

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

CONTROL MICROBIOLOGICO DE LA VISCOSIDAD EN
LIQUIDOS AZUCARADOS

T E S I S

Que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P r e s e n t a

NORBERTA ZARATE BAÑOS.

MEXICO, D. F.

1 9 6 7.



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.

Con respeto y agradecimiento al
DR. ALFREDO SANCHEZ MARRUQUIN,
bajo cuya dirección realizó el
presente trabajo en el Laboratorio
de Microbiología Industrial de la
Facultad de Química.

A LA MEMORIA DE MIS QUERIDOS PADRES.

A MIS FAMILIARES Y MAESTROS.

S U M A R I O

- I.- INTRODUCCION**
- II.- MATERIALES Y METODOS**
- III.- RESULTADOS Y DISCUSION**
- IV.- RESUMEN Y CONCLUSIONES**
- V.- BIBLIOGRAFIA**

CAPITULO I

INTRODUCCION

La resistencia experimentada por una porción de un líquido cuando se desliza sobre otro, se llama viscosidad. La viscosidad de los líquidos varía grandemente; algunos líquidos, como el éter, son muy móviles, mientras que otros, tales como el alquitrán, son extremadamente viscosos. Se ha demostrado experimentalmente, que la fuerza tangencial, f , requerida para mantener una diferencia constante de velocidades entre dos capas paralelas de un líquido en movimiento en el mismo sentido, varía directamente con la diferencia de velocidades, u y el área, A , de la superficie de contacto de las dos capas e inversamente proporcional a la distancia, e , que las separa. es decir: $f = n \frac{Au}{e}$ donde n es un factor de proporcionalidad conocido como el coeficiente de viscosidad. La unidad de viscosidad es el poise; es la viscosidad de un líquido hipotético tal que la fuerza de una dina por centímetro cuadrado origina dos superficies de líquido paralelas de un centímetro cuadrado de área y separadas un centímetro una de otra, deslizándose con una velocidad de un centímetro por segundo. La fuerza requerida para producir ese efecto es considerablemente menor de una dina para los líquidos corrientes, el agua, por ejemplo, tiene una viscosidad de 0, 00895 poise a 25°.(4-7).

La viscosidad de un líquido se mide generalmente obse-
vando el tiempo requerido por un volumen definido del mismo,
para escurrir por un tubo capilar tipo, bajo una diferencia
de presión conocida; un instrumento para medir viscosidades
recibe el nombre de viscosímetro. La ley a la que obedece
el escurrimiento de los líquidos a través de un tubo capi-
lar fué descubierta por Poiseuille; puede expresarse por la
relación:

$$n = \frac{8 \pi r^4 P^2}{5 v l t}$$

donde v indica el volumen del
líquido de viscosidad n , escu-
rriéndose a través de un tubo capilar de longitud l y ra-
dio r , en el tiempo t y bajo la diferencia de presión P .

Si se miden los tiempos de escurrimiento de volúmenes
iguales de dos líquidos, utilizando el mismo capilar y con
la misma diferencia de presión, de la ecuación anterior se
deduce que:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

donde n_1 y n_2 indican los coeficientes de viscosidad de
ambos líquidos, d_1 y d_2 , sus densidades y t_1 y t_2 , sus
tiempos de escurrimiento. Si un líquido de viscosidad co-
nocida se toma como tipo, puede utilizarse la ecuación an-
terior para calcular la llamada "viscosidad relativa" de
otros líquidos. El agua se acepta generalmente como tipo
de referencia en las determinaciones de viscosidades rela-
tivas.

Para calcular la viscosidad relativa de un líquido
referida al agua, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{\eta_1}{1} = \frac{d_1 t_1}{d_w t_w}$$

Los símbolos η_1 , d_1 y t_1 indican la viscosidad, densidad y tiempo de escurrimiento respectivamente, del líquido que se investiga y d_w y t_w la densidad y tiempo de escurrimiento del agua.

