

# **Universidad Nacional del Callao**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**



**"Estudio Físico Químico de la Goma  
de la Semilla de Tara"**

## **TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO QUIMICO**

**Presentado por:**

**Bachiller CARMEN BARRETO PIO**

**Callao - Perú**

**1985**

C O N T E N I D O

PAGINA

I	INTRODUCCION -----	1
II	GENERALIDADES SOBRE TARA -----	3
	2.1. CLASIFICACION BOTANICA -----	3
	2.2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA TARA -----	3
	2.3. COMERCIALIZACION DE LA TARA -----	5
	2.4. DESCRIPCION DE SU FRUTO -----	9
	2.4.1. FORMA	
	2.4.2. COMPOSICION	
	2.5. CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA -----	9
	2.5.1. ESTRUCTURA -----	9
	2.5.1.1. TEGUMENTO	
	2.5.1.2. ENDOSPERMA	
	2.5.1.3. GERMEN	
	2.5.2. COMPOSICION -----	11
	2.6. GENERALIDADES SOBRE GOMAS -----	11
	2.6.1. DEFINICION DE GOMAS -----	11
	2.6.2. ESTRUCTURA DE ALGUNAS GOMAS NATURALES -----	12
	2.6.3. CLASIFICACION DE GOMAS -----	14
	2.6.4. FUENTES DE GOMAS INDUSTRIALES -----	17
	2.6.5. DESCRIPCION DE ALGUNAS GOMAS DE INTERES COMERCIAL -- --	19
	2.6.5.1. EXUDADO DE ARBOLES -----	19
	2.6.5.2. GOMAS DE SEMILLAS -----	22
	2.6.6. APLICACIONES DE LAS GOMAS A NIVEL INDUSTRIAL -----	32
	2.6.7. LA TARA COMO FUENTE DE POLISACARIDO GALACTOMANANO -- --	35
III	SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA ---	39
	3.1. MATERIALES Y REACTIVOS -----	39

	3.2. CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA DE TARA-----	39
	3.3. METODOS -----	40
	3.3.1. GOMA OBTENIDA POR SEPARACION MECANICO-MANUAL-----	40
	3.3.2. GOMA OBTENIDA DESPUES DE UN TRATAMIENTO DE PRE- COCCION -----	40
	3.4 RESULTADOS -----	41
IV	ANALISIS REALIZADOS A LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA -----	43
	4.1. RECONOCIMIENTO DE LA GOMA -----	43
	4.2. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE GOMA EN LA SEMILLA DE TARA -----	43
	4.3. DETERMINACION DE LA HUMEDAD -----	44
	4.4. DETERMINACION DEL P H -----	44
	4.5. DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES -----	44
	4.6. DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo -----	45
	4.7. DETERMINACION DE FIBRA -----	45
	4.8. DETERMINACION DE CENIZAS -----	46
	4.9. DETERMINACION DE PROTEINAS -----	46
	4.10 DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES DIRECTOS -----	46
	4.11. DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES INDIRECTOS -----	47
	4.12. DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS -----	47
V	IDENTIFICACION DE LOS AZUCARES PRESENTES EN LA GOMA DE LA SE <u>MI</u> MILLA DE TARA -----	50
	5.1. HIDROLISIS DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA -----	50
	5.1.1. HIDROLISIS CON $H_2SO_4$	
	5.1.2. HIDROLISIS CON HCL	
	5.1.3. RECONOCIMIENTO DE LOS GLUCIDOS	
	5.2. IDENTIFICACION DE LOS AZUCARES EN LA HIDROLISIS POR CRO- MATOGRAFIA -----	54

	5.2.1. REACTIVOS Y MATERIALES -----	55
	5.2.2. METODO -----	59
	5.2.3. RESULTADOS -----	61
	CUANTIFICACION DE LOS AZUCARES PRESENTES EN LA GOMA -----	66
	6.1. MATERIALES Y REACTIVOS -----	66
	6.2. METODO -----	66
	6.3. RESULTADOS -----	69
VII	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA -----	75
	7.1. VISCOSIDAD -----	75
	7.1.1. INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION EN LA VISCOSIDAD	
	7.1.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA VISCOSIDAD	
	7.1.3. INFLUENCIA DEL P H EN LA VISCOSIDAD	
	7.2. SOLUBILIDAD -----	76
	7.3. ESTABILIDAD -----	77
	7.4. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS -----	77
	7.5. PRUEBAS DE ACEPTACION -----	78
	7.6. RESULTADOS -----	78
VIII	CONTROLES DE TOXICOLOGIA -----	85
	8.1. ESTUDIOS REALIZADOS DE TOXICOLOGIA A LA GOMA DE LA SEMI- LLA DE TARA -----	85
	8.2. NORMA -----	87
IX	EXTRACCION O SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA PA- RA SU INDUSTRIALIZACION -----	89
	9.1. ENSAYOS PRELIMINARES -----	89
	9.1.1. SEPARACION DE LA CASCARA POR TRATAMIENTO QUIMICO-----	89
	9.1.2. SEPARACION DE LA CASCARA POR TRATAMIENTO TERMICO-----	90

9.1.3.	EVALUACION DE RESULTADOS	-----	91
9.2.	METODOS TENTATIVOS PARA LA EXTRACCION DE LA GOMA	-----	94
9.2.1.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE LA GOMA	-----	94
	DE TARA POR SOLUBILIZACION EN MEDIO ACUOSO		
9.2.1.1.	DETERMINACION DE LOS PARAMETROS EN LA		
	ETAPA DE HIDRATACION	-----	96
9.2.1.2.	DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO	---	99
9.2.2.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE GOMA DE	---	111
	TARA POR TRATAMIENTO TERMICO DE TOSTACION		
9.2.2.1.	DETERMINACION DE LOS PARAMETROS EN LA ET		
	PA DE TOSTACION	-----	112
9.2.2.2.	DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO	--	113
9.2.3.	EVALUACION DE METODOS	-----	117
X	CONCLUSIONES	-----	118
XI	RECOMENDACIONES	-----	120
XII	BIBLIOGRAFIA	-----	121

-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-

RELACION DE CUADROS

	Pag
1.- Exportaciones peruanas de Tara	7
2.-	
3.- Estructuras de algunas gomas naturales	12
4.- Clasificación de Gomas	15
5.- Características de la Semilla Guar	24
6.- Aplicaciones de la Goma a nivel industrial	34
7.- Composición Química de la Semilla de Tara	40
8.- Características de la Semilla de Tara	40
9.- Análisis realizados a la Goma de la Semilla de Tara	47
10.- Longitud de Onda Vs. Absorvancia	67
11.- Curva Patrón de Galactosa	68
12.- Curva Patrón de Manosa	68
13.- Influencia de la Concentración en la Viscosidad	77
14.- Influencia de la temperatura en la Viscosidad	77
15.- Influencia del PH en la Viscosidad	78
16.- Tratamiento con Hidroxido de Sodio	88
17.- Tratamiento con Acido Sulfúrico	89
18.- Influencia de la Relación Goma Fraccionada - Agua. Tiempo de hidratación 18 horas	97
19.- Influencia del Tiempo en la Extracción Acuosa	98
20.- Influencia de la Relación Goma Fracionada - Agua en la Extracción Acuosa- Tiempo de hidratación : 30 horas	99
21.- Influencia del PH en la extracción Acuosa	100
22.- Composición química de la goma obtenida por solubilización en medio acuoso	101
23.- Influencia de la Temperatura y el Tiempo de Tostación en la separación de la semilla de Tara por tratamiento térmico de Tostación	108
24.- Composición química de la Goma de Tara obtenida por tratamiento térmico de Tostación	109

RELACION DE GRAFICOS

1.-	Longitud de Onda Vs. Absorvancia	69
2.-	Curva Patrón Manosa	70
3.-	Curva Patrón Galactosa	71
4.-	Influencia de la Concentración en la Viscosidad	79
5.-	Influencia de la Temperatura en la Viscosidad	80
6.-	Influencia de la Relación Goma Fraccionada - Agua - Tiempo de Hidratación : 18 horas	100
7.-	Influencia del Tiempo en la Extracción Acuosa	101
8.-	Influencia de la Relación Goma Fraccionada - Agua - Tiempo de Hidratación : 30 horas	102

RELACION DE FIGURAS

1.-	Composición de la Semilla de Tara	10
2.-	Estructura molecular de la Goma Guar	24
3.-	Estructura molecular de la Goma de Algarrobo	30
4.-	Estructura de Azúcares que comunmente se encuentran en los Polisacáridos	36
5.-	Esquema del Cromatograma para la identificación de Azúcares	62
6.-	Diagrama de flujo de la Extracción de la Goma de la Semilla de Tara por Solubilización en medio acuoso	95
7.-	Esquema de los equipos utilizados en la Extracción de la Goma de la Semilla de Tara por solubilización en medio acuoso	96
8.-	Diagrama de Flujo de la Separación de la Goma de la Semilla de Tara por Tostación.	106
9.-	Esquema de los equipos utilizados en la separación de la Goma de la Semilla de Tara por Tostación	107

## INTRODUCCION

Las gomas provenientes de las semillas de algunas plantas de la familia de leguminosas son empleadas en grandes cantidades en la industria alimentaria, farmacéutica, papelería, textil y otras.

Las gomas no son usadas como producto final sino más bien bajo la forma de aditivo para mejorar las propiedades de los productos elaborados.

Las propiedades más apreciadas en la industria son sus cualidades de agente gelificante, emulsificante, estabilizadoras y pueden actuar como coagulantes, espesantes, lubricantes y formadores de películas.

La magnitud de su uso es debido a sus importantes propiedades que contribuyen a mejorar los productos finales, aún cuando se encuentren en bajas concentraciones.

Las gomas que frecuentemente se utilizan en la industria en general comprenden principalmente polisacáridos naturales, como las gomas arábiga, tragacanto, guar, algarrobo, agar, alginatos y carragenatos; gomas modificadas ó semi-sintéticas como carboximetilcelulosa, dextrinas, alginatos de propilenglicol y otros derivados de gomas naturales. También se utilizan gomas completamente sintéticas como el alcohol polivinílico, etc.

En el Perú la mayor parte de las gomas utilizadas en la industria son importadas, a pesar de existir cantidades apreciables de materias primas que podrían ser usadas para su obtención, entre las que podríamos mencionar las semillas de algarrobo y tamarindo.

En la semilla de Tara de manera similar que en otras leguminosas se observa la existencia de un material gomoso el cual podría ser utilizado en la industria una vez identificados los componentes principales de esta goma, teniendo en cuenta sus propiedades físico-químicas.

El presente trabajo tiene como objetivo principal la utilización del endospermo de la semilla de Tara para la obtención de gomas de uso industrial, consiguiendo así un ahorro considerable de divisas tan necesarias para lograr el desarrollo del país. Porque si en el Perú se extrae la goma a partir de la semilla de tara no sería necesaria la importación de gomas de esta naturaleza.

Para lograr este objetivo en el presente trabajo se consideran las siguientes etapas que conducen al objetivo enunciado.

- Ubicación geográfica de las zonas productivas de Tara en el Perú.
- Determinación de las propiedades fisico-químicas de la goma obtenida de la semilla de Tara.
- Ensayos de extracción que determinaran un procedimiento para su posterior industrialización.

## II GENERALIDADES SOBRE LA TARA

La Tara es un arbusto que alcanza una altura de 2.00 a 3.00 mts. , está provisto de una corteza gris con agujones. Tiene ojuelas ovaladas de 10.cms de largo aproximadamente, - sus flores son de color amarillo y sus frutos son vainas in dehiscentes de 8.0 cms de longitud y 2.0 cms de ancho.El -- fruto en su máxima maduración es de color naranja rojizo y contiene de 4 a 5 semillas de 0.5 a 0.8 cms. de diámetro de color marrón oscuro.(Ref 29,31)

### 2.1. CLASIFICACION BOTANICA

El nombre científico de la Tara es CAESALPINEA SPINOSA y de acuerdo a la sistemática de Euler la ubicación bo tánica es:

División	:	Fanerogamas
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledoneas
Subclase	:	Arquidamideas
Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminosas
Subfamilia	:	Cesalpinoideas
Género	:	Caesalpineas
Especie	:	Spinosa

### 2.2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA TARA

En el Perú, el cultivo de la Tara se encuentra distribui do a lo largo de toda la Cordillera de los Andes, sobre -

Los pisos bajos y medios de las vertientes occidentales de los valles interandinos.

La Tara habita el piso de cactáceas columnares y de reducida vegetación herbácea.

Se encuentra también frecuentemente en las regiones andinas de Bolivia, Chile y el norte de Argentina.

Fuera del Continente Sudamericano la encontramos principalmente en Túnez y Cerdeña. (28)

En el Perú se encuentra preferentemente en los siguientes valles:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1.- Valle de Ocros   | 1,300 - 1,800 m.s.n.m. |
| 2.- Valle de Nepeña  | 2,000 - 2,200 m.s.n.m. |
| 3.- Valles del Santa   | 2,600 - 2,800 m.s.n.m. |
| 4.- Valle de Cotahuasi   | 2,800 - 2,900 m.s.n.m. |
| 5.- Valle de Santiago de Chuco   | 1,500 - 1,800 m.s.n.m. |
| 6.- Valle del Mantaro y tributarios  | 2,500 - 3,150 m.s.n.m. |
| 7.- Valle interandino del Marañón  | 2,500 - 2,900 m.s.n.m. |
| 8.- Valle del Cora Cora  |                        |
| 9.- Valle de Rio Blanco  |                        |
| 10- Valle del Rimac  |                        |
| 11- Se encuentra abundantemente en los Departamentos de Ayacucho y Apurimac. |                        |

### 2.3. COMERCIALIZACION DE LA TARA

La producción de la Tara se exporta casi en su totalidad y quienes comercian con ella, compran las vainas a los campesinos, que la recogen de las zonas donde crece sin cuidado, como un auténtico don de la naturaleza.

La Tara se exporta en forma triturada, como Tara en polvo la cual se obtiene triturando la vaina de tal manera que se separan las diferentes partes de ella y que son:

- Tara en polvo, que es curtiente de alta calidad.
- Paja de Tara, que es la parte fibrosa de la vaina.
- Semilla de Tara.

Para su exportación debe cumplir con las siguientes características(27) :

Color	:	Gris oscuro
Olor y sabor	:	Característico
Humedad	:	9.42 %
Acido Tánico	:	35.6 %
Envasado	:	Sacos de yute(Tara en vaina) Bolsas de Polietileno y polipropileno(Tara en polvo)

#### Principales Empresas Exportadoras

Exportadora El Sol	:	81.0 %
Dietrich Buck	:	5.7 %
L.T. 6755771	:	4.9 %
Comexsa	:	4.5 %
Exportaciones de la Selva	:	3.9 %
		<hr/>
		100.0 %

### Reintegros Tributarios

La exportación de Tara en polvo tiene un CERTEX básico del 20 % 31

### Exportaciones Peruanas de Tara

De las estadísticas que a continuación se presentan, se observa que los principales mercados demandantes de Tara son: Francia, Reino Unido y Bélgica quienes adquieren volúmenes significativos. Ver cuadro (1), (2).

Estados Unidos es también un país que anualmente importa mayores cantidades de Tara.

Volviendo nuevamente al mercado europeo, cabe señalar que Italia anualmente incrementa las importaciones de Tara.

### Los principales mercados de Tara 31

Francia : se abastece de un 94% de las exportaciones peruanas.

Reino Unido: constituye otro importante mercado a pesar de que en 1978 sus compras disminuyeron con respecto a 1977.

Bélgica y Luxemburgo: se abastecen aproximadamente de un 12% de la Tara peruana.

Italia y España: cabe señalar que las compras italianas se mantienen mientras que las españolas se han incrementado.

U.S.A.: el mercado norteamericano se abastece también de la Tara peruana, al igual que la procedente de otros países.

En el mercado asiático, Japón constituye un buen mercado, al igual que Corea, cuyas compras tienden a crecer en el futuro.

En América Latina, Brasil, Venezuela y México se proyectan como grandes compradores de Tara.

CUADRO N°1  
EXPORTACIONES PERUANAS DE TARA

A Ñ O	TARA EN POLVO (TM)
1964	4,225
1965	4,420
1966	4,875
1967	3,770
1968	3,900
1975	2,056
1976	3,735
1977	5,021
1978	4,442
1980	4,265
1981	4,510
P R O M E D I O	4,110

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO

C U A D R O N º 2

EXPOR TACIONES DE TARA

P A I S	1 9 7 5	1 9 7 6	1 9 7 7	1 9 7 8	1 9 8 0	1 9 8 1
	Kgr.	Kgr.	Kgr.	Kgr.	Kgr.	Kgr.
ALEMANIA OCCIDENTAL	90,000	207,200	.....	.....	.....	.....
BELGICA	110,880	.....	563,165	402,445	470,230	495,322
BRASIL	.....	1,037	46,674	143,225	151,250	223,415
ESPAÑA	30,100	90,840	460,590	145,023	173,325	145,210
U. S. A.	319,420	1'510,620	479,795	438,309	435,433	462,163
FRANCIA	1'134,050	6,060	2'062,482	1'550,100	1'590,205	1'663,820
ITALIA	30,200	200,760	151,960	147,250	155,203	137,953
JAPON	500	.....	1,050	51,428	45,220	61,855
MEXICO	15,204	10,330	15,348	10,714	12,110	13,620
PORTUGAL	.....	10,220	10,020	10,714	10,120	12,455
REINO UNIDO	264,358	1'376,040	1'130,280	914,752	810,153	795,165
SUIZA	.....	322,200	.....	340,000	365,205	357,934
VENEZUELA	.....	.....	.....	3,068	4,220	6,341
PAISES BAJOS	.....	.....	.....	61,376	43,126	55,426
T O T A L	2'056,712	3'735,307	5'021,364	4'442,989	4'265,800	4'510,679

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE COMERCIO EXTERIOR-SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

## 2.4. DESCRIPCION DE SU FRUTO(Vaina)

2.4.1. Forma.- Sus frutos son vainas indihiscentes de 2.0 cms. de ancho y 3.0 cms. de largo, de un color naranja rojizo que lo obtiene en su máxima maduración y contiene de 4 a 5 semillas de 0.5 a 0.8 cms. de diámetro de color marrón. (28)

2.4.2. Composición.- En porcentaje contiene 65% de vainas propiamente dicha y 35% de semillas. (28)

- Cenizas	6.184 %
- Grasas	2.016 %
- Humedad	11.000 %
- Proteínas	7.170 %
- Taninos	18.000 %
- Carbohidratos	44.370 %

## 2.5. CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA

2.5.1. Estructura.-En la semilla de la Tara se observan tres partes esenciales: (Ver Fig. Nº 1)

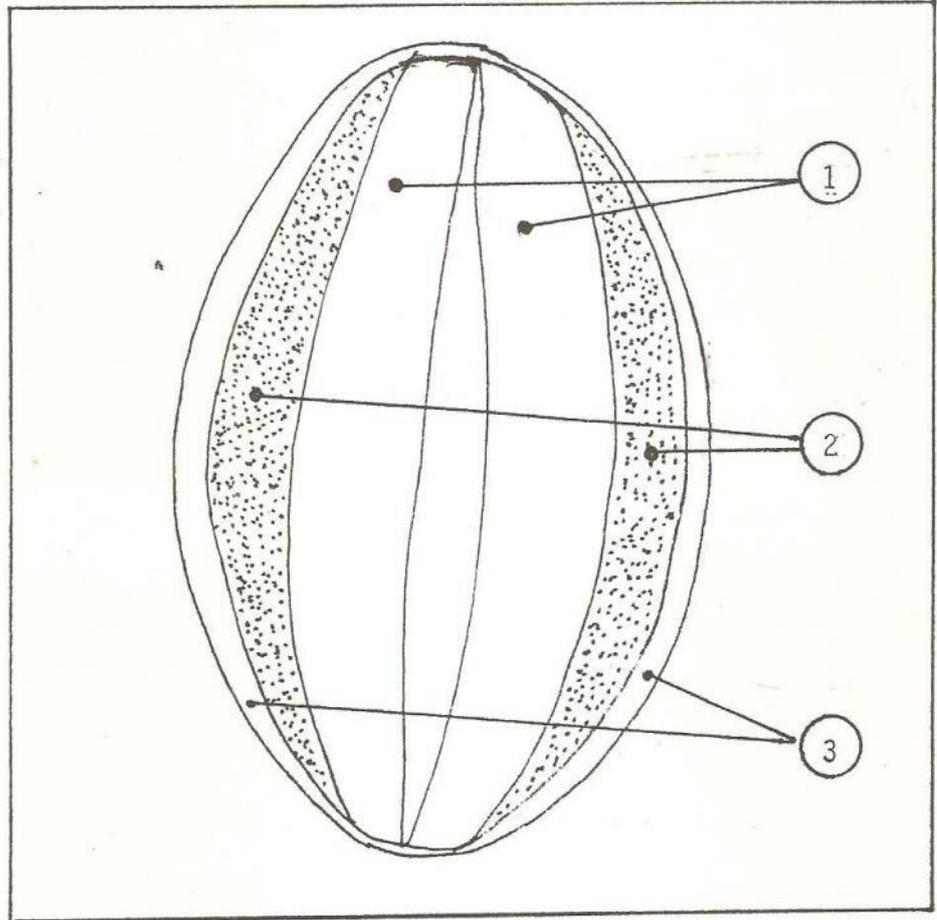
2.5.1.1. Tegumento.- Capa exterior de color pardo oscuro, constituido de material leñoso.

2.5.1.2. Endosperma.-Intensamente unido al Tegumento, constituido fundamentalmente de material gomoso bastante duro y de aspecto vidrioso.

2.5.1.3. Gérmen.- representa el núcleo de la semilla y es de color amarillento.

FIG. Nº 1

COMPOSICION DE LA SEMILLA DE TARA



1	GERMEN	38 - 40 %
2	ENDOSPERMO	32 - 35 %
3	TEGUMENTO	28 - 30 %

2.5.2. Composición .- La semilla está constituida de:

- Tegumento ó Cáscara	38 - 40 %
- Endosperma (Goma)	33 - 35 %
- Gérmen	28 - 30 %

## 2.6. GENERALIDADES SOBRE GOMAS

Las gomas han sido conocidas y usadas en la industria y en el comercio por miles de años, en varias partes del Mundo. En el antiguo Egipto se usaron algunas gomas como pegamento para lienzos empleados en los embalsamajes y en el caso de la goma arábica, como adhesivos de pigmentos minerales, en las fórmulas para las pinturas.

También se sabe de la utilización de varias gomas de algas marinas con fines alimenticios y medicinales por los antiguos habitantes de las costas de Africa, Asia, Australia y Europa(1).

### 2.6.1. Definición de Gomas.-

- Las gomas son moléculas hidrofílicas de alto peso molecular, usualmente con propiedades coloidales que en un apropiado solvente produce efectos gelificantes, suspensiones viscosas ó soluciones a bajas concentraciones. (6)
- El término goma generalmente empleado en la industria se refiere a polisacáridos de origen vegetal ó microbiológico que se dispersan en el agua fría ó caliente proporcionando un aumento de viscosidad ó una consistencia de Gel a los productos. (9)

- A las gomas también se le conoce como Coloides hidrofílicos ó hidrocoloides.
- El término Musilago que describe a ciertos tipos de gomas ha sido eliminado, desde que se encontró que la categoría de musilagos no tienen significado químico y sólo ha servido para confundir la designación. (16)

#### 2.6.2. Estructuras de algunas gomas naturales

Las gomas son complejos polisacáridos aniónicos ó neutrales, frecuentemente asociados con catio--nes metálicos como calcio, potasio ó magnésio. Estas sustancias son polímeros de alto peso mole--cular las cuales les dan sus propiedades funcio--nales.

