

300627

30  
2ej



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**"APLICACION DE CULTIVOS LACTICOS PUROS EN  
ENCURTIDOS DE BERENJENA (Solanum melongena)"**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**P R E S E N T A :**

**CLAUDIA ENRIQUETA SOLANO LOPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: QFB. MARIANO LLERA FANJUL**

**MEXICO, D. F.**

**1989**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## INDICE

	Pg.
OBJETIVOS - - - - -	1
INTRODUCCION - - - - -	2
FERMENTACION - - - - -	9
<b>GENERALIDADES</b>	
MATERIA PRIMA - - - - -	13
ORIGEN Y DISTRIBUCION - - - - -	13
BOTANICA - - - - -	14
CULTIVO Y PRINCIPALES ASPECTOS AGRICOLAS - - -	20
VALOR NUTRITIVO Y ANALISIS BROMATOLOGICO - -	26
MICROORGANISMOS - - - - -	30
GENERO <u>Lactobacillus</u> - - - - -	32
TAXONOMIA - - - - -	32
NUTRICION - - - - -	34
AISLAMIENTO - - - - -	35
MORFOLOGIA - - - - -	37
TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO - - - - -	39
<u>Lactobacillus plantarum</u> - - - - -	40
<u>Leuconostoc mesenteroides</u> - - - - -	41
PROCESO - - - - -	47
DIAGRAMA - - - - -	52
DISEÑO EXPERIMENTAL - - - - -	53
SELECCION DEL MICROORGANISMO - - - - -	53
PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA - - - - -	53
ENSAYOS Y RESULTADOS - - - - -	56
ENSAYO No. 1 - - - - -	64
ENSAYO No. 2 - - - - -	64
CONCLUSIONES Y COMENTARIOS - - - - -	70
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES - - - - -	73
BIBLIOGRAFIA - - - - -	77

## OBJETIVOS

- 1.- Elaborar un producto encurtido mediante una fermentación láctica controlada, utilizando como materia prima la berenjena.
- 2.- La aplicación del microorganismo Lactobacillus plantarum en la fermentación de la berenjena, ajustando las características del producto, de manera que éste sea apto para el consumo humano determinando las condiciones óptimas del proceso.
- 3.- En base a los resultados experimentales, plantear su posible implementación en la industria, cumpliendo con lo anterior en manejo, uso y diversificación de la berenjena.

## INTRODUCCION

Parece ser que la berenjena fue cultivada al Noroeste de la India y posteriormente en China; fue llevada a Europa por los primeros comerciantes y fue introducida a América por los colonizadores portugueses del Brasil.

La berenjena es un alimento importante en el Japón y en otros lugares del Oriente en donde, por lo general, se elabora en conserva. No es muy popular en las sociedades de Occidente, y es importante tanto en la cocina francesa como en la italiana. (57)

Para conocer la situación de esta hortaliza a nivel mundial, a continuación se presenta un cuadro que muestra la producción de berenjena durante los años de 1984 y 1985, por regiones geográficas.

CUADRO No. 1  
PRODUCCION MUNDIAL DE BERENJENA

REGION	SUPERFICIE COSECHADA (1000 Ha)		RENDIMIENTO (Kg/Ha)		
	Año	1984	1985	1984	1985
Africa		25	26	16,956	16,701
Asia		317	328	12,980	13,000
Europa		22	21	25,024	24,984
Norte y Centro América		3	3	21,603	21,955
Sudamérica		1	1	13,355	13,066
México		1*	1*	21,500	21,500
E.U.A.		2*	2*	21,984	21,935
Japón		20*	21*	31,830	30,314
Italia		12	11	25,733	24,833

\*Estimación de la FAO.

Tomado de (62)

Debido a que México es un país en el cual se tienen todos los climas, el fruto de la berenjena se dá sin mayor dificultad en los Estados de Sinaloa y Nayarit principalmente, y en Sonora, Veracruz y otros. Sin embargo, la mayoría de la producción de esta baya es exportada, debido a que no ha logrado ser totalmente aceptada por la población además de tener poca difusión.