Las viscosidades relativas pueden transformarse en viscosidades absolutas multiplicando la viscosidad relativa por la viscosidad absoluta del agua a la misma temperatura. (3-4)

Disolución de moléculas de cadena larga.- Si η es la viscosidad de una disolución de concentración c , p. ej., en gramos por 100 ml. y η_0 es la del disolvente puro, la cantidad $(\eta - \eta_0)/\eta_0$ se denomina la viscosidad específica de la disolución, η_{esp} . El valor de η_{esp}/c no varía grandemente con la concentración, sino que es aproximadamente una función lineal de la última variable, y la extrapolación a concentración cero da lo que se conoce como viscosidad intrínseca, $[\eta]$. En disoluciones de moléculas de cadena larga tales como compuestos polímeros, en disolventes inertes, p. ej., benceno o tetracloruro de carbono, la viscosidad intrínseca está relacionada con el peso molecular medio M de la sustancia disuelta por una expresión de la forma

$$[\eta] = K M^a,$$

donde K y a son constantes para una serie dada de compuestos de cadena larga.

El instrumento usado en la determinación de las viscosidades de este trabajo fue el viscosímetro de Ostwald que consiste esencialmente en una ampolla A con una marca arriba (x) y otra abajo (y), unida a un tubo capilar B y a una ampolla depósito C.

Se introduce en C un volumen definido del líquido, que se succiona hasta A, y se observa el tiempo t que tarda el líquido en fluir entre las señales x e y; el experimento se repite con otro líquido. La presión que en un instante cualquiera espuja el líquido a través del capilar B es igual a $h\rho g$, donde h es la diferencia en altura entre los niveles del líquido en las dos ramas; ésta varía durante el experimento, pero como en cada caso los valores inicial y final son los mismos, es evidente que la presión aplicada será proporcional a la densidad ρ del líquido. Por tanto, como se emplean los mismos tubos capilares, es decir, r y l son constantes y en cada caso fluye la misma cantidad de líquido, se deduce de la fórmula:

$$n = \frac{\rho r^4 l}{8 \eta v t} \quad \text{que para dos líquidos 1 y 2, } n_1/n_2 = \rho_1 t_1/\rho_2 t_2,$$

donde t_1 y t_2 son los tiempos del flujo. (5-6).

Leuconostoc mesenteroides.

El género Leuconostoc se presenta en forma de cocos Gram positivos, inmóviles, a veces ligeramente alargados. Crecen en medios ordinarios, pero mejor en medios con agua de levaduras o extractos vegetales. Fermentan la levulosa con formación de manitol.

Leuconostoc mesenteroides, pertenece a la familia Coccaceae, tribu Streptococcaceae, género Leuconostoc, especie mesenteroides.

Morfología. Es una bacteria que mide 0.9 a 1.2 micras de diámetro y se presenta en cadenas cortas o largas. En una solución de sacarosa las cadenas están rodeadas por una gruesa cápsula mucosa, incolora; la cápsula mucosa está formada por un anhidrido de monosacárido, es incapaz de formar esta cápsula directamente a partir de glucosa y fructosa. La temperatura óptima se encuentra alrededor de los 27-28° C y la bacteria puede desarrollarse aún a 5° C.

Leuconostoc mesenteroides fermenta la sacarosa produciendo dextrana como derivado de dicha fermentación la que se ha considerado productora de la viscosidad.

No fermenta el manitol. (1-10)

o

Zymomonas mobilis.

Pertenece al orden Pseudomonadales, familia Pseudomonadaceae, género Zymomonas, especie mobilis. (2).

Morfología. Presenta células móviles, de forma cilíndrica, corta y ancha, disponiéndose con frecuencia por parejas, con una constricción central o en cadenas de pequeño número de unidades.

La movilidad se debe a los flagelos, los cuales son locomotrices.

Tiene notable tendencia a la formación de cápsulas.

En cultivos más viejos se muestra como bastones alargados con terminaciones redondas de 1.4 a 2 por 4.0 a 5.0 micras.

Es Gram negativa.

Es una bacteria muy importante entre las muchas que intervienen en el proceso fermentativo del pulque.

