

42
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

**UTILIZACION DE LA GOMA DE MEZQUITE EN
EMULSIONES PARA BEBIDAS CARBONATADAS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A :

FABIOLA MARIA TERESA TORRES SANCHEZ



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

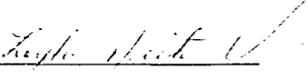
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Presidente Prof. CAÑIZO SUAREZ MARÍA ELENA
Vocal Prof. NIETO VILLALOBOS ZOILA
Secretario Prof. LEAL LARA HERMILO
1er. Suplente Prof. RODRÍGUEZ PALACIOS FELIPE DE JESÚS
2o. Suplente Prof. TORRES ÁVILA CARLOS A.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química, UNAM, Lab. 4-B
Embotelladora AGA de México S.A. de C.V. Lab. Central, División GAMI.
UAM-I, D.C.B.I.-I.P.H.(I.Q.), Planta Piloto.

Asesor del Tema:



M. En C. ZOILA NIETO VILLALOBOS

Supervisor Técnico:



O.B.P. JAIME VARGAS CRUZ

Sustentante:



FABIOLA MARÍA TERESA TORRES SÁNCHEZ

A:

Mis Padres, Luis Y Socorro.

A:

Mis hermanos, Nayeli, Erick y Luis E.

A:

Juan Carlos Protrillo M.

Por la ayuda Técnica y Financiera agradezco a:

- **El Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.**
- **Embotelladora Aga de México. S.A. de C. V.**
- **M. en C. Zoila Nieto Villalobos**
- **Q.B.P. Jaime Vargas Cruz**
- **Dr. Jaime Vernon Cárter**
- **SEPIM S. A. de C. V.**

A:

**Pepe Ballesteros, al Grupo 145, Felipe Amezcua, Luipita Ayala, Uli, Paty, Ade,
Snady, Ivonne, Claudia, Lupita Torres, Fer Hinojosa, Chuy, Roy, Tere, Paco,
Rosa, Polo, Alex Rodea, Armando, Héctor, Rene, Martín, Sr. Miguel.**

ÍNDICE

CAPITULO	PÁGINA
I.- INTRODUCCION	3
II.- ANTECEDENTES	8
2.1 Goma de Mezquite	8
2.2 Goma Arábica	13
2.3 Purity gum	16
2.4 Gomas	17
2.4.1 Aplicaciones de las gomas en alimentos	21
2.5 Emulsiones	25
2.5.1 Emulsificantes	25
2.5.2 Estabilidad de la emulsión	26
A) Formación de anillo	26
B) Floculación	27
C) Coalescencia	28
2.6 Ingredientes utilizados en la elaboración de emulsiones para bebidas carbonatadas (refrescos)	29
2.6.1 Aceites esenciales	29
2.6.2 Aceites reguladores de densidad	31
2.6.3 Antioxidantes	34

2.6.4 Conservadores.	36
2.6.5 Acidulantes	39
2.6.6 Colorantes	41
III.- METODOLOGÍA	43
3.1 Caracterización de las gomas	44
3.2 Preparación de las emulsiones base	45
3.3 Características fisicoquímicas de las emulsiones base	47
3.4 Estabilidad de las emulsiones base	48
3.5 Prueba sensorial	50
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1 Caracterización de las gomas	52
4.1.1 Interpretación de espectros de Infrarrojo	55
4.1.2 Características físicas de los emulsificantes hidratados	61
4.2 Análisis fisicoquímico de las emulsiones base	62
4.2.1 pH, viscosidad y tamaño inicial de partícula de las emulsiones base	63
4.2.2 Tamaño de partícula de las emulsiones con respecto al tiempo	66
4.2.3 Análisis fisicoquímico de las bebidas patrón	71
4.2.4 Vida de anaquel de la bebida patrón	74
4.2.5 Color de la bebida patrón	76

4.3 Prueba Sensorial	77
4.3.1 Análisis de varianza por una vía	77
4.3.2 Análisis de varianza múltiple	78
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1 Conclusiones	80
5.2 Recomendaciones	84
VI.- BIBLIOGRAFÍA	85
VII.- APÉNDICES	94
7.1 Apéndice 1. Determinación de °Brix	94
7.2 Apéndice 2. Determinación de acidez	96
7.3 Apéndice 3. Determinación de pH	98
7.4 Apéndice 4. Determinación de Carbonatación o CO ₂	100

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El desarrollo en la Industria Procesadora de Alimentos, ha involucrado el ampliar la diversidad de productos que actualmente tienen un papel y justificación tecnológica, como es el caso de los aditivos alimentarios; estos, son definidos como sustancias o mezcla de sustancias que no son un producto alimenticio básico, pero que están presentes en un alimento como resultado de cualquier aspecto de la producción, proceso, manejo, almacenamiento o empaclado. (1, 2)

Uno de los aditivos que nos ocupa es la goma arábiga, la cuál es el hidrocoloide natural más extensamente utilizado en el mundo por sus propiedades multifuncionales, se considera un ingrediente irremplazable en la Industria de Bebidas por sus cualidades en la elaboración de emulsiones.

La goma arábiga es la secreción gomosa desecada de las ramas y troncos del árbol *Acacia senegal*, una especie de entre cerca de 900 Acacias (3); entre 1994 y 1995 nuestro país importó un promedio de 531,128 kg de goma a un valor directo de importación promedio entre 4 y 6 dólares por kg. De enero a mayo de 1996 se ha importado un total de 198,593 kg, lo que indica que su consumo sigue aumentando. (4)

La goma arábica por sus propiedades tiene un amplio uso en la Industria Alimentaria, pero en especial en la Industria de bebidas como los refrescos. En la Tabla 1 se presenta el volumen y valor de producción de bebidas carbonatadas en los últimos cinco años, como podemos observar el volumen de producción no aumenta en la misma forma que el valor de la producción, estos incrementos se deben principalmente a la fluctuación del valor del dólar, en el último año el volumen de producción bajó, pero el valor siguió aumentando. En promedio se produjeron 7,212,497.7 miles de litros, con un valor promedio de \$8,303,221.2 de miles de pesos. Tomando en cuenta lo anterior se ve la necesidad de sustituir estos aditivos y en especial a la goma arábica, para así disminuir el valor de producción y ayudar a que el país no erogre tantas divisas.

Tabla 1
VALOR Y PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS.

PERIODO	VALOR miles de pesos	VOLUMEN miles de litros
1990	4,328,879	6,764,513
1991	5,962,958	6,956,179
1992	7,517,498	7,083,143
1993	8,817,599	7,416,754
1994	10,472,685	7,836,759
1995	12,719,708	7,217,638

Fuente: INEGI

Nuestro principal distribuidor de la goma arábica es Estados Unidos. El valor directo de importación sigue aumentando, en 1993 fue de 1.8 dólares por kg, y en 1995 llegó a 5.8 dólares/kg, teniendo un costo real en el mercado interno desde 7 a 9 dólares por kilogramo(43)

El consumo de esta goma como aditivo se incrementa año con año, habiendo temporadas en las que se escasea, además de incrementarse el costo de su importación, esto aunado a la fluctuación y aumento del dólar con respecto al peso, ha llevado a los industriales mexicanos a buscar un sustituto de la goma arábica en sus formulaciones, en especial para los refrescos, utilizando otros polimeros, como Purity gum™ que es un almidón modificado, que no soluciona el problema en su totalidad, ya que igualmente escasea, a pesar de ser un producto hecho en México; además de que no cumple totalmente con las características requeridas para este tipo de aditivos como la goma arábica pudiendo provocar en ocasiones un cambio en el proceso tecnológico, y el riesgo del posible rechazo por parte del consumidor a su producto.

Algunos autores (26, 27, 28), especialistas en gomas y mucilagos solubles en agua y el Index Merck (39), mencionan a la goma de Mezquite como un sustituto y/o adulterante de la goma arábica, pero la consideran de calidad inferior debido a su color. Sin embargo otros investigadores(29 al 36), han realizado estudios reológicos de la goma de mezquite en interfaces de soluciones acuosas y como estabilizante de

emulsiones en donde la goma de mezquite puede ser igual y/o superior que la goma arábica.

La goma de mezquite aparece en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos desde 1874 hasta 1965, después desaparece, debido a la extinción del árbol de mezquite en sus principales recintos ⁽²⁰⁻⁵⁹⁾.

Debido a lo antes mencionado, se decidió estudiar en forma integral y multidisciplinaria a la goma de mezquite comparandola con la goma arábica, abarcando desde su toxicidad, su mutagenicidad, su teratogenicidad y algunas aplicaciones industriales de esta, como en el caso de bebidas carbonatadas. El objetivo del presente trabajo es una parte de dicho estudio, en el que nuestro interés fundamental es comparar a la goma arábica con la goma de mezquite desde el punto de vista de sus propiedades como aditivo emulsificante en la Industria de Bebidas Carbonatadas, tendiente a substituir la goma arábica por la goma de mezquite en dicha industria.

Un segundo objetivo es contribuir a las solución de la desertificación del país, fomentando la explotación de la flora en pie (árboles del mezquite) e inclusive la inducción de creación de programas de reforestación en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país.

Del estudio multidisciplinario mencionado de esta goma, se tienen ya algunos resultados que se le han entregado a la Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, dicha dependencia en el oficio DGCSBS/401/0260/96 del 13 de marzo de 1996, nos menciona que la goma de mezquite puede ser usada como espesante, estabilizante y emulsificantes con las reservas que la propia legislación impone.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

2.1. GOMA DE MEZQUITE

El árbol de mezquite, pertenece a la familia de las leguminosas, suborden de las mimosáceas, existiendo alrededor de 25 especies en todo el mundo, es un árbol de tamaño variable, según los suelos en donde vegeta, adquiere la forma de chaparral o llega a desarrollarse hasta 15 m de altura, el tamaño del tronco va de 30 a 50 cm de diámetro, está cubierto por una corteza oscura, gruesa y que tiene partiduras longitudinales. La copa es redonda y más o menos simétrica, las ramas irregulares, separadas y encorvadas dando poca sombra. La planta florece de mayo a junio. La presencia y desarrollo del mezquite son indicios aproximados de la profundidad a que se haya el nivel del agua.

El mezquite crece cerca de los ríos y también en los lugares altos, áridos, arenosos, en llanuras salinas, en dunas, y en tierras profundas; en zonas áridas y semiáridas se encuentra desde el oeste de los Estados Unidos hasta Chile, así como en los estados del norte, en la meseta central y en las planicies costeras de nuestro país (10, 13)

CAPITULO II

ANTECEDENTES

2.1. GOMA DE MEZQUITE

El árbol de mezquite, pertenece a la familia de las leguminosas, suborden de las mimosáceas, existiendo alrededor de 25 especies en todo el mundo, es un árbol de tamaño variable, según los suelos en donde vegeta, adquiere la forma de chaparral o llega a desarrollarse hasta 15 m de altura, el tamaño del tronco va de 30 a 50 cm de diámetro, está cubierto por una corteza oscura, gruesa y que tiene partiduras longitudinales. La copa es redonda y más o menos simétrica; las ramas irregulares, separadas y encorvadas dando poca sombra. La planta florece de mayo a junio. La presencia y desarrollo del mezquite son indicios aproximados de la profundidad a que se haya el nivel del agua.

El mezquite crece cerca de los ríos y también en los lugares altos, áridos, arenosos, en llanuras salinas, en dunas, y en tierras profundas; en zonas áridas y semiáridas se encuentra desde el oeste de los Estados Unidos hasta Chile, así como en los estados del norte, en la meseta central y en las planicies costeras de nuestro país (10, 13)

En las laderas de los cerros es muy marcada la manera como la lozania de los mezquites va disminuyendo conforme el suelo va siendo menos profundo (12)

Su origen según el "Diccionario de Aztequismos" (54), el mezquite se deriva del náhuatl mizquicauhiltl de mizquiltl-mezquite y cahuiltl-árbol, lo que significa entonces: árbol de mezquite.

Existen diversas poblaciones de Mezquites en nuestro país, como son (13,10)

Valle del Mezquital	Hidalgo
Mezquite	Durango
Río Mezquital	Durango
Sierra del Mezquital	Durango
Mezquital de oro	Zacatecas
El Mezquite	Zacatecas
Mezquitic	Zacatecas
Río Mezquitic	Jalisco

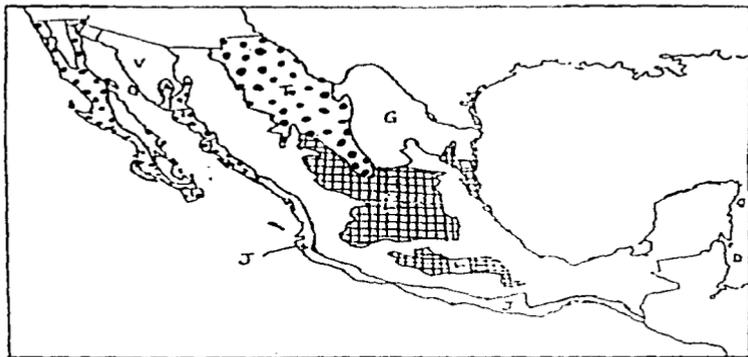
Además se le conoce con aproximadamente 35 nombres de los cuales los más comunes son:

Algarroba	Colima
Biia	Lengua zapoteca del istmo
Chácata	Lengua tarasca Michoacán
Huupa	Sinaloa
Datzimeik	Sonora y Chihuahua

Este árbol se puede considerar como un recurso natural de importancia en ciertas regiones de México y en Latinoamérica. En lugares donde el mezquite produce la mayor cantidad del material usado como combustible, sin embargo, su manejo y utilidad se ha prestado a múltiples discusiones de su interpretación. El fruto (vainas) cuando está maduro, es muy buen forraje, para el ganado equino, bovino y porcino. Se acostumbra dar a los animales las vainas del mezquite junto con paja, obteniendo buenos rendimientos. de las vainas, también se puede hacer una especie de atole o de fermento que es muy apreciado en ciertas poblaciones de nuestro país, además de poder hacer hanna para elaborar lo que le llaman mezquitama! Otra forma en que se aprovecha el mezquite es utilizando su madera que puede servir como combustible directo o para hacer carbón y para la manufactura de muebles, zapatos etc., los taninos que se extraen de una de las gomas del mezquite sirven para curtiduria.

La especie *Prosopis juliflora*, consta aproximadamente de cuarenta y cuatro especies, donde cuarenta de ellas son nativas de América, nueve de ellas corresponden al América del Norte, dos de las cuales también prosperan en Sudamérica y una de ellas en las Antillas; por lo tanto, treinta y un especies son nativas de Sudamérica (probable centro de origen del género) y treinta y cinco especies se presentan aquí en forma natural. En la República Mexicana se distribuye desde la península de Baja California hasta las costas del Istmo de Tehuantepec, ocupando casi siempre los suelos profundos de los valles y costas bajo condiciones de humedad.

En México, encontramos en forma nativa las siguientes especies de mezquite:
Prosopis articulata, *P. glandulosa* variedad *glandulosa*, *P. Juliflora*, *P. landulosa*
variedad *torreyana*, *P. Velutina* y *Prosopis laevigata*.⁽⁶⁴⁾ Ver Mapa 1.



