5.- KINWOOD ALOE CORP.  
P.O. BOX 238  
OLMITO, TEXAS 78575  
TEL. (512) 350-4443
- 6.- MWM CHEMICAL CORP.  
270 MADISON AVENUE  
NEW YORK, NY 10016  
TEL. (212) 686-3150  
TELEX 420051
- 7.- DR. MADIS LABORATORIES, INC.  
375 HUYLER ST.  
SOUTH HACKENSACK, NJ 07606  
TEL. (201) 440-5000  
TELEX 134493

.../2

- 8.- MEER CORP.  
9500 RAILROAD AVENUE  
NORTH BERGEN, NJ 07047  
TEL. (201) 861-9500  
TELEX 128290
- 9.- TRI- K INDUSTRIES, INC.  
99 KINDERKAMACK RD.  
WESTWOOD, NJ 07675  
TEL. (201) 666-3003  
TELEX TWX 710-990-7518
- 10.- UNITED ALOE TECHNOLOGY ASSOCIATION  
P.O. BOX 25007  
PHOENIX, ARIZONA 85002  
TEL. (602) 246-3530  
TELEX 165-083
- 11.- A & S CORP.  
819 EDWARDS RD.  
PARSIPPANY, NJ 07054  
TEL. (201) 575-6330  
TELEX 136-353
- 12.- GATTESFOSSE CORP.  
200 SAW MILL RIVER RD.  
HAWTHORNE, NY 10532  
TEL. (914) 747-2400  
TELEX 701817
- 13.- INGREDIENTS INTERNATIONAL, INC.  
5900 BOXFORD AVENUE  
CITY OF COMMERCE, CALIFORNIA 90040  
TEL. (213) 685-3340  
TELEX 19-4126
- 14.- AUSTIN CHEMICAL CO., INC.  
8410 W. BRYN MAWR AVENUE  
CHICAGO, illinois 60631  
TEL. (312) 399-0490  
TELEX 280342
- 15.- NORMAN FOX & CO.  
551 S. BOYLE AVENUE  
P.O. BOX 58727  
VERNON, CALIFORNIA 90058  
TEL. (213) 583-0016

.../



.../3

- 16.- DASTECH INTERNATIONAL, INC.  
122 E. 42nd STREET  
SUITE 205  
NEW YORK, NY 10168  
TEL. (212) 661-3060  
TELEX 147138
- 17.- INTERNATIONAL SOURCING, INC.  
555 ROUTE 17  
SOUTH RIDGEWOOD, NJ 07450  
TEL. (201) 670-8500
- 18.- LANAETEX PRODUCTS, INC.  
151-157 THIRD AVENUE  
ELIZABETH, NJ 07206  
TEL. (201) 351-9700
- 19.- TERRY CORPORATION  
3270 PINEDA AVE.  
MELBOURNE, FLORIDA 32935  
TEL. (305) 259-1630  
TELEX 808945
- 20.- BIO-BOTANICA, INC.  
75 COMMERCE DR.  
HAUPPAUGE, NY 11788  
TEL. (516) 231-5522
- 21.- SOLTEC, INC.  
P.O. BOX 11  
REDDING, CONNECTICUT 06875  
TEL. (203) 938-9025
- 22.- BORGE INTERNATIONAL, INC.  
P.O. BOX 27314  
SAN DIEGO, CALIFORNIA 92128  
TEL. (619) 578-5400  
TELEX 295-104

FUENTE: OPD CHEMICAL BUYERS DIRECTORY - 1985  
9/85

HOJA DE CALIFICACION

*P. K. ...*  
SUSTENTANTE

*F. R. ...*  
SUSTENTANTE

*N. ...*  
ASESOR

*P. ...*  
ASESOR

CALIFICACION: *Sobresaliente (98)*

*Mig. Ang. ...*  
JURADO

*Francisco ...*  
JURADO

JURADO



FECHA: *28. Agosto 1986.*