Bioquímicamente se comporta con acentuada capacidad para fermentar glucosa, levulosa y sacarosa con propiedad de levaduras al producir como resultante CO_2 y etanol.

Tiene capacidad fermentativa, tanto en anaerobiosis como en aerobiosis y además forman ácidos y otros productos de su metabolismo; transforma los aldehídos superiores en los alcoholes correspondientes. Tiene capacidad hidrolítica en sustratos heteroácidos.

La producción de ácido acético está en relación directa a la cantidad de oxígeno que se produce durante el proceso fermentativo, siendo a partir de ácido pirúvico (proveniente de la degradación de la glucosa) mediante la acción enzimática producida por descarboxilación.

Es una bacteria heterofermentativa, es decir, no solo produce ácido láctico, sino también otras sustancias, por lo que la formación de ácido láctico puede ser debida a una reacción de dismutación a partir del ácido pirúvico.

Tiene propiedades terapéuticas que han sido observadas por la administración de cultivos líquidos a pacientes de enterocolitis crónicas de etiología indefinida, así como en casos de cistitis crónica con crisis aguda. (14).

Levadura "A". - Es una bacteria aislada del pulque en el Lab. de Microbiología Industrial de la Facultad de Química, que produce alta viscosidad en diversos líquidos azucarados. Su taxonomía está en estudio actualmente.

RESUMEN DEL TRABAJO.

En el presente trabajo se intenta el control de la viscosidad en un líquido azucarado (aguamiel) mediante la adición de cultivos de los microorganismos: *Lactobacillus mesentericus*, *Streptococcus mobilis*, y Bacteria "A".

Con anterioridad se había observado que estos tres microorganismos intervienen en una u otra forma en el desarrollo de la viscosidad característica de una bebida fermentada ("pulque") obtenida del aguamiel. Por esta razón se ensayó la adición de esos microorganismos al propio aguamiel para observar el desarrollo de la viscosidad típica del pulque que anotamos como "viscosidad hilante" y tratar de que ésta fuera constante en dicho producto.

CAPÍTULO IX

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen.

Las cepas utilizadas en el presente trabajo fueron proporcionadas por el Laboratorio de Microbiología Industrial de la Facultad de Química de la U.N.A.M., denominadas "Bacteria 9A", Leuconium insensibilizado, y Brucella abortus.

Método de cultivo

Utilizáronse los medios con la siguiente composición:

Medio "A"

Agua miel con reductores totales
d
de 8.6 g/100 ml 100 ml

Agar 2 g.

pH 7.2

Esterilizado a 12 libras durante 30 minutos.

Medio "B"

Agua miel con reductores totales
de 8.6 g/100 ml 100 ml

pH 7.2

Esterilizado a 12 libras durante 30 minutos.

Estos medios fueron utilizados para asegurar la pureza de las cepas, para lo cual se preparó el medio "A" en placas, haciendo resiembras en forma de estría, las colonias que crecieron bien en este medio a las 24, 48 y 72 horas, se separaron y resembraron varias veces, determinándoseles su morfología por medio de bacterioscopias; de las colonias ya identificadas, se tomó una muestra y se resembraron los microorganismos en tubos de ensayo que contenían 5 ml. de agua miel o medio "B"; y

En estos se pasaron 3 ml. a matraces Erlenmeyer de 300 ml. que contenían 100 ml. de aguamiel e/u. (medio "B"), procediéndose a incubar durante 24 a 72 horas a 27-28° C.

Para estudiar el efecto de los microorganismos sobre la viscosidad, se procedió a hacer mezclas de ellos para lo que se prepararon 4 matraces de 300 ml. que contenían 100 ml. de aguamiel e/u. (medio "B"), inculándolos en la forma siguiente:

Matras 1.-	5 ml.	del cultivo de	<u>L. mesenteroides</u>	y	
	5 "	"	"	"	Bacteria "A".
"	2.-	5 "	"	"	<u>L. mesenteroides</u> y
		5 "	"	"	<u>Zygomonas mobilis</u> .
"	3.-	5 "	"	"	Bacteria "A" y
		5 "	"	"	<u>Zygomonas mobilis</u> .
"	4.-	5 "	"	"	<u>Leuconostoc mesenteroides</u> ,
		5 "	"	"	Bacteria "A" y
		5 "	"	"	<u>Zygomonas mobilis</u> .