Las gomas carbohidratadas tienen grupos reactivos que consisten en grupos hidroxilo, grupos carboxi--lo (ocasionalmente metilados) y grupos ácido sulfú--rico. ( Ver Cuadro Nº 3)

Las proteínas tienen ácidos carboxílico y grupos--de aminas básicas, estos grupos reactivos pueden --interaccionarse entre dos moléculas ó con una --molécula de polímero ó también pueden interaccio--narse con moléculas externas principalmente agua y azúcar ó iones en solución.

También pueden reaccionar con otras sustancias --pero las mencionadas son las de principal impor--tancia. (Ver Cuadro Nº 3)

ESTRUCTURAS DE ALGIINAS GOMAS NATURALES

G O M A	O R I G E N B O T A N I C O	U N I D A D E S D E A Z U C A R E S
<u>I</u> <u>EXTRACTO DE ALGAS</u> - 1) Agar - 2) Alginato - 3) Carragenato - 4) Furcellaran	1) Gelidium species 2) Macrocystis pyrifera Laminaria species 3) Chondrus crispus Gigartina species 4) Euchema species	1) D-Galactosa B-(1→4), 3,6 Anhidro-L-galactosa (1→3)+grupos ácidos de ésteres sulfúricos 2) Acido D-manurónico B-(1→4) L-Gulurónico B-(1→4) 3) D-Galactosa 3,6-Anhidro-D-Galactosa +grupos ácidos de ésteres sulfúricos 4) D-Galactosa 3,6 - Anhidro -D-Galactosa +D-Galactosa -4-sulfato
<u>II</u> <u>EXUDADO Y EXTRACTO DE ARBOLES</u> - 1) Arábic arábica - 2) Chatti - 3) Karaya - 4) Arabinogalactan(larch) - 5) Tragacanth tragacanto	1) Acacia senegal 2) Anogeissus latifolia 3) Sterculia urens 4) Larix occidentalis 5) Astragalus gummifer	1) L-Arabinosa, D-Galactosa L-Rhamosa-D-Acido Glucurónico 2) L-Arabinosa, D-Xylosa D-Manosa; D-Acido glucurónico 3) D-Galactosa, L-Rhamosa; D-Acido galacturónico 4) D-Galactosa, L-Arabinosa 5) D-Galactosa, D-Xylosa, D-Acido Glucurónico
<u>III</u> <u>GOMA DE SEMILLA</u> - 1) Guar - 2) Algarrobo	1) Cyamopsis tetragonolobus 2) Ceratonia siliqua	1) D-Manosa B-(1→4), D-Galactosa (1→6) (ramificaciones); 2 : 1 2) D-Manosa B-(1→4), D-Galactosa (1→6) (ramificaciones); 4 : 1
<u>IV</u> <u>DERIVADOS DE CELULOSA</u> - 1) Carboximetilcelulosa - 2) Metilcelulosa e Hidroxipropilmetilcelulosa - 3) Hidroxipropilcelulosa - 4) Celulosa Microcristalina		1) D-Glucosa B-(1→4) 2) D-Glucosa B-(1→4) 3) D-Glucosa B-(1→4) 4) D-Glucosa B-(1→4)
<u>V</u> <u>GOMAS MICROBIANAS</u> - 1) Xantán		1) D-Glucosa, D-Manosa, D-Acido Glucurónico

Aquí podemos observar la relación estructural de algunas Gomas:

- En celulosa y sus derivados, son unidades glucosadas en la posición Beta, las cuales son unidas por enlaces  $1 \rightarrow 4$ .
- En unidades glucosadas de almidón son de la posición Alfa con unión primaria  $1 \rightarrow 4$ , pero algunas son enlaces  $1 \rightarrow 6$ .
- El ácido péctico, es un polímero de galactosa en posición Beta en enlace  $1 \rightarrow 4$ .
- El ácido algínico es un polímero en posición Beta con enlace  $1 \rightarrow 4$  compuesto de ácidos manurónicos y gulurónicos.
- El extracto de algas, como agar y carragenina tienen una estructura básica constituida de cadenas de galactosas unidas alternativamente, enlazadas en posición Alfa  $1 \rightarrow 3$  y Beta  $1 \rightarrow 4$ .
- Los extractos de semillas como algarrobo y guar son polisacáridos neutrales de galactosa y manosa; difieren solamente en la proporción de galactosa y manosa.
- Los exudados de plantas tienen una estructura compleja, que no serán plenamente definidas, pero generalmente tienen como componente varios azúcares.

### 2.6.3. CLASIFICACION DE GOMAS

La definición de las gomas como polisacáridos de origen vegetal ó microbiológico tales como :exudados de árboles, extracto de algas, goma de semillas, pectinas y almidones, incluidos proteínas como gelatina, derivados químicos de ce-

lulosa y almidón, etc.

Además la creación de nuevos polímeros orgánicos han producido un nuevo grupo de gomas completamente sintéticas-- como polímeros vinílicos, polímeros de ácido acrílicos y polímeros de oxido de etileno.

La clasificación de las gomas abarca tres grandes grupos:

Cuadro Nº 4 (5)

- Gomas naturales
- Gomas modificadas
- Gomas sintéticas.

Estructuralmente, la mayoría de las gomas utilizadas comercialmente son polisacáridos ó mezclas de polisacáridos,-- unas cuantas tales como gelatina, caseína son proteínas y existen otras que no son polisacáridos representado por - polivinil pirrolidona(PVP), carbopol y polímeros de oxido de etileno(POLIOX) que pertenecen a la categoría de gomas sintéticas.

Como se puede apreciar, el estudio de las gomas abarca -- una gran variedad de sustancias, de diferente estructura y agrupadas en este campo sólo por la propiedad de hidrosolubilidad y de otorgar viscosidad ó consistencia de gel a los productos finales.

El presente trabajo centrará la atención en el estudio de las gomas obtenidas a partir de semillas y exudados de -- corteza de árboles, por ser el objetivo principal el estudio de la semilla de Tara(Caesalpineá Spínosa). Se excluirá ,por lo tanto, otras gomas como almidones, dextrinas, pectinás, agar, carragenina, gelatina, gomas modificadas, polímeros vinílicos y otros.

CLASIFICACION DE GOMAS

CUADRO Nº 4

GOMAS NATURALES	GOMAS MODIFICADAS (SEMI-SINTETICAS)	GOMAS COMPLETAMENTE SINTETICAS
<u>EXUDADOS DE ARBOLES Y EXTRACTOS</u> - Arábica - Tragacanto - Karaya - Ghatti <u>SEMILLA</u> - Algarrobo - Guar - Tamarindo - Linaza - Membrillo <u>EXTRACTO DE ALGAS</u> - Agar - Alginato - Carragenina - Furcellaran <u>OTROS</u> - Pectinas - Gelatinas - Almidones -	<u>DERIVADOS DE CELULOSA</u> - Carboximetil celulosa - Metil celulosa - Hidropropil metilcelulosa - Hidroxipropilcelulosa - Hidroxietilcelulosa - Etilhidroxietilcelulosa - Celulosa microcristalina <u>DERIVADOS DEL ALMIDON</u> - Almidón Carboximetil - Almidón hidroxietil - Almidón hidroxipropil <u>GOMAS MICROBIANAS POR FERMENTACION</u> - Dextran - Xantan <u>OTRAS</u> - Metocil pectina - Propilenglicol alginato - Trietanolamine alginato - Carboximetil goma locust bean - Caroximetil goma guar	<u>POLIMEROS VINILICOS</u> - Polivinilpirrolidona - Polivinilalcohol - Polímero carboxivinil <u>POLIMEROS ACRILICOS</u> - Acido Poliacrílico - Poliacril anina - Polímero oxido etileno

FUENTE: M. Glicksman, Academic Press 1969 (9)(7)

#### 2.6.4. FUENTES DE GOMAS INDUSTRIALES

Las gomas industriales se obtienen a partir de algas marinas (Agar, Alginato, Carragenina), otras son el resultado de un proceso de fermentación (Dextran y Xantan). (6)

Constituyen también una fuente para la obtención de gomas - las cáscaras de lagunas frutas (Pectina) y el estiércol de algunos animales (Gelatina).

Una de las fuentes principales de gomas son los árboles que pertenecen a la familia de las leguminosas, las cuales están distribuidas en más de 400 especies. Las gomas de estas plantas se presentan en forma de lágrimas de tamaños y colores variados ó en forma de pedazos angulares llamados fragmentos.

Las gomas también se obtienen de las diversas especies de Starcilia y cochlospernos pertenecientes a la familia de bixacias.

Entre estas gomas tenemos: la Acacia, la Australiana, la de Cabo, la Karaya, la de Madagar, la Persa, la Goma de Senegal, Goma de Italia, el Tragacanto y otras como el Cebil, Albaricoque, Cedro, Chagual, Cerezo, Damascena Mango y Ciruela. (1)

Otras de las fuentes para la obtención de goma son los endospermas de semillas de las leguminosas, las cuales contienen polisacáridos galactomananos en forma de gomas como en el caso - del Algarrobo, Guar, Membrillo, Linaza, Tamarindo.

Estos polisacáridos una vez hidrolizados producen D-galactosa y D-manosa, siendo predominantes la D-manosa en el orden de 60% a 80% comparados con 20% a 40% de D-galactosa.

Son solubles en agua formando soluciones viscosas cuya característica se usa en numerosas aplicaciones industriales.

De 163 especies revisadas se han encontrado que las 3/4 partes de las semillas de las leguminosas contienen endospermas gomosas.

Entre los galactomananos industriales que han adquirido importancia industrial cabe citar el algarrobo (*Cecatomia silicua*) y el guar (*Cepanopsis tetragonolupus*).

Los galactomananos se pueden obtener a partir de las harinas del algarrobo y guar mediante extracción fraccionada con agua.

Todos los galactomananos se disuelven en agua fría o caliente formando soluciones viscosas.

Las soluciones de galactomananos son aproximadamente 5 veces más viscosas que la del almidón. Esta viscosidad se debe principalmente a las estructuras ramificadas.

La goma de algarrobo que constituye aproximadamente el 35% de semilla contiene 88% de galactomanano y el 4% de pentosanas, el 6% de proteínas, el 1% de celulosa y el 1% de cenizas.

## 2.6.5. DESCRIPCION DE ALGUNAS GOMAS DE INTERES COMERCIAL

Las gomas naturales son empleadas en muchas industrias como se verá más adelante.

A continuación se describen las características más importantes de las gomas provenientes de exudados de corteza de árboles, como goma arábica, tragacanto, karaya, ghatti y gomas provenientes de semillas, como guar, algarrobo. (2). (4), (9). (16), (26)

### 2.6.5.1. EXUDADOS DE ARBOLES

Todas estas gomas tienen estructuras complejas. Son altamente ramificadas y contienen unidades ácidas en forma de D-glucurónico ó ácido D-galacturónico, ellos están compuestos de cadenas ramificadas de unidades de hexosas.

Las unidades típicas de azúcares son: D-galactosa, L-arabinosa, L-ahamosa, D-Manosa y D-xylosa.

Las propiedades varían un poco en este grupo.

Las gomas arábica y ghatti son solubles en agua con baja viscosidad.

Las gomas tragacanto y karaya forman dispersiones de alta viscosidad.

#### 1.- GOMA ARABIGA

Procedencia : Goma exudado de árbol (Acacia Species).

Estructura: Tiene sales de potasio calcio y magnesio, molécula ramificada con cadenas que contienen D-galactosa, L-arabinosa, L-Rhamnosa y ácido D-glucorónico, con la presencia de grupos metil.

PH Natural 4.5 — 5.5

Peso molecular es de 1200.

Solubilidad.- Soluble en agua fría a una máxima concentración posible es de 50%.

Estabilidad.- Solución viscosa lentamente degradada por color en presencia de ácidos.

Viscosidad.- Baja, cerca de 1 centipoise a 1 % en un rango máximo de PH ( 4 — 10).

## 2.- GOMA GHATTI

Procedencia.-Goma exudado de árboles de *Anogeisus Latifolia*.

Estructura.-Tiene sales de calcio- de ácido ghático, molécula ramificada con cadena principal 1 → 6 enlazadas con unidades de D-galactosa; contiene ramificaciones de L-arabinosa, D-mannosa, Acido D-Glucorónico D-Xilosa, tiene un PH natural de - 4.5 - 4.8.

Peso molecular es de 12,000.



Solubilidad.-Soluble en agua caliente, solución posible es sobre el -- 10%.

Contiene cerca de 10% de material-- insoluble.

Estabilidad.-Razonablemente estable.

Viscosidad.-Mayor viscosidad que la goma arábica, cerca 1000 centipoise - al 1 %.

### 3.- GOMA TRAGACANTO

Procedencia.- Goma exudada de Astragalus.

Estructura.- Están presentes dos componentes, la estructura indicada es - un anillo de tres unidades ácidas -- glucurónicos y una unidad de arabinosa con una cadena unida de dos unidades de arabinosa.

PH natural 5.6

Peso molecular de 840,000.

Solubilidad.- Tiende a hincharse y da pastas espesas en agua caliente ó -- fría, la dispersión es rápidamente a 50°C.

Estabilidad.Muy estable al calor y a los ácidos.

Viscosidad.-Muy alta 2,000 centipoise al 1 %.

Máxima al P H = 5

#### 4.- GOMA KARAYA

Procedencia.-Exudado de goma del -  
Sterculia Urens.

Estructura.-Contiene ácido D-glac-  
turónico,D-Galactosa,L-rhamnosa y  
grupos acetil en moléculas ramifi-  
cadas.

P H natural 4.5 - 4.7

Peso molecular 10'000,000.

Solubilidad.- Absorve agua fría, dá  
una pasta con leche.

El calor ayuda la dispersión,pero-  
permanentemente a bajas viscosida-  
des.

Estabilidad.- La goma seca pulveri-  
zada se deteriora con la presencia  
de ácido acético.Se quiebra más rá-  
pidamente que la goma tragacanto -  
en presencia de ácidos.

Viscosidad.- Alta,cerca de 300 cen-  
tipoise al 1 %, máxima a un P H --  
8.5 decrece por electrolitos.

#### 2.6.5.2. GOMA DE SEMILLAS

La goma del algarrobo(Locust bean)y  
la goma guar son las más conocidas-  
y empleadas.

La estructura de estas gomas son ca-  
denas de unidades de D-Mannosa con-

ramificaciones cortas de D-Galactosa cada cuarta ó quinta unidad en el Algarrobo; cada unidad alternada en Guar, como el peso de las moléculas son muy similares y las estructuras difieren sólo en el número de ramificaciones de D-Galactosa, es sorprendente como son distintas las propiedades de las gomas.

Ninguna de éstas forman gelatina; dan soluciones altamente viscosas, pero la goma Guar es disuelta en agua fría y dá una solución viscosa, y por el contrario el Algarrobo dá una verdadera solución pero solamente cuando el agua está próxima a ebullición.

El Algarrobo tiene efectos sinérgicos sobre la fuerza de los geles de agar, al mismo tiempo que reduce la sinéresis modifica la textura, la goma Guar no tiene estas propiedades(9).

#### GOMA GUAR

La goma Guar es un galactomanano derivado de la semilla de una planta leguminosa (Cyanopsis Tetragono. obus). La goma Guar producida a escala comercial primeramente como un reemplazo de la goma (Locust bean) en la industria del papel, industria textil, de alimentos, farmaceutica, explosivos, tabaco, etc.

La propiedad de mayor importancia en la goma Guar es la facilidad de hidratarse rápidamente en agua fría y produce una viscosidad muy alta, la goma Guar es usada en la industria alimenticia, papel, textil, cerámica, pinturas, cosméticos, farmacia, explosivos y otras industrias.

Procedencia.-Endospermo de *Cyanopsis tetragolobus*.

Estructura.- La goma Guar está compuesta de cadenas lineales de D-Manosa unida a cadenas cortas de D-Galactosa, las unidades de D-Manosa son enlaces  $\beta$ -(1 → 4) y una unidad sola de D-Galactosa, las cuales son unidas a estas cadenas por enlaces  $\alpha$  (1 → 6)

Estructura básica.-

- D-Manosa	64 - 67%
- D-Galactosa	33 - 36%
- Relación Galactosa/Manosa	1 : 2

Tipo de Enlace ó Configuración .-

Enlace glucosido

B 1, 4 (Cadena Principal)

1, 6 (Ramificación corta de Galactosa)

Grupo Funcional.-

OH

Carga.-

Neutral

Peso Molecular.-

De 220,000 a 250,000

Estabilidad.-

Su estabilidad es quebrada por los ácidos en caliente, no es afectada por electrolitos.

Solubilidad.-

Dispersable en agua fría y la textura depende del tamaño de la partícula.

Viscosidad.-

Muy alta, 3,999 centipoise al 1 %, no sensitivo al PH.

Aplicación.-

No tiene la propiedad de modificar la textura como el Algarrobo, su acción sinérgica es baja, su dispersibilidad en agua fría es mejor que la del Algarrobo. Es utilizada en la industria como: espesante, aglutinante, estabilizador y material de relleno en los alimentos.

PROCESAMIENTO:

En el procesamiento de la goma Guar la semilla debe ser tratada para separar la cáscara y el germen del endospermo. La semilla está constituida de : (Cuadro Nº 5)

- Cáscara	14	- 17%
- Endospermo	35	- 42%
- Germen	43	- 47%

Eliminación de la Cáscara.- La cáscara es lavada y limpiada por tratamiento con  $H_2SO_4$

C U A D R O N º 5

CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA DE GUAR

PARTES DE LA SEMILLA	PROTEINA (NX6.25)	EXTRACTO ETEREO	CENIZAS %	HUMEDAD %	FIBRA CRUDA	TIPO DE CARBOHIDRATO
Cáscara 14 - 17 %	5	0.3	4	10	36.0	D-Glucosa
Endospermo Puro 35 - 42 %	5	0.6	0.6	10	1.5	Galactomanano 78 - 82 %
Gérmen 43 - 47 %	55.3	5.2	4.6	10	18.0	D-Glucosa

ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA GOMA GUAR

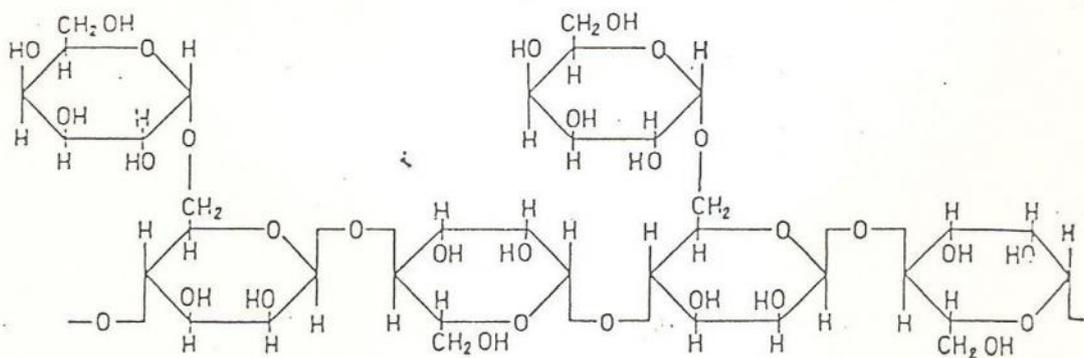


Fig N º 2

al 55% y es lavada con agua hasta liberar completamente el ácido y finalmente quemada en llama para ser secada.

Otro método usado es por multietapas de molienda y tamizado, debido a la diferencia en dureza de los componentes de la semilla.

Eliminación del Gérmen.- Para eliminar el Gérmen se emplean diferentes moliendas. Esto es a causa de la diferencia de dureza del endospermo y el Gérmen.

Molienda ó tratamiento de la Goma.- Después de separado el endospermo de la cáscara y el Gérmen, es convertido en polvo fino.

La goma Guar comercial, contiene aproximadamente:

- Fibra cruda	2.5%
- Humedad	10-15.0%
- Proteína(Nitrógeno X6.25)	5- 6.0%
- Cenizas	0.5-0.8%
- Carbohidratos	74 - 78 %

#### GOMA DE ALGARROBO

La goma de Algarrobo es el endospermo refinado de las semillas del árbol(Ceratonia Siliqua).(4),(16)

La estructura del algarrobo consiste en un polímero de galactomanano neutral.

Esta goma es utilizado en la industria de alimentos particularmente como estabilizador de helados, de sazonados, ensaladas, aderezos, productos de panadería, en la manufactura de quesos y también es usado en la industria de cosméticos, farmacia, papel e industrias textiles.

La semilla comprende del 8 al 10 % de la vaina y el endospermo cerca de la tercera parte de la semilla.

- Cáscara	30	--33%
- Endospermo	42	--46%
- Gérmen	23	--25%

Procedencia.- Procede del endospermo de la semilla del árbol Ceratonia Siliqua. La goma purificada puede ser obtenida por precipitación en alcohol, pero ésta no es normalmente usada.

Estructura.- Son cadena de unidades D-manosa con enlaces D-galactosa de cada cuarta ó quinta unidad.

Estructura básica:

- D-manosa	73	- 86 %
- D-galactosa	14	- 27 %
- Relación galactosa/manosa	1	: 4

Tipo de enlace ó configuración .-

Enlace Glucósida

B 1→4 (cadena principal)

1→6 (ramificación corta de galactosa)

Grupo Funcional .-

OH

Carga .-

Neutral

Peso Molecular .-

De 300,000 a 350,000

Solubilidad .-

Disuelta en agua caliente a 95°C da una solución nublada debido a partículas no disueltas, el material purificado da soluciones claras.

Estabilidad .-

Su estabilidad es quebrada por los ácidos en caliente, no es afectada por -- electrolitos.

Viscosidad .-

Su viscosidad es alta cerca a 4,000 -- centipoise al 1 % , no es sensitivo al P H ; la viscosidad de solución decrece en el calor.

Aplicación .-

Tiene buenas propiedades en agua caliente, modifica la textura del agar y carragenato .Incrementa la fuerza gelifican-

te del agar y reduce la sinéresis en la formación de gel en carragenato, furceralán, xantán, es utilizado como espesante aglutinante, estabilizador y como material de relleno en los alimentos.

PROCESAMIENTO:

Las vainas son lavadas y quebradas mecánicamente y convertidas a fragmentos donde las semillas son separadas.

Las semillas son descascaradas primero pasando a un cilindro mecánico para un pre-tratamiento con álcali diluido por un determinado tiempo, el Germen es separado del endospermo por diferencia de molienda y el endospermo es molido ó triturado en partículas finas.

La goma de algarrobo comercial tiene aproximadamente una humedad de 14 % y otras sustancias en un máximo de 8 -- 10 %

La goma de Algarrobo comercial contiene aproximadamente:

- |   |     |
|---|-----|
| - D-galacto D-mannoglican<br>(Galactomananos) | 88% |
| - Pentosanas                                  | 4%  |

Proteínas	6 %
Celulosa	1 %
Cenizas	1 %

ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA GOMA DE ALGARROBO

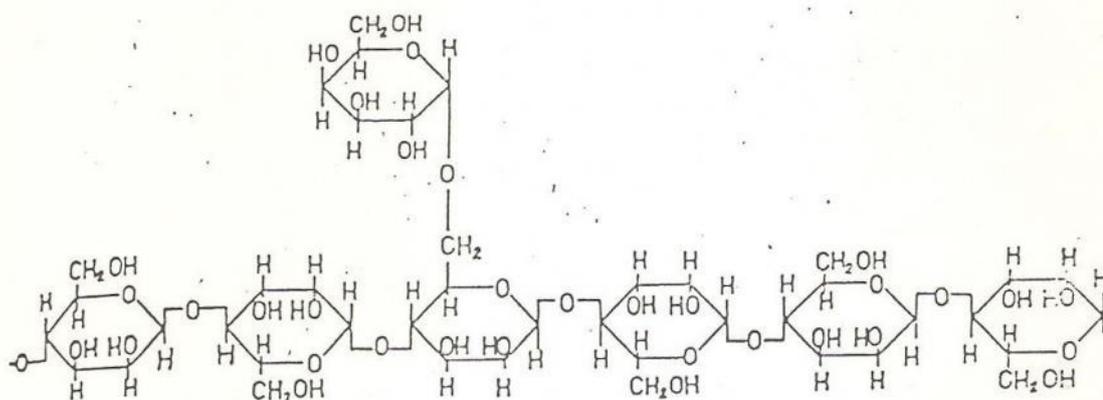


Fig. Nº 3

#### 2.6.6. APLICACIONES DE LAS GOMAS A NIVEL INDUSTRIAL

Las gomas tienen una gran aplicación en la Industria: en alimentos procesados, productos farmacológicos, cosméticos, productos de tocador, adhesivos, tintes, litografía, pinturas, textilera, papelería, etc.(9),(7),(6),(24)

##### Alimentos Procesados ( Cuadro Nº 6)

El empleo de las gomas se halla tan difundido en la industria alimentaria que se puede afirmar que estas intervienen en la elaboración de la mayoría de los productos alimenticios.