Mapa 1.- Distribución del Mezquite en la República Mexicana

A = *P. Articulata*, G = *P. Glandulosa*, J = *P. Juliflora*, I = *P. Laevigata*, T = *P. torreyana*,

V = *P. velutina*.⁽⁶⁴⁾

Del árbol de mezquite se obtienen tres tipos de gomas, una que procede de las semillas de las vainas, que tiene propiedades parecidas a las gomas guar y corob, y de las otras dos, la principal, que exuda de la corteza, es de un color ámbar, y parecida a la arábica, se sabe que los indígenas le dan varios usos, entre los que podemos mencionar los medicinales (en infecciones de la garganta y antiinflamatorio), como pegamento en trabajos de madera y en la manufactura de cerillos, como pegamento y pintura. El otro tipo de goma exudada es de color negro, y se exuda de la parte superior de las grietas que hay en los troncos de los árboles, tiene un sabor astringente debido al tanino que contiene en buena cantidad y sirve para hacer tinta (12, 20, 64).

La goma principal del mezquite, se encuentra en forma de lágrimas o masas veriformes, de color amarillo ámbar, principalmente convexa, no tiene olor y es de sabor semejante al de la arábica. Se disuelve 3 veces su peso de agua y da un mucilago de color ligeramente amarillento.

Los árboles de acacia (como goma arábica) y mezquite comienzan a producir goma entre los 4 y 5 años de vida, hasta los 20; pero su máxima producción es entre los 8 y 12 años de vida, las ramas de un año de vida no presentan dicha secreción (11).

La composición química de la goma de mezquite (*Prosopis Juliflora*) indica que ésta es una sal neutra de un polisacárido ácido altamente ramificado

constituido principalmente por residuos de la L-arabinosa, D-galactosa, ácido 4-O-metil-D-glucorónico y L-ramnosa en una relación molar 2:4:1:1 (24, 25)

El mezquite existe ya en menor cantidad en gran parte del Valle del Mezquital, y en otros de sus recintos, pues ha sido erradicado por acción humana y sustituido por otras especies de importancia agrícola. Se le considera como una maleza indeseable debido a que se le atribuye una gran agresividad y competencia con especies forrajeras, sin embargo se sabe que en donde habita el mezquite se encuentra nopal forrajero. Por todo lo anterior se ha realizado una tala inmoderada del mezquite en la mayor parte del país, carece de un programa de reforestación, y últimamente ha disminuido su población favoreciendo así el incremento de las zonas desérticas, ya que también se ha visto que dado que sus raíces son muy profundas, evita la pérdida de suelos por el viento (6, 26)

2.2. GOMA ARÁBIGA

Se conoce desde hace más de 4000 años, era comercializada entonces por los Egipcios, su consumo a nivel mundial es abastecido aproximadamente en un 80% por Sudán, y el resto por otros países como Mauritania y Senegal. La goma se obtiene como un exudado de árboles del género *Acacia*, la especie más importante es *Acacia senegal*. Los árboles tienen de 4.5 a 6 m de alto y viven entre 25 y 30 años (19). Para acelerar la obtención de la goma, se le hacen una incisiones en el

tronco para una mayor fluidez. Las lágrimas son colectadas durante la estación de sequía, que fluctúa de octubre a junio (1)

La goma cruda se encuentra en forma de lágrimas de tamaño variable, en pedazos redondeados, incoloros o blancos amarillentos, translúcidos, de superficie lisa o muy hendida o agrietada, y de aspecto opaco, además de ser quebradiza vitrea o concoidea, frecuentemente irisada(s), con un diámetro entre 2 a 7 cm y un rendimiento promedio por árbol y por año de 900 y 2,000 gramos (4). La goma se somete a un proceso de purificación el cual mejorara sus características, ya que mientras más claro sea el color mejor es la calidad de la goma y a mayor calidad mayor es su costo, por lo que su pureza es muy importante. A bajos grados de pureza las gomas presentan aromas y sabores astringentes por la presencia de taninos (7)

La goma en forma de polvo fino, tiene un peso específico de 1.355, es un heteroglicano complejo con peso molecular alrededor de 250,000 Daltons, muy soluble en agua, tanto fría como caliente, al contrario de otras gomas. Sus soluciones son de baja viscosidad, y puede formar soluciones de hasta el 50% cuya textura es casi la de un gel. La viscosidad de las soluciones de goma arábiga se modifica con los cambios de pH, es baja a pH bajos y altos, alcanzando su máximo a pH 6-8. (4)

En forma de polvo la goma arábiga contiene un 25% máx. de humedad y 0.5% máx. de ceniza insoluble en ácido. Las soluciones acuosas son ligeramente ácidas y tiene un pH aproximado entre 4.5-5.5, su composición química es la de un polímero complejo y muy ramificado. El núcleo central consta de D-galactosa y ácido D-glucourónico, a los que están enlazados azúcares tales como L-arabinosa y L-ramnosa en una relación molar, de L-arabinosa, D-galactosa, ácido D- glucourónico, L-ramnosa, de 4:2:1:1, respectivamente. Es compatible con otros hidrocoloides vegetales, proteínas, carbohidratos y almidones. Produce emulsiones estables con la mayor parte de los aceites en un amplio rango de pH. Los electrolitos generalmente reducen la viscosidad de las soluciones de la goma.

Específicamente la goma arábiga es incompatible con Bórax, Cloruro Férrico, Acetato de Plomo, Yoduro Mercurioso y altos porcentajes de alcohol. (34-49)

La goma arábiga se emplea mucho en la estabilización de emulsiones aceite en agua, en la Industria de Alimentos, así también como Encapsulante, Espesante, Adhesivo, Surfactante, Agente de brillo, Agente de relleno, Coloide protector, Estabilizante de espuma Clarificante, Texturizante, Agente de Recubrimiento entre otras; además de tener usos en la Industria Farmacéutica. (40)

2.3. PURITY GUM (1773)™:

Es el nombre comercial de un polvo blanco, que es utilizado en la Industria de Bebidas Carbonatadas como estabilizante de emulsiones, y químicamente es un almidón alimenticio modificado, útil para estabilizar emulsiones como reemplazante de la goma arábica en emulsiones de sabores y enturbiantes para bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Se dispersa en agua fría y tiene una viscosidad similar a la goma arábica.

Este aditivo fue diseñado especialmente para ser utilizado en emulsiones que son sometidas a largos periodos de almacenamiento en frío, bajo estas condiciones las emulsiones con almidones comunes tienden a espesarse. Las emulsiones hechas con Purity gum mantienen su baja viscosidad en esas condiciones de almacenamiento. También puede aplicarse en emulsiones que no contienen aceites esenciales tales como sabores compuestos de frutas, donde la emulsión estándar con almidones no se comporta adecuadamente.

Su uso es en sustitución de la goma arábica para estabilizar emulsiones de bebidas, sin embargo, la emulsión tiene una vida anaquel menor que cuando se utiliza la goma arábica. Algunas ventajas que los distribuidores de Purity gum dicen tener son:

- Se recomienda su uso en menor cantidad que la goma arábica (50% del nivel utilizado de goma arábica). EL nivel de uso es del 10-11% de la emulsión.

-
- Su uso permite obtener un tamaño promedio de partícula de aceite al rededor de una micra, lo cual es deseable para sistemas que no contienen aceite vegetal bromado.
 - Se dispersa en agua fría y no requiere calentamiento o procedimientos de dispersión prolongados
 - Es hecho en México

(Fuente: Aranal Comercial, S.A. de C.V. Div. Alimentos)

2.4. GOMAS

Una goma puede ser definida en un sentido amplio como cualquier polisacárido soluble en agua, extraíble a partir de vegetales terrestres, marinos o de microorganismos, que poseen la capacidad en solución de incrementar la viscosidad y/o de formar geles, excluyendo a los almidones y a las pectinas. Las gomas no son secreciones normales de las plantas como las resinas o los látex, que se forman según los botánicos de los residuos de la nutrición de las mismas, depositándose, en canales resinosos, sino que es el resultado de la modificación de las paredes celulares de los vegetales.

Las gomas, mejor conocidas como hidrocoloides, son polímeros hidrofílicos que usualmente presentan propiedades coloidales y que en el solvente adecuado pueden producir bien sea geles o suspensiones de alta viscosidad con una pequeña cantidad del aditivo. Son extensamente usadas en la Industria de Alimentos por sus

propiedades multifuncionales y en la industria de bebidas es uno de los principales aditivos.

Desde el punto de vista estructural la mayor parte de los hidrocoloides son carbohidratos de estructura polimérica es decir están formados por unidades más sencillas, que de manera general son hexosas o hexosas modificadas. Así, una hidrólisis exhaustiva de los hidrocoloides nos dará finalmente un carbohidrato

Dentro de la industria alimentaria la variedad de hidrocoloides que pueden emplearse es amplia y su clasificación es compleja como se aprecia en la Tabla 2.

Se dice que la goma es producida por un líquido o por una enzima o por la presencia de un hongo que produce ese líquido (enzima), y que después sufre una transformación a la goma, a esta enfermedad se le llama gomosis

Las gomas son ampliamente utilizadas en la fabricación de emulsiones, debido a su propiedad de producir turbidez en el producto terminado, además actúan como emulsificantes o estabilizantes, que engloban las partículas de aceite evitando así que se rompa la emulsión.

Los polímeros son compuestos que están formados por gran número de unidades semejantes entre sí unidos en una larga cadena como el Purity gum, cada unidad se conoce como " monómero ". La mayor parte de los hidrocoloides son

polímeros formados por carbohidratos como unidades monoméricas, siendo la fracción más importante la glucosa y sus derivados (19).

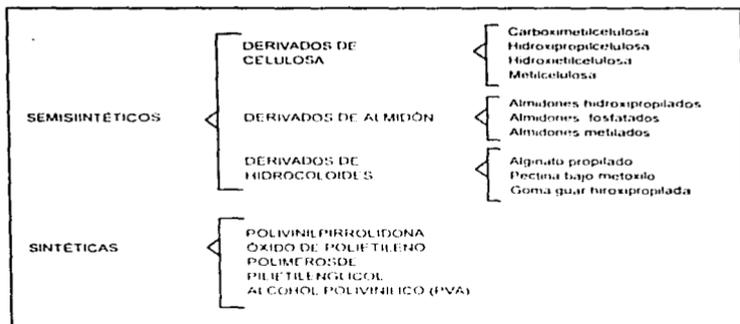
En cuanto a su estructura espacial los hidrocoloides pueden ser

- LINEALES: como las carrageninas , alginatos y Purity gum
- LINEALES SUSTITUIDOS como los galactomananos o goma xántica
- RAMIFICADOS como la goma arábica y goma de mezquite

El consumo a nivel mundial de estas gomas o aditivos se incrementa año con año, básicamente debido a sus características multifuncionales, esto es, al contrario de otros aditivos que pueden tener solo una función en los alimentos. Una misma goma puede tener diferentes aplicaciones funcionales en diversos productos, por ejemplo, la goma xántica en una mayonesa contribuye a mejorar la textura, mientras que en una bebida a base de chocolate puede ayudar a mantener la cocoa en suspensión, desde este punto de vista son uno de los grupos de aditivos más versátiles que existen (Tabla 1, Página 4)

TABLA 2
HIDROCOLOIDES USADOS EN ALIMENTOS

EXUDADOS	<ul style="list-style-type: none"> GOMA ARABIGA GOMA GHANITTI GOMA KRAYA GOMA TRAGACANTO GOMA DE MEZQUITE 	
EXTRACTOS	ALGAS MARINAS	<ul style="list-style-type: none"> Agar-Agar Alginatos Carrageninas Furcellarano Laminarano
	VEGETALES	<ul style="list-style-type: none"> Pectina Arabino galactano Okra
	ANIMALES	<ul style="list-style-type: none"> Gelatina Quitina
	CEREALES	<ul style="list-style-type: none"> Cascarilla de maiz Avena
	SEMILLAS	<ul style="list-style-type: none"> Goma de algarrobo Goma guar Goma tara Goma de tamarindo
HARINAS	<ul style="list-style-type: none"> ALMIDONES CEREALES 	<ul style="list-style-type: none"> Maiz Tiigo Centeno Maiz ceroso
	TUBERCULOS	<ul style="list-style-type: none"> Almidon de papa Konjac mannan
	RAICES	<ul style="list-style-type: none"> Tapioca
BIOSINTETICAS	<ul style="list-style-type: none"> DEXTRANA GOMA XANTANA GOMA PULLULANA GOMA GELANA GOMA CURLANA 	



continuación TABLA 2

2.4.2. APLICACIONES DE LAS GOMAS EN ALIMENTOS

Las gomas son importantes por el papel que desempeñan en la formulación y procesado de gran cantidad de alimentos. Además de contribuir a las propiedades sensoriales de los mismos, ejercen intensos efectos sobre la consistencia, textura y palatabilidad, através de su capacidad para modificar y mejorar la viscosidad, las propiedades coligativas, la cristalización del hielo, la gelificación y la estabilidad de las dispersiones.⁽⁴⁾ Las propiedades funcionales y la aplicación de las gomas se muestran en la Tabla 3.

El comportamiento de los hidrocoloides en solución depende fundamentalmente de una dispersión adecuada en el medio acuoso y de un medio adecuado desde el punto de vista físico y químico (iones, temperatura)

La primera precaución que es necesario tomar durante la etapa de dispersión del polvo en el líquido es asegurar que cada partícula de la goma entre en contacto con la matriz líquida con lo cual evitaremos la formación de glóbulos

TABLA 3

FUNCIONES Y APLICACIONES DE LAS GOMAS EN LOS ALIMENTOS

PROPIEDADES FUNCIONALES	GOMA	APLICACION
Adhesivas	Goma kaniya	Productos de panadería
Agente ligante	Carragenina	Embutidos
Agente acarreador	Goma arábica	Aditivos dietéticos/sabores
Agente inhibidor cristalización	Goma xantana	Helados, jarabes
Agente clarificante	Alginatos	Cerveza, vinos
Agente enturbante	Goma arábica	Bebidas en polvo
Agente encapsulante	Grenetina / Goma arábica	Sabores en polvo
Agente emulsificante	Goma xantana, goma gelana	Mayonesas y aderezos
Agente precipitante	Alginatos	Sabores encapsulados
Agente estabilizante	Goma xantana, goma guar	Toppings, cerveza
Agente gelificante	Agar-Agar, grenetina	Flanes, gelatinas
Agente de textura	Pectinas	Productos confitería
Agente coloidal protector	Goma arábica	Bebidas carbonatadas
Agente de suspensión	Goma xantica	Productos lácteos
Agente de hinchamiento	Carrageninas	Embutidos
Agente inhibidor de sinéresis	Goma de algarrobo	Flanes, pudines
Agente espesante	Goma guar	Rellenos para pastel
Agente espumante	Carrageninas	Cremas batidas

Esta individualización de partículas se logra mediante:

- Empleo de hidrocoloides con un tamaño de partícula de entre 100 y 500 micras.
- Dispersión del hidrocoloide en un líquido no solvente como aceite vegetal, etanol o jarabe de maíz en donde el agua se encuentra unida y esta menos disponible para hidratación
- Premezcla de la goma con un polvo inerte como azúcar que individualizará las partículas y actuará como dispersante durante el proceso de mezclado.
- Adicionar lentamente el hidrocoloide en forma de polvo al seno del líquido con una muy fuerte agitación

Para prevenir que el hidrocoloide precipite (partículas no solubilizadas) debe mantenerse una agitación constante hasta que ocurra una solubilización total, una vez que las partículas se han dispersado se inicia la hidratación de cada una de ellas lo cual hace que aparezca un hinchamiento del mismo

En algunas ocasiones pueden presentarse fuertes interacciones entre las macromoléculas de modo que se requiere de un tratamiento térmico para la solubilización. Algunos hidrocoloides especialmente no son solubles ni con calentamiento, como es el caso del alginato de calcio el cual requiere un secuestrante para solubilizarse (19)

En términos generales es más difícil solubilizar hidrocoloides en medios con alta salinidad, medios ricos en calcio como aguas duras y medios con alto contenido de azúcar como los jarabes.