Preparación del sustrato.

Se empleó aguamiel procedente de magueyos pertenecientes al género Agave; colectada en el Estado de Hidalgo; siendo un líquido azucarado que en el momento de ser extraído tiene reacción alcalina, pero al poco tiempo desaparece hasta volverse ácido debido a la fermentación que producen los microorganismos que en ella se encuentran presentes; por lo que en el momento de llegar al Laboratorio se filtraba a través de algodón en un embudo de filtración rápida, se le tomaba el pH el cual se encontraba entre 5.5 y 6.8, para dicha determinación usamos el potenciómetro de Beckman; se le determinaban también los reductores totales encontrándose de 6.3 a 10.8 g/100 ml., para esta determinación se

tomaban 10 ml. de aguamiel que se colocaban en un matras aferado
 de 100 ml., se ponía dicho matras en baño maría, se hidrolizaba
 con 1 ml. de HCl concentrado calentándose hasta $69-70^\circ\text{C}$ durante
 5 minutos, se enfriaba, se neutralizaba y se aferaba a 100 ml.
 procediéndose a la titulación para lo que en un matras Erlenmeyer
 por de 100 ml. se ponían 10 ml. de solución de Fehling (5 ml.
 de solución "A" que contiene CuSO_4 y 5 ml. de solución "B" que
 contiene tartrato ácido potásico y NaOH), agregando unos 20 ml.
 de agua destilada se calentaba a ebullición, y sin dejar de co-
 locar se titulaba con el aguamiel hidrolizado que se colocaba
 en una bureta y se iba agregando hasta momento que se mani-
 fiesta por una coloración roja, considerándose el punto final
 cuando una gota de la muestra hace desaparecer el color del in-
 dicador azul de metileno. (11-12).

Se hacen los cálculos mediante el factor obtenido en la ti-
 tulación de la solución de Fehling realizada con una solución de
 glucosa seca (5 g. en 1000 ml. de agua destilada), efectuando los
 cálculos en la forma siguiente:

$\frac{1}{1000}$ alfo. x 5

1000

En donde la alfozeta era la cantidad de solución
 gastada en la titulación de 10 ml. de Fehling (5 ml. de la so-
 lución "A" y 5 ml. de la solución "B"), y para obtener el % de
 reducciones totales se usó la fórmula:

$\frac{1}{1000} \times \frac{\text{alfo.}}{\text{alfo.}}$

Donde F = factor del Fehling; afere igual a 100; alfo. cantidad que se gastó para la titulación; E_0 era la muestra original o sea 10 ml.; y 100 era para relacionarlo al %.

A la vez se conservaba el agumiel en garrafones de vidrio con tapa de algodón y se esterilizaba por el método de tyndallización, conservándose así hasta el momento de usarse.

Para el objeto de muestras experimentales se seleccionaba el agumiel que contenía reducidos más altos que los decedidos y se procedía a ajustarlo: mediante dilución; el pH se ajustaba si era necesario, con NaOH al 10% y en los casos en que se adicionaba CaCO_3 , se usó éste al 1%, validándose para ello del potenciómetro de Beckman, después de estos procedimientos se colocaban 100 ml. de agumiel en matraces Erlenmeyer de 300 ml. se tapaban con algodón y se esterilizaban colocándolos en el refrigerador y sacándolos de él 2 horas antes del experimento para que tomaran la temperatura ambiente.