A continuación se describirán algunas aplicaciones de las gomas en la industria alimentaria:

Saborizantes.- Algunas gomas son utilizadas como fijadores de aromas. Las esencias de frutos cítricos y los aromas artificiales se preparan emulsionando la esencia en una solución de gomas antes de proceder al secado por atomización; de esta manera la goma forma una película delgada e impermeable alrededor de la partícula saporífera, protegiéndola de la oxidación y evaporación después del secado.

Se usa para este fin la goma arábica, goma tragacanto y goma zapote.

También se usan las gomas para emulsionar aceites esenciales y saborizantes en la fabricación de bebidas gaseosas, por ejemplo : goma arábica, goma tragacanto y goma zapote.

Productos Cárnicos.- Se emplean como agentes de hinchamiento en la elaboración de carnes procesadas y como agente de unión y formador de películas en la fabricación de embutidos. Por ejemplo: almidón, dextrina, etc.

Dulcería. - Las gomas se emplean en esta industria como; inhibidor de cristales (goma arábica, goma tragacanto); espesantes (goma zapote, pectina, gelatina, carragenina, etc.); glaseado de caramelos (goma arábica y goma guar); ingredientes de chicles, de pastillas para la tos y de las grajeas de caramelo (goma arábica, goma zapote, goma tragacanto).

Productos Lácteos. - Por sus propiedades hidrofílicas, las gomas se emplean como estabilizadores en helados, leche - malteada, crema chantilly, etc. y como inhibidor de sinérisis en quesos, (goma algarrobo, goma guar).

Elaboración de Vinos y Cervezas. - Se aprovechan las propiedades de ciertas gomas como clarificantes y agentes - flocculantes en vinos (alginatos carragenina) y como estabilizador de espumas en cerveza.

Productos Farmacológicos. - Se aprovechan las propiedades emulsificantes y estabilizantes, así como las características edulcorantes y emolientes de ciertas gomas, tales - como : goma de linaza, goma de llantén, goma de algarrobo, etc., para elaborar jarabes medicinales.

También se emplean gomas como aglomerantes para tabletas medicinales y como ingrediente en la fabricación de píldoras y emplastos.

Cosmetología y Productos de Tocador. - En la industria de los cosméticos, las gomas tienen variadas aplicaciones - en: lociones y cremas protectoras estabilizan la emulsión, aumentan la viscosidad, dan tersura a la epidermis y forma una capa protectora. Además existen formulaciones

para fijadores para el cabello que emplean algunas gomas, por ejemplo: la goma de linaza, goma de membrillo, etc.

*Otro uso que se le da a las gomas es la estabilizador de espuma en la fabricación de máscaras de belleza, cremas de afeitar y jabón líquido.*

Adhesivos.- Las gomas se emplean para encolar papeles decorativos. Se usan en la preparación de pegamentos para sellos postales y pegamentos sumamente adherentes para usos diversos.

Tintas.- La goma es un ingrediente muy importante en la elaboración de tintas. Sus propiedades emulsificantes de pigmentos se aprovechan en la fabricación de tintas solubles, tintas de colores, tintas de secado rápido, tintas de emulsiones ó tipográficas, tintas para acabados brillantes, etc.

Litografía.- Tanto la goma zapote como la goma de membrillo tienen aplicación en la impresión litográfica, como base de los productos químicos fotosensibles que se emplean para formar fotográficamente imágenes en la plancha de impresión; para hacer que la superficie de las planchas metálicas rechacen las tintas litográficas durante la impresión y para proteger del polvo y del óxido a las superficies de las planchas almacenadas.

Pinturas.- La goma de linaza y la goma zapote se emplean en la elaboración de pinturas para mantener un bajo -- contenido de partículas pigmentarias.(Begazo et al 1978).

Otros usos.- Las gomas también se emplean en la fabrica-- ción de telas y lienzos para darles un mejor acabado, -- así como para fijar los tintes a los tejidos.

Las gomas purificadas sirven como base para la prepara--- ción de medios de cultivo para microorganismos.

#### 2.6.7.LA TARA COMO FUENTE DE POLISACARIDO GALACTOMANANO

En la semilla de la Tara de manera similar que en otras -- leguminosas se observa la existencia de un material gomo-- so, el cual podría tener características similares a las gomas obtenidas a partir de las semillas de guar y el al-- garrobo, ya que provienen de la misma familia.

Las gomas de estas semillas están compuestas de un polisa-- cárido que a su vez están formadas por monosacáridos , los-- grupos anoméricos, hidroxilios de una unidad pueden conden-- sarse con algún otro grupo hidroxilio de otra segunda uni-- dad de manera que se forma una larga cadena , cuyos puen-- tes de unión pueden ser  $\alpha$  ó  $\beta$  según las formas de unión -- del enlace glucídico( esta unión no es pura coincidencia ó -- azar y generalmente se repite la configuración de la unión -- a través de toda la cadena).

Las unidades monosacáridas de la mayoría de los polisacá-- ridos son Aldosas.Los polisacáridos más abundantes son los -- homoglicanos que pueden encontrarse en una estructura line -- al ó ramificada presentando la misma clase de uniones glu -- cídicas en todos los puntos de ramificaciones similares.

Los azúcares que comunmente se encuentran en los polisacáridos son: (Fig. Nº 4)

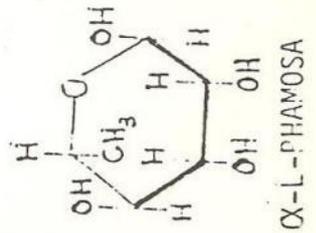
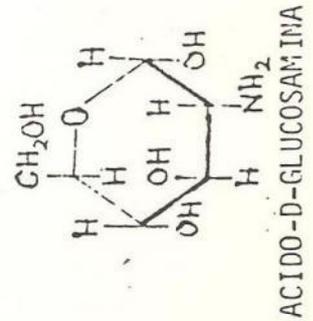
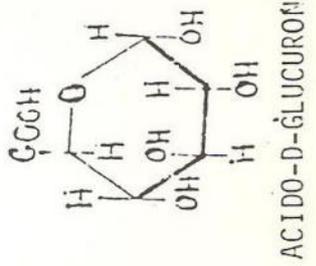
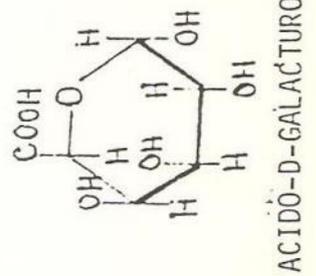
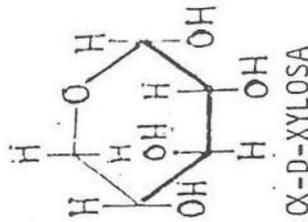
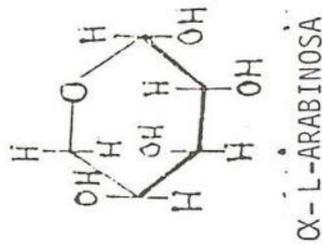
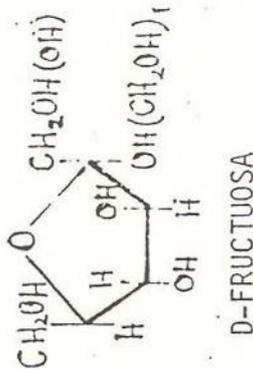
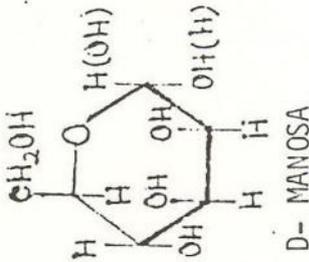
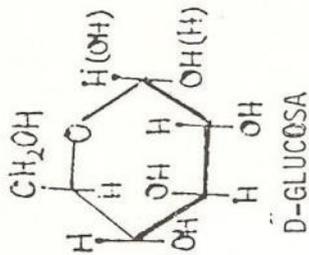
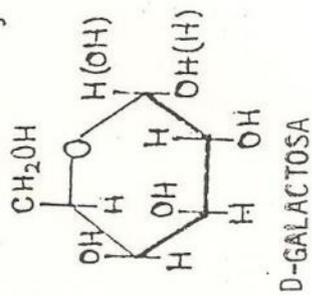
- Las hexosas como la D-Glucosa, D- Manosa, D- - Fructosa, y la D-Galactosa.
- Las pentosas como la D-Xylosa, L-Arabinosa.
- También se encuentran en los polisacáridos los azúcares simples modificados, estos incluyen - ácido-D-galacturónico, ácido-D-glucurónico y - la L-Rhamosa.

CUADRO Nº 6  
 APLICACIONES DE LA GOMA A NIVEL  
 INDUSTRIAL

F U N C I O N	A P L I C A C I O N	G O M A
- Adhesivo	- Cubiertas de panadería	- Agar
- Agente de unión.	- Embutidos	- Goma de algarrobo
- Agente controlador de calorías	- Alimentos dietéticos	- Goma arábica
- Inhibidor de cristales	- Helados y jarabes	- C M C.
- Agente Clarificante	- Cerveza y Vinos	- Agar
- Agente Nebulizante	- Jugo de Frutas	- Goma arábica
- Agente de Cobertura	- Confitura	- Goma arábica
- Emulsificante	- Salsa para ensaladas	- Propilenglicol Alginato
- Agente encapsulante	- Sabores en polvo	- Goma arábica
- Formadores de películas protectoras	- Cobertura o empaque de embutidos y capas protectoras	- Alginato de Sodio
- Agente Floculantes	- Vinos	- Alginato de Sodio
- Estabilizador de espumas	- Crema chantilly, cerveza	- Propilenglicol Alginato
- Agente Gelificante	- Pudines, postres	- Extracto de algas
- Moldeo	- Gotas de goma, caramelos	- Goma arábica
- Coloides Protectores	- Emulsiones de sabores	- Goma arábica
- Estabilizador	- Cerveza y mayonesa	- C M C.
- Agente de Suspensión	- Leche chocolateada	- Carragenato
- Agente de Hinchamientos	- Carnes Procesadas	- Goma guar
- Espesamiento	- Mermeladas, salsas	- Goma guar
- Inhibidor de Sinérisis	- Quesos y alimentos congelados	- Furcellaran
- Agente de batido	- Batidos de huevos	- Metilcelulosa

Fig. No 4

ESTRUCTURA DE AZUCARES QUE COMUNTE SE ENCUENTRAN EN POLISACARIDOS



### III SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

#### 3.1 Materiales y Reactivos

- Molino de martillo
- Molino de discos
- Juego de Tamices tyler
- Cocina eléctrica
- Estufa eléctrica
- Balanza Analítica
- Desecador
- Capsulas de porcelana
- Embudo buchner
- Equipo soxhlet
- Mufla
- Hidróxido de sodio
- Acido sulfúrico concentrado
- Alcohol Etilico
- Eter Etilico

#### 3.2 CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA DE TARA

A fin de conocer la composición química de la semilla de Tara se realizaron los siguientes Análisis:

- Humedad
- Extracto Etéreo
- Fibra
- Cenizas
- Proteínas
- Carbohidratos

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro Nº 8

### 3.3. METODOS

Se emplearon dos métodos de separación para conocer la variación de los componentes:

#### 3.3.1. Goma obtenida por separación mecánico-manual

- Inicialmente se realizó la limpieza de la materia prima, eliminandose todo tipo de impurezas.
- Después de realizada la limpieza se pasó por un molino de martillo , con el objeto de quebrar la semilla y moler totalmente el germen para su posterior separación.
- Una vez triturada la muestra se pasó por un juego de tamices de 3.15mm de diámetro hasta 0.620 mm con la finalidad de separar la mayor parte del germen y cáscara que ha sido molida; quedando retenida la mayor parte del endospermo con cáscara en las mallas 3.15 y 2.00 mm.
- Finalmente se separó la poca cantidad de goma que se encuentra desprendida de la cáscara (manualmente).
- La goma obtenida es en forma de ojuelas de color blanquecino transparente, la cual se pulverizó en un molino de discos.
- Los análisis realizados de muestran en el Cuadro Nº 9

### 3.3.2. Goma obtenida después de un tratamiento de precocción.

- Inicialmente se elimina todo tipo de impurezas como semillas trituradas, piedras y otros.
- Una vez limpia, se precocina la semilla con agua por espacio de una hora a la temperatura de  $98^{\circ}\text{C}$ , con el objeto de suavizar la cáscara.
- Las semillas precocidas presentan un aspecto hinchado y su cáscara es bastante suave, separándose la goma fácilmente del resto de la semilla por presión manual.
- Finalmente se coloca la goma en una cápsula y se pone en la estufa a la temperatura de  $105^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de seis horas con el fin de eliminar el agua retenida hasta obtener peso constante.
- Los análisis realizados se muestran en el Cuadro Nº 9

### 3.4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos empleando dos métodos para la extracción de goma de la semilla de Tara se muestran en el Cuadro Nº 9

La goma obtenida por separación mecánico-manual contiene menos impurezas que la goma obtenidas después de un tratamiento de precocción.

C U A D R O N º 7

COMPOSICION DE LA SEMILLA DE TARA

C O M P O N E N T E		C O N T E N I D O
1	Cáscara	38.0 ----- 40.0 %
2	Endosperma	33.0 ----- 35.0 %
3	Gérmen	28.0 ----- 30.0 %

Determinada en base seca.

C U A D R O N º 8

CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA DE TARA

C O M P O N E N T E		C O N T E N I D O
	EXTRACTO ETereo	5.28 %
	FIBRA CRUDA	3.80 %
	CENIZAS	3.03 %
	PROTEINAS	19.42 %
	CARBOHIDRATOS	68.46 %

#### IV ANALISIS REALIZADOS A LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

##### 4.1. RECONOCIMIENTO DE LA GOMA

Para reconocer la goma se preparó una solución al 0.5% de goma y se realizaron las siguientes pruebas:

- a.- 3 ml de solución gomosa se trata con gotas de acetato neutro de plomo al 10% , observándose un ppdo -- blanco suspendido dentro de la solución de consistencia gomosa.
- b.- Se trata 3 m l de solución de goma con 3 m l de ácido tánico al 10%, observándose un ppdo blanco dentro de la solución amarilla de consistencia gomosa.
- c.- Se trata 3 m l de solución de goma con 3 m l de alcohol al 98%, y se observa un ppdo blanco opalino de consistencia gomosa.

##### 4.2. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE GOMA EN LA SEMILLA DE TARA

Para esto se toma 20 grs. de semilla de Tara con un contenido de humedad aproximado de un 12% y se prepara una --- muestra con 200 ml. de agua destilada. Se hace la precocci ón para suavizar la cáscara, luego se separan las tres partes manualmente: Cáscara, Endospermo(goma) y Gérmen.

La goma que queda adherida a la cáscara se solubiliza en - agua destilada y se precipitó en alcohol etílico al 60%. Los resultados se muestran en el Cuadro Nº(7) y los valores mostrados son los promedios de los obtenidos en los análi-- sis.

#### 4.3. DETERMINACION DE LA HUMEDAD

La humedad se determina por el método de la estufa en un tiempo de seis horas, a la temperatura de 105°C. - (AOAC ,1960)

El contenido de la humedad se expresa por la pérdida de peso de la muestra bajo ciertas condiciones de se cado dependientes de la temperatura y la presión.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

#### 4.4. DETERMINACION DEL PH.

El PH se determinó a la temperatura de 25°C en el potenciómetro( PH - Meter ).

#### 4.5. DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES

Se determinó por Refractometría , utilizando el Método 20.003 de la AOAC

#### 4.6. DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo

Se determinó por el método de Soxhlet en un tiempo de extracción de seis horas, utilizando como solvente de extracción éter etílico hasta que una gota del solvente en el papel no deje mancha al evaporarse.

Se evapora el éter y se coloca la muestra en la estufa hasta que tenga un peso constante.

$$\% = \frac{\text{Peso del extracto}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

#### 4.7. DETERMINACION DE FIBRA

La fibra bruta es el residuo orgánico lavado y seco - que queda después de hervir sucesivamente el material desengrasado con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{NaOH}$  diluidos. Aunque la fibra consta esencialmente de celulosa, la cantidad obtenida depende del procedimiento analítico empleado.

$$\% \text{ de Fibra} = \frac{A - B}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Donde:

A : Peso de Fibra + minerales

B : Peso de la muestra incinerada

#### 4.8. DETERMINACION DE CENIZAS

El porcentaje de cenizas se determinó por el método de Incineración a la temperatura de 600°C. por espacio de seis horas.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de Cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

#### 4.9 DETERMINACION DE PROTEINAS

El porcentaje de proteínas se determinó empleando el método de KJELDAHEL, utilizando como catalizador el selenio. Este método se basa en la conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno inorgánico, el sulfato de amonio formado durante la digestión, se diluye y se hace alcalino con NaOH. El amoníaco puesto en libertad se destila y se recibe en una cantidad conocida de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ó ácido bórico y se determina por titulación el porcentaje de proteína. ( 15 )

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{\text{Gasto de HCl } 0.1N \times 0.0014 \times 6.25}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Donde:

0.0014 factor del Nitrógeno

6.25 factor de conversión de proteína

#### 4.10. DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES DIRECTOS

Se utilizó el método volumétrico de LANE-EYNON este consiste en agregar a un volumen determinado de solu-

ción de Fehling la cantidad estrictamente necesaria de la solución de azúcar reductora a fin de reducir todo el ión cúprico ó ión cuproso.

#### 4.11. DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES INDIRECTOS

Para la determinación de azúcares reductores indirectos se somete a la muestra a una hidrólisis en un ácido mineral (HCl - 1N) para después determinar los productos derivados de la degradación, después de haber realizado la hidrólisis se filtra y se trata por el método de LANE-EYNON. (10)

$$\% \text{ de Azúcar Reductor} = \frac{V_t \times T}{V_g \times P_m} \times 100$$

Donde:

- $V_t$  : Volúmen total de la solución de la muestra
- $T$  : Gramos de azúcar invertido que reducen al reactivo de Fehling.
- $V_g$  : Volúmen gastado en la titulación
- $P_m$  : Peso de la muestra

#### 4.12. DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS

El porcentaje de carbohidratos de una muestra se determina por diferencia después que se han completado los análisis para cenizas, fibra cruda, grasa y proteínas. (AOAC--1960). (15)

Los resultados se expresan en porcentaje de carbohidratos.

$$\% \text{ Carboh.} = 100 - ( \%C + \%FC + \% \text{ EXT. E.} + \% P )$$

Donde:

C : Cenizas  
FC : Fibra Cruda  
EXT.E. : Extracto Etéreo  
P : Proteínas

C U A D R O N° 9

ANALISIS REALIZADOS A LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA\*

C O M P O N E N T E	C O N T E N I D O	
	SEPARACION MECANICO- M-A N U A L	SEPARACION POR TRATAMI- ENTO DE PRE-COCCION
CARBOHIDRATOS	93.965 %	89.610 %
CENIZAS	1.280 %	2.092 %
FIBRA CRUDA	2.100 %	3.420 %
EXTRACTO ETereo	0.455 %	0.777 %
PROTEINAS	2.200 %	4.095 %
HUMEDAD	13.670 %	-----
SOLIDOS SOLUBLES	78.950 %	73.750 %
AZUCARES REDUC DIRC.	NO TIENE	-----
AZUCARES REDUC.	93.000 %	88.000 %
P H	6.8	6.7

\* REALIZADOS EN BASE SECA

## V. IDENTIFICACION DE LOS AZUCARES PRESENTES EN LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

En general, en los intentos de separación de glúcidos, no se logra tener una técnica definitiva por métodos cromatográficos. Esto es debido a la dificultad de separar mezclas de azúcares. Su gran similitud estructural constituye el mayor obstáculo de su separación, por ejemplo el caso de la Glucosa, Levulosa, Manosa y Galactosa. Todas tienen una misma fórmula global  $C_6H_{12}O_6$  sólo varían en su distribución estructural.

### 5.1. HIDROLISIS DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

- Preparación de la muestra.- Una vez obtenida la goma se pasa por un molino de discos con la finalidad de pulverizarla para luego ser cribada en un Tamiz Tyler de malla Nº 250 u

El tamizado se coloca en un equipo de Soxhlet durante seis horas a fin de eliminar los compuestos solubles en Eter Etílico, luego se pesa y se coloca en estufa durante seis horas a  $60^{\circ}$  hasta peso constante.

- Hidrólisis de la muestra.- Debido a la naturaleza de los componentes de los polisacáridos, se requiere de una hidrólisis con un ácido mineral diluido, donde las porciones de goma se degradan originando el rompimiento de la cadena polimérica. En general la hidrólisis permite determinar los productos derivados de la degradación (15), (25).

#### 5.1.1. HIDROLISIS CON $H_2SO_4$

Se pesan 50 mg. de la muestra y se introducen en

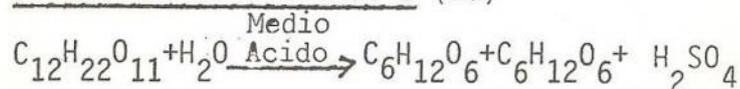
Erlenmeyer ,se le agrega  $H_2SO_4$  ( 1M ) 10 ml. y se coloca en un baño de aceite a  $121^{\circ}C$ , se somete a reflujo durante una hora .(En el proceso de hidrólisis el  $H_2SO_4$  libera iones de oxígeno los cuales oxidan a la muestra, ocasionando el rompimiento de su cadena estructural.)

Después de la hidrólisis la muestra es enfriada y neutralizada con Carbonato de Bario, con la cual se precipita

La precipitación del Sulfato de Bario que nos indica que el hidrolizado neutralizado contiene muy pocos iones que interfieren con la separación por cromatografía. El Sulfato de Bario insoluble es filtrado al vacío a través del papel filtro Whatman número 42. El hidrolizado obtenido entonces es concentrado hasta sequedad en un Rotavapor a vacío de 3 psi y a la temperatura de  $70^{\circ}C$ .

Finalmente se disuelve en 2.5ml. de  $H_2O$  destilada quedando listo para ser utilizado en el análisis cromatográfico.

#### Reacciones de hidrólisis (25)



#### Reacciones de Neutralización (25)



#### 5.1.2. HIDROLISIS CON HCl

El procedimiento de la hidrólisis con HCl se reali

zó de la misma manera que con  $H_2SO_4$  con la diferencia que en vez de  $H_2SO_4$  se le agrega  $HCl(2N)$ -10 ml. y la muestra una vez hidrolizada se neutraliza a través de una columna de resina aniónica (AMBERLINE 120 BAYER) y luego es concentrada hasta sequedad en Rotavapor al vacío a la temperatura de  $70^{\circ}C$ . (4)

### 5.1.3. RECONOCIMIENTO DE LOS GLUCIDOS (4),(5),(16)

#### Reacción del Espejo de Plata

A una solución de Plata se le agrega cuidadosamente Amoniaco hasta que el precipitado formado se disuelva (Reactivo de tollens).