Los hidrocoloides a una cierta concentración, atrapan moléculas de agua, produciéndose un hinchamiento, el hidrocoloide puede impartir turbidez a la solución en la que se encuentra.

En la elaboración de bebidas se usan como agentes emulsificantes, porque pueden aumentar la viscosidad del medio en el que se encuentra, y de este modo reducir el movimiento de las gotas de aceite en una emulsión, reduciendo su tendencia a agruparse estabilizando de esta manera la emulsión. Además por otro lado la molécula de la goma puede disponerse sobre la superficie de la gota de aceite, provocando un impedimento estérico, de modo que reduce la tensión interfacial evitando así la coalescencia entre las gotas de aceite.

La importancia de los emulsificantes radica en la estabilidad de nuestras emulsiones, ya que al romperse, termina prácticamente la vida de anaquel de nuestra bebida y lo que en la industria de bebidas se requiere es que se obtengan bebidas con la mayor vida posible en el mercado. (19)

2.5. EMULSIONES

Se conoce como emulsión a un sistema disperso en el cual la fase dispersa y el medio espesante son normalmente líquidos, ejemplos conocidos de tales sistemas son la leche y la mayonesa. Una emulsión aceite en agua es aquella en la que el aceite es la fase dispersa, y la emulsión agua en aceite es donde las partículas de agua están dispersas en aceite como medio continuo.

Las emulsiones sólo pueden existir adecuadamente en presencia de una tercera sustancia (un emulsificante), y la tensión interfacial entre las gotas de aceite deberán ser evidentemente pequeña, de lo contrario los glóbulos de grasa tenderán a fundirse entre sí, fenómeno llamado coalescencia. Los glóbulos muestran el movimiento browniano, siempre que no sean demasiado grandes, transportan una carga eléctrica negativa y se pueden coagular por los electrólitos (19).

2.5.1. EMULSIFICANTES

La presencia de sustancias conocidas como agentes emulsionantes o emulsificantes permite la preparación de emulsiones estables con una mayor proporción de fase dispersa. Un exceso de electrólitos puede formar sales con el emulsificante y provocar así la inestabilidad. Los agentes emulsificantes se agrupan aproximadamente en tres categorías. Estas son:

- 1.- Los compuestos de cadena larga (como almidones), todos los cuales producen un descenso muy considerable en la tensión interfacial aceite-agua (Purity

gum). Se puede observar aquí que la acción detergente o limpiadora, del jabón se atribuye generalmente a su capacidad para emulsionar las grasas.

2.-Hay sustancias de naturaleza liófila, tales como proteínas, por ejemplo, caseína en leche, y gomas.

3.-Varios polvos insolubles, por ejemplo, sulfatos básicos de hierro, cobre o níquel, sulfato de plomo y óxido férrico, finamente divididos, y negro de humo, que estabilizan una serie de emulsiones (19)

2.5.2. ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN.

Es importante cuidar que la emulsión no se desestabilice ya que un calentamiento, un enfriamiento, una centrifugación o un sacudimiento brusco, pueden provocar una ruptura de la emulsión(17). Los problemas que pudiesen presentar las emulsiones en bebidas, tanto en los concentrados como en la bebida terminada son los siguientes:

- A) Formación de anillo**
- B) Floculación**
- C) Coalescencia**

A) Formación de anillo.

Este problema se presenta cuando las partículas de los aceites esenciales y los saborizantes se separan y flotan en la bebida. Esto se ve como un anillo blanco

cremoso en el cuello de la botella y está relacionado con la floculación. Es considerado como la separación de la emulsión en dos emulsiones. Una parte es más aceitosa y la otra tiene un contenido mayor de agua.

Las fuerzas que hacen que se formen los agregados, son fuerzas de Vander Waals y fuerzas electrostáticas alrededor en las gotas. Estos agregados se comportan como largas gotas y el proceso de formación de anillo se ve acelerado en sistemas en los que la diferencia de las densidades entre los agregados y la fase continua es bastante amplia.

Cuando esto sucede, la parte más rica en aceites es la que sube y forma el anillo o capa cremosa en el cuello de la botella, esto ocurre cuando la densidad de la emulsión es mucho menor que la de la bebida terminada.

Una situación similar ocurre en la sedimentación, esto es el agente espesante se separa gradualmente, debido a que la densidad de la fase oleosa es mayor que la de la bebida terminada. (15)

B) Floculación.

Este fenómeno ocurre cuando las gotas de aceite de la fase dispersa, forman agregados sin coalescencia o unión. En este estado, las gotas mantienen su identidad original.

Cuando la concentración de gotas es baja, la floculación es a veces reversible, ó sea que los agregados pueden ser redispersados ya que las interacciones de las fuerzas entre las gotas son muy débiles. Este fenómeno puede

ser observado si se agita suavemente una botella de refresco; la floculación desaparece. (19)

C) Coalescencia.

En este estado, se revientan las coberturas de las gotas de los agregados y las gotas de aceite emergen juntas y forman una gota larga. Esto lleva al decremento en la cantidad de gotas de aceite y eventualmente hay rompimiento de la emulsión

Cuando se utiliza un hidrocoloide apropiado en la fase acuosa, el rompimiento de la emulsión raramente conducirá a este estado. La razón es que el hidrocoloide, por ejemplo la goma arábica, forma una buena película alrededor de las gotas de aceite y proporciona viscosidad a la fase acuosa. (19)

Al tener emulsiones con un pH bajo (cerca de 4), muestran mayor estabilidad contra la coalescencia, probablemente debido a que en pH bajo las moléculas están contraídas, por las fuerzas mínimas de repulsión y bajo carga neutra habiendo una mayor densidad de ellas en la interfase aceite agua.

Las gotas de la emulsión floculan formado agregados tridimensionales causando un sobre encadenamiento de interacción de las capas absorbidas₍₁₉₎, esto induce al surgimiento de una red polimérica más fuerte debida a la formación de nuevos enlaces cruzados, lo que permite formar una película alrededor de las gotas

de aceite más fuerte,⁽³⁴⁾ y lo mismo sucede a pH alto (cerca de 9) debido a una presencia de un exceso de emulsificantes, retardando así la coalescencia.

2.6. INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE EMULSIONES PARA BEBIDAS (REFRESCOS)

Los ingredientes que generalmente son utilizados en la elaboración de bebidas son los que se mencionan a continuación.

2.6.1. ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales de varias frutas son ampliamente utilizados para impartir sabor, aroma (flavor) y características propias de las bebidas.

Existen diversos métodos para obtener el aceite de la cáscara de frutas; por ejemplo los aceites esenciales de las cáscaras de naranja, limón, mandarina y toronja; en todos se obtiene una emulsión aceite/agua.

El método de obtención más empleado para obtención de estos, es cuando el aceite se separa por centrifugación de la fase acuosa, el cual es almacenado aproximadamente por una semana entre 0-5°C, para que durante ese tiempo los

materiales de cera propio de las cáscaras y que son indeseables se separen del aceite y se asienten. El aceite claro se decanta en tanques de almacenamiento de acero inoxidable y se mantienen a temperaturas de 5°C

Es importante mantener el nivel de llenado de los tanques al máximo o desplazar el aire restante por un gas inerte, ya que se puede llevar a cabo las reacciones de enranciamiento de los aceites.

Una parte del aceite se mezcla con el jugo, (por ejemplo el de toronja). Los aceites obtenidos de este modo, tienen características diferentes a las de los aceites obtenidos por destilación de vapor a presión atmosférica.

El aceite destilado es incoloro, tiene un peso específico más bajo que el del aceite extraído con máquina, su rotación óptica es más elevada, su contenido de aldehídos es menor y prácticamente no tiene residuo a la evaporación. También las características organolépticas son diferentes.

La composición de los aceites esenciales es de mezclas de hidrocarburos, compuesto oxigenados y residuos no volátiles. Los hidrocarburos son principalmente terpenos, en tanto que los compuestos oxigenados son una variedad de compuestos como aldehídos, éteres, ácidos, alcoholes, cetonas, éteres y fenoles. Los residuos no volátiles lo constituyen resinas y ceras. Los compuestos oxigenados (principal agente saborizantes de los aceites cítricos) constituyen entre el 1.5% y el 6.5% del

aceite original. Las propiedades químicas y físicas de los aceites esenciales, cambian con el grado de madurez, la variedad y almacenamiento de las frutas, las condiciones ambientales, y los métodos de extracción (19). El uso de los antioxidantes estabilizan los aceites y retardan su oxidación

Los aceites cítricos se mantienen preferentemente en tambores con recubrimiento epóxico, los cuales son específicos para aceites ricos en hidrocarburos, como lo son éstos. El problema que puede existir con este tipo de contenedores, es que si llega a fracturar el recubrimiento epóxico, va a haber reacción de los aceites con el metal y consecuentemente oxidación de estos. En estas condiciones si se almacenan en contenedores llenos hasta el tope, sin dejar ningún espacio los aceites se mantienen sin cambio alguno durante 2 años y medio o más.

2.6.2. ACEITES REGULADORES DE LA DENSIDAD

La parte más importante en las emulsiones para bebidas es la fase oleosa, la cual en las emulsiones de sabor, está constituida por los aceites saborizantes (normalmente aceites esenciales cítricos y agentes espesantes), éstos últimos también llamados agentes ajustadores de la densidad o agentes dispersantes. Estos, no deben de interferir en el color, olor y sabor de la bebida terminada, y deben satisfacer los requerimientos legales del país en donde la bebida es consumida.

El aceite vegetal bromado ha sido utilizado desde los años 40's. Por su alta gravedad específica, está considerado como un agente espesante muy efectivo para aceites cítricos, al mismo tiempo que es miscible con estos, además de no interferir con el sabor y ser relativamente económico.

El proceso de obtención es por la adición de moléculas de bromo en las ligaduras olefinicas de los ácidos grasos insaturados de los aceites vegetales. La adición se lleva a cabo preferentemente a bajas temperaturas para prevenir la alfa-bromación. La gravedad específica de un aceite bromado, es función de la cantidad de bromo incorporado a la molécula.

Los aceites vegetales bromados comerciales, se producen a partir de aceites vegetales con un número de yodo de 80-90, como el aceite de oliva, el cual produce un aceite de éste tipo con una gravedad específica de aproximadamente 1.24. Los aceites vegetales con un número de yodo de 105-125 como el aceite de ajonjolí, aceite de maíz, aceite de soya o aceite de algodón, producen un aceite vegetal bromado con gravedad específica de aproximadamente 1.33. Las propiedades fisicoquímicas del aceite bromado vegetal se muestran en la Tabla 4.

El aceite bromado utilizado en México es de maíz, es viscoso, de color café oscuro, con olor y sabor suave, la dosis máxima permisible en la industria de bebidas es de 15 p.p.m. en el producto terminado.

TABLA 4

PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE VEGETAL BROMADO

Apariencia	Líquido viscoso color ámbar
Densidad (20°)	1.338 g /ml
Número de iodo	16 mg I/g máx.
Ácidos grasos libres, como oléico	1% Max
Arsénico	<3 p.p.m.
Metales pesados	<10 p.p.m.
Punto de inflamación	210° C
Punto de ebullición	>232° C

Fuente: H&R, Haarmann y Reimer S.A.

Otro tipo de aceite que puede ayudarnos a regular la densidad es el mineral, cuyo nombre comercial es aceite mineral 70, o líquido parafín. Es un líquido viscoso, incoloro, inodoro y transparente, generalmente utilizado para bajar la densidad de la fase oleosa. Su composición química es una mezcla de hidrocarburos líquidos refinados del petróleo, sus propiedades físicoquímicas se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5

PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL ACEITE MINERAL

Punto de ebullición	>230° C
Densidad (20° c)	0.839 g / ml
Presión de vapor en mmHg (20° C)	<0.5mm

Fuente: Industria Química del Centro S. A.

2.6.3. ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes más usados en la Industria de Alimentos son los llamados B.H.A. (Hidroxianisol butilado) y B.H.T. (Hidroxiltolueno butilado), que son compuestos químicos que previenen o retardan la oxidación, en donde en la mayoría de los casos, esta oxidación produce sabores y olores rancios

Las recomendaciones sobre antioxidantes, y en general el nivel de uso está basado en el nivel de grasa del producto (Ver Tabla 6) Por ejemplo para determinar la cantidad de B.H.T. a usar en un lote e 225 kg de un producto que contiene 30% de grasa y para el cual el nivel de uso recomendado por NUTRIQUIM S.A. DE C.V. es 0.02% de B.H.T. se realizan los siguientes cálculos:

1.- $(30\% \text{ de grasa}) \times (0.02\% \text{ de B.H.T. con respecto al peso de la grasa}) = 0.006\%$ de B.H.T. para en el peso total del producto

2.- $(0.006\%) \times (225 \text{ Kg}) = 0.0135 \text{ Kg B.H.T.} = 13.5 \text{ g B.H.T.}$ o 135 g de una solución de B.H.T. al 10%.

El aumento del nivel de uso de estos por arriba de las recomendaciones no mejora su funcionamiento y puede degradar el perfil de sabor del producto

TABLA 6
RECOMENDACIONES DE USO DE B.H.T. Y B.H.A

ALIMENTO	% DE USO
Aceite y grasa comestible	B H T .0 02 del producto
Aceites esenciales y saborizantes	B H A .0 05 del aceite esencial
Base para goma de mascar	B H T .0 01 de la base
Ceras usadas en papel encerado para empacar productos alimenticios	B H T .0 50 de la cera
Cereales para desayuno secos	B H A .0 005 del producto total
Crema y leche	B H T .0 02 de la grasa
Confitados	B H T . 0 02 de la grasa
Chorizo y otras salchichas húmedas	B H A .0 02 del producto total
Nueces, botanas y donas fritas	B H T .0 02 del aceite para freír
Productos horneados	B H T .0 02 de la grasa

Fuente: NUTRIQUIM, S.A. DE C.V.

El aumento del nivel de uso de estos por arriba de las recomendaciones no mejora su funcionamiento y puede degradar el perfil de sabor del producto

En aceites esenciales y otros saborizantes, primero se hace una premezcla que contenga 20% B.H.A. y 80% aceite esencial que se esté tratando, y segundo se mezcla el 2.5% de la premezcla con el aceite esencial.

Las ventajas del uso de B.H.A. y B.H.T., que NUTRIQUIM, S.A. DE C.V. dice son las siguientes:

- Funcionan sinérgicamente
- Los antioxidantes no pueden revertir la oxidación que ya se ha iniciado. Se deben agregar antes de que la oxidación del producto empiece
- Su adición no cambia el color, olor o sabor de los alimentos, por el contrario, los protegen contra la degradación
- Tienen la habilidad de retener su potencia y eficacia después de haber estado sometidos a altas temperaturas típicas en los procesos de horneado y fritura
- La mayor parte de los problemas en el uso comercial de estos, son causados por una dispersión incompleta de los antioxidantes en el alimento procesado.