La superficie destinada al cultivo de berenjena en nuestro país, durante el período 1977-1982 ha tenido variaciones considerables habiéndose programado para el año de 1977 una superficie de 540 hectáreas, cifra que representa el hectareaje mínimo en el período de análisis. Para los períodos de 1978-1982 se refleja un incremento en cuanto al hectareaje de este cultivo; así, se observa que para el año de 1978 se designaron 500 hectáreas, y para 1979, 902 hectáreas; la superficie programada para 1980 es de 1260 hectáreas; para 1981 se refleja un incremento de 1.9% en relación al año anterior ya que se sembraron 1284 hectáreas, para 1982 el programa fue de 1308 hectáreas y el promedio alcanzado en el período de análisis es de 960 hectáreas.

Respecto a la producción, se puede decir que muestra un comportamiento paralelo en relación a la superficie, así se tiene que para 1982 la producción fue de 34,303 toneladas, lo que representa un incremento porcentual del 103%, que en números absolutos es de 17,405 toneladas, en cuanto a la superficie cosechada, se observa un incremento del 142%, en análisis similar.

El promedio de producción del período 1977-1982 es de 26,244 toneladas con una tasa de incremento anual del 16.14%, tal situación se detalla en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 2  
PROMEDIO DE PRODUCCION DE BERENJENA EN MEXICO  
(1977-1982)

AÑO	SUPERFICIE Has	RENDIMIENTO Ton/Ha	PRODUCCION Tons	VARIACION ANUAL %
1977	540	31.29	16,898	-
1978	560	32.46	18,181	7.59
1979	902	24.85	22,415	25.28
1980	1,260	25.39	32,000	42.76
1981(I)	1,248	26.21	33,664	5.20
1982 (II)	1,308	26.22	34,303	1.90
Promedio	976	27.57	26,244	16.15

(I) Datos preliminares

(II) La superficie se calculó en base a una tasa de crecimiento del 1.9%.

En el año de 1982, los estados que participaron en la producción de berenjena fueron: Sinaloa con 33,528 toneladas, que presentó el 97.7% de la producción a nivel nacional; Nayarit con una producción de 542 toneladas (1.5%) y Yucatán cuya producción fue de 233 toneladas (0.68%). En cuanto al rendimiento por hectáreas, los estados de Nayarit y Yucatán registran rendimientos de 9.1 y 9.7 toneladas por hectáreas, mientras que Sinaloa cuenta con el rendimiento más alto, que es de 27.3 toneladas por hectárea.

El consumo nacional aparente muestra una situación irregular, debido a que la producción de berenjena se canaliza casi en su totalidad a la exportación, por lo tanto el consumo Percápita de este producto es insignificante en nuestro país.

CUADRO No. 3  
CONSUMO PER-CAPITA DE BERENJENA EN MEXICO

AÑO	PRODUCCION (Ton)	EXPORTACION (Ton)	CONSUMO APARENTE	POBLACION *	CONSUMO Percápita (Kg)
1977	16,898	14,565	2,333	63,821.8	0.037
1980	32,000	19,534	12,466	69,347.9	0.180
1982	34,303	15,511	18,792	73,011.0	0.258

\* Miles de habitantes.

Según los datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en el período 1981-1982, la exportación de berenjena alcanzó un total de 15,511 toneladas, de las cuales, 15,418 de ellas corresponden al Estado de Sinaloa, que representan el 99% del total, y el complemento, 93 toneladas, se distribuyó, el resto de los estados involucrados en el programa Siembra - Exportación de Berenjena. (Cuadro Nº 4 )

Como ya se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de las exportaciones de berenjena, son dirigidos hacia los Estados Unidos por lo que a continuación se harán algunos comentarios.