Se agrega la solución de azúcar y se calienta suavemente.

Primero se forma un precipitado pardo que pasa a negro y finalmente se deposita sobre las paredes del tubo, Plata metálica en forma de espejo.

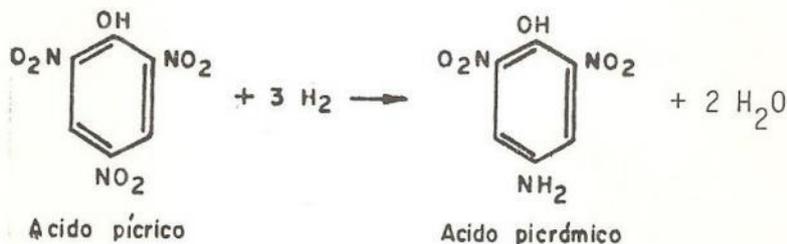
La reacción se explica porque el Amoniaco al reaccionar con el  $AgNO_3$  forma un precipitado de  $AgOH$ , que se disuelve en exceso de Amoniaco produciendo un complejo Argento-Amónico.



#### Reacción de Brown ó del Acido Pítrico

Los glúcidos reductores al ser calentados con álcalis (producen varias veces sustancias reductoras).

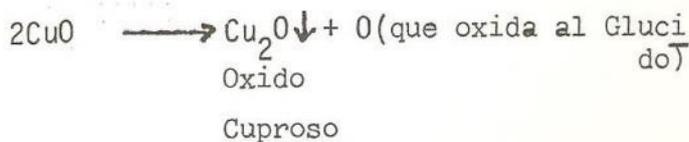
Así esta reacción en presencia de ácido pítrico en medio alcalino ( $NaOH$ ) produce una coloración rojiza debido a la formación del ácido Bicrámico



### Reacción de Tromer

Las soluciones de  $\text{CuSO}_4$  alcalinizadas con soluciones de  $\text{NaOH}$  y calentadas, dan un precipitado de  $\text{CuOH}$  negro.

Si el calentamiento tiene lugar en presencia de un grupo reductor (solución de azúcares) la reducción es más intensa, llegándose a la formación de óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) de color rojo ladrillo.

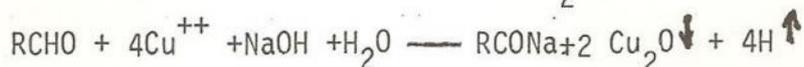


### Reacción de Fehling

El reactivo de Fehling es una solución de Sal Cúprica ( $\text{CuSO}_4$ ) en medio alcalino ( $\text{NaOH}$ ) en presencia de Tartrato de Sodio y Potasio que evita la precipitación del Hidróxido de Cobre. En ausencia del --

Glúcido, el reactivo de Fehling permanece inalterable y de color azul intenso.

En presencia del Glúcido aparece un precipitado de color rojo ladrillo y es el  $\text{Cu}_2\text{O}$ .



La reacción es debida a la función aldehídica de los Glúcidos.

## 5.2. IDENTIFICACION DE LOS AZUCARES EN LA HIDROLISIS POR CROMATOGRAFIA

Una vez realizada la hidrólisis del compuesto polisacárido se trata el producto obtenido como una mezcla de azúcares simples.

La Cromatografía es la técnica que tiene mayor aplicación en la separación de monosacáridos, tanto la Cromatografía de capa fina, como la de papel se pueden aplicar a estos fines.

La Cromatografía de azúcares considera dos clases de componentes, los carbohidratos Hidrofílicos y sus derivados, los cuales son de naturaleza hidrofílica. Los carbohidratos son fuertemente hidrofílicos y requieren de sistemas de solventes polares, una separación de estos azúcares simples pueden ser obtenidos en placas de Silicagel ó celulosa.

Los valores  $R_f$  decrecen mientras que el número de grupos OH y el peso molecular de los azúcares aumenta, por Ejm. pentosa, Hexosa, etc.(2), (3), (25)

Se impregna el Silicagel ó Celulosa en la placa con geles Buffer de acetato de Sodio para fijar y resaltar la separación de la mezcla de azúcares simples.

### 5.2.1. REACTIVOS Y MATERIALES

#### 1.- Solventes

La bibliografía consultada detalla numerosos -- solventes de los cuales se han usado los siguientes:

a) Acetato de Etilo - Piridina = Agua, recomendado por Yermyn é Isherwood (B) en la proporción 2:1:2 respectivamente.

b) Butanol - Acético (11 - 12) (B).

N- Butanol ..... 4 partes

Acido Acético glacial ..... 1 parte

Agua destilada ..... 5 partes

c) Butanol -Acido Acético-Piridina -Agua por J.-Moreno (B).

N Butanol ..... 6 partes

Acido Acético glacial ..... 1.5 ,,

Piridina ..... 5 ,,

Agua destilada ..... 5 ,,

Los A, B, C, se preparán de la siguiente manera.

En un embudo de decantación se colocan cada uno de los líquidos que forman un sistema solvente- en las cantidades ya descritas, se agitan fuertemente hasta obtener una turbidez persistente- se deja reposar por espacio de 15 a 20 horas a

La temperatura ambiente . Se decanta y se usa como solvente la fracción orgánica.

d) Acetato de Etilo - Piridina - Acido Acético  
agua destilada. (20)

Se prepara mezclando en la proporción 36:36  
: 7 : 21.

e) Acetona - agua - cloroformo - metanol en la  
proporción 75 : 5 : 10 : 10. (27)

## 2.- Reveladores

Para revelar la presencia de azúcares se puede utilizar en principio cualquiera de los numerosos reactivos propuestos en la Química clásica, para la identificación de los hidratos de carbono. No obstante existen limitaciones prácticas porque no todos pueden ser aplicados en placas de celulosa, ya sea porque extinguen a éste - debido a la necesidad de añadir reactivos demasiado energéticos ó porque existe el peligro - de que las manchas de los azúcares difundan -- por efecto de la solubilidad en el substrato - celulósico; ó porque no dan reacciones coloreadas de sensibilidad suficiente para revelar - trazas de azúcares.

A Reactivo de Partridge (Ftalato Acido de Anilina) se prepara disolviendo 1.66 gr. de ácido Ftálico y 0.93 gr. de anilina en Butanol normal saturado de agua.

Para revelar se pulveriza el Cromatograma seco y se calienta a 105°C por espacio de

5 a 15 minutos (18)

B) Anilina Difenilamina Se prepara disolviendo 1 gr. de Difenilamina en una solución de 1 ml. de anilina, 50 ml. de Acetona y 7.5 ml. de  $H_3PO_4$  concentrado (por espacio de una semana) para revelar, se pulveriza el Cromatograma seco y se calienta a  $105^{\circ}C$  por 10 minutos.

C) Spray Revelador

Solución 1 : 10 gr. de ácido tricloro acético  
5 gr. de ácido aftálico  
1.2 gr. de ácido paramino hipúrico; disolver en 200 gr. de Etanol al 96%. (Guardar en un frasco oscuro por un tiempo máximo de una semana).

Solución 2 : 15 gr. de Urea en 45 ml. de HCl 2N.

Para revelar se pulveriza el Cromatograma seco con la solución (1) y se pone a la estufa a  $135^{\circ}C$  de 3 a 5 minutos. Cuando los azúcares aparecen de color marrón y no aumenta más la intensidad del color, se retira de la estufa y en calien-

te se pasa el Spray Nº 2 y se vuelve a calentar por unos minutos. (23)

### 3.- Preparación de Placas

Las placas deben ser lavadas previamente con NaOH al 1%, y secadas en la estufa. Luego se les pasa un algodón con Acetona por la superficie. Una vez limpia la placa se le aplica la solución preparada a 5 placas de 20 x 20 cms. con el aplicador DESAGA graduado para un espesor de 0.25 mm., luego las placas son expuestas al aire por un espacio de dos horas y activadas por una hora en la estufa a 105°C. (21) (22)

#### - Placas de Celulosa

25 gr. de Camac - Celulosa Ds se homogeniza por un minuto en un mezclador eléctrico con 90 ml. de solución de Acetato de Sodio al 1% y se aplica a las placas.

#### - Placas de Silicagel

30 gr. de Silicagel se homogenizan por un minuto con 60 ml. de solución de Acetato de Sodio al 1% y se aplica a las placas--

### 4.- Cámaras Cromatográficas

Los Cromatogramas se corren en cámaras cromatográficas cuadrangulares de vidrio que aseguran-

mayor limpieza por ser depósitos cerrados y no permiten pérdida de solventes por volatilización., e interferencias por variación de material de construcción.

#### 5.- Pipetas y Pulverizadores

La muestra a cromatografiar se coloca sobre -- placas con pipetas ó tubos de vidrio que terminan en un capilar muy fino, el revelado de los Cromatogramas se efectuó por pulverización mediante un aparato de spray. (Supplier eg. polycolor 6052 Hergis Wil Swatzenland)

#### 6.- Preparación de Standares

Se pesó 10 mg. de cada muestra standard de azúcar , se le agregó 0.5 ml. de agua destilada, -- punteandose tres veces cada standard en la placa .

#### 7.- Preparación de muestra

Para 50 mg. de muestra evaporada a sequedad se le agregó 2 ml. de agua destilada y se aplicó 5 veces en la placa.

### 5.2.2.METODO OPERATORIO

Una vez realizada la hidrólisis para el análisis cualitativo de T.L.C. , el azúcar reducido es aplicado en placas de celulosa de la siguiente manera: La muestra a examinar es aplicada mediante un tubo capilar fino sobre la placa de tal manera que el diá

metro de la mancha no sea mayor de 5 mm. ,después de cada punteada debe ser secada la muestra con un ventilador de aire caliente. Las muestras deben ser aplicadas con una separación de 3 cms.entre ellas para que no exista interferencia.

Una vez aplicada la muestra en las placas se colocan éstas en la Cámara Cromatográfica, la cual contiene el solvente de corrida. Luego se retiran las placas una vez que el solvente haya corrido las 3/4 partes de la placa.(Tiempo aproximado 4--horas).

Una vez retirada la placa de la cámara Cromatográfica se coloca dentro de un extractor hasta sequedad y se pulveriza con el spray correspondiente de tal manera que el rociado sea parejo a travez de toda la placa.Finalmente se coloca en la estufa por el tiempo requerido por el revelador y a la temperatura correspondiente hasta dar lugar a la formación de manchas de azúcares.

Con los resultados que se muestran en 5.2.3 que fueron obtenidos siguiendo el método descrito, se realiza el cálculo de los  $R_f$  .

El  $R_f$  es la relación que existe entre el espacio recorrido por la mancha de la muestra en la placa y el espacio recorrido por el solvente.

$$R_f = \frac{A_1}{A_s}$$

Donde:

$A_1$  : avance de la sustancia

$A_s$  : avance del solvente

5.2.3. RESULTADOS

SOLVENTE: Acetato de Etilo - Piridina - Agua  
REVELADOR ( A )

A Z U C A R	R <sub>f</sub>
ARABINOSA	0.83
GALACTOSA	0.81
GLUCOSA	0.819
MANOSA	0.815
RHAMOSA	0.850
XILOSA	0.835
FRUCTUOSA	0.840
MUESTRA	0.800 0.810

SOLVENTE: N-Butanol-Acido Acético Glacial - Agua  
REVELADOR ( C )

A Z U C A R	R <sub>f</sub>
ARABINOSA	0.310
GALACTOSA	0.290
GLUCOSA	0.250
MANOSA	0.300
RHAMOSA	0.450
XILOSA	0.315
FRUCTUOSA	0.310
MUESTRA	0.290 0.300

SOLVENTE: Butanol - Acido Acético Glacial-Piridina-Agua

REVELADOR ( B )

A Z U C A R	R <sub>f</sub>
ARABINOSA	0.45
GALACTOSA	0.30
GLUCOSA	0.35
MANOSA	0.40
RHAMOSA	0.63
XILOSA	0.53
FRUCTUOSA	0.49
MUESTRA	0.30 0.40

SOLVENTE; Acetato de Etilo-Piridina-Acido Acético-Agua

REVELADOR ( B )

A Z U C A R	R <sub>f</sub>
ARABINOSA	0.56
GALACTOSA	0.45
GLUCOSA	0.46
MANOSA	0.47
RHAMOSA	0.61
XILOSA	0.57
FRUCTUOSA	0.55
MUESTRA	0.43 0.46

SOLVENTE: ACETONA-AGUA-CLOROFORMO-METANOL

REVELADOR : ( B )

A Z U C A R E S	R <sub>f</sub>
Arabinosa	0.42
Galactosa	0.33
Glúcosa	0.49
Manosa	0.35
Rhamosa	0.69
Xilosa	0.59
Fructuosa	0.57
Muestra	0.33 0.34

De los resultados obtenidos se observa:

- El solvente Butanol - Acético dá manchas bastante nítidas pero presenta la desventaja de dar R<sub>f</sub> muy cercanos, presentando dificultad para la identificación de los azúcares.
- El solvente Acetato de Etilo - Piridina - Agua presenta R<sub>f</sub> bastante altos pero muy cercanos entre sí, siendo dificultosa su identificación. En la muestra de goma no se aprecia una separación nítida.
- El solvente Butanol - Acido Acético Glacial - Piridina - Agua dá manchas bastante nítidas y los R<sub>f</sub> presentan una buena separación. La muestra de goma presenta una separación nítida de sus componentes.

- El solvente Acetato de Etilo-Piridina-Acido Acético-Agua presenta los  $R_f$  tanto de la Glucosa, Manosa y Galactosa bastante cercanos ;no existiendo una buena separación de la muestra.
- El solvente Acetona-Agua-Cloroformo-Metanol no presenta las manchas de los azúcares en forma nítida, haciéndose difícil el cálculo de los  $R_f$ .

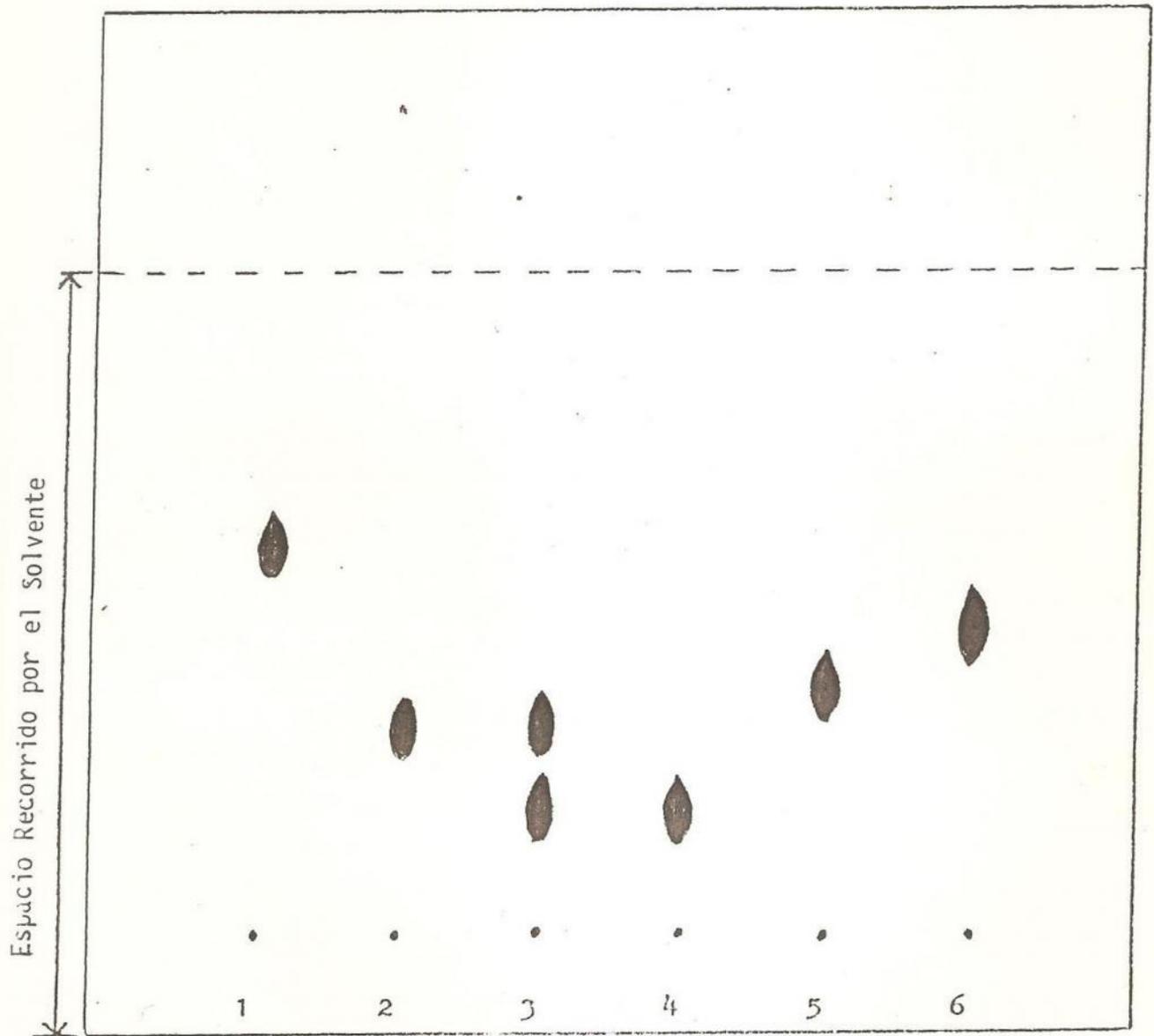
Analizando los resultados obtenidos se determina que el solvente adecuado para la identificación de los componentes de la muestra de goma es el de : Butanol - Acido Acético Glacial - Piridina - Agua ya que las manchas obtenidas son nítidas y los  $R_f$  de los componentes presentan -- una buena separación.

Usando el solvente en mención se identificaron los siguientes componentes en la muestra - Galactosa, Manosa., debido a que la muestra presenta manchas con  $R_f$  de 0.30,- y 0.40.; los cuales corresponden a la Galactosa y Manosa según standares.

ESQUEMA DEL CROMATOGRAMA

SOLVENTE: Butanol-Acido Acetico glacial-Piridina-Agua

REVELADOR : Anilina Difenilamina



1.-RHAMOSA

2.-MANOSA

3.-MUESTRA

4.-GALACTOSA

5.-ARABINOSA

6.-XILOSA

## VI CUANTIFICACION DE LOS AZUCARES PRESENTES EN LA GOMA

La cuantificación de los azúcares presentes en la goma de la semilla de Tara es importante, puesto que nos permite caracterizar porcentualmente la goma para su aplicación posterior en las diferentes industrias.

### 6.1. MATERIALES Y REACTIVOS

#### MATERIALES

- Espectrofotómetro PerkinElmer Mod. LAMBDA 3B UV/VIS
- Rotavapor al vacío
- Cocina Eléctrica
- Cámaras Cromatográficas
- Placas de Celulosa
- Pipetas Graduadas de 1,5, y 10 ml.
- Fiolas de 10,25,50,100 y 250 ml.
- Embudo Buchner
- Kitasato
- Estufa
- Extractor de Gases

#### REACTIVOS

- Standares de Galactosa , Manosa
- NButanol, Acido Acético, Piridina, Agua.
- Anilina, Difenilamina, Acetona, Acido Ortofosfórico
- Acido Sulfúrico concentrado, Carbonato de Bario, Papel indicado P H.
- Alcohol Absoluto.

### 6.2. METODO OPERATORIO

- Se hidrolizó 0.1 gr. de muestra de goma de Tara a  $121^{\circ}\text{C}$  con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  -1M(20ml) por una hora. Se neutralizó con  $\text{BaCO}_3$

y se filtró al vacío, posteriormente se concentró en un rota vapor hasta casi sequedad, se trasvasó a una fiola de 10 ml. y se enrazó.

Se coloca 0.5 ml. de esta solución en placas de celulosa (la cantidad de 0.05 ml. por placa en forma de bandas). Se corre la placa con el solvente (Butanol - Acido Acético - Piridina - Agua) (6 : 1.5 : 5 : 5) por un tiempo de cuatro horas.

A continuación se retira la placa del solvente y se coloca dentro de una campana extractora hasta sequedad. Después del revelado y conocidos los  $R_f$  de los componentes presentes en la Goma : Galactosa y Manosa; se procede al raspado de las placas (sin revelar) a la altura correspondiente de los  $R_f$  de cada componente por separado.

Finalmente lo que se obtiene del raspado se disuelve en agua destilada, se filtra y se concentra en Rotavapor a la temperatura de 70°C.

A continuación se enraza en fiola de 10 ml. quedando así listo para el posterior análisis cuantitativo de cada componente por separado.

#### Determinación Colorimétrica

Se determinó en un Espectrofotómetro Perkin Elmer Mod. LAMBDA 3B.

Este método consiste en la destrucción de la sustancia que nos interesa investigar y la obtención de su espectro, por Espectroscopía Ultravioleta. (International Federation Of Fruit Juice Producers) (24).

#### METODO OPERATORIO

- 1 ml de solución problema es pipeteado dentro de un tubo de ensayo de 25 x 200 mm. , se le agrega 0.5 ml. de alcohol purificado; se añade 6 ml. de  $H_2SO_4$  concentrado el cual se debe agregar en un tiempo de 7 seg. de manera que la solución llegue a  $85^{\circ}C$  .Los tubos son colocados inmediatamente en agua a  $85^{\circ}C$  por un tiempo de cinco minutos, se deja enfriar durante quince minutos , luego es colocado en tubeta de cuarzo del Espectofotómetro y se lee su Absorvancia a la longitud de onda elegida.

#### Elección de la Longitud de Onda

Debido a que la absorvancia debe ser medida en la longitud de onda que corresponde al máximo de la banda lo que nos permite asegurar una alta sensibilidad, además el uso del máximo de absorción está relacionado también con el hecho de que la medición en la zona del pico donde la absorción varía mucho en función de la longitud de onda, conduce a grandes errores debido a la inexactitud del ajuste de la longitud de onda del aparato(5)

En el gráfico Nº 1 Absorvancia Vs. Long. Ond. las longitudes de onda que nos dan una máxima Absorvancia son de 310 nm. , 320 nm.. Buscando un promedio tendríamos que la longitud de onda elegida sería la de 315 nm.

#### Preparación de la Curva Patrón (Cuadro Nº 10)

Una vez elegida la longitud de la onda apropiada se preparó una serie de soluciones patrón de concentraciones diferentes( 40,80,120,160,200,240,280 320,360 y 400 )ug/ml. las cuales fueron preparadas en condiciones semejantes que la muestra problema.De esta manera se obtuvo el gráfico de la Absorvancia en función de la concentración para la longitud de onda elegida,teniéndose en cuenta los límites

de concentración entre los cuales el comportamiento de la ecuación es una línea recta. (Cuadros Nº 11 y 12)

A partir de estos datos se buscó la dilución apropiada para estar dentro de los intervalos de trabajo de acuerdo a la linealidad de las curvas y composición de la muestra.