2.6.4. CONSERVADORES

Por su naturaleza general, los alimentos no se pueden resistir a la acción de las enzimas, y la eliminación de este problema es más fácil destruyendo las enzimas o inhibiendo la fuente de estas como son los microorganismos. Existen métodos generalmente aceptados para conservar alimentos, por ejemplo:

- La esterilización por calor o radiación destruye los microorganismos
- La refrigeración reduce o detiene la actividad de los microorganismos.
- El secado reduce o detiene la actividad de los microorganismos y por eliminación del agua.

-
- Los conservadores químicos que reducen o inhiben la acción de los microorganismos, además de otros métodos de conservación como son: el uso de soluciones acuosas de sal, el uso de vinagre, tratamiento con humo y conservación con soluciones de azúcar, entre otros

La adición de conservadores químicos a los alimentos no es nueva y ha sido practicada por siglos. El benzoato de sodio es considerado como un conservador seguro usado por años. Desde 1909, la seguridad del benzoato de sodio fue ampliamente verificada en estudios de alimentación humana, dichos estudios fueron realizados por tres organizaciones investigadoras independientes bajo la dirección del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Este reporte verificó que cuando se mezclaba benzoato de sodio con alimentos en las cantidades específicas no resultó dañino a la salud en general, ni afectó el valor nutritivo del alimento, así que se puede usar sin riesgo en los alimentos a niveles de hasta un 0.1%

El benzoato de sodio es más efectivo como agente antimicrobiano, es activo contra levaduras, hongos y bacterias, en alimentos y bebidas que naturalmente contienen un pH abajo de 4.5, o que se puede bajar a ese pH con la adición de un acidulante, no se recomienda como conservador en productos con pH más alto que 4.5. Si el pH del alimento está por debajo de 4.5, puede desarrollarse una nota de sabor picante, este efecto no es deseable y se puede suavizar con la combinación de otro conservador, por ejemplo el sorbato de potasio. El porcentaje de uso recomendado para bebidas carbonatadas es máximo el 1%. Las aplicaciones, y

porcentaje de uso recomendado del benzoato de sodio en algunos alimentos, se muestra en la Tabla 7.

TABLA 7
RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL BENZOATO DE SODIO EN
ALIMENTOS

ALIMENTO	NIVEL RECOMENDADO (gr/100 gr de producto)
Bebidas carbonatadas	0.03-0.08
Bebidas no carbonatadas	0.05-0.10
Sidra	0.04
Margarina sin sal	0.10
Margarina con sal	0.05-0.10
Jarabes	0.10
Frutas, jugos de fruta	0.05-0.10
Ensalada de Fruta cítricas	0.03-0.08
Mermeladas	0.08-0.10
Aderesos, bajos en grasa	0.10
Salsa, condimentos	0.05-0.10
Pepinos, pepinillos	0.10
Aceitunas	0.03 (con acidulante)
Tabletas Farmacéuticas	2.0-4.0
Cosméticos, Pasta de dientes	hasta 3.0

Fuente: NUTRIQUIM S.A. DE C.V.

Como el benzoato de sodio es ligeramente higroscópico, debe estar almacenado en culetes o sacos cerrados, además de evitarse condiciones de alta humedad y temperaturas ambientales altas. Las propiedades fisicoquímicas del benzoato de sodio se muestran en la Tabla 8.

por ciento de uso recomendado del benzoato de sodio en algunos alimentos, se muestra en la Tabla 7.

TABLA 7
RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL BENZOATO DE SODIO EN
ALIMENTOS

ALIMENTO	NIVEL RECOMENDADO (gr/100 gr de producto)
Bebidas carbonatadas	0 03-0 08
Bebidas no carbonatadas	0 05-0 10
Sidra	0 04
Margarina sin sal	0 10
Margarina con sal	0 05-0 10
Jarabes	0 10
Frutas, jugos de fruta	0 05-0 10
Ensalada de Fruta cítricas	0 03-0 08
Mermeladas	0 08-0 10
Aderezos, bajos en grasa	0 10
Salsa, condimentos	0 05-0 10
Pepinos, pepinillos	0 10
Aceitunas	0 03 (con acidulante)
Tabletas Farmacéuticas	2 0-4.0
Cosméticos, Pasta de dientes	hasta 3 0

Fuente: NUTRIQUIM S.A. DE C.V.

Como el benzoato de sodio es ligeramente higroscópico, debe estar almacenado en cuñetes o sacos cerrados, además de evitarse condiciones de alta humedad y temperaturas ambientales altas. Las propiedades fisicoquímicas del benzoato de sodio se muestran en la Tabla 8.

Como se verá más adelante a las bebidas se les adiciona ácido cítrico como acidulante, y benzoato de sodio como conservador, si estos no se disuelven perfectamente individualmente, forman un precipitado blanco de ácido benzóico, el cual no es deseable y es difícil de solubilizar.

TABLA 8
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL BENZOATO DE SODIO

PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN
Apariencia	Polvo cristalino blanco o partícula compactas blancas
Olor	Sin olor
Pureza, en base seca	99.0-100.0% de $C_6H_5NaO_2$
Alcalina (como NaOH)	0.04% máx
Arsénico (como As)	3 ppm
Metales pesados (como Pb)	10 ppm máx
Humedad	1.5% máx
Solubilidad	Un gramo en 75 ml de alcohol Un gramo en 2 ml de agua Un Insoluble en eter Un gramo en 50 ml de 90% alcohol

Fuente: NUTRIQUIM, S.A. DE C.V.

2.6.5. ACIDULANTES

El ácido cítrico se ha convertido en el acidulante preferido por la industria de las bebidas, y con toda razón, porque como el ácido cítrico, no hay otro ácido que otorgue a las bebidas gaseosas, en polvo o líquidas, propiedades refrescantes y de tan buen sabor y acidez natural. Además, de actuar como preservativo en las

bebidas y jarabes, puede ser un agente ligeramente reductor y secuestrante, remueve metales extraños que causan turbidez y aceleran el deterioro del color, sabor y a la vitamina C, que existe en alimentos y bebidas. Se prefiere también porque sus propiedades fisicoquímicas permiten una mayor solubilidad y acidez titulable que los ácidos fumarico y málico.

Las frutas cítricas y algunos microorganismos lo producen en cantidades importantes para obtener a nivel industrial, siendo a la fecha el limón y el hongo, *Aspergillus niger* las fuentes naturales de este ácido, el cual se obtiene en la industria purificado en forma cristalina para utilizado en la elaboración de alimentos, medicamentos y otros productos.

El ácido cítrico es tribásico y presenta las propiedades usuales de un ácido polibásico, forma tres series de sales bien definidas y dos sales monoalcalinas diferentes y dos sales bialcalinas diferentes. A diferencia de otros ácidos, tiene influencia en la prevención de la oxidación de sales ferrosas en solución, y sirve además para estabilizar la vitamina C y remover metales que podrían afectar la apariencia y el sabor de los alimentos.

El ácido cítrico anhidro, es estable a la luz y al aire y tiene propiedades asociadas con los ácidos orgánicos sólidos. Su punto de fusión es de 153°C. La temperatura de combustión a 20° C para el ácido anhidro es de 474.5 kg / cal por

mol y a 30° C, la tensión superficial en contacto con el aire es de 69.51 dinas por centímetro. (Fuente MEXAMA S A DE C V)

2.6.6. COLORANTES

Algunos estudios han demostrado que los alimentos no son degustados, cuando éstos no están coloreados adecuadamente, esto es tan marcado que el color influye mas que el sabor en la impresión sobre los consumidores.

Los colores empleados en bebidas, contribuyen a que el producto sea atractivo, ya que el color está asociado con el sabor, valor nutricional y calidad del producto terminado. Tanto los colores FD&C (Food, Drug and Chemicals) como los naturales pueden decolorarse o alterar su tono, la luz, los metales, el ácido ascórbico y los microorganismos, pueden afectarlos, y para evitar esto, es conveniente utilizar la cantidad y el grado de colorante apropiados. Además deben de mantenerse las bebidas bajo condiciones de almacenamiento y distribución adecuadas para evitar que sufran decoloración o precipitación.

Los principales colores utilizados en bebidas son los sintéticos y generalmente los encontramos como compuestos hidrosolubles, en forma de polvo. Existen características que definen claramente a cada uno de ellos, sus usos y regulaciones varían de acuerdo al país o región, ya que existen colorantes cuyo uso no es

permitido en México pero en Europa y en algunos países de Sudamérica si está permitido su uso, algunas características de los colores generalmente usados en bebidas se muestran en la Tabla 9 (22)

TABLA 9
 COLORANTES ARTIFICIALES GENERALMENTE USADOS EN BEBIDAS
 CARBONATADAS

NOMBRE COMUN	AZUL No 1	AZUL No 2	ROJO No 3	ROJO No 40	AMARILLO No 5	AMARILLO No 6
AZUL PRÁCTICO	Indigotina	Indigo Carmín	Caroteno	Hogo Rosso	Tartrazina	Ambaro Quinacrina
NOMBRE COLOR INDEX	42000	73015	45430	16035	15140	15145
CLASE QUÍMICA	Tetraazoles	Indigobis	Carotenos	Monazo	Pirazoles	Monazo
TONO EN SOLUCIÓN	Azul Brillante	Azul	Rojo Anaranjado	Rojo Anaranjado	Anaranjado	Anaranjado
ESTABILIDAD						
LUZ	Regular	Muy Pobre	Pobre	Buena	Muy Buena	Buena
OXIDACION	Pobre	Pobre	Regular	Regular a Pobre	Regular	Regular
CALOR	Muy Buena	Muy Buena	Muy Buena	Muy Buena	Muy Buena	Muy Buena
ALCALIS	Buena	Pobre	Regular	Buena	Buena	Regular
ÁCIDOS ORGÁNICOS	Muy Buena	Regular	Pobre	Ferente	Ferente	Ferente
ÁCIDO BENZOICO	Muy Buena	Pobre	Pobre	Buena	Ferente	Muy Buena
DIOXIDO DE AZUFRE	Muy Buena	Pobre	Buena	Buena	Ferente	Regular

FUENTE NUTRIQUIM, S. A. DE C. V. SIX PRIMARY FD&C COLORS WITH HILTON DAVIS ADVANTAGES

CAPITULO III

METODOLOGÍA

La goma de Mezquite se recolectó en forma de lágrimas de los troncos de los árboles de mezquites del estado de San Luis Potosí. La goma en forma de lágrima se limpió manualmente de materias extrañas y separada en distintos grados según su color, utilizando aquellas de color más claro. Se pulverizó y disolvió en agua, filtrándose en un filtro prensa Shriver, y secada por aspersión en un Buchi 190 Mini Spray Drier con una temperatura del aire de entrada de 175°C.

La goma Arábica utilizada es VALGUM P A G TM, refinada y secada por aspersión, variedad Senegal, según menciona GOMAS NATURALES, S.A DE C.V

Se consideró importante hacer una comparación entre la goma ideal (goma Arábica), la goma propuesta (goma de Mezquite), y el emulsificante utilizado en esos momentos por Embotelladora Aga de México S.A. de C.V. (Purity gum 1773 TM de ARANAL COMERCIAL S.A. DE C.V.). Formulando una emulsión sabor toronja, con parámetros constantes, de ° Brix , acidez, CO₂ y volumen.

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS GOMAS

Se llevaron a cabo por duplicado los ensayos de identidad de las gomas reportando sólo el promedio de dichos datos, y comparándolos con los datos reportados en la Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos y los obtenidos al determinarles solubilidad en agua y alcohol, se tomaron visualmente las características físicas de las gomas, pH, Humedad, Cenizas totales, Cenizas insolubles en ácido, Cenizas insolubles en agua, materia insoluble en agua, pruebas con yodo, con cloruro férrico y subacetato de plomo, según las técnicas descritas en el Food Codex (1981) (14).

Con el fin de darnos una idea de la posible composición química de los tres emulsificantes se realizó un espectro al Infrarrojo de los tres emulsificantes, cada muestra se mezcló en un pequeño molino con KBr pulverizado individualmente (1mg por 100mg de KBr), para luego ser comprimida en un troquel al vacío, a una presión de 700 kg/cm², aproximadamente; obteniendo así una pastilla que se coloca en la rejilla del espectrómetro para su posterior lectura, esta determinación la llevo a cabo el Departamento de Espectroscopia de la Facultad de Química.

Para saber el comportamiento de la goma arábica y de la goma de mezquite en las condiciones a utilizar, se determinó el efecto de la concentración en la viscosidad, disolviendo en agua concentraciones de gomas que van desde 5% hasta 65% en intervalos 5% en 5%

Además se determinó el efecto que tienen los electrolitos (como CaCl_2) en la viscosidad de las gomas, preparando una solución de goma al 50% en agua blanda (desionizada) y adicionándole cantidades de CaCl_2 de 100, 200, 215, 300, 400 y 500 ppm; así mismo se probó el efecto de la temperatura en la viscosidad tomando también una solución de cada goma al 50% (en agua) y variando la temperatura desde 15°C hasta 65°C, incrementándola de 5°C en 5°C.

Las características físicas como color, olor, espuma, translucidez y solubilidad de los emulsificantes hidratados se midieron visualmente.

3.2. PREPARACIÓN DE LAS EMULSIONES BASE

Generalmente las emulsiones utilizadas en la industria de bebidas son las formadas por aceite-agua, donde el aceite es la fase dispersa y el agua es la fase continua. Para la formulación de la emulsión base se realizó el cálculo de la cantidad de ingredientes necesaria para preparar 0.53 litros de emulsión base, ajustadas a una densidad final de $1.06 \pm 0.01 \text{ g/ml}$ a $24^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$. En la Tabla 10 se

muestra la formulación de la emulsión base, en donde el 17.5% del peso de la fase acuosa es de emulsificante, el sabor de esta emulsión en los tres casos fue de toronja, ya que es uno de los sabores que cuenta con mayor problema de estabilidad

TABLA 10
FORMULACIÓN DE LA EMULSION BASE

SISTEMA	gr/100gr
FASE ACUOSA	86.7
FASE OLEOSA	13.3

La metodología para preparar la emulsión base es la siguiente, Se realiza en dos partes, primero se prepara la fase acuosa, con un total de agua de 380.8 ml, se disuelve la cantidad requerida de emulsificante en el 50% del agua a utilizar (190.4 ml), esto se realiza con 24 horas de anticipación, para una total disolución del emulsificante, después se adiciona el conservador, los colorantes, el acidulante y el potenciador de sabor. Por separado, se prepara la fase oleosa en donde se pesa la cantidad de aceites esenciales y reguladores de densidad, junto con la cantidad de antioxidantes requeridos, agitando hasta una disolución completa, se determina la densidad de ésta en un densímetro digital A.P. PAAR modelo DMA 35 a una temperatura de $22.5 \pm 2^{\circ}\text{C}$, la cual deberá estar en 0.999.

Posteriormente se adiciona la fase oleosa a la fase acuosa lenta y constantemente con fuerte agitación exactamente en el vértice del remolino que forma el agitador para una óptima dispersión de la misma, después se adiciona el resto de agua (190.4 ml), para llegar a un volumen de 530 ml.

Esta solución se prehomogeniza a 5,000 r p m por 2 minutos, después se homogeniza a 6,400 r p m durante 30 minutos, en un homogeneizador Silverson Shear Homogenizer, modelo L4R. A una temperatura de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LAS EMULSIONES BASE.