Teniendo preparado ya el sustrato y el inóculo se sembraba en una serie de matraces tomando las precauciones de asepsia para lo cual se empleaba un cuarto esterilizado con luz ultravioleta; inmediatamente se procedía a incubarlos en forma estática a una temperatura de 28°C ; siendo el tiempo de incubación el mismo al cual se deseaba hacer el experimento (24, 48 ó 72 horas), después del cual se determinaban: densidad por medio de la balanza de Mohr, tiempo de ocurrencia en el viscosímetro de Oswald, datos que nos servían para determinar las viscosidades absoluta mediante la fórmula:

$$\eta_{Pr} = \frac{m_{H_2O} \times t_{Pr} \times d_{Pr}}{t_{H_2O} \times d_{H_2O}}$$

$$t_{H_2O} \times d_{H_2O}$$

Relativa mediante la fórmula:

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_1}{v_2}$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

o en algunos casos la especifica mediante la fórmula:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Se determinará el pH final en el mismo potenciómetro de
Helmholtz, así como los redoxímetros totales finales en la misma
forma que se determinaron las iniciales, cuyos resultados
se consignarán en las tablas de la I a la VII.

CAPÍTULO XII

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla I muestra los resultados obtenidos respecto a la viscosidad, pH y reducciones totales al fermentar el líquido con una mezcla de L. mesenteroides y Bacteria "A". Como puede apreciarse, no aumentó la viscosidad hilante en ninguno de los casos, independientemente del pH inicial del sustrato. Las viscosidades absoluta y relativa variaron en torno a 1.5 cps.; la específica entre 0.49 y 0.64. Aparentemente, el factor limitante para el desarrollo de la viscosidad que se buscaba fue la baja concentración de azúcares iniciales (6.3 %). Esta mezcla bacteriana no se ensayó en presencia de reducciones totales más altas.

Los datos de la Tabla II confirman todos estos resultados, con un contenido inicial de reducciones totales de 6.3 %, independientemente del pH inicial, pero empleando una mezcla bacteriana compuesta de L. mesenteroides y Synomonas mobilis. Iguales resultados se obtuvieron con la mezcla de Bacteria "A" y S. mobilis, que no se consiguen en esa Tabla.

En vista de los resultados anteriores se elevó la concentración inicial de reducciones totales a 8.0-8.6 y las pruebas se realizaron a diferente pH inicial (4.4-6.9). Los resultados, que se indican en la Tabla III se refieren a la mezcla de S. mobilis y Bacteria "A" y revelaron que es posible lograr la viscosidad hilante deseada, independientemente del pH inicial. Dicha viscosidad correspondió a 0.4-0.6 cps., pero desaparece a las 72 hr. en la mayoría de los casos.

En la Tabla IV se muestran los resultados obtenidos empleando la mezcla de S. mobilis y Bacteria "A" en el mismo sustrato de los experimentos anteriores, pero adicionando de 1 % de caseína, para 13

servar la influencia del calcio sobre la estabilidad de la viscosidad hilante.

Los datos revelaron que dicha adición no influye extensivamente sobre la estabilidad, aún variando el pH inicial del medio, sino al contrario, puede ser un factor de inhibición.

En vista de que no se obtuvieron resultados satisfactorios con las mezclas bacterianas dobles, se ensayó una mezcla triple constituida por *A. nabilis*, *L. mesenteroides* y Bacteria "A".

Los datos de las Tablas V y VI, referentes a la influencia del pH y del CaCO_3 al 1 %, respectivamente, comprobaron las observaciones ya indicadas para la mezcla bacteriana doble, es decir, se logra la viscosidad hilante deseada, pero desaparece a las 72 h., independientemente del pH, siempre que la concentración inicial de reductores totales fuera de 8.6 g.

Finalmente, para aclarar un poco más la influencia de la concentración inicial de reductores totales a un mismo pH inicial de 4.4, se ensayaron concentraciones de 1 a 8% de azúcares, empleándose como en los casos anteriores la mezcla bacteriana triple, ya indicada. Los resultados que se resumen en la Tabla VII revelaron que las concentraciones iniciales de azúcares de 4.0, 6.0 y 8.0 permitían el desarrollo de la viscosidad hilante deseada y que ésta se mantenía constante hasta el término de las 72 h., siendo más constantes los resultados cuando la concentración inicial de reductores era de 8 g %.