### 6.3. RESULTADOS

- La longitud de onda de máxima Absorvancia se encuentra entre 310 y 320 nm. , tomando promedio se consideró que la longitud de onda de máxima Absorvancia sería de 315 nm. (Gráfico Nº 1)
- En las gráficas Concentración vs. Absorvancia se observa que la máxima linealidad para la Manosa es de 370 ug/ml. y de la Galactosa 370 ug/ml. (Gráficas Nº 2 y 3).
- La cantidad de muestra a cromatografiar fué de  $5 \times 10^{-3}$  gr
- La concentración final de la muestra fué de  $5 \times 10^{-4}$  gr.
- La lectura en el Espectrofotómetro :

COMPONENTE	A B S O R V A N C I A				CONCENTRACION
	1	2	3	PROM.	
GALACTOSA	0.89	0.93	0.92	0.913	123 ug/ml.
MANOSA	2.58	2.56	2.59	2.576	342 ug/ml

Luego:

$$\% \text{ de Galactosa} = \frac{123}{500} \times 100 = 24.6$$

$$\% \text{ de Manosa} = \frac{342}{500} \times 100 = 68.2$$

Relación aprox. de Galactosa: Manosa = 1 : 3

C U A D R O N<sup>o</sup> 1 0  
 LONGITUD DE ONDA Vs. ABSORVANCIA

LONGITUD DE ONDA	ABSORVANCIA
190	0.83
200 <sup>a</sup>	0.83
210	0.85
220	0.90
230	0.90
240	0.90
250	1.01
260	1.01
270	1.01
280	1.25
290	1.84
300	2.53
310	3.19
320	3.19
330	2.89
340	2.26
350	2.01
360	1.86
370	1.76
380	1.76
390	1.72
400	1.65

C U A D R O N º 1 1

CURVA PATRON DE GALACTOSA

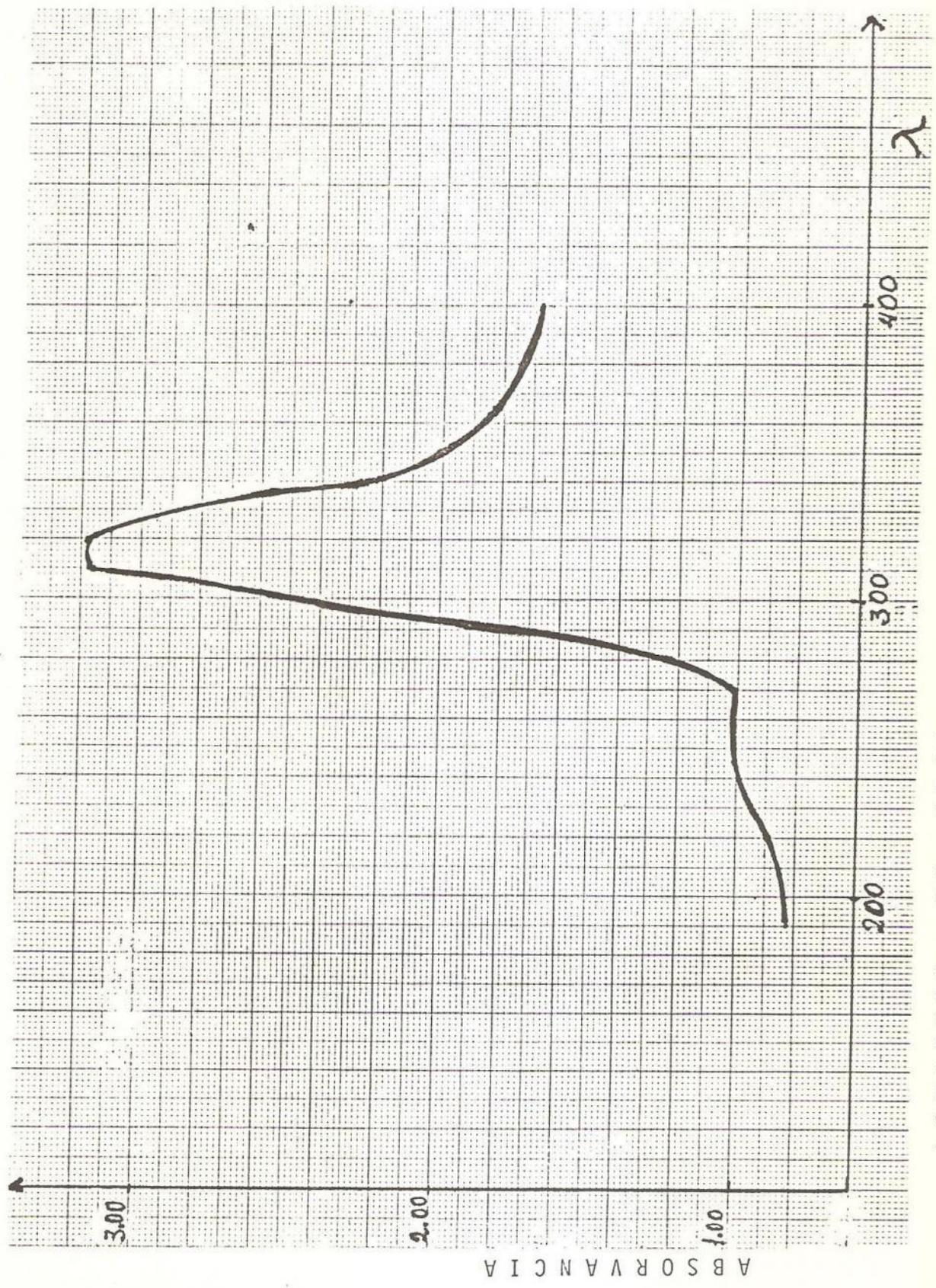
CONCENTRACION ug/ml	ABSORVANCIA
40	0.295
80	0.590
120	0.860
160	1.186
200	1.495
240	1.779
280	2.060
320	2.375
360	2.650
400	3.070

C U A D R O N º 1 2

CURVA PATRON DE MANOSA

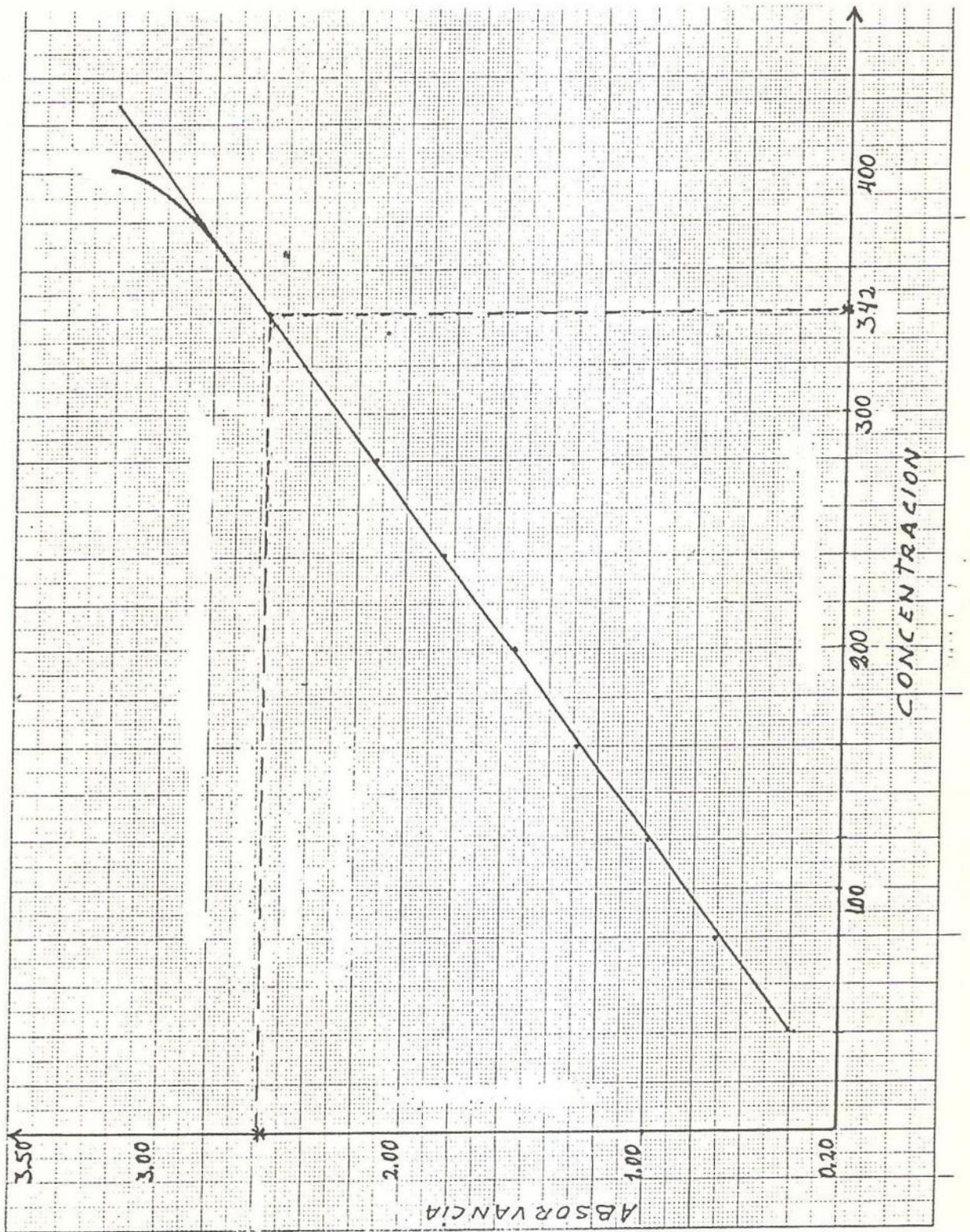
CONCENTRACION ug/ml	ABSORVANCIA
40	0.392
80	0.708
120	0.987
160	1.287
200	1.560
240	1.840
280	2.135
320	2.430
360	2.730
400	3.220

GRAFICA Nº 1  
ELECCION DE LA LONGITUD DE ONDA

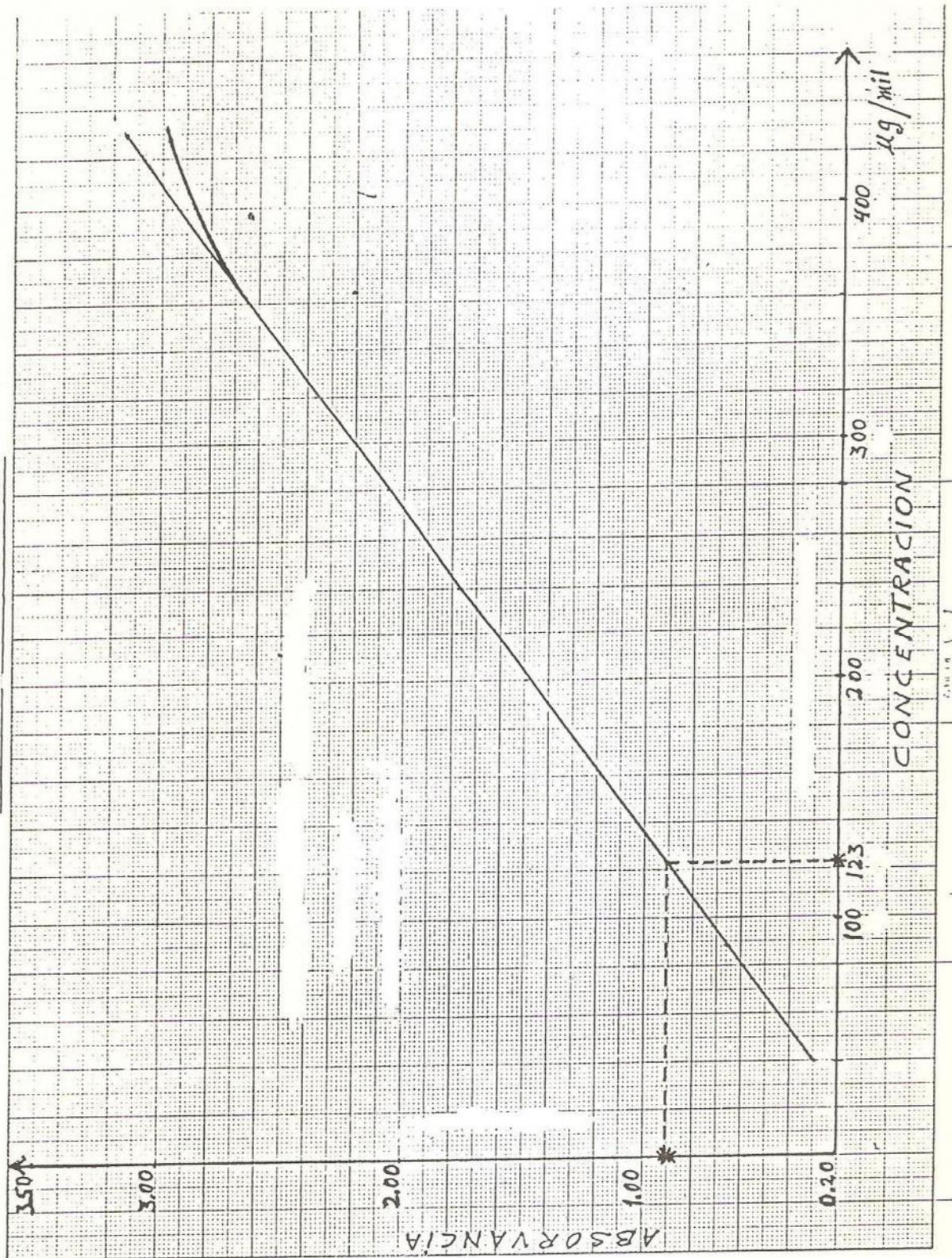


GRAFICA N° 2

CURVA PATRON MANOSA



GRAFICA N° 3  
CURVA PATRON GALACTOSA



## VII CARACTERISTICAS FISICAS DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA

### 7.1 VISCOSIDAD

La viscosidad es una propiedad física importante que caracteriza esta sustancia, ya que de ello depende su aplicación en las diferentes industrias.

Entre los factores que afectan a la viscosidad tenemos la concentración, la temperatura y el P H.

#### 7.1.1. Influencia de la concentración en la viscosidad.

Para determinar esta influencia se realizaron las pruebas con diferentes concentraciones entre 0.1% y 0.8% en disolución en frío y en disolución en caliente. Cuadro N° 13, Gráfica N° 4

Disolución en frío.- Para la medida de la viscosidad en frío ( $25^{\circ}\text{C}$ ) se prepararon soluciones a diferentes concentraciones y se agitaron por un tiempo de dos horas con un agitador magnético a la temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ .

Disolución en caliente.-Para medir la viscosidad en disolución en caliente, se prepararon disoluciones a diferentes concentraciones. inicialmente se agitó en frío durante una hora, luego es calentada a  $85^{\circ}\text{C}$  y es mantenida a esta temperatura durante cinco minutos y finalmente es enfriada hasta la temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . El tiempo total empleado es de dos horas.

Medida de la Viscosidad.-Esta medida se realizó en el Viscosímetro de Brookfield, usando el Spindle de tipo RV. N° 2.

Condición de Medida.- Fué a la temperatura de 25<sup>0</sup>C y 20 r.p.m.

#### 7.1.2. Influencia de la Temperatura en la viscosidad

Estas pruebas se realizaron preparando una solución a la concentración del 0.8%, se agitó en frío durante una hora y después la muestra fué calentada a -- 85<sup>0</sup>C manteniéndola a esta temperatura durante cinco minutos. Luego se fué enfriando gradualmente a la temperatura de 80, 70, 60, 50, 40, 30 y 20<sup>0</sup>C. en un baño de agua fría y finalmente se tomó la medida de la viscosidad en cada una de estas temperaturas (Ver Cuadro N<sup>o</sup> 14) (Gráfica N<sup>o</sup> 5)

#### 7.1.3. Influencia del PH en la viscosidad

Para determinar la influencia del PH en la viscosidad se prepararon varias soluciones de goma al 0.8% cuyo PH natural es de 6.8. Se trabajó con diez muestras, -- cinco de estas se acidificaron con HCl (1N) por separado, para tener PH en el rango de 3.0 a 6.0. Las restantes se alcalinizaron con NaOH (1N) por separado, para tener PH en el rango de 7.0 a 10.0. Con un agitador magnético cada una de las muestras se agitaron durante una hora y se llevaron a la temperatura de 25, 85 y -- 100<sup>0</sup>C, por un tiempo de quince minutos.

Finalmente se enfriaron hasta la temperatura de 25<sup>0</sup>C y se efectuaron las mediciones en el Viscosímetro de Brookfield. (Ver Cuadro N<sup>o</sup> 15).

### 7.2. SOLUBILIDAD

Se realizaron pruebas de solubilidad usando como solvente -- agua y alcohol.

Solubilidad en Agua.- Estas pruebas se hicieron en agua -- fría y en agua caliente.

- Solubilidad en agua fria .- Se preparó una solución de goma al 0.8% en frio a 25°C, se midió la viscosidad de la solución a esta temperatura siendo la viscosidad de 1200 centipoise.

- Solubilidad en agua caliente.-Se preparó una solución de goma al 0.8% y se llevó a la temperatura de 85°C por un tiempo de quince minutos. Luego se enfrió hasta la temperatura de 25°C y se realizó la medición de su viscosidad. El resultado fue de 3200 centipoise.

Solubilidad en Alcohol .- Se preparó una solución al 0.8% de goma y se agregó alcohol al 60% formandose un precipitado gelatinoso.

### 7.3 ESTABILIDAD

La estabilidad de la goma obtenida de la semilla de Tara es afectada por el P H y la temperatura .

Para determinar la variación de la estabilidad se realizaron pruebas variando el P H de la solución (3.0 a 10.0) y a las temperaturas de 25, 85 y 100°C.

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro Nº 15

### 7.4 CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

La goma de la semilla de Tara obtenida después de la extracción presenta las siguientes características:

- COLOR : Blanquesino
- OLOR : Inodoro
- SABOR : Insipido
- APARIENCIA : Se presenta en forma de polvo
- CONSISTENCIA : Pulvurulenta.

## 7.5 PRUEBAS DE ACEPTACION

Para determinar la aceptación de la goma obtenida de la semilla de Tara en la industria se hicieron las siguientes pruebas:

- Se usó como estabilizador de helados en una proporción del 0.5% , formando una buena emulsificación y consistencia del producto final.
- Se utilizó como agente de espesamiento en mermeladas de piña a una concentración de 0.25 g dando buenos resultados de consistencia.
- Se utilizó como inhibidor de sinéresis en mermeladas de fresa al 0.1 % , evitando la separación de las gotas de agua de la mermelada en su etapa de enfriamiento.

## 7.6. RESULTADOS

De los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas para determinar las propiedades físicas de la goma obtenida de la semilla de Tara se determina:

- Que en una solución de goma al 0.8% disuelta en frio a 25°C existen partículas en suspensión siendo su solubilidad aproximadamente del 50%.
- Es completamente soluble en agua caliente a 85°C.
- La viscosidad en caliente disminuye al mismo tiempo que se solubiliza la partícula completamente, cuando la solución se encuentra en caliente.
- La viscosidad de la solución aumenta al aumentar su concentración.
- La solución de goma es estable : en frio dentro de un rango de P H (de 3.0 a 10.0); en caliente a 85°C dentro de un

rango de P H (4.0 a 8.0); en caliente a 100°C dentro de un rango de P H ( 5.5 a 8.0)

- En la prueba de solubilidad en alcohol se formó un precipitado gelatinoso el cual nos indica que es completamente soluble en alcohol.

C U A D R O N<sup>o</sup> 1 3

INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION EN LA VISCOSIDAD

PORCENTAJE DE GOMA EN LA SOLUCION gr/ml	VISCOSIDAD DE LA MUES- TRA DISUELTA EN FRIO C P	VISCOSIDAD DE LA MUES- TRA DISUELTA EN CALIENTE C P
0.1 %	14	16
0.2 %	26	34
0.3 %	48	86
0.4 %	110	230
0.5 %	280	520
0.6 %	530	912
0.7 %	800	1800
0.8 %	1200	3200

Medición en Viscosímetro de Brookfield a 20 r.p.m.

Temperatura de Medición : 25 °C

C U A D R O N<sup>o</sup> 1 4

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA VISCOSIDAD

TEMPERATURA °C	80	70	60	50	40	30	20
VISCOSIDAD C P	1200	1400	1680	2000	2360	2750	3280

Medición en Viscosímetro de Brookfield a 20 r.p.m.

Solución de Goma al 0.8 %

CUADRO Nº 15

INFLUENCIA DEL PH EN LA VISCOSIDAD

PH DE SOLUCION	SOLUCION A LA TEMP. 25°C	SOLUCION A LA TEMP. 85°C	SOLUCION A LA TEMP. 100°C
3.0	3,146	1,900	1,800
3.5	3,147	2,920	2,200
4.0	3,145	3,146	2,820
5.0	3,139	3,143	3,080
6.0	3,146	3,145	3,146
7.0	3,147	3,148	3,148
8.0	3,148	3,146	3,147
9.0	3,143	3,070	3,050
9.5	3,145	2,500	2,100
10.0	3,146	1,950	1,780

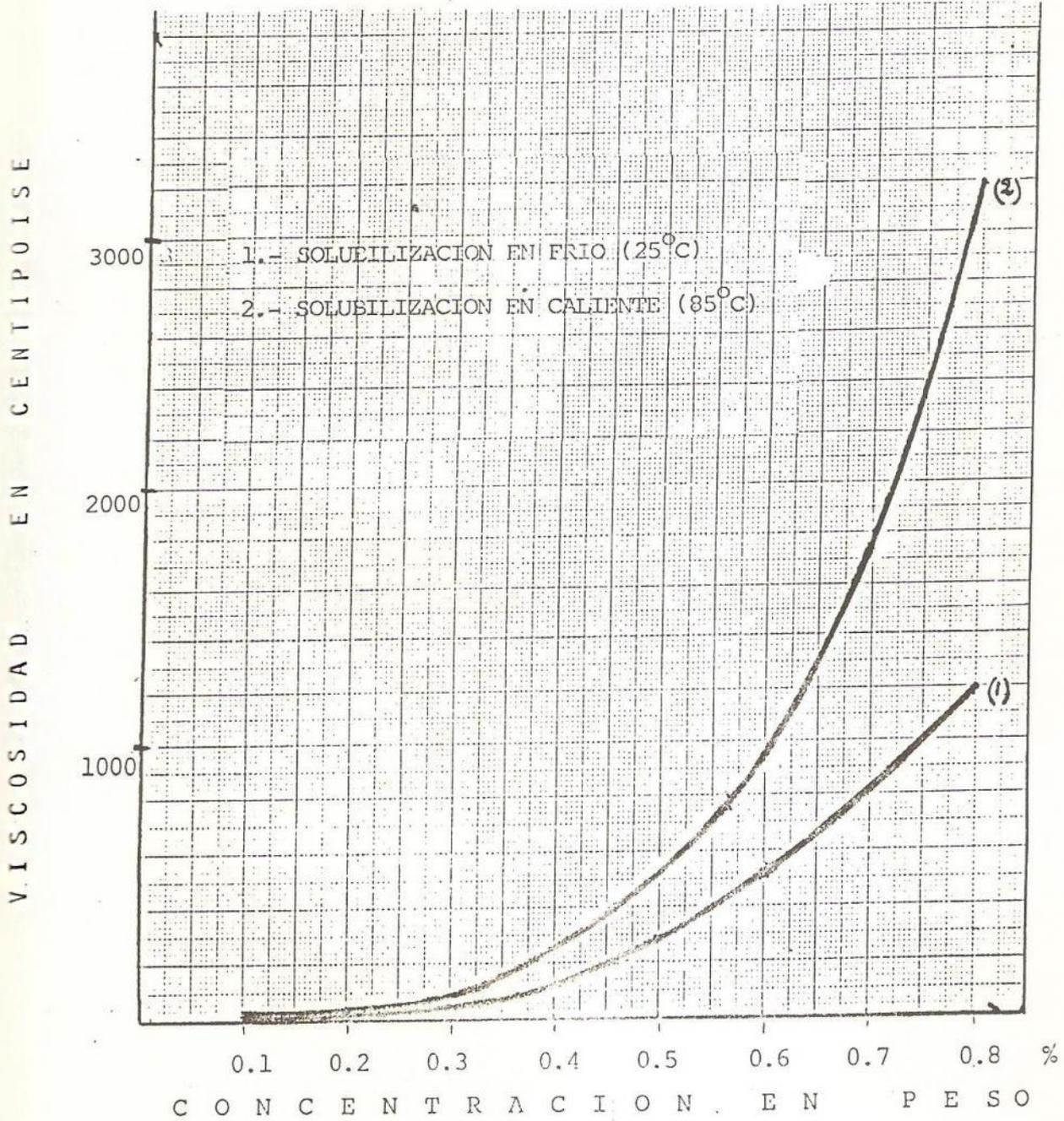
Medición en viscosímetro de Brookfield a 20rpm.