Para determinar como afectan los emulsificantes a las características de las emulsiones, se les determinó la viscosidad en un viscosímetro Brookfield, Synchro-Letric, Modelo, LVF, así mismo, se les determinó el pH, en un potenciómetro Conductronic pH 20, (a $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) con un electrodo de plata calibrado a pH 4-7, según la técnica descrita en el apéndice 3. Además de medir visualmente la espuma y el color de las emulsiones base en una escala del 1-4 en donde, para la espuma el 1=Ideal, 4=Abundante y en color 1=Tenue, 4=Intenso

3.4. ESTABILIDAD DE LAS EMULSIONES BASE

La estabilidad de las emulsiones base es un factor muy importante ya que afecta directamente la vida de anaquel del producto terminado (bebida patrón) debido a diferentes factores como se mencionó en el capítulo II, por lo cual es importante evaluar la estabilidad de estas

Para tal efecto se determinó por duplicado la tasa de coalescencia de las emulsiones, la tasa de coalescencia es el tiempo que tardan las gotas de aceite en aumentar su tamaño, uniéndose unas con otras, y es importante su determinación ya que nos da una idea de la estabilidad de la emulsión y por consiguiente la vida de anaquel del producto terminado, calculándose a partir de la variación del tamaño de las gotas de aceite (tamaño de partícula) por unidad de volumen de la emulsión con respecto al tiempo.⁽³⁴⁾ Donde el número de gotas de aceite a cierto tiempo (**Nt**), está relacionado con el número inicial de gotas de aceite (**No**) por la siguiente expresión

$$N_t = N_o \exp (-Ct)$$

donde **C** es la tasa de coalescencia, y **Nt** está dado por

$$N_t = [(6 \sigma \times 10^{11}) / (Dt^3 \pi)]$$

Donde **σ** es la fracción volumétrica de la fase oleosa (todos los aceites) y **Dt** es el tamaño promedio de partícula a un tiempo **t**. Dado que existe una relación lineal entre el logaritmo natural de **Nt** (**Ln Nt**) y **t** (en segundos), **C**, o sea la tasa de coalescencia, estará dada por la pendiente de la recta resultante.

Para saber como afecta la emulsión base al producto terminado, primero se preparó lo que se llamara bebida patrón o refresco, formulando antes un jarabe concentrado con 55.5 ± 0.2 °Bx finales como lo muestra la Tabla 11.

TABLA 11
PREPARACIÓN DEL JARABE CONCENTRADO

INGREDIENTE	ml/100 ml
Jarabe de sacarosa a 60 °Bx	84.1
Solución de Conservador al 25%	0.3
Solución de Acidulante al 50%	1.9
EMULSIÓN BASE	1.05
Jugo de toronja	1.05
Agua	11.6

Del jarabe concentrado se toman 65.9 ml y se llevan a un volumen final de 400 ml con agua carbonatada, para obtener la bebida patrón, a condiciones constantes de 10.5 ± 0.2 °Bx, que fueron determinados con un hidrómetro Terris escala 8-15 °Bx según la técnica descrita en el apéndice 1. Acidez, a 1.6 ± 0.2 g/L de ácido cítrico, según el apéndice 2, y con 2.5-3.5 volúmenes CO_2 estos se determinados por la técnica descrita en el apéndice 4, con un manómetro Zahm and Nagel.

Obtenida la bebida patrón se le determina color midiendole la Absorvancia, a 420 nm en un Espectrofotómetro Spectronic 20 Bausch and Lomb, haciendo una

dilución de la bebida patrón de 1:10, se le hicieron pruebas de estabilidad, para esta prueba, se tomaron 5 muestras de bebidas patrón preparadas con cada uno de los emulsificantes (total de muestras 15), y se colocaron en un almacén a 24°C \pm 2°C, para determinar el tiempo promedio (t_{1/2}) de vida de anaquel, la cual se observa cuando se forma un sedimento blanco que es indicio de la posible ruptura de las emulsiones en la bebida patrón

También se determinó la distribución de tamaños y diámetro promedio de partícula de las emulsiones, esto se realiza por medio de un analizador de partícula Malvern Droplet and Particle Size Analyzer, Series 2600

3.6. PRUEBA SENSORIAL

Se realizó una prueba sensorial por medio de un método afectivo aplicando una prueba de nivel de agrado a consumidores. El objetivo es localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca la bebida patrón, y determinar si existe diferencia significativa entre las muestras, siendo el emulsificante la única variable entre ellas. Se utilizó un cuestionario con una escala estructurada con nueve descriptores en los cuales se puntualiza la característica de agrado desde me disgusta muchísimo hasta me gusta muchísimo, según la Figura 1. El número de juicios a obtener de una población normal es igual a 100, aplicando un análisis de varianza y prueba de Duncan para el análisis de datos. (5)

CUESTIONARIO

INSTRUCCIONES:

PRUEBA CADA UNA DE LAS BEBIDAS, Y MARQUE CON UNA "X" EN LA ESCALA, CUANTO LE GUSTO



FIGURA 1

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS GOMAS

La calidad del producto terminado esta relacionado directamente a la calidad de la materia prima, he aquí la importancia de tener que identificar la goma de mezquite dando así una descripción de esta misma como se hace para la goma arábica certificando su calidad. En la Tabla 12, se muestra la comparación de lo reportado en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos⁽¹⁰⁾ y lo obtenido experimentalmente por nosotros para cada goma.

En cuanto a la humedad tenemos que los valores obtenidos experimentalmente son alrededor de la mitad de lo reportado en la literatura, esto es favorable ya que el contenido de la humedad nos da una idea en la vida de anaquel de la goma, es decir a menor humedad mayor podría ser la vida de anaquel de las gomas.⁽¹⁶⁰⁾

TABLA 12

COMPARACION FISICA Y QUIMICA DE LOS DATOS EXPERIMENTALES DE LA GOMA DE MEZQUITE Y GOMA ARABIGA CON LOS DATOS TEORICOS

	DATOS TEÓRICOS*		DATOS EXPERIMENTALES	
	ARABIGA	MEZQUITE	ARABIGA	MEZQUITE
COLOR EN POLVO	Blanco amarillento	Amarillo ámbar al moreno obscuro	Blanco	amarillo ámbar
OLOR EN POLVO	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
SABOR EN POLVO	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
SOLUBILIDAD EN AGUA	Muy soluble	Muy soluble	Muy soluble	Muy soluble
SOLUBILIDAD EN ALCOHOL	Insoluble	Insoluble	Insoluble	Insoluble
pH	4.5-5.5	4.2-4.55	4.75	4.33
% Humedad	15**	12**	9.33	6.41
% Cenizas totales	4	3	4	2.5
% Cenizas insolubles en ácido	0.5	0.5	0.5	0.12
Ceenizas insolubles en agua (mg)	50	200	40	150
% Materia insoluble	1**	No reportado	0.053	0.096

*Fuente FARMACOPEA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 1974

** Máximo

Los datos de cenizas en la goma arábica nos dan los mismos valores experimentales que los reportados, para la goma de mezquite, los datos son menores a los de la goma arábica y el dato experimental nos da ligeramente menor que lo reportado (11).

En cuanto a la materia insoluble en agua, la goma de mezquite tiene más que la goma arábica lo cual podría dejar un sedimento al fondo de la emulsión, que principalmente podría deberse a parte de la corteza del tronco del árbol. Ya que por ser la goma muy dura, se incrusta en esta y al ser arrancada podría llevarse parte de esta.

Para una rápida identificación de las gomas se realizan las pruebas que muestran en la Tabla 13. Con subacetato de plomo la goma arábica forma un precipitado blanco floculento, lo contrario que la goma de mezquite así que los datos obtenidos experimentalmente concuerdan con lo reportado en la literatura.

La prueba de precipitación con cloruro férrico indica la presencia de taninos, en la goma de mezquite no se precipita indicando que no contiene taninos, la goma arábica si precipita, por lo que si contienen taninos. La ausencia de taninos es importante ya que estos pueden dar un sabor astringente al producto, nuevamente nuestros datos concuerdan con lo reportado en la literatura.

En la prueba de yodo las dos gomas dan negativa lo que indica que no se tienen coloración alguna al agregárselo a las gomas y que por lo tanto no hay presencia de almidones, que se usan como adulterantes. (7, 11)

TABLA 13

	DATOS TEÓRICOS*		DATOS EXPERIMENTALES.	
	ARÁBIGA	MEZQUITE	ARÁBIGA	MEZQUITE
SUBACETATO DE PLOMO	Precipitado flocculento blanco	No precipita	Precipitado flocculento blanco	No precipita
CLORURO FÉRRICO	Precipita	No precipita	Precipita	No precipita
PRUEBA DE YODO	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

*Fuente FARMACÓPEA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, 1974

4.1.1. INTERPRETACIÓN DE LOS ESPECTROS AL INFRARROJO

Según datos reportados en la literatura⁽³⁴⁾, se sabe que la composición química de la goma arábica y mezquite es similar, como se puede apreciar en la Tabla 14, se observa que una diferencia es que es el ácido glucorónico de la goma de mezquite está metilado.⁽³⁴⁾

TABLA 14

	ARÁBIGA	MEZQUITE
COMPOSICIÓN	L-arabinosa L-ramnosa D-galactosa ac D-glucorónico	L-arabinosa L-ramnosa D-galactosa ac D- metil-glucorónico

Los espectros al infrarrojo obtenidos de los emulsificantes estudiados, se presentan en las Figuras 2, 3 y 4. Se observa que las principales bandas de absorción de dichos espectros, son en las mismas zonas, lo que sugiere y comprueba que tienen los mismos grupos funcionales, (Ver Tabla 15), lo que varía es que se encuentran en diferente proporción debido al tamaño de los picos.

El espectro de Purity gum tienen sus bandas más definidas, probablemente por no ser mezcla de compuestos, además de tener los picos de adsorción de menor tamaño, lo que nos puede dar una idea de su peso molecular.

En general todos los emulsificantes tienen una banda de absorción mayor en la banda de los hidroxilos que de carbonilos y que de metilos y metilenos.

TABLA 15

	GRUPO FUNCIONAL	MAXIMOS DE ABSORCIÓN	λ (cm^{-1})
A	-OH	Grupos Hidroxilo	3200-3600 y 1051-1100
M	-CH ₃ , -CH ₂ -	Metilos Y Metilenos	2960-2870 y 1380-1460
T	(CH ₃) ₃ -CH ₂ -	Metilos unidos a Metileno	1380
C	=C=O	Grupo Carbonilo	1650-1850
E	R-O-R	Éteres	1050-1270

Los grupos hidroxilo de los alcoholes se encuentran produciendo una banda de absorción ancha en la región $3200-3600\text{ cm}^{-1}$. Las bandas de absorción de metilos y metilenos se observan por debajo de $2960-2870\text{ cm}^{-1}$, además de una banda de deformación de $1380-1460\text{ cm}^{-1}$.

El grupo carbonilo da una señal de absorción entre $1650-1850\text{ cm}^{-1}$. Entre $1050-1270\text{ cm}^{-1}$, tenemos fuertes bandas de absorción lo cual indica la presencia de éteres. Alrededor de 1380 cm^{-1} , absorben los grupos metilos unidos a metileno pareciendo estar en forma de terbutilos, por tener desfasados los picos de absorción, aunque no se aprecian fácilmente.