Tabla 1.- pH, reductores totales y viscosidad a las 72 horas de un líquido fermentado con una mezcla de *Lactobacillus plantarum* y bacteria "A".

pH	Reductores totales		Viscosidad hilitada (operación)	Viscosidades (centipoises)	
	Iniciales	Finales		Absoluta 72 horas	Relativa 72 horas
4.2	6.3	---	(-)	1.4773	1.5786
4.5	"	---	(-)	1.4969	1.6017
5.0	"	---	(-)	1.5097	1.6346
5.5	"	3.005	(-)	1.4009	1.4009
6.8	"	---	(-)	1.5360	1.6022

Tabla II.- pH, reductores totales y viscosidad a las 72 horas, de un líquido fermentado con una mezcla de Leucostoma mesenteroides y Lyngbya mobilis.

pH		Reductores totales %		Viscosidad hilante (aparente)			Viscosidades (centipoises)		
Inicial	Final	Iniciales	Finales	H o r a s			Absoluta	Relativa	Específica
				24	48	72	72 horas	72 horas	72 horas
4.2	4.6	6.3	—	(-)	(-)	(-)	1.3021	1.3914	0.3914
4.5	4.65	"	—	(-)	(-)	(-)	1.2911	1.3796	0.3797
5.0	4.75	"	—	(-)	(-)	(-)	1.2847	1.3728	0.3728
5.5	4.85	"	0.540	(-)	(-)	(-)	1.2313	1.3157	0.3158

Tabla III.- Influencia de los reductores totales y el pH sobre la viscosidad. Mezcla de Bacteria "A" y *Zygospora fabillia*.

pH		Reductores totales		Viscosidad hilante (aparente)			Viscosidades (centipoises)			
Inicial	Final	Iniciales	Finales	H o r a s			Absoluta		Relativa	
				H o r a s			H o r a s		H o r a s	
				24	48	72	24	48	24	48
4.4	4.3	8.0	1.105	(+)	(+)	(+)	0.4589	0.5393	0.4903	0.5762
4.4	4.2	8.6	1.068	(+)	(+)	(+)	0.3772	0.4461	0.3710	0.4767
5.1	4.3	8.6	1.060	(+)	(+)	(-)	0.4521	0.5923	0.4834	0.6329
5.6	4.5	8.6	1.169	(+)	(+)	—	0.4882	0.4914	0.5216	0.5251
6.0	4.5	8.6	0.671	(+)	(+)	—	0.5643	—	0.6030	—
6.2	4.3	8.6	1.125	(+)	(+)	—	0.5614	0.4502	0.5464	0.4810
6.9	4.4	8.6	1.198	(+)	(+)	—	0.5728	0.5540	0.6120	0.5920

Tabla IV.- Influencia de la presencia de CaCO_3 al 1%, sobre la viscosidad de un líquido fermentado con la mezcla de Bacteria "A" y *Zymomonas mobilis*.

pH		Reductores totales		Viscosidad hilante (aparente)			Viscosidades (centipoises)			
Inicial	Final	Iniciales	Finales	Horas			Absoluta		Relativa	
				24	48	72	Horas	Horas	24	48
4.4	4.2	8.6	1.073	(+)	(+)	(-)	0.3731	0.3762	0.3986	0.4020
5.35	4.5	"	1.084	(+)	(+)	(-)	0.5694	0.5313	0.6064	0.5677
5.4	4.0	"	1.133	(+)	(+)	(-)	0.7251	0.6176	0.7748	0.6599
5.6	5.3	"	1.108	(-)	(+)	(-)	0.4486	0.4981	0.4793	0.5322
5.8	5.35	"	1.133	(-)	(-)	(-)	0.5828	0.4396	0.6014	0.4697
6.0	5.5	"	1.057	(-)	(-)	(-)	0.3945	0.5175	0.4215	0.5530

Tabla V.- Influencia del pH sobre la viscosidad en líquidos fermentados con una mezcla de Leucorhates mesenteroides, Bacteria "A" y Zymomonas mobilis.