Temperatura de medición 25°C

Solución de goma al 0.8 %.

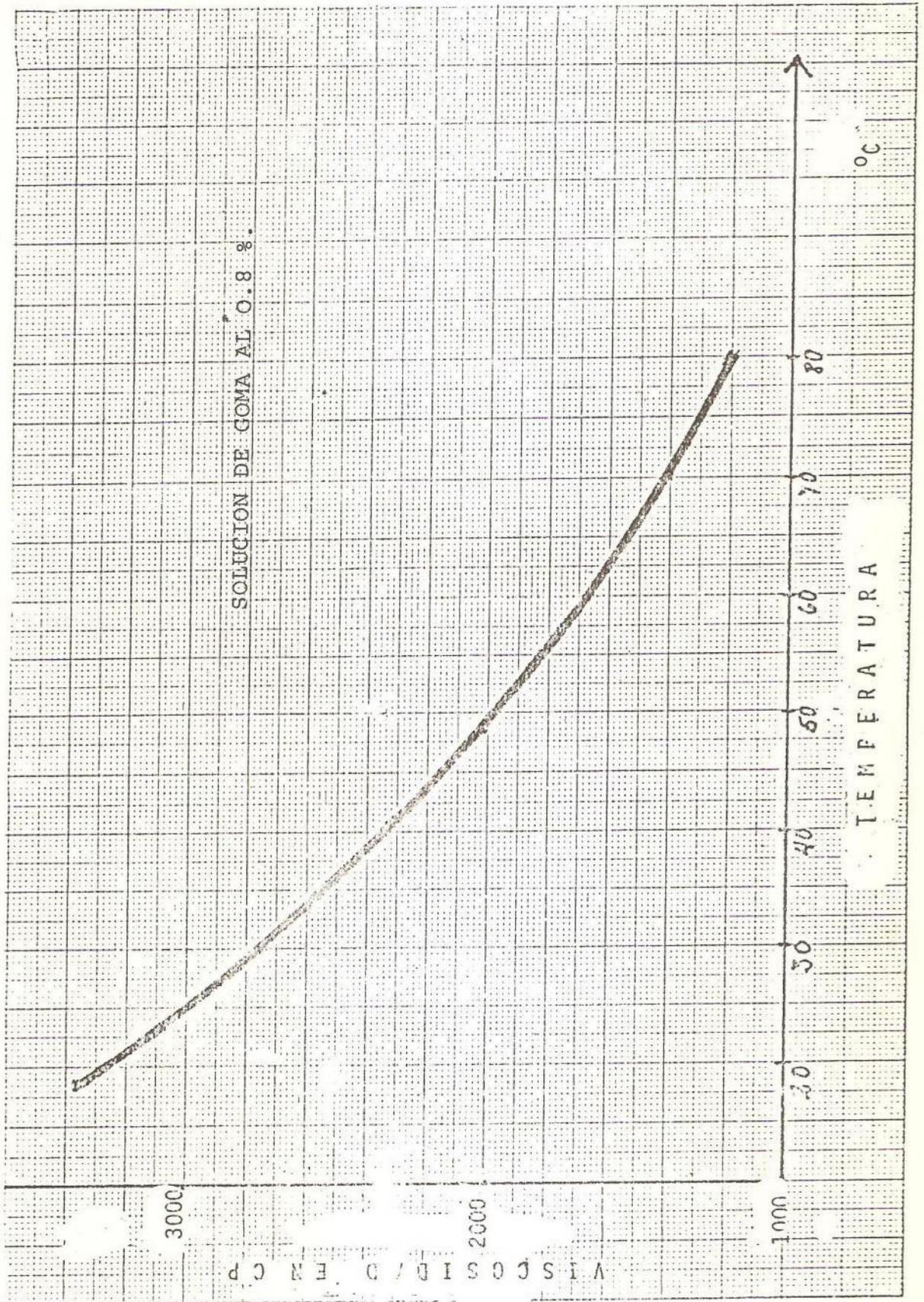
GRAFICA Nº 4

INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION EN LA VISCOSIDAD

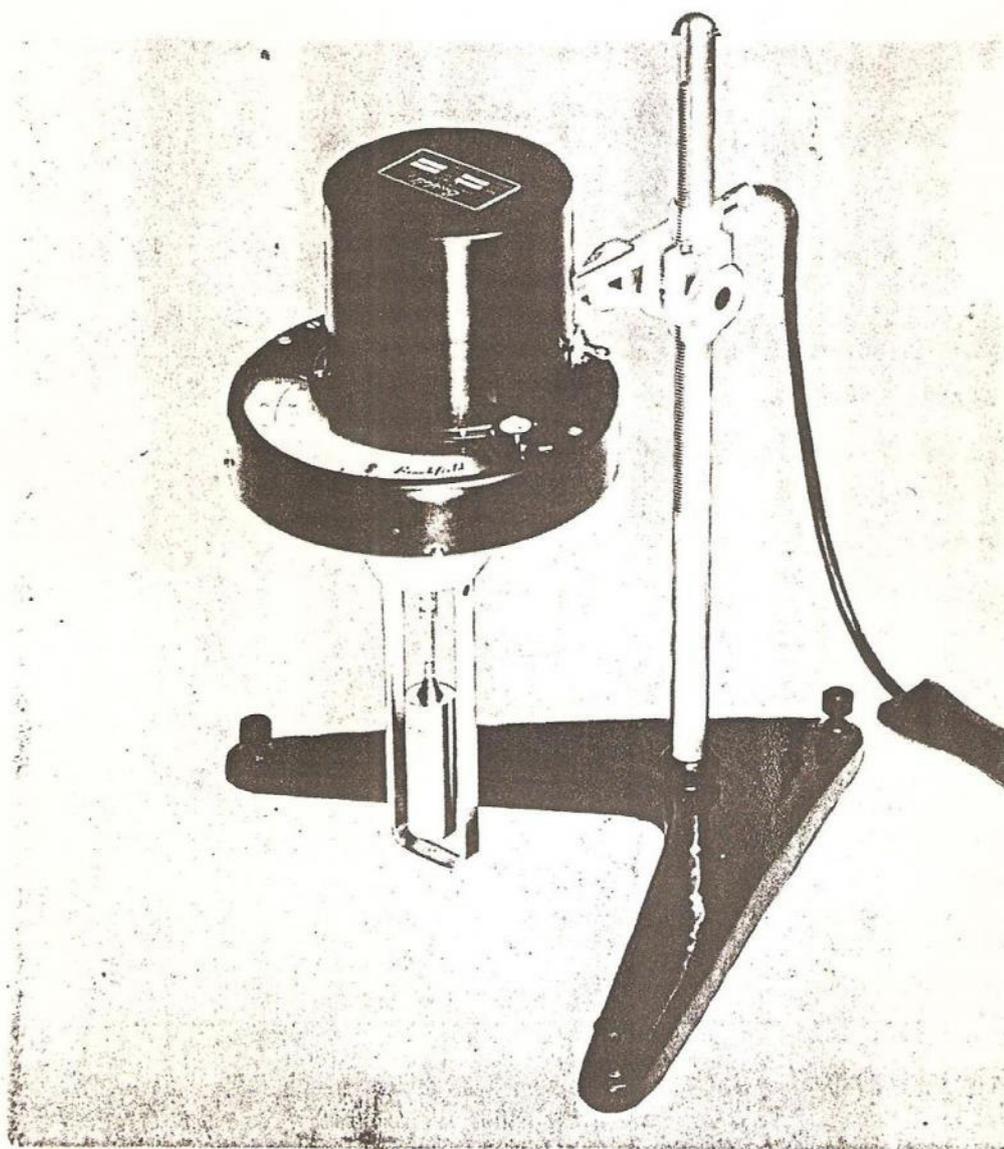


GRAFICA Nº5

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA VISCOSIDAD



VISCOSIMETRO DE BROOKFIELD



## VIII CONTROLES DE TOXICOLOGIA

Entre las sustancias que aparecen en forma natural en los alimentos, existen muchas que son tóxicas, he ahí la necesidad de comprobar el grado de toxicidad de éstos para su posterior uso en la industria alimenticia.

### 8.1. ESTUDIOS REALIZADOS DE TOXICOLOGIA A LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA (23)

Las pruebas de toxicología a la goma de la semilla de Tara las realizó el "Departamento de Evaluación Toxicológica de Algunos Colorantes Alimentarios, Agentes Espesantes y Otras Sustancias" de la F A O y OMS.

- Estudio en ratas. - Se realizó un estudio de noventa días de alimentación en grupos de diez ratas macho y diez ratas hembra, a niveles dietarios de 0%, 1%, 2% y 5% de la dieta no se observaron anomalías del aspecto general. El comportamiento y supervivencia se mantuvieron inalterables, el crecimiento - la ingestión de alimento y la eficiencia del alimento disminuyeron ligeramente a nivel dietario -- del 5% en ambos sexos. Se encontró una disminución relativa en peso corporal en los machos del grupo del 2%, pero no se vió efecto sobre la ingestión y eficiencia del alimento.

La hematología y el análisis de orina no acusaron diferencias que guardaran relación con el tratamiento.

No se encontraron lesiones en el examen macro e histológico atribuibles a la ingestión de la goma (T.L. et al 1974)

- Estudio en perros.- Tres grupos de tres sabuesos machos , tres sabuesos hembras recibieron 0%,1%,5% de goma de Tara en su dieta durante noventa días, no se notaron anomalías en cuanto se refiere a comportamiento, mortalidad, hematología, análisis de orina, química clínica, pesos de órganos, y macro e histopatología. (Oshita et al 1975).

#### Conclusiones :

De los estudios en ratas sobre digestibilidad in vivo y biodisponibilidad de calorías demuestran que esta goma no es digerida por enzimas intestinales de mamíferos pero es parcialmente atacada por flora intestinal de rata. Las enzimas intestinales humanas no hidrolizan esta goma in vitro. Estudios de corta duración en ratas y perros no acusaron evidencias a nivel del 5%. Los efectos observados sobre peso el cual se discutió en un informe anterior no se consideran significativos para el hombre.

#### Evaluación

La ingestión diaria para el hombre (no se especifica la ingestión diaria admisible)

#### 8.2. NORMA

Las normas se publicaron por la FAO y la OMS bajo el título de : "Normas de identidad y pureza de algunos colorantes alimentarios"

## I N G E S T A S   D I A R I A S   A D M I S I B L E S

SUSTANCIA	NORMA	I.D.A.
Amaranto	S	0-- 0.75 (3)
Aspartamo	O	No asignó a I.D.A.
Diclorodifluor metano	N	0-- 1.5
Gluconato ferroso	S	Sin especificar(4)(5)
Goma de Algarrobo	S	Sin especificar(3)(4)
Goma de Guar	S	Sin especificar(4)
Goma de Tara	T	Sin especificar(3)(4)
Celulosa microcristalina	S	Sin especificar(4)
Pectina aminadada	S	0-- 2.5 (3)
Amarillo de Queriolina	RT	0-- 0.5 (3)
Cloruro Estannoso	S	No se asignó I.D.A.
Acetoisobutinato de Sacarosa	O	0-- 0.75 (3)
Compuestos de Estaño	O	No se asignó I.D.A.
Triacetina	N	Sin especificar

### Interpretación de la Normas:

- O : Norma no preparada
- N : Nueva Norma preparada
- R : Norma revisada
- S : Existe una Norma y no se consideró su revisión.
- T,NT,RT: Norma revisada , es provisional y pueden hacerse observaciones
- (3) T : Es temporal
- (4) : Sin especificar : significa que tomando como base los datos disponibles, la ingesta diaria total de la sustancia que deriva de su uso ó usos a las dosis necesarias para alcanzar los efectos desea

dos de su concentración admisible anterior en los alimentos, no presenta en opinión del Comité un peligro para la salud. Por esta razón y por razones establecidas en las evaluaciones individuales la determinación de una ingesta diaria (I.D.A.)-- expresadas en mg/Kg. de peso corporal no se considera necesaria.

Estos estudios aparecen en las siguientes publicaciones:

(T.L. et al 1974)

- TIL, H.P. Spanjers, M.Th. y de Groot, A.P. 1974.
- Sub Chronic Toxicity Study With Tara Gum in rats  
Published report from Central Institutud Voor Voedingson Kerzolk  
TNO Submiteed to the World H Colth Organization by Hercules B.  
V.

(Oshita et al 1975)

- Oshita, G., Burtner, B., R Kennedy, G.L., Kinoshita, F.K. y Replinger M.L. (1975), 90 Day subacute oral toxicity study with Tara gum in beagle dog.  
Published report from Industrial, Bio-Tex Lab. Inc Submitted to the world health organization by Hercules Inc.
- Normas: Las Normas se publicaron por la FAO y la OMS bajo el título de " Normas de Identidad y Pureza de Algunos colorantes Alimentarios en FAO Reuniones sobre Nutrición 55B"

## IX EXTRACCION O SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA PARA SU INDUSTRIALIZACION (26)

### 9.1 ENSAYOS PRELIMINARES

Para la separación de la cáscara de la semilla de Tara se realizaron diferentes ensayos debido a la dificultad que presenta esta al estar fuertemente adherida a la goma.

Se realizaron las diferentes pruebas con la finalidad de poder determinar la operación adecuada para separar la cáscara de la semilla de Tara y posteriormente el Germen.

#### 9.1.1. SEPARACION DE LA CASCARA POR TRATAMIENTO QUIMICO

- Tratamiento con NaOH: Se trató la semilla de Tara con NaOH al 5% y se sometió a pruebas a diferentes temperaturas y tiempos de cocción.

Una vez terminada esta operación la semilla fué lavada con agua para impedir que la soda siguiera atacándola.

En el ataque con soda se distinguen tres grupos de semillas: (Cuadro Nº 16)

- Semillas atacadas totalmente
- Semillas atacadas en un 50%
- Semillas atacadas ligeramente

Los resultados se muestran en el Cuadro Nº

- Tratamiento con  $H_2SO_4$  : Se sometió la semilla al ataque con una solución de  $H_2SO_4$  a 60%, 40% y 20% de concentración con variaciones de temperatura y tiempos de ataque, seguidos de un lavado

con agua para eliminar los restos de solución ácida .

En el Cuadro Nº 17 se muestran las variaciones de los factores de ataque con Acido Sulfúrico y sus efectos.

#### 9.1.2. SEPARACION DE LA CASCARA POR TRATAMIENTO TERMICO

- Tratamiento con vapor de agua: Se sometió la semilla de Tara a la acción de vapor de agua en una autoclave a una presión de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>, 125°C de temperatura y por tiempos de 15, 20, 25 y 30 minutos.

Observaciones : El tratamiento no ha surtido los efectos deseados, la semilla en general permanece bastante dura con la cáscara fuertemente adherida al Endosperma, se nota el desprendimiento de una tenue película exterior.

- Tratamiento de cocción con agua: Se sometió semilla a la acción del agua en ebullición durante una hora.

Observaciones: La semilla en general se ablanda e hincha por la acción del agua, la goma puede ser separada por presión ligera y presenta un color amarillento.

- Tratamiento térmico de tostación : La semilla se sometió a la tostación en un baño de arena seca, con variables de tiempo y temperatura.

Observaciones: La goma puede separarse fácilmente por molienda gruesa y tamizados - necesarios.

### 9.1.3. EVALUACION DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos de los ensayos - realizados para separar la cáscara de la goma de la semilla de Tara se deduce:

- En el tratamiento térmico por cocción se observó que la goma se encontraba bastante blanda y que podía ser separada de la cáscara por presión ligera, pero posteriormente se presentaría el problema de la separación del germen debido a que el Endosperma al absorber agua se hincha. La separación manual es fácil, pero no es conveniente desde el punto de vista industrial.
- El tratamiento térmico por tostación fue el que nos dió mejores resultados, ya que después del tostado existe un mejor desprendimiento entre cáscara y goma. Pasado por un molino de discos quedan completamente triturados la cáscara y el germen, el cual posteriormente es separado de la goma en una operación de tamizado.
- Se desecharon los métodos químicos ya que estos una vez atacada la cáscara, quemaban parte de la goma y que por efectos de alcalinización ó acidificación hidrolizaban parte de esta.

C U A D R O N° 16

TRATAMIENTO CON HIDROXIDO DE SODIO AL 5%

MUESTRA	TIEMPO DE ATAQUE (Minutos)	SEMILLAS ATACADAS TOTALMENTE	SEMILLAS ATACADAS EN UN 50%	SEMILLAS ATACADAS LIGERAMENTE
1	5	25.12 %	12.32 %	62.56 %
2	10	40.90 %	15.50 %	43.60 %
3	15	51.33 %	38.53 %	9.63 %
4	20	54.21 %	47.79 %	..... -----
5	25	57.00 %	43.00 %	..... -----

OBSERVACIONES:

- Se trabajó a una temperatura de 80°C.
- Generalmente el ataque comienza en uno de los extremos en que la semilla presenta un pequeño orificio.
- La parte de la cáscara atacada libera un pigmento de color marrón oscuro, que tiñe a las demás partes de la semilla y a la solución alcalina.
- En las semillas atacadas totalmnete se pueden separar por presión la cáscara, el endospermo y el gérmen.

CUADRO Nº 17

## TRATAMIENTO CON ACIDO SULFURICO

MUESTRA	CONCENTRACION DE H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	TEMPERATURA °C	TIEMPO DE ATAQUE	SEMILLAS ATACADAS TOTALMENTE	SEMILLAS ATACADAS EN UN 50%	SEMILLAS ATACADAS LIGERAMENTE
1	60 %	80	15'	7.27 %	76.82 %	15.91 %
2	60 %	60	15'	-----	94.14 %	5.86 %
3	60 %	40	30'	-----	100.00 %	-----
4	40 %	80	30'	14.00 %	74.00 %	12.00 %
5	40 %	60	40'	5.45 %	94.55 %	-----
6	40 %	40	60'	-----	48.18 %	51.82 %
7	20 %	80	60'	17.65 %	43.44 %	38.91 %
8	20 %	60	90'	1.80 %	91.20 %	6.91 %

## 9.2. METODOS TENTATIVOS PARA LA EXTRACCION DE LA GOMA

Teniendo como referencia la escasa información que existe para la extracción de otras semillas de leguminosas como son al Algarrobo y el Guar (3,16,29) y teniendo como base las observaciones en los ensayos de la separación de cáscara de la semilla de Tara, se propone dos alternativas tecnológicas de extracción de goma:

### 9.2.1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE GOMA DE TARA POR SOLUBILIZACION EN MEDIO ACUOSO

La semilla de Tara que proviene del almacén se somete a la operación de limpieza eliminando sus principales impurezas como piedras, semillas deterioradas, tallos, fibras etc. De esta manera se separan también las semillas más pequeñas ó insuficientemente maduras.

Finalmente son lavadas con agua para eliminar los restos de sustancias tóxicas que contiene.

Seguidamente se somete a la semilla a la operación de fraccionamiento mediante un molino de martillo de laboratorio y el consiguiente tamizado y clasificación de las fracciones de molienda, las fracciones de mayor tamaño se retiran y almacenan; las fracciones menores son sometidas nuevamente a la acción de molienda fina con un molino de discos seguido del tamizado correspondiente.

Como resultado de esta operación tenemos separado totalmente el germen de la semilla, el germen por sus propiedades físicas se disgrega fácilmente quedando prácticamente convertido en polvo el que

se ha denominado "Harina de Tara".

Las fracciones gruesas están constituidas fundamentalmente por endosperma con cáscara, el cual se hidrata en agua con agitación en tanques mezcladores.

En los ensayos se consideran como variables a fin de optimizar la hidratación la relación :Goma Fraccionada : Agua ,Tiempo de Extracción; PH de Extracción.

Una vez que la goma ha sido suficientemente hidratada de tal forma que permita separar la cáscara por presión manual se le hace pasar por un sistema de exprimidoras(similares a los utilizados en la extracción de pulpas de frutas)a travez de mallas de abertura de diámetro de 2,1 y 0.5 mm. consecutivamente. Al final de esta operación se obtiene una goma hidratada en estado coloidal. Luego es secada mediante un atomizador a 220°C. ,resultando al final una goma en polvo de color amarillento fuertemente higroscópico -- que se envasa y almacena.

9.2.1.1. Determinacion de los parámetros en la etapa de Hidratación.

- Relación Goma Fraccionada : Agua

Con el objeto de estudiar los efectos de la relación Goma Fraccionada:Agua en la etapa de hidratación se trabajó-

con las siguientes relaciones : 1:15, 1:20,1:25,1:30,1:35,1:40,1:45,1:50 y 1:55 durante la hidratación se mantuvieron constantes los demás factores que afectan este proceso. Los resultados se muestran en el Cuadro Nº 20 y se observa que la cantidad de goma extraída aumenta al aumentar la relación Goma Fraccionada : Agua, pero disminuye la concentración de la solución.

La curva muestra una zona de rápido incremento y luego una zona de lento incremento. Analizando este gráfico se determinó que la relación 1:45 es la adecuada para la hidratación ya que por un lado permite extraer mayor porcentaje de goma y por otro lado -- presenta una viscosidad adecuada de tal manera que pueda ser secado en un secador por atomización. Gráfica # 6,8.

Tiempo de Hidratación. - Se consideró el tiempo óptimo de hidratación aquel en que se extrajo mayor cantidad de goma sin que se altere el color de la solución. Se trabajó con los siguientes intervalos de tiempo: 5,18,20,25, 30,40 y 72 horas manteniéndose constante la relación Goma Fraccionada : Agua. 1:45, PH=6.8 y Temperatura =24<sup>0</sup>C

En el Cuadro Nº 19 se muestran los resultados obtenidos de esta experiencia.

Se observa que se obtiene un mayor porcentaje de extracción para un tiempo de 72 horas. Sin embargo la solución que se obtiene es de color oscuro, existiendo el riesgo de fermentación por lo que se optó por el tiempo de 30 horas más 2 horas de agitación. (Gráfica Nº 7)

P H.- Para determinar el P H óptimo se realizaron pruebas a diferentes valores de P H, tomándose como referencia que para otras semillas leguminosas la solución gomosa es estable entre un P H 3.0 a 10.0.

Se trabajó con los valores de 4.5 a 8.5 en cada extracción se empleó 10-gr. de goma fraccionada, 450 mil de agua destilada, temperatura de 24°C y tiempo de extracción de 30 horas.

En el Cuadro Nº 21 se muestran los resultados obtenidos y se observa que no existe mayor variación en la extracción; y es por eso que se consideró un P H de trabajo de 6.8, que es su P H natural.

#### 9.2.1.2 DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO

Para la determinación del rendimiento se pesó la cantidad de semilla de Tara a usar en la extracción y de la goma extraída después de haber sido secada.