CUADRO No. 4  
EXPORTACION DE BERENJENA POR ESTADOS

ESTADOS	SUPERFICIE Has	RENDIMIENTO Ton/Ha **	EXPORTACION EJERCIDA Ton
Sinaloa	579	26.60	15,418
Nayarit	7	9.15	62
Otros**	3	9.44	31
<b>Total</b>	<b>589</b>	<b>26.33</b>	<b>15,511</b>

\* Estimado en base a los rendimientos medios del programa 1982-1983.

\*\* Incluye a los estados de: Guanajuato, Nuevo León, Baja California Norte, Puebla, Yucatán y Michoacán.

La superficie destinada al cultivo de berenjena en Estados Unidos muestra una tendencia creciente, y el periodo 1978-1982, registra un incremento del 15.2%; sin embargo, la variación de los rendimientos medios se ha reflejado en los volúmenes producidos, mismos que acusan pequeñas fluctuaciones, especialmente en el año de 1981.

La producción de esta hortaliza en la Unión Americana para el año de 1982, se estima de 32,684 toneladas, que comparada con 1978, representa un incremento del 7.7%.

La producción de berenjena en los Estados Unidos se localiza principalmente en Florida y Nueva Jersey, destacando el primer estado por sus cosechas de invierno y primavera, en tanto que el segundo sólo participa en invierno.

En Florida, la superficie cosechada en el período 1978-1982, pasó de 587 hectáreas a 852 hectáreas, con un promedio en ese lapso de 733 hectáreas.

Por otra parte, el Estado de Florida en el mismo período de análisis, ha mantenido una participación superior al 36% con respecto al total de la superficie de Estados Unidos y por arriba del 40% con referencia a la producción de ese país.

El consumo aparente de berenjena en Estados Unidos, muestra un comportamiento irregular debido principalmente a la variación en la producción doméstica. Se observa que de 1977 a 1979, el consumo aparente asciende a 30,124 toneladas en promedio. En 1980 el consumo es de 35,591 toneladas, cifra que representa un incremento del 17% en relación al año anterior. Cabe destacar que de este volumen, se considera el más importante en todo el período ya que registra la cifra más alta.

Tomando cifras estimadas, se espera que en 1983 el consumo aparente ascienda a 32,918 toneladas, cifra que está por encima del promedio alcanzado en el período 1977-1982, que es de 30,978 toneladas.

El consumo Percápita en los Estados Unidos fluctúa entre 133 y 161 gramos, sin embargo, cabe hacer mención que el consumo Percápita promedio es de 145 gramos, cantidad proyectada para 1983.

La participación de México en el mercado de Estados Unidos se basa principalmente en el consumo aparente de éste y a la baja participación de la producción respecto al consumo; así, se observa que en 1983 el consumo aparente de berenjena en Estados Unidos, se estima en 32 918 toneladas, con una participación doméstica de 16 634 toneladas situación por la cual México tendrá una participación aproximada de 16 284 toneladas. (61)

## FERMENTACION

Desde el punto de vista bioquímico, se dá el nombre de fermentación a la clase general de cambios o descomposiciones químicas producidas en los sustratos orgánicos mediante la actividad de microorganismos vivos.

Así, habrá muchas clases de fermentaciones dentro de esta categoría, dependiendo del tipo de microorganismos que las producen, del substrato o incluso, de las condiciones impuestas tales como el pH o el abastecimiento de oxígeno.

La palabra fermentación ha sufrido numerosos cambios en su significado durante los últimos 100 años. Según el origen de la palabra, significa simplemente una ligera condición de burbujeo o ebullición, y se empezó a ampliar cuando la única reacción de esta clase que se conocía, era la de la producción de vino y aún se desconocía la causa.

En una fermentación etílica activa, por ejemplo, de vino o de sidra, el dióxido de carbono se libera siempre en burbujas de gas que en la etapa violenta de la reacción, pueden causar una agitación o un movimiento marcado, suficiente para dar la impresión de un líquido hirviendo.