pH		Reductores totales %		Viscosidad hilante (aparente)			Viscosidades (centipoises)						
Inicial	Final	Iniciales	Finales	Horas			Absoluta horas			Relativa horas			Especí- fica
				24	48	72	24	48	72	24	48	72	
4.4	4.2	8.6	1.281	(+)	—	—	0.3614	—	—	0.3862	—	—	—
4.4	4.25	"	1.115	(+)	(+)	—	—	0.6254	—	—	0.6683	—	—
5.1	4.35	"	1.216	(+)	—	—	0.4875	—	—	0.5204	—	—	—
5.1	4.3	"	1.062	(+)	(+)	—	—	0.5170	—	—	0.5533	—	—
5.6	4.4	"	1.005	(+)	—	—	0.4065	—	—	0.4343	—	—	—
5.6	4.5	"	1.110	(+)	(+)	—	—	0.6050	—	—	0.6465	—	—
6.0	4.55	"	0.747	(+)	—	—	0.6200	—	—	0.6631	—	—	—
6.0	4.6	"	0.671	(+)	—	—	0.5643	—	—	0.6030	—	—	—
6.15	4.5	"	1.047	(+)	—	—	0.4475	—	—	0.4762	—	—	—
6.15	4.55	"	1.161	(+)	(+)	—	—	0.5019	—	—	0.5363	—	—
6.9	4.6	"	1.047	(+)	—	—	0.4640	—	—	0.4984	—	—	—
6.9	4.6	"	1.175	(+)	(+)	—	—	0.3519	—	—	0.3760	—	—

Tabla VI.- Influencia de la presencia de CaCO_3 al 1%, sobre la viscosidad de un líquido fermentado con una mezcla de Lactobacillus reuteroides, Bacteria "A" y Sarcococcus mobilis.

pH		Reductores totales %		Viscosidad hilante (aparente)			Viscosidades (centipoises)				
Inicial	Final	Iniciales	Finales	H o r a s			Absoluta		Relativa		Específicas
				H o r a s			H o r a s		H o r a s		H o r a s
				24	48	72	24	48	24	48	48
4.4	4.25	8.6	0.997	(+)	(+)	(-)	0.6514	0.4815	0.6960	0.5145	—
5.35	4.55	"	1.067	(+)	(+)	(-)	0.6785	1.1931	0.7250	1.2749	0.2749
5.45	5.15	"	1.067	(+)	(+)	(-)	0.4951	0.5870	0.5296	0.6272	—
5.6	5.15	"	1.067	(+)	(+)	(-)	0.6887	0.5141	0.7359	0.5493	—
5.8	5.3	"	1.026	(+)	(+)	(-)	0.5442	0.4346	0.5815	0.4644	—
6.0	5.5	"	1.057	(+)	(+)	(-)	0.0564	0.5735	0.0602	0.6128	—

Tabla VII.- Influencia de los reductores totales iniciales en el sustrato. *Mucella leucophaea mesenteroides*, Bacteria "A" y *Zygosaccharomyces roulloti*.

pH		Reductores totales %		Viscosidad hilante (aparente)			Viscosidades (centipoises)			
Inicial	Final	Iniciales	Finales	Horas			Absoluta		Relativa	
				24	48	72	24	48	24	48
4.4	4.4	1.0	0.438	(-)	(-)	(-)	0.0516	0.0300	0.0551	0.0320
4.4	4.0	2.0	0.306	(+)	(-)	(-)	0.0565	0.0860	0.0603	0.0915
4.4	4.1	4.0	0.575	(+)	(+)	(+)	0.1525	0.2889	0.1629	0.3087
4.4	4.2	6.0	0.670	(+)	(+)	(+)	0.3474	0.3503	0.3712	0.3743
4.4	4.3	8.0	1.185	(+)	(+)	(+)	0.6242	0.5996	0.6670	0.6407

CAPITULO IV

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. Se presenta un estudio de la influencia de mezclas bacterianas sobre el desarrollo de la viscosidad en un líquido azucarado, el aguamiel, con el objeto de lograr una viscosidad hilante que perdure hasta el término de 72 h.