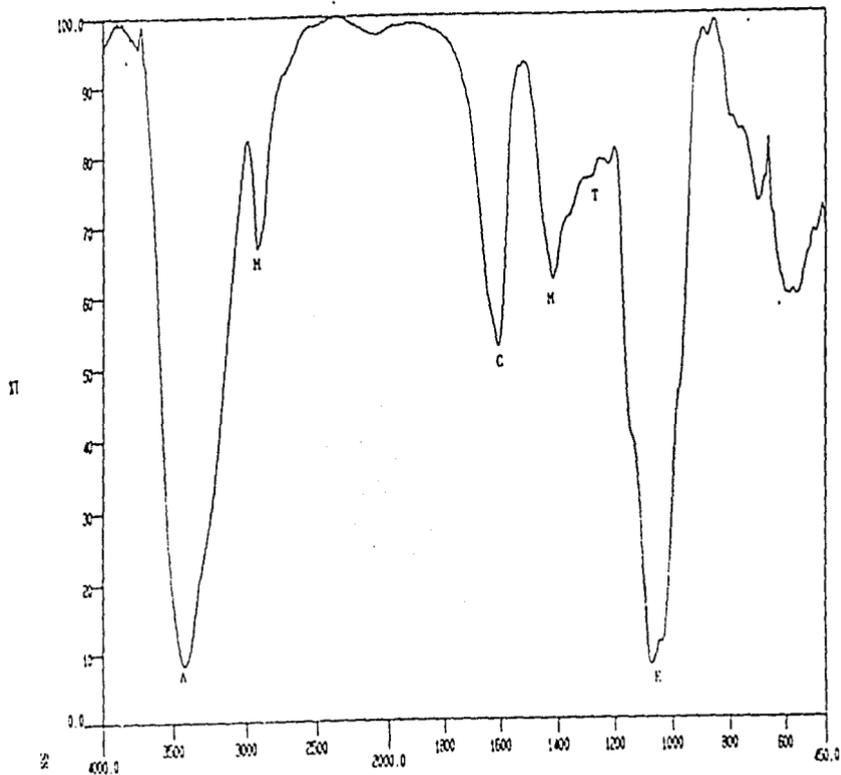


FIGURA 2.- ESPECTRO DE INFRAROJO

D-1

ACQU ARABICA

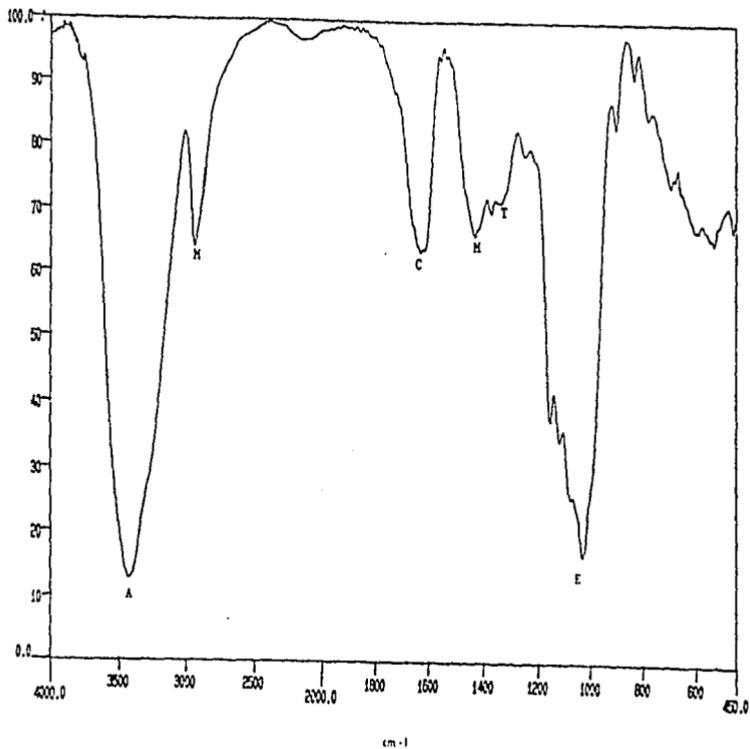


FIGURA 3.- ESPECTRO DE INFRAROJO

CORA DE MEQUITE

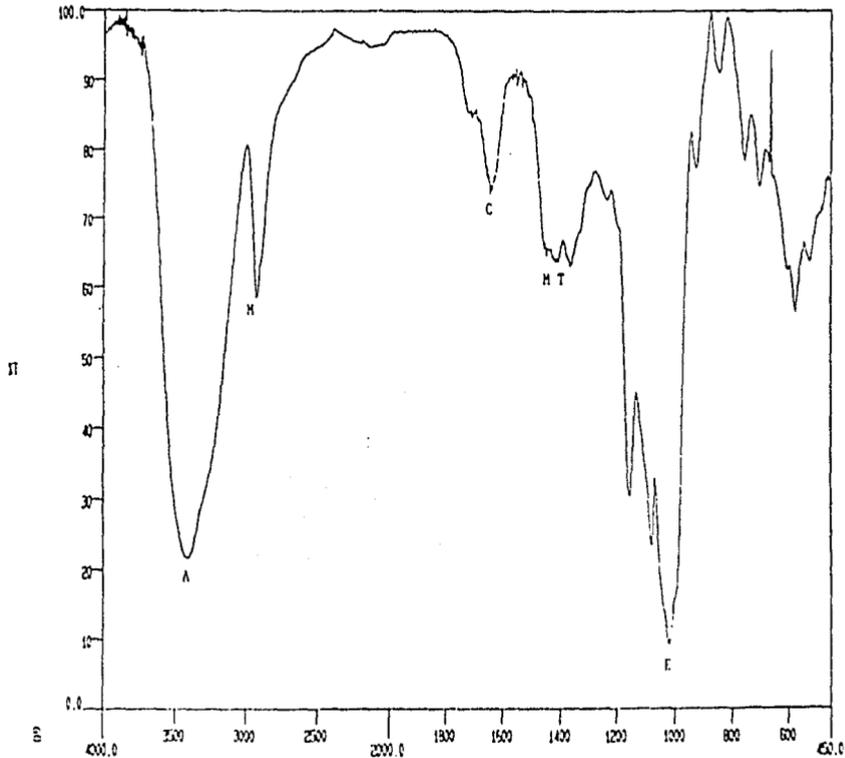


FIGURA 4.- ESPECTRO DE INFRAROJO

PURITYLGM

DI-1

4.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS EMULSIFICANTES HIDRATADOS.

Las características físicas de los emulsificantes afectan directamente a la emulsión y sobre todo a la bebida patrón. Al ser Purity gum menos soluble, al hidratarla por completo tardaría más que la goma de mezquite y mucho más que la goma arábica, además de producir demasiada espuma lo que podría derramarse de la tolva de hidratación al momento de homogeneizar la emulsión. Los datos de la Tabla 16 nos da una idea del comportamiento y características de los emulsificantes con los que se trabajó.

TABLA 16

	ARABIGA	MEZQUITE	PURITY GUM
COLOR	Ligero amarillento	Café obscuro	Amarillo claro
TRANSLUCIDA	Poco	No	Si
COLOR	Ideal	Intenso	Ligero
SOLUBILIDAD	Muy soluble	Poco soluble	Menos soluble
OLOR	Nulo	A hierba seca	Nulo

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS EMULSIONES BASE

En la Tabla 17 se muestran los resultados obtenidos para color y espuma de las emulsiones base preparadas con los 3 emulsificantes a estudiar. Para evaluar la intensidad de color se tomaron en cuenta para el Color: 1= tenue, 2=ideal 3=Ligero intenso, 4=Intenso, para la Espuma: 1=Ideal, 2=Poco, 3=Mucha, 4=Abundante

TABLA 17

EMULSIFICANTE	INTENSIDAD DE COLOR	CANTIDAD DE ESPUMA
ARÁBIGA	2	1
MÉZQUITE	4	2
PURITY GUM	1	4

A simple vista se observa que las emulsiones mostraron características físicas diferentes tanto en color como en espuma, para esto se tomó como referencia y emulsión ideal a la preparada con goma arábica, la goma de mezquite mostró mayor intensidad de color y poca espuma; la emulsión con Purity gum muestra una presencia abundante de espuma y un color más ligero, más brillante

En el caso de la goma de mezquite no es mucha la diferencia respecto a la espuma que se obtiene con goma arábica. En cuanto al color puede decirse que la

goma de mezquite presenta un color más intenso, lo cual podría afectar a la bebida patrón y por lo tanto la aceptación por el consumidor.

4.2.1. pH, VISCOSIDAD Y TAMAÑO INICIAL DE PARTÍCULA DE LAS EMULSIONES BASE

En la Tabla 18, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas del pH y tamaño inicial de partícula de las emulsiones base con goma arábica y con goma de mezquite, donde podemos ver que son muy similares, sin embargo el pH obtenido con Purity gum es 23% menor que el obtenido en las otras dos emulsiones base

En el mismo cuadro se presentan los resultados de viscosidad y tamaño de partícula, en donde la viscosidad obtenida en las emulsiones con goma de mezquite es más del doble que las obtenida con goma arábica y casi 6 veces mayor que al utilizar Purity gum, esto es debido principalmente a la diferencia del peso molecular de dichos emulsificantes, ya que la goma de mezquite tiene un peso molecular de los 5,000,000 Daltons, el de la goma arábica es de alrededor de 250,000 Daltons(4), y el Purity gum dado que es un almidón se considera un polisacárido lineal con un peso molecular cerca de 180,000 Daltons, mucho menor al de la goma arábica y goma de mezquite

TABLA 18

	VISCOSIDAD	pH	TAMANO INICIAL PARTICULA
	Cps		μ^1
Arábigo	31 25	3 44	1 90
Mezquite	78 25	3 45	2 00
Purity gum	12 50	2 65	1 52

Se dice que la viscosidad alta que presentan las emulsiones con goma de mezquite podría explicarse porque las capas de goma alrededor de las gotas de aceite son de un grosor mayor debido a su alto peso molecular ⁽²⁰⁾ y a su estructura más flexible, lo cual promueve la tasa de floculación de las gotas y las interacciones interfaciales.⁽³⁴⁾

Dado que las moléculas de las gomas arábigo y mezquite son ramificadas y esféricas, cuando se absorben en la interfase no pueden extenderse en ella como lo podría hacer las moléculas de un almidón como el Purity gum, debido al impedimento estérico. En consecuencia tienden a brindar un denso empaquetamiento molecular en la interfase aceite-agua, debido a su fuerte naturaleza, la mayor parte de su moléculas se proyectan dentro de la fase acuosa, existiendo una mayor posibilidad de que las moléculas absorbidas adyacentemente interactúen, se entrelacen y formen películas interfaciales resistentes, y por el contrario el Purity gum tiende a formar películas interfaciales débiles.⁽³⁴⁾ Debido a lo

antes mencionado es lógico pensar que al tener la bebida patrón un pH bajo se tiene un tamaño de partícula grande.(Figura 5) y una viscosidad alta, (Figura 6), en relación al peso molecular del emulsificante.

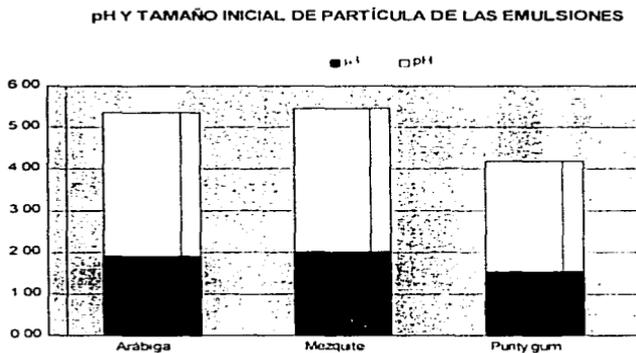


FIGURA 5

VICOSIDAD DE LAS EMULSIONES BASE

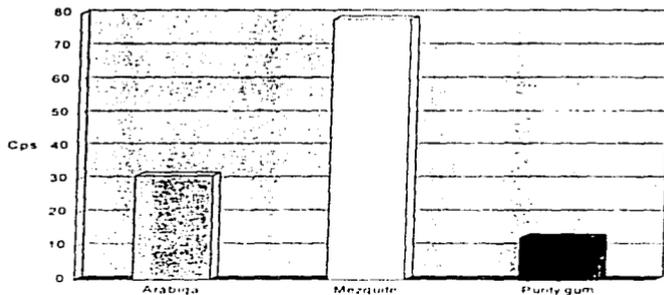


FIGURA 6

4.2.2. TAMAÑO DE PARTÍCULA CON RESPECTO AL TIEMPO

La Tabla 19 muestra los resultados del tamaño de partícula promedio obtenido de las emulsiones base con cada uno de los emulsificantes utilizados con respecto al tiempo, desde 0 hasta 6 días.

TABLA 19

Día	Arábica μ^1	Mezquite μ^1	Purity gum μ^1
0	1.92	2.00	1.52
1	1.92	2.00	1.54
2	1.93	2.01	1.58
3	2.02	2.02	1.60
4	2.13	2.02	1.63
5	2.18	2.03	1.75
6	2.20	2.03	1.76

Al tener la goma de mezquite una composición similar a la de la goma arábica, el tamaño de partícula obtenido a los 6 días es similar en ambas gomas. Las emulsiones con Purity gum mantuvieron un tamaño de partícula menor, esto se puede apreciar mejor en la Figura 7.

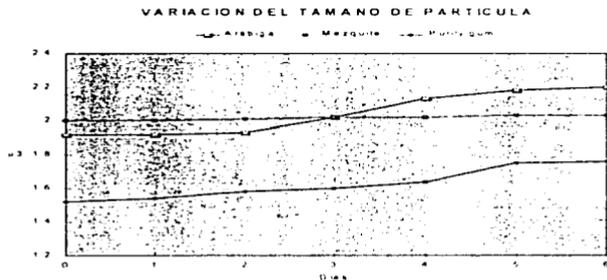


FIGURA 7

Existe poca variación en el tamaño de partícula de la goma de mezquite, en comparación de la goma de arábigo y de Purity gum en el cual se observa que su tamaño de partícula aumentó más de tamaño a pesar de iniciar con el menor tamaño, con estos datos podemos relacionar la capacidad emulsificante y las propiedades de estabilización con el tamaño de partícula de cada emulsificante; es decir a mayor tamaño de partícula con respecto al tiempo, se espera menor estabilidad de la emulsión

La goma de mezquite al tener una composición similar a la de la goma arábigo llega a tener sus ventajas como emulsificante^(33, 36), por presentar similitud en sus propiedades como tal, lo que es razonable conducir un paralelismo entre los mecanismos de estabilización de la emulsión entre dichas gomas. Sin embargo aún no está claramente establecido el porque las moléculas de dichas gomas, que están prácticamente libres de grupos lipofílicos, muestran una actividad superficial tan marcada y por cual mecanismo se anclan a la interfase⁽³⁴⁾, no obstante como se menciona anteriormente en las emulsiones se forma un sistema entrelazado tridimensional debido a las interacciones paralelas a la superficie entre moléculas adyacentes absorbidas en la interfase, que después puede transformarse en una estructura tipo gel, y también puede ser que formen una multicapa⁽³⁵⁾.

Se determinó la tasa de coalescencia de las emulsiones con el fin de obtener el tiempo que tardan las gotas de aceite en juntarse (en coalescer), y por lo tanto romperse la emulsión; para esto se gráfica el $\ln N_t$ vs. Tiempo (de 6 días), donde N_t

esta relacionado con la fracción volumétrica de la fase oleosa y el tamaño promedio de la partícula de aceite en cierto tiempo, como se explica el punto 3.4 del capítulo III.

En las Figuras 8,9,10, se observa la coalescencia, la cual se obtiene transformando la pendiente de días a segundos para todas las emulsiones y para cada tipo de emulsificante. Se obtuvo en la regresión lineal con un coeficiente de correlación del orden de 0.95 en el mínimo de los casos, lo cual es indicativo de que por lo menos un 95% de los datos entran en la línea de regresión, por lo tanto al calcular la pendiente a partir de la ecuación de la recta $y = mx + b$, se obtiene la Cinética de Coalescencia con seguridad en nuestros datos.

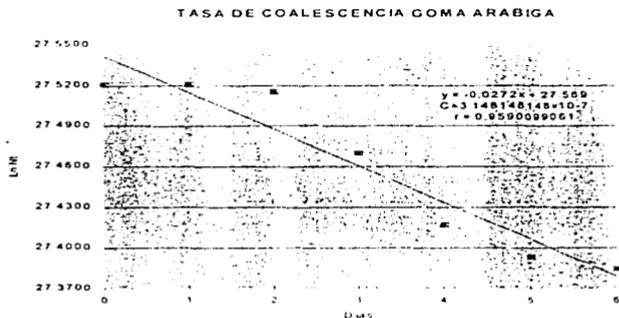


FIGURA 8

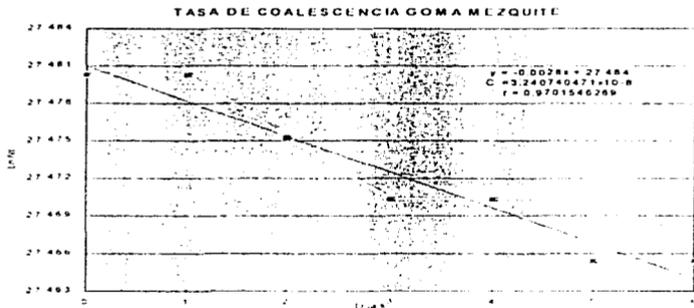


FIGURA 9

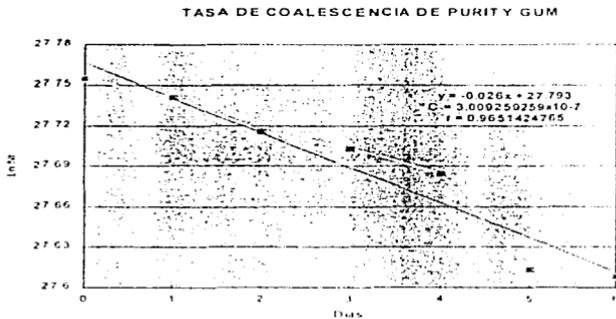


FIGURA 10

La Tabla 20 muestra los valores promedio de la cinética de coalescencia de cada una de las emulsiones, siendo la emulsión con goma de mezquite la que presenta una estabilidad mayor, por tener un valor de 10^8 segundos.