Después de que Gay-Lussac estudió el proceso, se cambió el significado de la palabra, entendiéndose por fermentación la escisión del azúcar en el alcohol y dióxido de carbono. Al aumentar los conocimientos a raíz de las investigaciones de Pasteur sobre la causa de estos cambios en la naturaleza de la materia de la fermentación, se asoció la palabra a los microorganismos, y aún después, a las enzimas. Durante mucho tiempo la fermentación estuvo especialmente asociada con los hidratos de car-

bono y en efecto, se considera así muchas veces; pero parece más lógica una concepción más amplia de éstas reacciones biológicas.

Así deben considerarse como clases especiales de fermentación, la putrefacción y en desdoblamiento de grasas por los microbios.

Aunque la fermentación suele ir asociada al desprendimiento de gas debido a la acción de células vivas, ni el desprendimiento de gas, ni presencia de células vivas, son considerados hoy en día como un criterio esencial de la fermentación. En ciertas fermentaciones, por ejemplo, algunas fermentaciones lácticas, no se desprende gas.

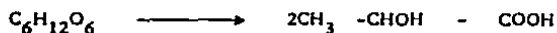
Por otra parte la fermentación puede producirse por medio de extractos enzimáticos sin células, que catalizan las reacciones durante cierto tiempo, en algunos de éstos procesos, puede desprenderse gas.

Los carbohidratos se consideran habitualmente como materiales esenciales para las fermentaciones, pero conviene aclarar que los ácidos orgánicos y sus derivados, como aminoácidos, proteínas, etc. y otros compuestos orgánicos son fermentados bajo determinadas condiciones, por microorganismos seleccionados. (25)

En general el tema de fermentaciones es muy amplio y hay mucha bibliografía escrita al respecto, por lo que de aquí en adelante, únicamente trataremos el tema de fermentación láctica, que es la que nos concierne.

Las bacterias lácticas están caracterizadas por su habilidad de transformar en sustratos adecuados, la glucosa y por lo general, una

serie de otros azúcares en ácido láctico. La fórmula empírica de esta transformación se demuestra a continuación:



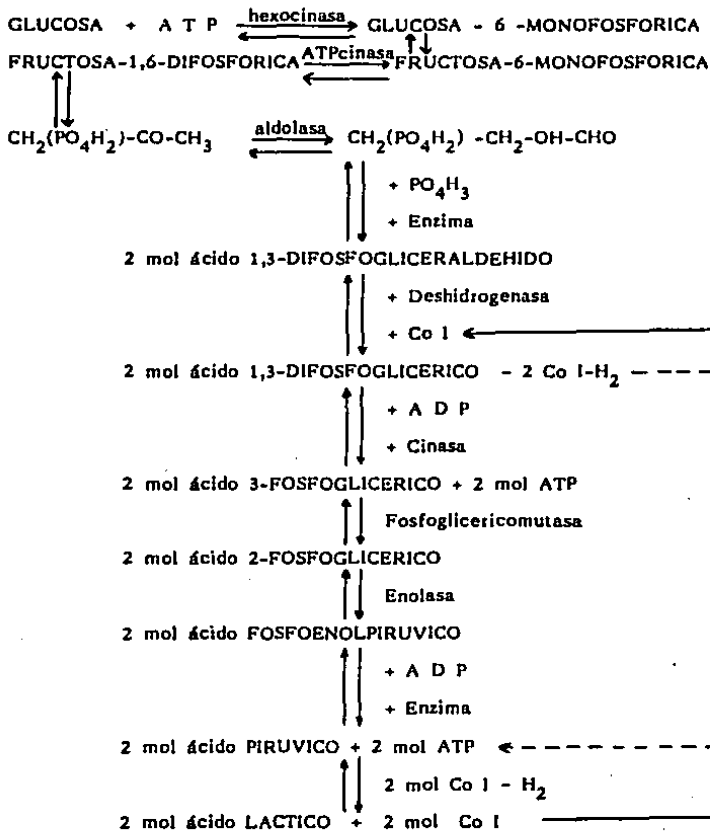
Los pasos intermedios de este proceso se muestran en el cuadro No. 5.