2. Para el objeto se ensayó una mezcla constituida por L. mesoa família y Bacteria "A" y otra por S. mobilis y L. mesenteroides, en diferentes condiciones de pH y una concentración inicial de 6.3 % de reductores totales, observándose que en ninguno de los casos se logra el desarrollo de la viscosidad hilante deseada.

3. Al emplear una mezcla doble constituida por S. mobilis y Bacteria "A" sí se lograba el desarrollo de dicha viscosidad, independientemente del pH inicial, si se utilizaba una concentración inicial de 8.0-8.6 g % de reductores totales. Esta viscosidad (0.4-0.7 cps.) desaparecía a las 72 h. y no se lograba estabilizar al añadir CaCO_3 a una concentración del 1 %.

4. Si en vez de una mezcla doble se empleaba otra constituida por L. mesenteroides, Bacteria "A" y S. mobilis se podía lograr el desarrollo de la viscosidad hilante deseada, en las siguientes condiciones: pH inicial de 4.2 a 5.3; concentración inicial de reductores totales de 4 a 8.6 g %; temperatura de incubación 28°C y tiempo de fermentación de 48 a 72 h. en condiciones estáticas.

5. Se concluye que las mejores condiciones para lograr una viscosidad hilante que perdure hasta las 72 h. (0.4-0.6 cps.), es el empleo de una mezcla bacteriana, constituida por esas tres microorganizmos, a pH inicial en torno a 4 y una concentración inicial de 8 g % de reductores totales en las condiciones experimentales señaladas.

CAPITULO V

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguilera Montemayor S. B. "Influencia de Algunos Factores en la Producción Microbiológica de Dextrana". Tesis UNAM. Facultad de Química. p. 13 México (1964).
- 2.- Bergey's David H., Manual of Determinative Bacteriology. Ed. The Williams & Wilkins Company. 7th Ed. p. 199 Baltimore (1957).
- 3.- Crookford H. D. y Knight Samuel P. Fundamentos de Física Química. Ed. Editorial Continental, S. A. 2a. Ed. p. 81-86 México (1963).
- 4.- Oetman H. y Daniels Farrington. "Tratado Moderno de Física Química". Versión al castellano del Dr. Ovidio Valencia no. Compañía Ed. Continental. 2a. Ed. p. 166-169 y 241-252 México (1957).
- 5.- Glasstone Samuel "Tratado de Química Física". Ed. Aguilar. 3a. Ed. p. 451-453 Madrid (1960).
- 6.- Hamill William H. y Williams Russell R. Jr., Química Física. Trad. por Ma. Teresa Toral. Ed. Grijalbo, S. A. p. 373-376 México (1963).
- 7.- Handbook of Chemistry and Physics. Chemical Rubber Publishing Co. 28th Ed. p. 1663-1664. Cleveland, Ohio (1944).
- 8.- Jürgensen Alfred. Microbiología de las Fermentaciones Industriales. (Trad. Federico Klein Knappe). Ed. Acribia. 7a. Ed. p. 440-444 Zaragoza (1959).

- 9.- Barrer Pablo. Tratado de Química Orgánica. Ed. Manuel Marín. p. 187 Barcelona (1944).
- 10.- "Memoria del Congreso Científico Mexicano" IV Centenario de la Universidad de México. Ciencias Físicas y Matemáticas. Ed. UNAM. Vol. II. p. 475 México (1953).
- 11.- Official and Tentative Methods of Analysis of A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. 9th. Ed. p. 127 y 426 (1960).
- 12.- Partington J. N. "Tratado de Química Inorgánica". Trad. Dr. José Giral. Ed. Porrúa. p. 699 México (1952).
- 13.- Peletier L. George. "Laboratory Manual of General Bacteriology" Third Edition. p. 53 J. Wilen & Sons Inc. New York (1946).
- 14.- Rivera Monfort Adela. "Algunos Aspectos Bioquímicos de Zygomonas mobilis". Tesis UNAM. Facultad de Química. p. 1-10 México (1964).