TABLA 20

	CINÉTICA DE COALESCENCIA (sg ⁻¹)
Arábigo	3.14554398×10^7
Mezquite	3.28207672×10^8
Purity gum	3.003521825×10^8

Todas las emulsiones mostraron una cinética de coalescencia del orden de 10^7 a 10^8 lo que indica que al estar entre este rango son muy estables⁽³⁸⁾. Existe una correlación muy cercana entre la estabilidad de las emulsiones contra la coalescencia y la elasticidad superficial instantánea de las películas interfaciales formadas alrededor de las gotas por la gomas arábigo y mezquite.⁽³⁴⁾

4.2.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS BEBIDAS PATRÓN

Con el fin de conocer el comportamiento de las gomas arábigo y mezquite en las condiciones a las que fueron preparadas las bebidas patrón, se realizó lo siguiente:

En la prueba de concentración de la goma vs. Viscosidad en Cps, se obtuvo que la goma de mezquite tuvo un comportamiento similar al obtenidos por la goma arábica, sobre todo a la concentración en que son utilizadas en las emulsiones para refrescos que es entre 15 a 20%, Figura 11

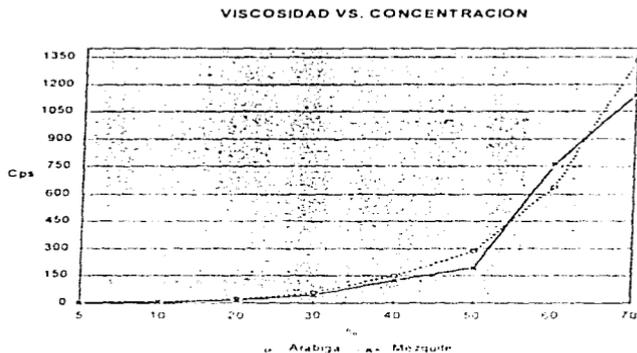


FIGURA 11

De igual manera, se obtuvo que al aumentar la temperatura la viscosidad de la emulsión de ambas gomas tiene un comportamiento paralelo; a mayor temperatura, menor viscosidad, pero la goma de mezquite presenta mayor viscosidad sobre todo a la temperatura de trabajo de 20-25°C, esto afecta

directamente a la estabilidad de la emulsión, es decir si se tiene mayor viscosidad, se tiene mayor estabilidad en la emulsión ya que se retarda la coalescencia entre los glóbulos de grasa. Ver Figura 12.

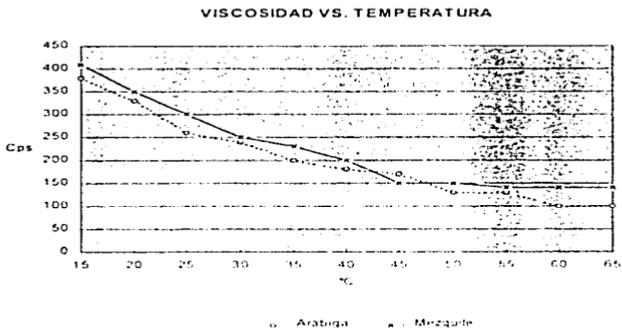


FIGURA 12

El promedio de la dureza del agua de la Ciudad de México, y en especial la utilizada en el proceso de las embotelladoras varía dependiendo de la zona en que se encuentren, pero en general se tiene un 220 ppm como dureza de calcio, por lo que el efecto de los electrolitos como el CaCl_2 , sobre la viscosidad de nuestra gomas es importante.

En la Figura 13 se muestra el efecto obtenido en la viscosidad de las gomas arábica y mezquite conforme varía la concentración de CaCl₂ en agua, a mayor concentración de electrolito, menor viscosidad en la solución, y por lo tanto menor estabilidad de la emulsión

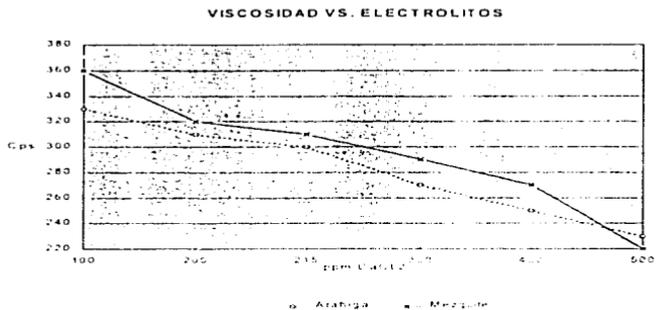


FIGURA 13

4.2.4 VIDA DE ANAQUEL DE LABEBIDA PATRÓN

Se decidió realizar este estudio comparativo con las emulsiones sabor toronja, por ser el sabor de la bebida en la que Embotelladora Aga de México tiene menor vida de anaquel y en la que mayores problemas en el mercado se tienen, ya que

forma un precipitado a los 8 días, en condiciones normales, que la da un aspecto no deseable para el consumidor y su posible rechazo, sin embargo esto es sólo un aspecto visual, ya que la bebida es desde el punto de vista de sabor y aroma adecuados para su consumo

En las pruebas de vida de anaquel realizadas a las bebidas patrón (refrescos), preparadas con los tres emulsificantes probados, se muestran en la Tabla 21, en la que se presenta el tiempo al cual se formaba un precipitado blanco, que indica la ruptura de la emulsión. La goma arábiga (el emulsificante ideal) formó un precipitado a los 28 días, por lo que es 300% más estable que el Purity gum que actualmente se utiliza como emulsificante, la goma de mezquite formó el precipitado a los 34 días, por lo que es 21.4% más estable que la goma arábiga y 385.75% más estable que el Purity gum, que formó un precipitado a los 7 días.

TABLA 21

TIPO DE EMULSIFICANTE	$t_{1/2}$ DÍAS
Goma arábiga	28
Goma mezquite	34
Purity gum	7

4.2.5 COLOR DE LA BEBIDA PATRÓN

Como una medida del color en la bebida patrón, la cual se preparó con la emulsión para cada tipo de emulsificante, presentando un color ligero amarillo limón, y siguiendo la ley de Lambert y Beer, se puede hacerse una determinación de color, diluyendo 1:10, la bebida y midiendo su absorbancia a 420 nm. En la Tabla 22, se presentan los resultados, en los que tomado el valor obtenido para la bebida con goma arábica como 100%, la bebida con goma de mezquite presentó un 6.3% más de color que la bebida con Purity gum que presenta 6.2% menos color con respecto a la arábica. El beneficio que puede tener esto es que al ser más oscura la goma de mezquite, retardaría la oxidación de los aceites esenciales contenidos en la bebida patrón y por lo tanto mayor vida de anaquel.

TABLA 22

BEBIDA PREPARADA CON EMULSIFICANTE DE:	COLOR 420 nm Abs.
Goma arábica	0.0835
Goma mezquite	0.0888
Purity gum	0.0783

4.3. PRUEBA SENSORIAL

Como se mencionó en el capítulo anterior, se aplicó una prueba de nivel de agrado a 100 consumidores, y los resultados obtenidos se les aplicó el siguiente análisis estadístico.

4.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA POR UNA VÍA

Ho: Arábigo=Mezquite=Purity gum; Ha: no todas las gomas son iguales

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	g.l.	Cuadrados medios	F	Nivel de Significancia
Entre gomas	11 88667	2	5 9433333	4 306	0 0143
Error	409 91000	297	1 3801684		
Total	421 79667	299			

La F calculada es mayor que la F de tablas ($3.00 < 4.61$) a una probabilidad de 0.05, por lo que se rechaza Ho y por lo tanto, existe diferencia significativa entre las muestras. La probabilidad de que las muestras sean iguales es de 1.43%, y con el fin de saber cual de ellas es diferente se decidió hacer un análisis de varianza múltiple.

4.3.2 ANÁLISIS DE VARIANZA MÚLTIPLE.

La prueba de rango múltiple de Duncan sirve para determinar la diferencia entre pares de medias ⁽⁶⁾. En la Tabla 23, muestra que el consumidor detecta una diferencia significativa en las bebidas elaboradas con Purity gum, lo mismo sucede al realizar un contraste entre los emulsificantes utilizados Tabla 24 en donde se encuentra que existe una diferencia del 46% entre usar goma de mezquite y Purity gum, un 37% entre goma arábica y Purity gum y un 9% entre goma arábica y mezquite, lo que significa que entre usar Purity gum y goma de mezquite como sustituto de la goma arábica, el consumidor detecta mucho más la diferencia al usar Purity gum, y si bien detecta una diferencia entre goma arábica y mezquite no es significativa en un 95% de confianza, se podría suponer que la diferencia que detecta el consumidor en las bebidas elaboradas con Purity gum es por el pH inicial de dicho emulsificante ya que es mucho menor que el de las gomas. En la Tabla 25, se muestra la diferencia que existe entre las medias

TABLA 23

GOMA	TOTAL	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
Mezquite (2)	100	6 3800000	*
Arábica (1)	100	6 4700000	*
Purity gum (3)	100	6 8400000	*

Prueba de Duncan con un nivel confianza del 95%

TABLA 24

CONTRASTE	DIFERENCIA
1 - 2	0 09000
1 - 3	-0 37000*
2 - 3	-0 46000*

* Se encuentra diferencia significativa

TABLA 25

Nivel	Medias
Arábigo	6 470000
Mezquite	6 380000
Purty	6 840000

Error estándar 95 %

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas comparativas practicadas a la goma de mezquite, arábica y Purity gum tenemos que:

- En los ensayos de identidad observamos que la goma de mezquite y la goma arábica presentan características muy semejantes, lo que es lógico suponer ya que tiene una composición parecida.

- Al preparar las emulsiones con cada uno de los emulsificantes probados, la bebida con Purity gum presenta mayor espuma que las gomas, y la goma de mezquite presenta un mayor color que las otras dos.

- Al preparar las emulsiones base con cada uno de los emulsificantes probados la viscosidad obtenida fue mayor para la emulsión preparadas con goma de mezquite y la que obtuvo menor viscosidad, fue la preparada con Purity gum. La emulsión preparada con Purity gum dio los valores más bajos de pH y tamaño de partícula que las preparadas con goma de mezquite y goma arábica.

-
- El tamaño de partícula promedio con respecto al tiempo de las emulsiones base fue semejante para goma arábica y goma de mezquite.
 - La cinética de coalescencia obtenida indica que todas las emulsiones base son muy estables, sin embargo la emulsión con goma de mezquite presenta un valor en el rango de 10^8 segundos, lo cual da una mayor estabilidad comparándola con las emulsiones con goma arábica y Purity gum.
 - En la prueba de concentración de goma contra viscosidad de la misma, el comportamiento de la goma arábica y mezquite mostraron comportamientos similares, sobre todo entre 10-20%, que es el rango de utilización en la industria de bebidas carbonatadas. Así mismo la temperatura y los electrolitos como el CaCl_2 tienen un efecto menos marcado en la goma de mezquite que en la goma arábica.
 - Al preparar las emulsiones con cada uno de los emulsificantes probados, la bebida con Purity gum presenta mayor espuma que las otras gomas, y la goma de mezquite presenta un mayor color que las otras dos.

-
- En las pruebas de vida de anaquel, la bebida patrón preparada con goma de mezquite demostró ser estable por 34 días contra 28 y 7 de la goma arábiga y Purity gum respectivamente
 - En las pruebas del color que presentan las bebidas patrón preparadas con cada emulsificante, la bebida con goma de mezquite presenta un color más intenso que la preparada con goma arábiga (6.3% más) y la preparada con Purity gum (6.2% menos).
 - Al realizar la evaluación sensorial de las bebidas patrón con cada emulsificantes y hacer el análisis estadístico de sus datos, se obtuvo que los consumidores detectan una diferencia entre las bebidas preparadas con goma arábiga y Purity gum a un nivel significativo estadísticamente, en cambio sólo se tiene una ligera diferencia (9%) entre las bebidas preparadas con goma arábiga y goma de mezquite, pero no es estadísticamente significativo ese porcentaje de diferenciación.

De lo anterior, podemos concluir que las emulsiones preparadas con goma de mezquite son más estables que las preparadas con goma arábiga y Purity gum. Por lo que la goma de mezquite puede sustituir a la goma arábiga y al Purity gum como estabilizante en la elaboración de bebidas carbonatadas, ofreciendo así una alternativa para dicha industria, inclusive dando mayor estabilidad para el producto

terminado. El Purity gum llega a cumplir con las características que un buen emulsificante podría brindar a este tipo de emulsiones, además de que el consumidor detecta una diferencia significativa en la bebida patrón. Por lo que al utilizarse este debería de modificarse la formulación. Esto no sería necesario si se utiliza la goma de mezquite, además como la goma de mezquite es de más alto peso molecular, esta absorbida por las gotas de aceite en multicapas dando una mejor protección y al ser de un color oscuro puede actuar tanto en la emulsión como en la bebida patrón como un filtro a la luz, y evitar así una pérdida de color, aumentando la vida de anaquel.

La influencia del pH en las propiedades reológicas de las emulsiones es importante ya que al tener un pH bajo se tienen una mayor viscosidad y así una estabilidad mayor, ya que existe una interdependencia entre la estabilidad de las emulsiones de aceite en agua contra la coalescencia.

Además estos resultados nos dan una pauta para tratar de explotar racionalmente el árbol de mezquite fomentando su cultivo y detener el avance del desierto de nuestro país, así como evitar importar goma arábiga. Con esto se tiene incluso la factibilidad de contar con un producto potencial de exportación, amén de generar ingresos económicos en las poblaciones de las regiones desérticas marginadas del país.

5.2 RECOMENDACIONES

Puesto que la goma de mezquite tuvo una cantidad de materia insoluble del casi el doble que la goma arábiga se recomienda filtrar la solución después de disolverla totalmente y esto antes de agregar todos los ingredientes para formar la fase acuosa. Para un certificado de recepción de materia prima se muestra un formato que especifique lo siguiente:

FORMATO CONTROL DE CALIDAD DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

Lote: _____	Realizo: _____	Aceptación o
Cantidad: _____	Fecha: _____	Rechazo: _____
DESCRIPCIÓN FÍSICA	DATOS TEÓRICOS	DATOS DE RECEPCIÓN
COLOR	POLVO AMBAR AL MORENO OSCURO	
OLOR	NEGATIVO	
SABOR	NEGATIVO	
DESCRIPCIÓN QUÍMICA	DATOS TEÓRICOS	DATOS DE RECEPCIÓN
pH	4.2-4.55	
% HUMEDAD	15 MAX	
% CENIZAS TOTALES	4 MAX	
% MATERIA INSOLUBLE	1 MAX	
SUBACETATO DE PLOMO	no precipita	
CLORURO FÉRRICO	no precipita	
SOLUCIÓN DE YODO	positivo	
SOLUBLE EN AGUA	muy soluble	
SOLUBLE EN ALCOHOL	insoluble	

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. **Industrias Ragar, S.A. de C.V.(1980)**
Manual de Materias Primas. Cap. Aditivos y Espesantes.
2. **Hamey, G. G. (1988).**
Diccionario de Química y Productos Cárnicos,
Barcelona España Ed. Omega S A , p 437-438
3. **Chambons.(1988).**
Diccionario científico y tecnológico Vol. 1.
Ed. Omega S A, p.788-789
4. **Fennema. (1993).**
Química de los alimentos. Ed. Acriba. España, p.143-153.
5. **Pedrero y Pangborn. (1989).**
Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos. 1a.ed.
Ed. Alhambra México
6. **Cordova (1992).**
El Mezquite, a punto de la extinción. 24 oct. El Universal
7. **Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos S. S. A.(1974).**
Dirección general de control de Alimentos, Bebidas y Medicamentos.
4a ed., tomo V. P 853-554, México.