Este proceso tiene una gran semejanza con el proceso de la fermentación alcohólica. La diferencia básica consiste en que la fermentación alcohólica, la carboxilasa interviene descarboxilando el ácido pirúvico, mientras que en la fermentación láctica, la coenzima A deshidrogenasa, deshidrogena el ácido pirúvico. (53).

La fermentación láctica no solo se produce en la naturaleza como consecuencia del metabolismo bacteriano, sino que también se verifica en el metabolismo anaerobio en la musculatura del hombre y de los animales. (25)

Cuando aquí se utiliza glucógeno como punto de partida, la ganancia de energía es mayor que cuando el punto de origen es la glucosa, pues el glucógeno, es transformado por la fosforilasa en glucosa-1-monofosforica, que mediante mutasas y sin intervención del ATP pasa a la glucosa-6-monofosfórica, continuando así la glucólisis. (53)

### CICLO DE LA FERMENTACION LACTICA



## GENERALIDADES

### MATERIA PRIMA

#### a.-) ORIGEN Y DISTRIBUCION

La berenjena es una hortaliza que procede de la India. De aquí pasó por el Este a China y Japón y por el Oeste a Arabia, Persia, Afganistan y los países europeos del sur: Bulgaria, Grecia, Albania, Yugoslavia, Italia, Francia y España. Está ampliamente difundida en las regiones meridionales de la Unión Soviética. Después del descubrimiento de América, fué traída y difundida en casi todos los países de éste Continente. (21).

En la actualidad la berenjena está diseminada y se siembra en casi todas las provincias del país, sin embargo, las áreas ocupadas por ella, no son grandes. Su importancia económica es en alto grado bien distinta a la del pimiento y especialmente, a la del jitomate. Esto se debe a que su consumo , a pesar de que se la siembre en todas partes, es mucho más limitado.

Los frutos de la berenjena se consumen solamente cocidos. Pueden ser una materia prima valiosa para la industria de conservas alimenticias. En algunos países se aprovecha ampliamente la berenjena para la preparación de la conserva denominada "caviar vegetal", que es una pasta de berenjena asada con diferentes condimentos.(18)



Su consumo en el país podría aumentar considerablemente si se introdujera alguna variación en las recetas de preparación de conservas y comidas, de acuerdo con el gusto de la población. (34)

En muchos países, los cultivos locales son más comunes que los cultivos exóticos de altos rendimientos, ya que están más adaptados a las condiciones ecológicas prevaletentes y son las preferidas por la población local. Los cultivos locales muestran un amplio rango de colores y formas.

Las berenjenas se cultivan en muchas áreas tanto tropicales como subtropicales, así como en áreas templadas cuyo verano es tibio. Las temperaturas óptimas para su crecimiento son de 25 a 35° C durante el día y de 20 a 27° C, durante la noche. Las berenjenas son más susceptibles que el jitomate y el pimiento a las bajas temperaturas y no toleran las heladas.

Las berenjenas crecen bien en el trópico de alta humedad y son menos susceptibles a las enfermedades que el jitomate y el pimiento.

Hasta donde se sabe, las especies primitivas de Africa tienen los mismos requerimientos ecológicos que Solanum melogena L., pero las especies del sur de América, prefieren un clima más bien frío. (44)

#### b).- BOTANICA

Pertenece a la familia Solanaceae y su nombre científico es Solanum melogena L., la cual es una de las especies más comunmente cultivada;

se le denomina bajo diferentes nombres comunes berenjenas, huevo de jardín, aubergine, aikwa y brinjal.

En Africa, son cultivadas las especies: Solanum anomalum, S. macrocarpon, S. aethiopicum, S. incanum, S. duplosinuatatum y algunas otras especies menores. En centro y Sudamérica, las especies que más se cultivan son: S. quitoense, S. muricatum, S. topiro y otras, por sus frutos carnosos; pero las especies S. aethiopicum y S. macrocarpon, no solamente se cultivan por sus frutos sino que también sus hojas son comestibles.