El rendimiento se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{PF}}{\text{MP}} \times 100$$

Donde :

PF : Producto Final

MP : Materia Prima (semillas limpias de Tara)

- Peso de materia prima : 5.750 Kgr.
- Peso de germen y otros : 3.380 Kgr.
- Peso de goma fraccionada : 2.370 Kgr.
- Peso de agua agregada en la hidratación : 106.00 Kg.
- Porcentaje de sólidos solubles : 0.9
- Producto final o goma extraída : 0.918 gr.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{0.918}{5.750} \times 100 = 15.96 \%$$

RENDIMIENTO DEL PROCESO (N)

$$N = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{C.G.}} \times 100$$

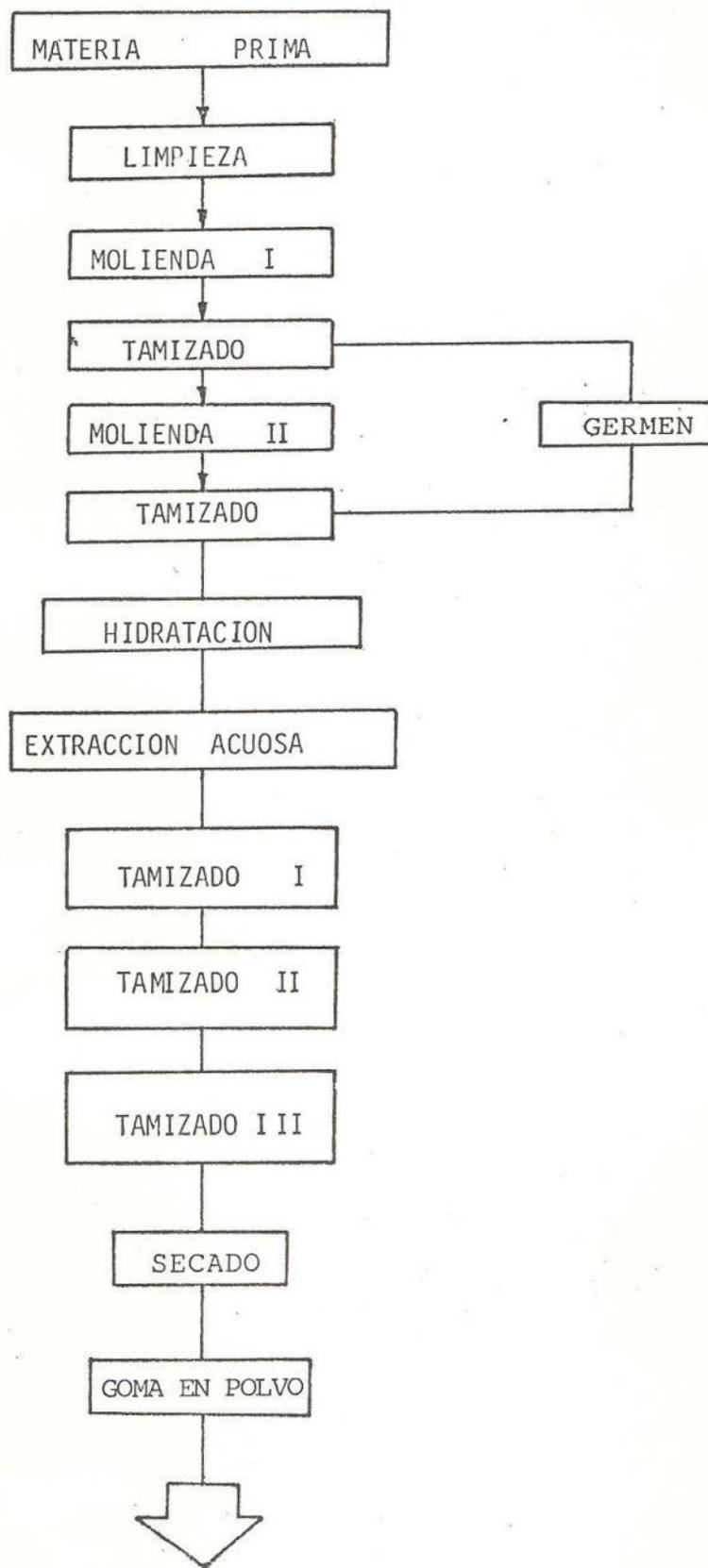
C.G.

Donde : Contenido de Goma (CG) : 30 %

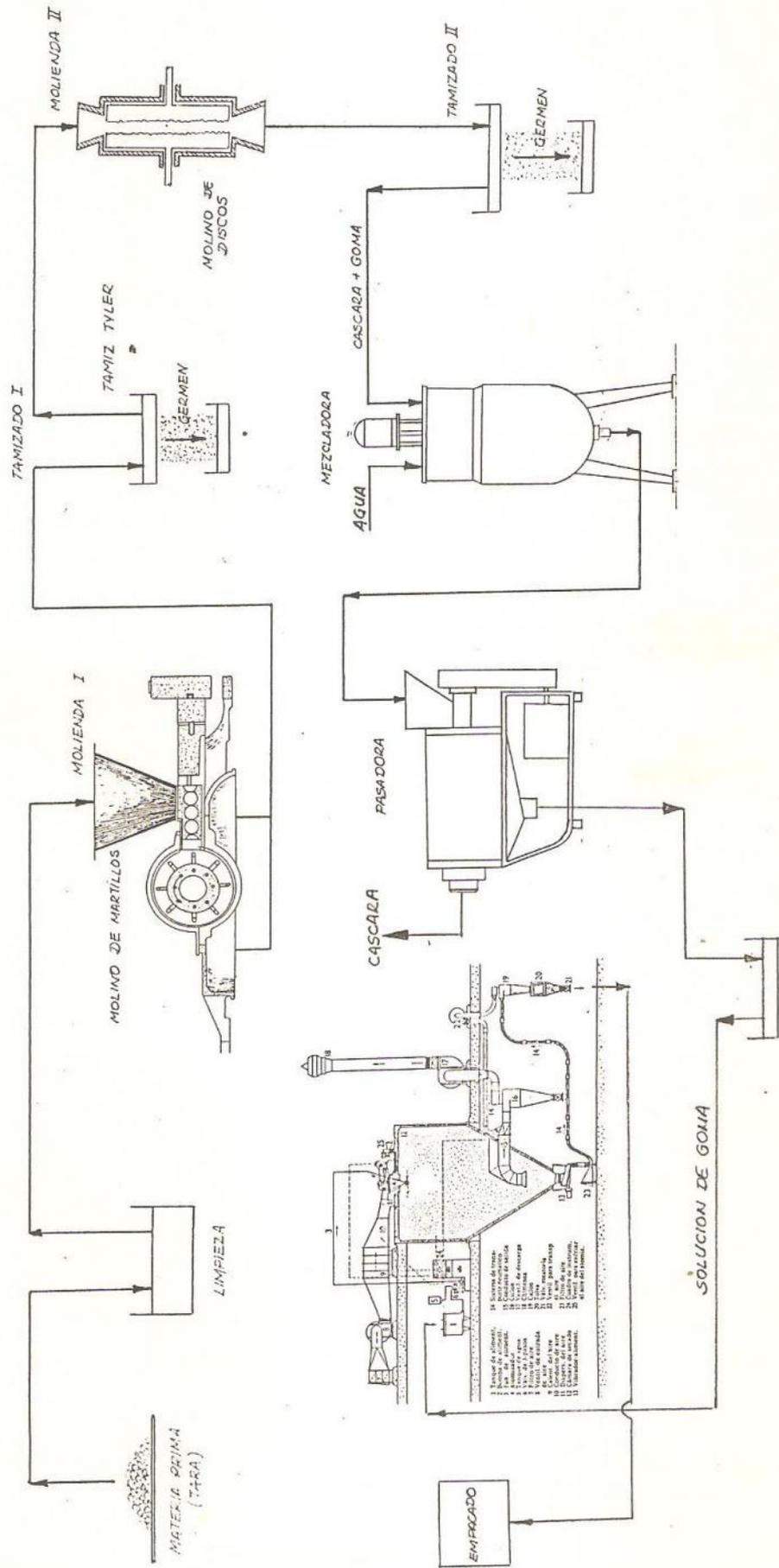
Luego : N = 53.2 %

/.

EXTRACCION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA POR  
SOLUBILIZACION EN MEDIO ACUOSO



EXTRACCION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA POR SOLUBILIZACION DEL MEDIO ACUOSO



C U A D R O N<sup>o</sup> 1 8

INFLUENCIA DE LA RELACION GOMA FRACCIONADA : AGUA  
EN LA EXTRACCION ACUOSA

RELACION GOMA FRACC : AGUA	PORCENTAJE DE SOLIDOS	PORCENTAJE DE GOMA EXTRAIDA
1 : 15	3.10 %	29.93 %
1 : 20	2.25 %	34.02 %
1 : 25	1.75 %	39.74 %
1 : 30	1.25 %	40.17 %
1 : 35	1.20 %	41.15 %
1 : 40	1.00 %	42.69 %
1 : 45	0.85 %	43.79 %
1 : 50	0.75 %	45.27 %

Tiempo de Extracción : 18 horas  
 Tiempo de Agitación : 2 horas  
 Temperatura de Extracción : 24 °C  
 P H de Extracción : 6.8

C U A D R O N° 19

INFLUENCIA DEL TIEMPO EN LA EXTRACCION ACUOSA

T I E M P O (HORAS)	PORCENTAJE DE SOLIDOS	PORCENTAJE DE GOMA EXTRAIDA
5	0.50 %	25.39 %
18	0.50 %	25.70 %
20	0.60 %	31.40 %
25	0.75 %	38.90 %
30	0.90 %	45.10 %
40	0.95 %	46.00 %
72	1.00 %	46.90 %

Tiempo de Agitación : 2 horas  
 Temperatura de Extracción : 24 °C  
 Relación Goma Fraccionada : Agua : 1 : 45  
 P H de Extracción : 6.8

C U A D R O N<sup>o</sup> 20

INFLUENCIA DE LA REALACION GOMA FRACCIONADA : AGUA  
EN LA EXTRACCION ACUOSA

RELACION GOMA FRACC : AGUA	PORCENTAJE DE SOLIDOS	PORCENTAJE GOMA EXTRAIDA
1 : 15	3.20 %	30.41 %
1 : 20	2.25 %	34.67 %
1 : 25	1.75 %	40.12 %
1 : 30	1.60 %	42.12 %
1 : 35	1.50 %	43.24 %
1 : 40	1.25 %	44.53 %
1 : 45	0.90 %	45.12 %
1 : 50	0.60 %	45.58 %
1 : 55	0.50 %	45.93 %
1 : 60	0.40 %	45.98 %

Tiempo de Extracción : 30 horas  
 Tiempo de Agitación : 2 horas  
 Temperatura de Extracción : 24 °C  
 P H de Extracción : 6.8

C U A D R O N<sup>o</sup> 21

INFLUENCIA DEL P H EN LA EXTRACCION ACUOSA

RELACION GOMA FRACC : AGUA	P H DE EXTRACCION	PORCENTAJE DE GOMA EXTRAIDA
1 : 45	4.5	43.9 %
1 : 45	5.0	43.5 %
1 : 45	5.5	45.4 %
1 : 45	6.0	45.8 %
1 : 45	6.3	46.2 %
1 : 45	6.5	45.5 %
1 : 45	7.0	45.1 %
1 : 45	7.5	44.5 %
1 : 45	8.0	43.8 %
1 : 45	8.5	43.5 %
1 : 45	9.0	44.1 %

Tiempo de Extracción : 30 horas  
 Tiempo de Agitación : 2 horas  
 Temperatura de Extracción : 24<sup>o</sup>C  
 Acidificado con : Acido Cítrico  
 Alcalinizado con : N OH al 10%

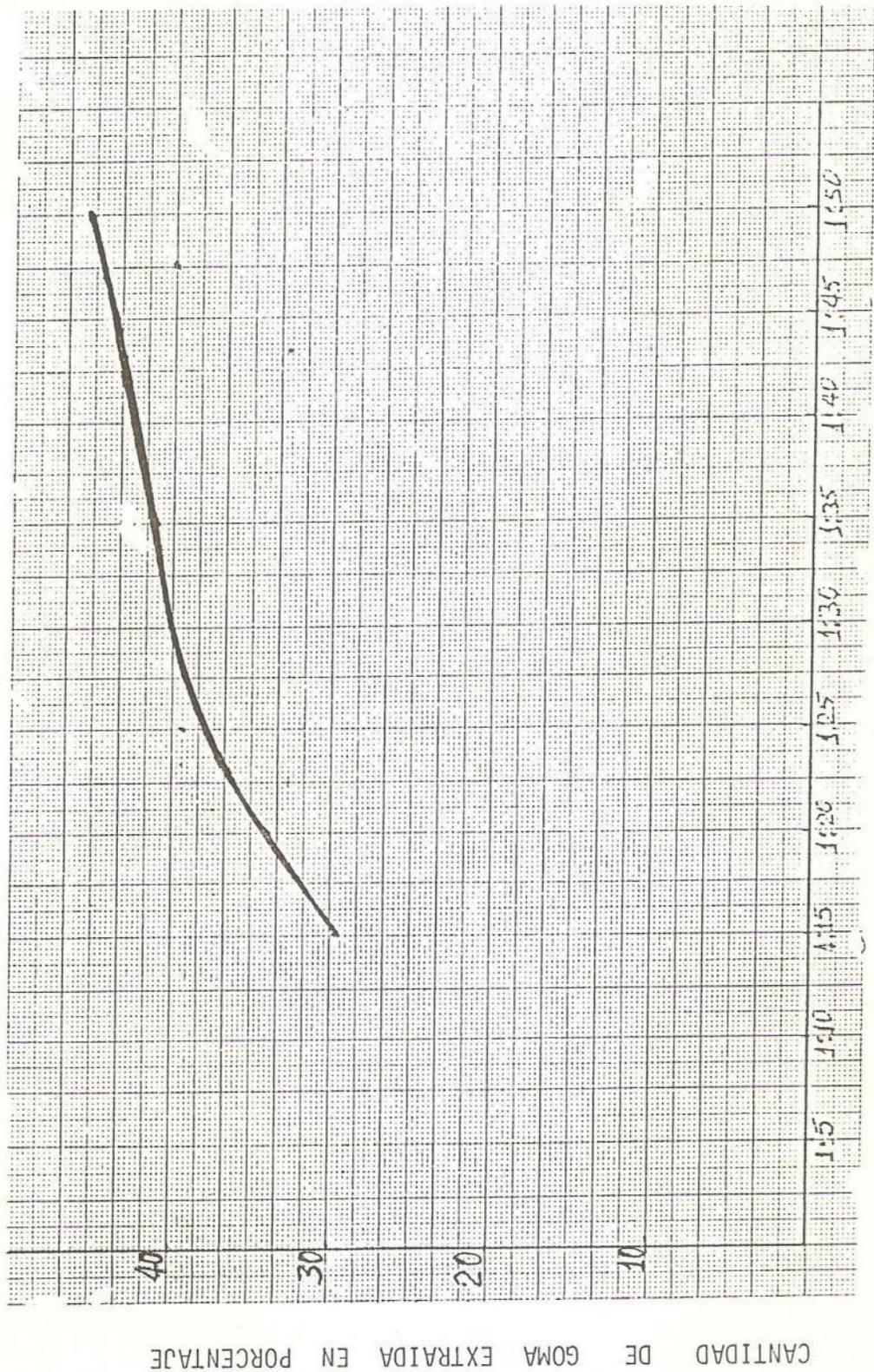
C U A D R O N º 22

COMPOSICION QUIMICA DE LA GOMA OBTENIDA POR SOLU-  
BILIZACION EN MEDIO ACUOSO

C O M P O N E N T E	C A N T I D A D
HUMEDAD	7.0745 %
EXTRACTO ETereo	0.0622 %
FIBRA	2.8030 %
CENIZAS	3.7317 %
PROTEINAS	4.9700 %
AZUCARES	73.9274 %
PORCENTAJE DE GOMA EXTRAIDA	15.9600 %

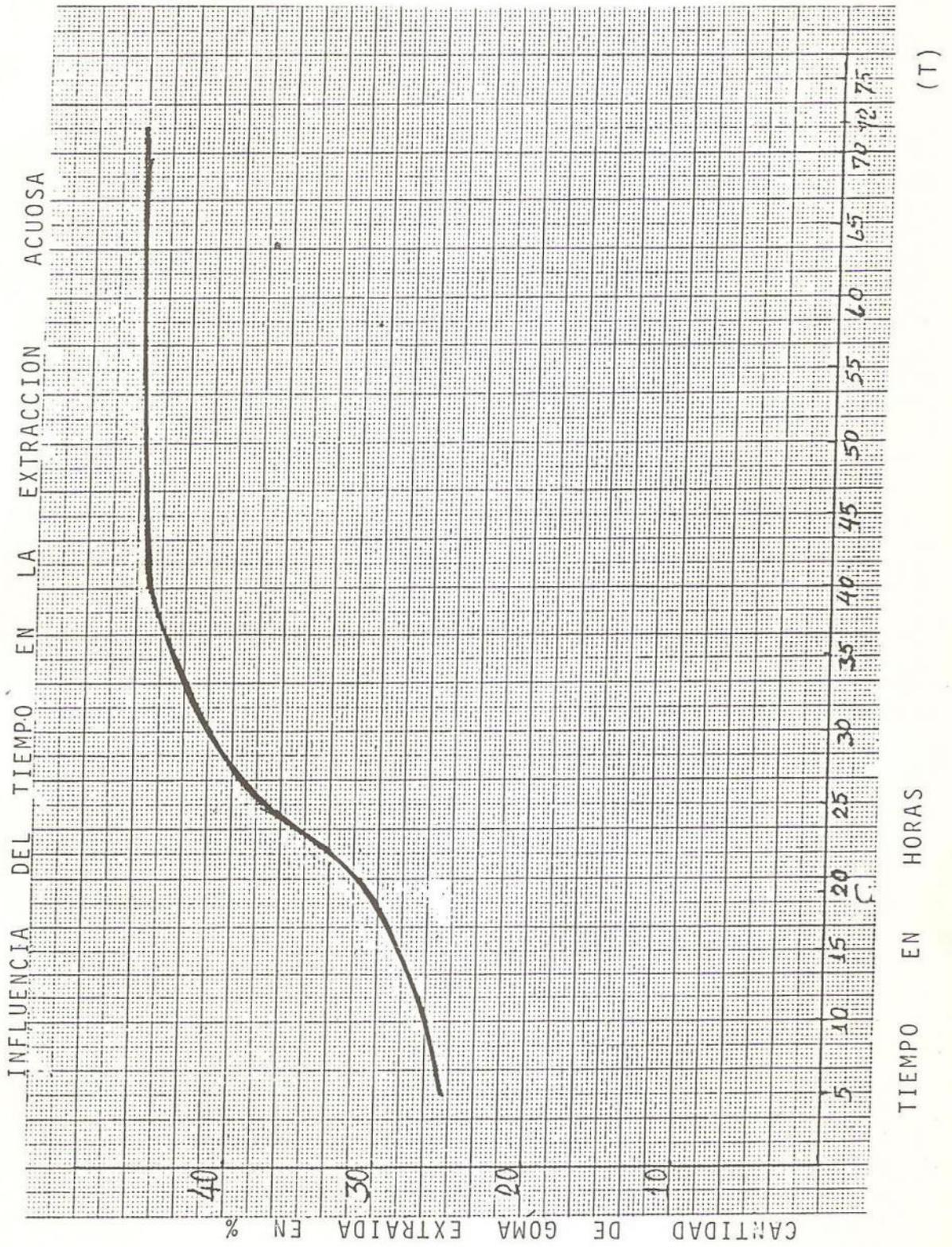
GRAFICA N°6

INFLUENCIA DE LA RELACION GOMA FRACCIONADA : AGUA  
 EN LA EXTRACCION ACUOSA - TIEMPO DE HIDRATACION: 18 HORAS



RELACION GOMA FRACCIONADA : AGUA

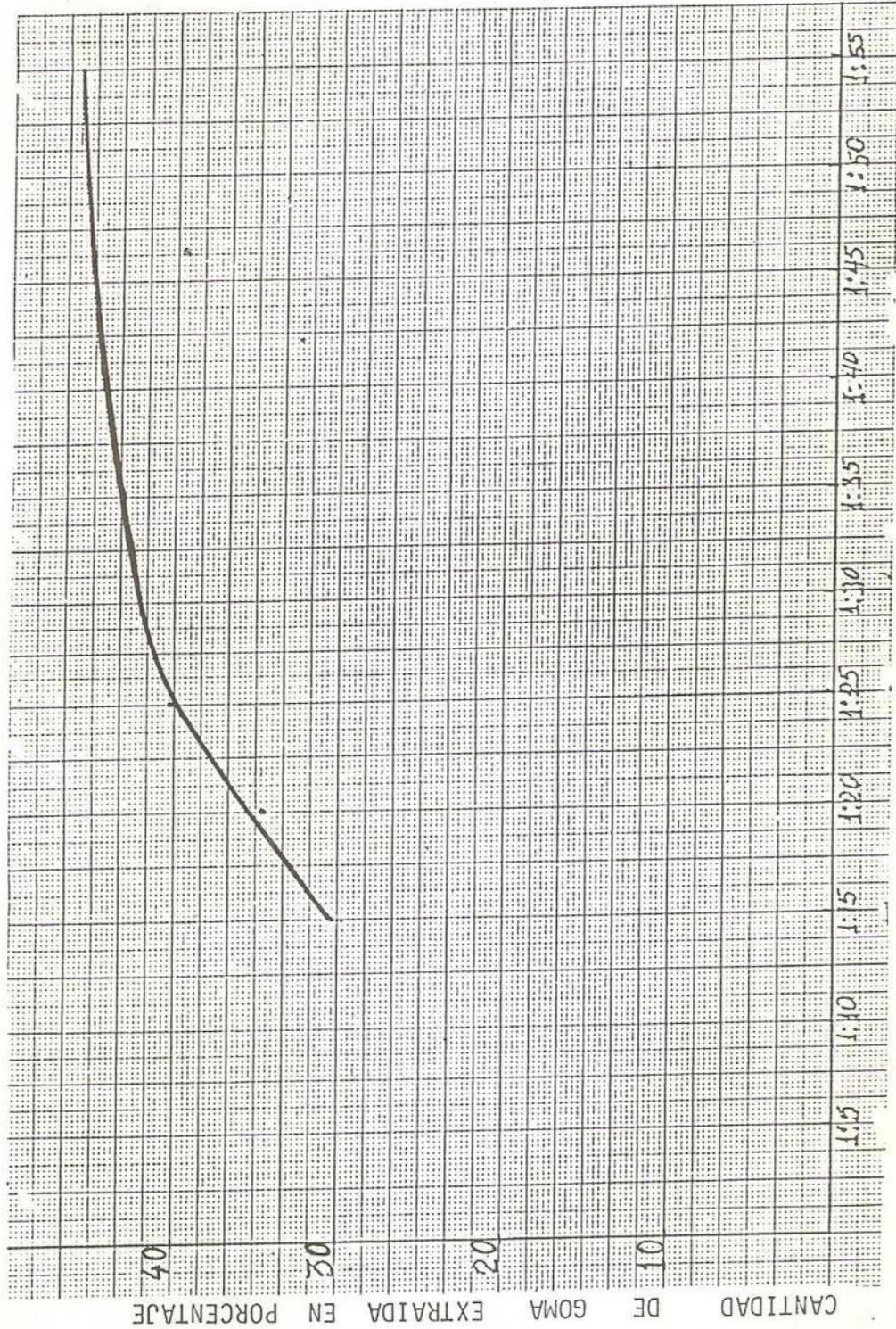
GRAFICA N°7



GRAFICA N°8

INFLUENCIA DE LA RELACION GOMA FRACCIONADA : AGUA EN LA EXTRACCION ACUOSA

TIEMPO DE HIDRATACION : 30 HORAS



RELACION GOMA FRACCIONADA : AGUA

### 9.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE GOMA DE TARA POR TRATAMIENTO TÉRMICO DE TOSTACIÓN

La semilla de Tara fué limpiada y clasificada de manera similar que en el método de extracción acuosa .

Teniendo como referencia la consistencia que presenta la semilla de Tara y existiendo una fuerte adherencia entre cáscara y Endospermo difícilmente separable , la semilla limpia se somete a un proceso térmico de tostación en baño de arena con variaciones de temperatura entre  $180^{\circ}$  y  $200^{\circ}\text{C}$  y tiempos entre 15 y 300 segundos.

Seguidamente la semilla aún en caliente ( $70^{\circ}\text{C}$ ) se fracciona en un molino de discos a una velocidad de 75 r.p.m., de tal manera que la trituración sea completa para la cáscara y el germen. La goma queda en forma de hojuelas debido a su consistencia.

Para separar la goma del resto de la semilla se procede a una operación de tamizado. El germen y la cáscara constituyen una fracción fácilmente separable.