-
8. **Química General Aplicada a la Industria, Prácticas de Laboratorio.(1978).** Química del Carbono, Compuestos aliclicos. tomo IV, Ed. Jalust Editores, p 694-695
 9. **Belitz and Grosch. (1991).**
Química de los alimentos. Ed. Acriba, España, p 252-255.
 10. **Quintanar, A. F. (1966)**
Los Desiertos Mexicanos, Mimeógrafo, P 143,122G, México.
 11. **Farmacopea Mexicana de la Sociedad Farmacéutica Mexicana. (1965).**
UNFCC. 6a.ed. Ed. Botas.
 12. **Alcocer, G.V. (1930).**
El Mezquite. In: Anales del Instituto Médico Nacional. TomoV,p 99, México.
 13. **Cariño, P. L (1994).**
El mezquite, una planta común. Natura Tu salud en la naturaleza, Enero, No.202. Ed. Indice S. A. de C.V. p.23-29.
 14. **Food Chemicals Codex. (1981).**
National Academy Press, 3th. De. P. 7 Washington, D.C.
 15. **Baduí, D. S. (1988).**
Diccionario de Tecnología de los Alimentos
Ed. Alhambra, p.138, México.
 16. **Baduí, D. S. (1981).**
Química de los alimentos. Ed. Alhambra. México.

-
17. **Glasstone. (1979).**
Tratado de Química Física, 2a ed. Ed Aguilar. España
 18. **Martinez, D. G. L. C. (1992).**
Tesis, Identificación de sustitutos para Aceite Vegetal Bromado en Bebidas Carbonatadas F. Q. UNAM
 19. **Embotelladora Aga de México S.A. de C.V. (1992)**
Manual Clasificación de las gomas. Laboratorio Central.
 20. **Gómez, Signoret and Abuin,(1970).**
Mezquites y Hiuzeches. Algunos aspectos de la Economía, Ecología y Taxonomía de los géneros. *Prosopis* y *Acacia* en México.
Ed. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México.
 21. **Pine, Hendrickson, Cram, and Hammond (1988).**
Química Orgánica, 4a. ed. Ed. MC Graw Hill. México.
 22. **Bradfor and Am. Ass. (1971-82).**
Colour Index. Soc. Dryers Colorist, Text. Chem/Colourists. 3th. ed. U.S.A.
 23. **Pillips and Woodroof (1974).**
Beverages: Carbonated and Noncarbonated. Westport, Con. The Avi.
 24. **Basu, Dasgupta, P.Ch. and Sircar, A.K. (1951).**
Studies in polyelectrolytes. II. Gum arabate.
J. Colloid Sci. 6, 539.

-
25. **Hirst, E. (1996).**
Review of the chemistry of water soluble gums. In: *Water Soluble Gums and Colloid. S C I Monographs No 24* P 3.
26. **Smith, F. And Montgomery, P. (1959).**
The Chemistry of plant gums and mucilages
Reinhold Publishing Co., N Y
27. **Glicksman, M. And Sand, R.E. (1973).**
Gum arabic. In: *Industrial Gums*. Ed. Whistler, R.L.
2nd. Edition, p. 197. Academic Press, N.Y
28. **Anderson, D.M.W. (1977).**
Water-soluble plant gum exudates. Part 1 Gum arabic.
Process Biochemistry, p.24
29. **Vernón-Carter, E.J., and Sherman, P.(1980 a).**
Rheological properties and application of mesquite tree (*Prosopis juliflora*)
gum 1. Rheological properties of aqueous mesquite gum solution.
J. Texture Studies 11(4),339.
30. **Vernón-Carter, E.J., and Sherman, P.(1980 b).**
Rheological properties and application of mesquite tree (*Prosopis juliflora*)
gum.2. Rheological properties and stability of O/W emulsion containing
mesquite gum. *J. Texture Studies* 11(4),351.

-
31. **Vernón-Carter, E.J., and Sherman, P.(1981 a).**
Rheological properties and application of mesquite tree (*Prosopis juliflora*) gum 3. The influence of mesquite gum on the interfacial tension between oil and water. *J Dispersion Sci Technol* 2(4),381
32. **Vernón-Carter, E.J., and Sherman, P.(1981 b).**
Rheological properties and application of mesquite tree (*Prosopis juliflora*) gum.4. Rheological properties of mesquite gum films at the oil-water interface. *J Dispersion Sci.Techol.* 2(4),399
33. **Vernón-Carter, E.J., and Sherman, P.(1981 c)**
Rheological properties and application of mesquite tree (*Prosopis juliflora*) gum 5. The rheological prperties and stability of corn oil-in water emulsions satabilizaed by blends of mesquite gum and tween 60
J.Dispersion Sci Technol. 2(4),414.
34. **Vernón-Carter, E.J. González, H.E. and Jarquin, C.H.(1986).**
Rheological Properties of mesquite and arabic gum films at the oil-wather interface.In: *Theoretical and Applied Developments in Rheology.* Eds. Rangel-Nafaile, C.,Cruz-Ramos, C.A. and vernoncarter, E.J p.51
Sociedad Mexicana de Rología. México.
35. **Vernón-Carter, E.J., Guzmán, R. And González, H.E. (1984).**
A comparative rehological study between arabic and mesquite gums as emulsifying and microencapsulation agentes. In:*Proc. IX inter. Congress on Rheology.* Acapulco, México. Eds. Mens, B., Carcia- Rejón, A. And Rangel-Nafaile, C. Vol. 4. p. 101.

-
36. **Beristin, C.I. and Vernon-Carter, E.J.(1995).**
Studies on the interaction of arabic (*Acacia senegal*) and mesquite (*Prosopis Juliflora*) gum as emulsion stabilizing agents for spray-dried encapsulates orange peel oil. *Drying Technology* 13(1&2),455.
37. **Moer, W. (1980).**
Las Plantas más útiles que existen en la República Mexicana.
Ediciones Botas. México
38. **Carroll, B.J. (1976).**
The satability of emulsions and mechanisms of emulsion breakdown.
In: *Surface and Colloid Scienc* Vol 9, Ed. Matijevic, E. P.259. Jonh Wiley & Sons, N.Y.
39. **Martinez, M. (1968).**
Las plantas más útiles que existen en la República Mexicana.
Instituto de Biología, UNAM.
38. **Fierr, F. (1986).**
Tesis. Estudio Bromatológico del Mezquite. F.Q., UNAM.
39. **The Merck Index and encyclopedia of chemical Drug and Biological,(1983).** Merck and Co. 10a.ed. E.U A.
41. **Furia, E.T. (1980).**
Handbook of Food Additives.
2a.ed. CRC Press p. 295- 325 E.U.A.

-
42. **Dutton and Unrau (1963).**
Periodato Oxidation of Mesquite Gum.
Canadian Journal of Chemistry. Vol. 41 p.1417.
43. **BANCOMEXT**
Fracción Arancelaria. 1312.20
44. **INEGI**
Centro de Información, Sector manufacturero.
45. **Food Chemicals Codex (1981)**
3th ed. National Academy Press.
46. **Glicksman, and. Schach (1959).**
Gum arabic. In: "Industrial Gums", Eds. Whistler, S and Lester, R.
p. 213, Academic Press, N.Y.
47. **Glicksman, (1962).**
Utilization of natural polysaccharide gums inthe food industry.
Advances Food Res. 11:109.
48. **Glicksman,(1983).**
Gum arabic (Gum acacia). In: Food Hydrocolloids.
Vol II, Glicksman, M. P.7. CRC Press.
50. **Glicksman, M. And Sand, R.E. (1973).**
Gum arabic. In: Industrial Gum. De. Whistler, R.L.
2nd. Edition, p.197. Academic Press, N.Y.

-
51. **Meer, W. (1980).**
Gum arabic. In: Handbook of Water-Soluble Gums and Resins.
Ed. Davidson, R.L. p 8-1. Mc Graw Hill
52. **Tevenet, F. (1980).**
Acacia gum in emulsifiers FFIPP, 15
53. **Anderson, D.M.W.(1977).**
Water-soluble plant gum exudates. Part 1: Gum arabic.
Process Biochemistry, p. 24.
54. **Robelo, A. C. (1904).**
Diccionario de Aztequismos. p 178.
55. **Dickinson, E., Murray, B. S., Stainby, G. And Anderson, D. M. W.(1988).**
Surface Activity and Emulsifying behaviour for some Acacia gum.
Food Hydrocolloids 2 (6), 477
56. **Nepper, D.H. (1977).**
Stearic Stabilization, In: " Colloid and Interface Science", vol. Y
Ed. Kerker, M., Rowell, F.L. y Zettlemoyer, A. C.
p. 930, Academic Press Londres. N.Y.
57. **Fouss, R. M. (1951).**
Polelectrolytes. Disc. Faraday Sec. 11, 125.
58. **Serrallch, J. A., Ward, S. (1953).**
An Absolute Method for the Rigidity Modelus of Getatine Gel.
Proc. 2nd. Intern. Congr. Rheology. 284.

-
59. **Vines, R.A (1960).**
Trees, Shrubs and Woody Vines of the Southwest.
University of Texas Press Austin.
60. **Hart, F.L., Fsher H.J.(1984).**
Análisis Moderno de los Alimentos
Ed. Acribia, España.
61. **Marquez de Cantú M. (1988).**
Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico-Biológicas.
UNAM, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza.
62. **Zapata R., Editores de Bebidas (1966).**
Manual Práctico de Bebidas para la Industria de Refrescos.
Ed. All Americas Publishers Service Inc.
63. **Figueiro, A.A. (1990).**
Mesquite: History, Composition, and Food Uses.
Fod Techonology 11-118.
64. **Bustamente N. P., y Pimemel U.L.(1993).**
Caracterización Físico química de la goma Exudada del Mezquite de
Atocpan y Análisis Químico Comparativo del Mezquite (*Prosopis laevigata*)
de la Ciudad de México, Tehuacan y Atocpan. Tesis
ENEP Zaragoza. UNAM.

CAPITULO VII

APÉNDICES

7.1 APÉNDICE 1

DETERMINACIÓN DE °BRIX

FUNDAMENTO:

Los grados Brix se definen como la cantidad de sólidos disueltos en una solución. Y más específicamente son los gramos de sacarosa por cada 100 ml de solución.

La medición con hidrómetro calibrado es simplemente sumergir una varilla en la solución en donde el volumen desplazado de la solución es igual al peso de la varilla.

MATERIAL Y EQUIPO:

- Hidrómetro calibrado.
- Probeta de 370 mL sin graduación.
- Franela limpia y semi-humeda.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Remover totalmente el CO₂ de la bebida, ya que las burbujas pueden adherirse a la espiga del hidrómetro dando falsos resultados.
- 2.- Vaciar la bebida en la probeta, asegurándose que no quede con espuma
- 3.- Limpiar el hidrómetro con la franela húmeda e introducirlo a la bebida girando suavemente.
- 4.- Dejar que se estabilice, y tomar la lectura en este momento. Verificar que el hidrómetro no roce las paredes de la probeta ya que esto ocasiona falsos positivos
- 5.- Verificar la prueba enjuagando el hidrómetro y secarlo con la franela nuevamente.
- 6.- Hacer la corrección por temperatura de acuerdo con la escala del hidrómetro.

7.2 APÉNDICE 2

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ COMO ÁCIDO CÍTRICO

FUNDAMENTO:

Por definición sabemos que acidez son los mililitros gastados de un alcali capaces de neutralizar los ácidos presentes en una cantidad de muestra dada.

MATERIAL Y MÉTODOS:

- Matraz erlenmeyer de 250 mL
- Pipetas volumétricas de 10 y 15 mL
- Solución valorada de hidróxido de sodio 0.02N.
- Bureta de 50 mL
- Agua destilada.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Tomar 10 mL de la muestra con pipeta volumétrica y pasarlos a un matraz erlenmeyer de 250mL
- 2.- Llevar a un volumen de 50 mL
- 3.- Agregar de 2 a 3 gotas fenolftaleina y titular con hidróxido de sodio, hasta vire del indicador de incoloro a rosa.

CÁLCULOS:

Todos los resultados serán expresados como gramos por litro de ácido cítrico anhidro.

$$\text{ACIDEZ} = \frac{(G \times N \times)}{V} \times 1000$$

Donde:

G= Volumen de NaOH Gastado

Meq= Peso miliequivalente del ácido cítrico anhidro= 0.064

N= Normalidad del NaOH

V= Volumen de la muestra.

7.3 APÉNDICE 3

DETERMINACIÓN DE pH

FUNDAMENTO:

Es una medida de basicidad o acidez de una solución acuosa. Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrogeno.

MATERIAL Y EQUIPO:

- Potenciometro.
- Soluciones Buffer pH 7 y pH 4
- Vasos de precipitados de 100 mL
- Piceta con agua destilada.
- Papel secante.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Conectar el potenciometro y esperar por lo menos 15 min.
- 2.- Calibrar el potenciometro a temperatura ambiente.
- 3.- Vaciar la muestra en un vaso de precipitado.
- 4.- Introducir el electrodo del potenciometro previamente enjuagado con agua destilada y secado con el papel absorbente.

-
- 5.- Liberar la función de pH, oprimiendo el botón de "Standby"
 - 6.- Esperar a que se establezca la lectura, agitando con rotación constante la muestra
 - 7.- Anotar la lectura.
 - 8.- Oprimir nuevamente la tecla de "Standby".
 - 9.- Limpiar el electrodo con agua destilada.
 - 10.- Si se va a realizar otra lecturas repetir los pasos anteriores desde el 4
 - 11.- Dejar sumergido el electrodo en agua destilada.

7.4 APÉNDICE 4

DETERMINACIÓN DE CARBONATACIÓN O CO_2 ,

FUNDAMENTO:

Uno de los factores más importantes que afectan el sabor de la bebida terminada es el contenido de CO_2 ó grado de carbonatación. La carbonatación consiste en incorporar suficiente anhídrido carbónico al agua o bebida terminada a fin de que cuando se sirva de el picante característico de las bebidas carbonatadas.

Las cantidades de gas incorporadas o contenidas en solución son conocidas por el nombre de volúmenes de CO_2 . Cuando un volumen de gas CO_2 medido bajo las condiciones estándar para gases, se disuelve en el mismo volumen dado de líquido, se dice que dicho líquido contiene un volumen de gas CO_2 .

MATERIAL Y EQUIPO:

- Probador de carbonatación
- Termómetro
- Tabla de carbonatación.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Colocar la botella en el medidor de carbonatación tomando las medidas de protección necesarias.
- 2.- Cerrar la válvula de descarga del aparato
- 3.- Insertar el vástago, perforando la superficie de la corona, presionando hacia abajo del probador
- 4.- Inspeccionar que no existan fugas en las tuercas de ajuste o bien en las gomas de probador. Si la aguja del manómetro no baja indica que los sellos están bien ajustados
- 5.- Reducir la presión abriendo la válvula de descarga, hasta que la aguja del manómetro indique cero. En este momento cierre la válvula inmediatamente a fin de que no escape el gas.
- 6.- Agitar vigorosamente la botella hasta que la presión máxima que se indicaba en el manómetro y esta sea constante.
- 7.- Anotar la lectura de la presión máxima y la temperatura a la cual se realizó la determinación (ambas medidas en la misma muestra o botella)
- 8.- Reducir la presión abriendo la válvula de descarga para luego remover el probador de CO₂ de la botella.
- 9.- Hacer la conversión de grado Centígrados a Fahrenheit $F = 1.8 (°C) + 32$
- 11.- Interpolarse los resultados en la tabla de volúmenes de CO₂ y determinar los volúmenes de carbonatación del producto.

CORRECCIÓN DE TEMPERATURAS

40°F	RESTAR	0.1 DE VOLUMEN
50°F	SUMAR	0.0 STANDARD
60°F	SUMAR	0.1 DE VOLUMEN
70°F	SUMAR	0.2 DE VOLUMEN
80°F	SUMAR	0.3 DE VOLUMEN
90°F	SUMAR	0.4 DE VOLUMEN