Para optimizar la extracción se somete a una nueva molienda y tamizado a la fracción que no logró una buena separación.

La goma así obtenida puede ser envasada y comercializada ó en su defecto molida hasta polvo.

#### 9.2.2.1. DETERMINACION DE LOS PARAMETROS EN LA ETAPA DE TOSTACION

De los resultados mostrados en el Cuadro Nº23 se observa que :

- De acuerdo al tiempo de tostación, la goma presenta diferentes aspectos transparente, poco amarillenta, amarillenta y quemado. En algunos casos este aspecto permanece estable para varios tiempos.
- El porcentaje de cáscara disminuye al incrementarse el tiempo de tostación.
- El porcentaje de goma aumenta al incrementarse el tiempo de tostación en la mayoría de los casos.
- La goma presenta el aspecto de quemado cuando se incrementa la temperatura de tostación.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y analizando cinco muestras de diferentes aspectos (Cuadro Nº 24) - se observa que las muestras  $A_1$  y  $A_2$  - presentan similitud en cuanto al porcentaje de los componentes químicos de la goma, así mismo la muestra  $A_2$  tiene un mayor porcentaje de goma extraída y menor porcentaje de impurezas que  $A_1$  -

Pero considerando el tiempo de tostación de 15 segundos para la muestra  $A_2$  se ve la inconveniencia de trabajar con estos parámetros por lo reducido del tiempo en relación con el de la muestra  $A_1$ .

Por lo tanto se establece que la temperatura y el tiempo de tostación óptimo son de  $190^{\circ}\text{C}$  y 120 segundos.

#### 9.2.2.2. DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO

Para la determinación del rendimiento del proceso, se pesó la cantidad de semilla a usar en la extracción y de la goma extraída después de haber sido separada del resto de semilla.

El rendimiento se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{P.F.}}{\text{M.P.}} \times 100$$

Donde :

Peso de Materia Prima ( M.P. ) : 1000gr

Producto Final ( P.F. ) : 160gr

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{160}{1000} \times 100 = 16 \%$$

#### RENDIMIENTO DEL PROCESO (N)

$$N = \frac{\text{RENDIMIENTO}}{\text{C.G.}} \times 100$$

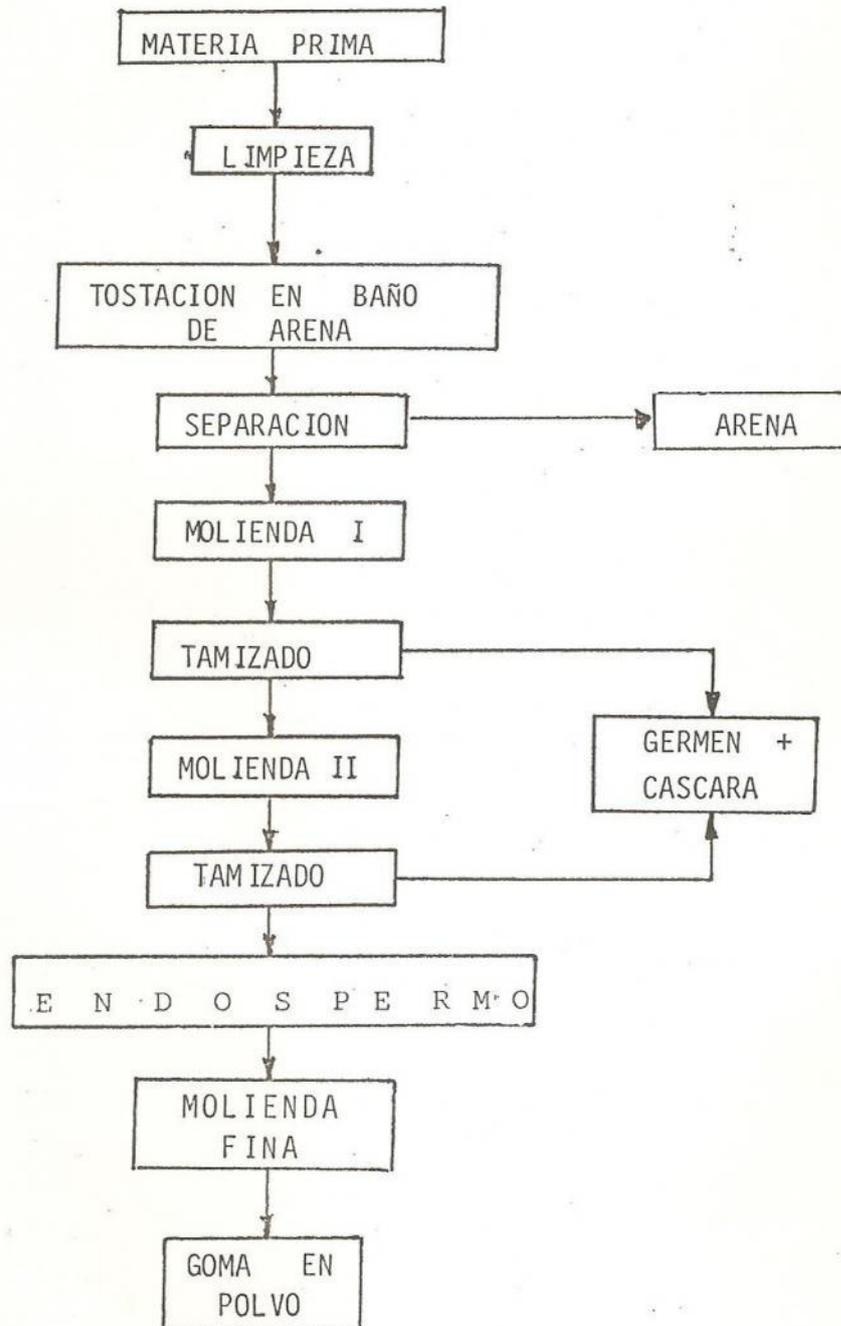
Donde :

Contenido de goma ( C.G. ) : 30 %

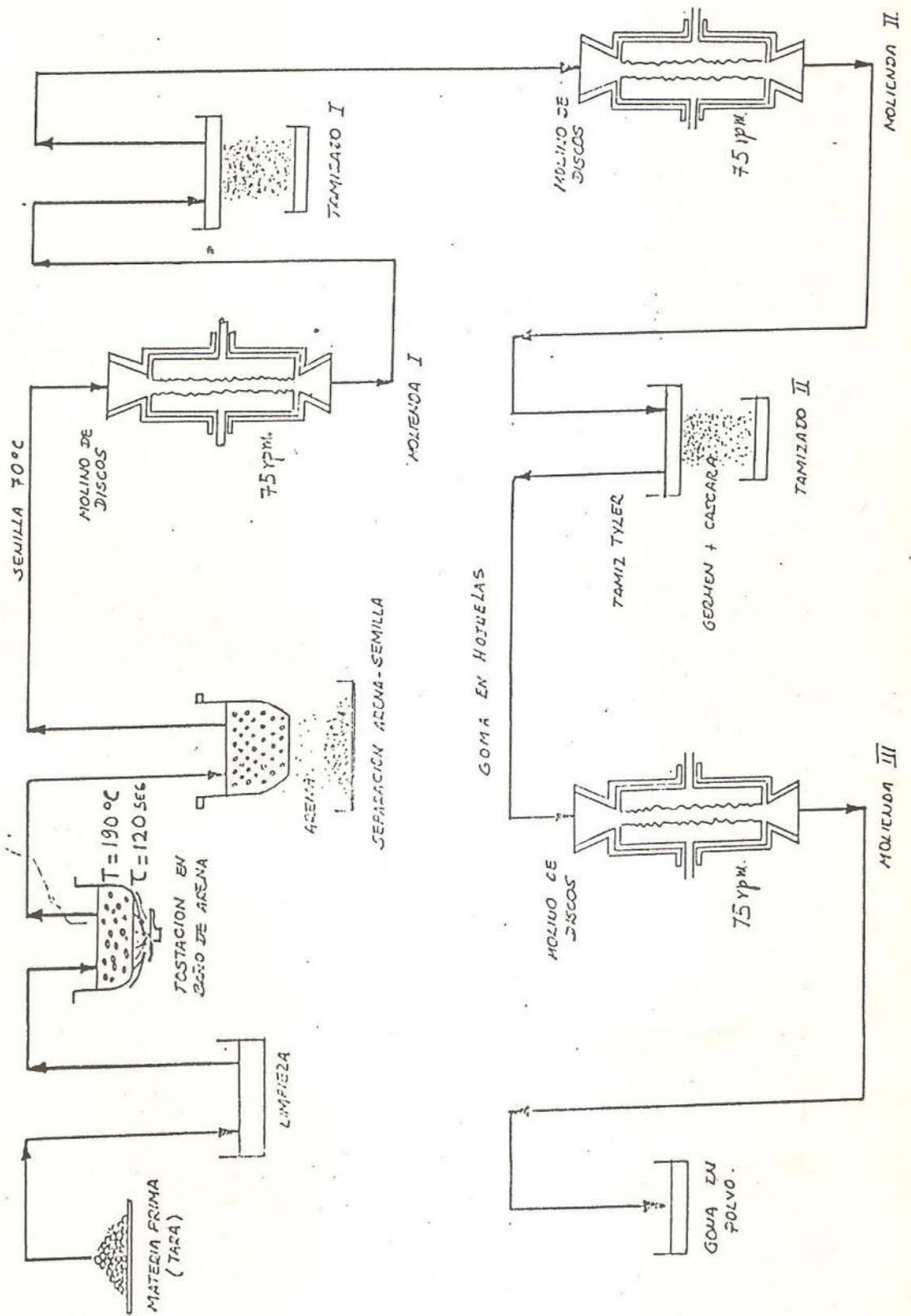
Luego:

$$N = 53 \%$$

SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA POR TOSTACION



SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TAPA POR TOSTACION



CUADRO Nº 23

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE TOSTACION EN LA SEPARACION DE LA GOMA DE LA SEMILLA DE TARA POR TRATAMIENTO TERMICO DE TOSTACION

TEMPERATURA °C	DESIGNACION	T I E M P O (Seg.)										
		15	25	35	45	60	90	120	180	240	300	360
250°C	% de GOMA	17.5	17.0	20.0	20.0							
	ASPECTO	B	B	C	D							
	IMPUREZAS	+ - 2 %	+ - 0.5%	+ - 1 %	+ - 0.5%							
240°C	% de GOMA	17.5	17.5	17.5	21.75							
	ASPECTO	A	B	B	C							
	IMPUREZAS	± 2 %	+ - 1 %	+ - 1 %	+ - 1 %							
230°C	% de GOMA	17.25	18.75	18.75	18.75	18.75						
	ASPECTO	A	A	B	C	D						
	IMPUREZAS	+ - 5 %	+ - 5 %	+ - 3 %	+ - 2 %	+ - 1 %						
220°C	% de GOMA	17.0	20.75	20.75	20.50	18.0						
	ASPECTO	* A	A	B	B	B						
	IMPUREZAS	+ - 2 %	+ - 2 %	+ - 5 %	+ - 5 %	+ - 3 %						
200°C	% de GOMA	16.25	17.0	16.5	18.25	17.0						
	ASPECTO	A	A	B	B	B						
	IMPUREZAS	+ - 10%	+ - 7 %	+ - 5 %	+ - 5 %	+ - 3 %						
190°C	% de GOMA		17	15.5	17.5	16.0	16.5	16.0	17.0			
	ASPECTO		A	A	A	A	A	* A	B			
	IMPUREZAS		15 %	17 %	5 %	4 %	3 %	2.5%	2.5%			
180°C	% de GOMA								13.75	12.5	17.5	18.0
	ASPECTO								A	A	B	B
	IMPUREZAS								5 %	5 %	5 %	5 %

A = TRANSPARENTE  
B = POCO AMARILLENTO

C = AMARILLENTO  
D = QUEMADO

/.

C U A D R O N° 24

COMPOSICION QUIMICA DE LA GOMA DE TARA  
OBTENIDA POR TRATAMIENTO TERMICO DE  
TOSTACION

COMPONENTE	M U E S T R A S *				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C	D
HUMEDAD	12.806	11.544	13.224	13.925	14.510
EXTRACTO ETereo	0.398	0.489	0.594	0.552	0.902
FIBRA	1.662	1.439	1.416	1.411	1.220
CENIZAS	0.885	1.049	1.149	1.214	1.393
PROTEINAS	2.695	2.543	2.327	3.189	2.888
AZUCARES	83.894	84.290	81.454	78.734	71.566
PORENTAJE DE GO- MA EXTRAIDA	16.00 %	17.00 %	17.00 %	18.75 %	18.75 %
PORCENTAJE DE IMPUREZAS	2.50 %	2.00 %	2.50 %	2.00 %	1.00 %

\*

M U E S T R A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C	D
TEMPERATURA (°C)	190	220	190	230	230
TIEMPO ( Seg )	120	15	180	45	60

### 9.2.3. EVALUACION DE METODOS

Para la obtención de la goma de la semilla de tan se han empleado dos métodos de extracción:

A) Por Solubilización en Medio Acuoso.

B) Por Tratamiento Térmico de Tostación.

- Teniendo en cuenta los resultados de los análisis para determinar la composición química de la goma mostrados en los cuadros (22) y (24)

- Se observa que la goma obtenida por el método de tratamiento térmico de tostación a (190°C y 120 seg), presenta mejores características tanto en fibra, cenizas y proteínas que la goma obtenida por solubilización en medio acuoso.

-La goma obtenida por solubilización en medio acuoso presenta un aspecto de color amarillento oscuro mientras que la goma obtenida por tratamiento térmico de tostación es de color blanquesino.

-El método de tratamiento térmico de tostación es un proceso en seco y no requiere mayor gasto de energía, mientras que el método por solubilización en medio acuoso es húmedo y existe el problema de la eliminación de agua y por lo tanto un mayor gasto de energía.

-0-0-0-0-0-0-0-0-0-

## X CONCLUSIONES

A continuación se enuncian las conclusiones a las que se han llegado al finalizar el desarrollo del tema:

- La semilla de Tara se exporta en forma natural, debiendo ser transformada en el Perú para la obtención de la goma. Con esto se ahorraría en divisas que se requirieren para la importación de goma. Así mismo se evitaría pagar el incentivo del CERTEX que asciende al 20% y que se abona por tratarse de la exportación de un Producto No Tradicional.
- El alto contenido de goma en la semilla de Tara (+30%) comparable con la de otros recursos naturales, justifica su extracción a nivel industrial, así como su comercialización.
- La goma de la semilla de Tara tiene como componentes principales los azúcares: Galactosa y Manosa.
- Se ha determinado que el porcentaje de Manosa es de aproximadamente 68% y el de Galactosa de 24.6%; teniendo una relación Galactosa : Manosa de 1 : 3.
- Las viscosidades alcanzadas por las dispersiones tanto en agua fría (25°C), como en agua caliente (85°C), son superiores a las del Algarrobo, Goma Tragacanto y Carragenina, productos con los cuales puede competir en usos industriales.
- La composición química y las propiedades físicas que

presenta la Goma de la semilla de Tara son casi similares a las gomas comerciales como el Guar y el Algarrobo.

- El uso de esta goma no representa un riesgo para la salud de los seres humanos, teniendo en cuenta los estudios realizados por la F.A.O. y la O.M.S.
- De los métodos experimentales para la obtención de la goma se determinó que el Método de Tratamiento-Térmico por Tostación es el más apropiado debido a que:
  - La goma obtenida presenta características químicas mejores que la goma obtenida por solubilización en medio acuoso.
  - El método no presenta la dificultad de tener que eliminar el agua que se emplea durante el proceso, porque es totalmente seco.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en cuenta que:

- Dado que las propiedades físicas y químicas de la goma obtenida son similares a las de otras gomas comerciales se debe usar como sustituto de éstas en la Industria Alimentaria como:
  - Espesante para dar consistencia a los productos finales.
  - Para evitar la cristalización .
  - Como inhibidor de Sinérysis.
  - Como Estabilizador en los productos alimenticios.
  - Como Aglutinante en la Industria Alimentaria.
- Para la extracción de la goma de Tara a escala Industrial, se debe optimizar el método de Tratamiento Térmico por Tostación, para así obtener un mayor rendimiento.
- Para lograr lo anterior, se recomienda el diseño y construcción de los equipos como un tostador continuo y un molino graduable, entre otros.
- Debe hacerse un estudio técnico-económico para determinar la rentabilidad del proceso en la obtención de la Goma de Semilla de Tara a nivel Industrial.

## XII BIBLIOGRAFIA

- 1.- BORRADO Andrés - Tarazona José - "HIGIENE Y TOXICOLOGIA DE LOS ALIMENTOS" - Editorial Acribia - 2da Edición - Zaragoza - 1971
- 2.- DE RAFOLLS Wilfredo - "APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE LOS PRODUCTOS AGRICOLAS" - Editorial Salvat. 1era Edición - Barcelona Madrid. 1964 - Pags. 197 - 229.
- 3.- FURIA Thomas E. " HANDBOOK OF FOOD ADDITIVES" Vol. 1 - C.R.C. Press - 2da Edición - Florida U.S.A. - 1981 - Pags. 300 - 340.
- 4.- GRAHAM PH. D. Horace - "FOOD COLLOIDS" - AVI Publishing Co. Inc. - Westport. - 1977 - Pags. 501 - 571.
- 5.- HODGE J.E. and Davis H.A. -"DETERMINATION OF REDUCING SUGARS AND CARBOHYDRATES" - Academic Press - 1era Edición - New York - 1962
- 6.- KRAMER and TWIGG - " QUALITY CONTROL FOR THE FOOD INDUSTRY" AVI Publishing Co. Inc. - Westport - 1973
- 7.- LIUDER Ernest - " TOXICOLOGIA" - Editorial Acribia - 1era Edición - Zaragoza - 1978 - Pags. 20 - 27.
- 8.- MAIER Hnas G. " METODOS MODERNOS DE ANALISIS DE ALIMENTOS" Tomo II - Editorial Acribia - Zaragoza - 1978 -
- 9.- OWEN R. Fennema - "INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS"- Editorial Reverté S.A. 3era Edición - Buenos Aires- 1975 - Pags. 65 - 155.
- 10.- PEARSON J.G. THE CHEMICAL ANALYSIS OF FOODS" - Academic Press - 6ta Edición - New York - 1970 - Pags. 23 - 50

- 11.- RANDEKATH Kurt. -"CROMATOGRAFIA DE CAPA FINA"- Editorial Acribia - 1era Edición - Zaragoza - 1969.
- 12.- SMITH Ivor -"CROMATOGRAFIA SOBRE PAPEL Y CAPA" - Editorial Acribia - 1era Edición - Zaragoza - 1979 - Pags. -- 175 - 220.
- 13.- Sergueiev G., Karanska N. y Uzhinov B.- "METODOS EXPERIMENTALES DE LA CINETICA QUIMICA" - Traducido por Kará-Murzá - Edición Unica - Editorial M.I.R. - Moscú - 1975 -- Pags. 7 - 37.
- 14.- SHALLENBERGER and. BIRCH G.G. -"SUGAR CHEMISTRY" - AVI Publishing Co. Inc. - Wesport - 1975 - Pags. 17 - 110.
- 15.- WILLIAMS Sidney - "OFFICIAL METHODS OF ANALISYS" - Association of Official Analytical - 14th Edition - Virginia U.S.A. - 1964.
- 16.- WHISTLER Roly, J. - " INDUSTRIAL GUMS" - Academic Press- 2ed Edition - New York - 1973 - Pags. 3 - 21 , 302 - 331.
- 17.- YESHAYAHN P. and Clifton E. - " FOOD ANALYSYS THEORY AND PRACTICE"- AVI Publishing Co. Inc. - Wesport - 1980 - Pags 40 - 70.

#### REVISTAS Y PUBLICACIONES

- 18.- BOLETIN DE LA SOCIEDAD QUIMICA DEL PERU - Vol. XXVII - Nº 4 - "ESTUDIO CROMATOGRAFICO DE AZUCARES EN JUGOS DE FRU-- TAS Y VINOS" - Año 1961 - Lima = Perú - Pags. 213 - 227.
- 19.- BOLETIN DE LA SOCIEDAD QUIMICA DEL PERU - Vol. VII - Nº 3 "CROMATOGRAFIA DE GLUCIDOS - APLICACION A PRODUCTOS ALI-- MENTICIOS Y OTRAS SUSTANCIAS NATURALES" - Año 1955 - Lima Perú - Pags. 107 - 115.

- 20.- CATALOGO MERK - Nº 13/9785/5/482R -"DISOLVENTES PARA CRO  
MATOGRAFIA " E. Merk. Darmstadt - Alemania - 1983.
- 21.- CATALOGO MERK - Nº 16/9162/3/183R-U - "CROMATOGRAFIA LI-  
QUIDA DE ALTA EFICENCIA" E. Merk. Darmstadt. Alemania --  
1980 .
- 22.- CATALOGO MERK - Nº 13/7908/5/481R- "PRODUCTOS PARA CROMA  
TOGRAFIA LIQUIDA"E.Merk.Darmstadt. Alemania - 1981.
- 23.- INTERNATIONAL FEDERATION OF FRUIT JUICE PRODUCERS - DE--  
TERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES". Nº 31 - 1964 - Pags. 2 -  
- 7.
- 24.- INTERNATIONAL FEDERATION OF FRUIT JUICE PRODUCERS - DE--  
TERMINACION DE PECTINAS " . Nº 26 - 1975 - Pags. 2 - 8.
- 25.- MANUAL PARA EL CONTROL DE LOS ALIMENTOS - FAO Y OMS."EVA  
LUACION TOXICOLOGICA DE ALGUNOS COLORANTES ALIMENTARIOS-  
AGENTES ESPESANTES Y OTRAS SUSTANCIAS" Nº 55-A y 55-B.  
Abril - 1975.
- 26.- BRITISH FOOD MANUFACTURING INDUSTRIES RESEARCH ASSOCIA--  
TION - NATURAL STABILIZERS" - London - 1975 . Pags. 60 - 70.
- 27.- SCIENCE, FOOD AND AGRICULTURAL JOURNAL- "STUDIES ON THE --  
MUCILAGES EXTRACTED FROM OKRA FRUITS"- London - 1977 -Pags.  
28. 519 - 529.
- 28.- UNITED STATES PATENT OFFICE - METHOD OF TREATING ADHESIVES  
GUMS" - Patent Nº 13207 August 20 1957. U.S.A.
- 29.- UNITED STATES PATENT OFFICE - PROCESS OF TREATING SEEDS --  
CONTAINING GALACTOMANNAN,POLYSACHARIDES" Patent Nº 13209 -  
August 25 1959. U.S.A.
- 30.- UNITED STATES PATENT OFFICE - STABILIZED GALACTOMANNAN GUM  
SOLUTION AND PROCESS" - Patent Nº 13210 - August 25 1964.

31.- ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR - Secretaría de Industria y Comercio.

TESIS CONSULTADAS

32.- CARPIO FLORES BERTHA - " ESTUDIO DE LA CAESALPINEA TINTORIA COMO FUENTE POTABLE DE ALIMENTOS " Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 1973.

33.- MILLER FERNANDEZ JUAN - " ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES ALIMENTARIAS DE UNA HARINA OBTENIDA A PARTIR DE LA SEMILLA DE TARA". Universidad Nacional Agraria - 1980.

34.- PASTOR VELASQUEZ ANTONIO - " EXTRACCION POR SOLVENTES,-- CARACTERIZACION Y REFINACION DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE TARA" - Universidad Nacional Agraria - 1980.

35.- ROCHA MANRIQUE EFRAIN - " OBTENCION DE LA GOMA A PARTIR DE LOS DESHECHOS DEL MEMBRILLO"- Universidad Nacional -- Agraria- 1980.

36.- TUPAYACHI GASTELU RENATO - " ENSAYOS DE LA TARA "Universidad Nacional Mayor de San Marcos- 1973.

-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-