En el Sureste de Asia, los frutos pequeños de las especies S. ferox L. y S. torvum, son comestibles. (60)

Es una planta pluriannual cultivada como anual. Su sistema radicular es fuerte y profundo. Su tallo, de crecimiento indeterminado, es rígido y generalmente erecto, pudiendo alcanzar una altura que oscila entre 0.5 y 1.5 m. En plantas viejas, el tallo se lignifica ligeramente.

Las hojas son alternas, grandes enteras con los márgenes ligeramente lobulados recubiertas en el envés de una vellosidad muy espesa de color grisáceo que frecuentemente se encuentra recubriendo todas las partes de la planta. También es frecuente la presencia de espinas en las innervaciones de las hojas. Las flores, de color grisáceo, aparecen en forma solitaria, aunque a veces, junto a la primera flor se inserta una segunda. En algunas variedades aparecen en grupos de 2 a 5 flores, formando cimas. El cáliz es persistente, espeso y espino so. La fecundación de los ovarios suele hacerse con polen de la propia flor.

o de la misma planta, aunque no debe descartarse la normalización cruzada a través de insectos. (58)

El fruto es una baya carnosa de forma muy variable y colores diversos. Las semillas son pequeñas, aplastadas y de color perduzco. A continuación se describen las características botánicas de la planta con más especificidad.

#### **Sistema de raíces.**

Es grandemente ramificado y algunas raíces alcanzan la profundidad de 120 - 150 cms. La mayor parte de ellas están situadas en la capa del suelo a la profundidad de 30 a 40 cms. En condiciones más secas y de suelo suelto, se disponen a mayor profundidad y en condiciones de mayor humedad y en suelo compacto, más superficialmente.

#### **Tallo.**

Es recto, ramificado y de una altura variable entre 20 y 150 cms. En algunas variedades las ramificaciones son rectas, hacia arriba, mientras que en otras están esparcidas a los lados o inclinadas hacia abajo. La parte inferior del tallo es rígido. Las partes del tallo pueden ser de color violeta o verde; son lampiñas o están cubiertas por pelos y algunas veces presentan espinas aisladas. Fácilmente el tallo forma raíces adventicias cuando se encuentra en un medio húmedo y airado y debido a esta propiedad se puede explicar la importancia del aporque.

### **Hojas.**

Son elípticas, hacia el ápice son puntiagudas y en sus bordes, aserradas. Su parte superior es lisa y la inferior, muy vellosa. El peciolo de las hojas es liso con espinas.

### **Flores.**

Están dispuestas comunmente en las axilas de las hojas. Aparecen solas o solo unas cuantas en la inflorescencia. Las flores situadas aisladamente son menos aptas para "cuajar".

El cáliz se compone de 5 a 7 sépalos soldados entre sí. (figura 2 ).

Crece considerablemente y a través de él se sostiene el fruto en la planta. Con frecuencia el caliz y el pedúnculo del fruto aparecen cubiertos con espinas, lo cual dificulta la cosecha de los frutos.

Los pétalos son de 5 a 7 también, soldados entre sí; con mayor frecuencia son de color violeta y raramente blancos.

El número de los estambres corresponde al de los pétalos. Tienen filamentos cortos y anteras largas, las cuales rodean apretadamente el estilo.

La flor de la berenjena es apta para su autopolinización. Sin embargo, un determinado porcentaje de las flores se fecundan por polinización cruzada.

**Fruto:**

Es una baya, su forma según la variedad puede ser: Redonda, piriforme, piriforme alargada, cilíndrica, serpentina, etc. El color de los frutos en la madurez de consumo es con mayor frecuencia, violeta (la intensidad varía de acuerdo con la variedad). El color de los frutos se debe a la antocianina que se encuentra en la subepidermis de los mismos.

Algunas de las variedades tienen peculiaridad de tener frutos blancos. Entre las plantas que tienen frutos color violeta, frecuentemente pueden presentarse frutos que tengan un color violeta más claro o incluso verde-violeta con manchas o franjas especialmente alrededor del cáliz.

El peso de los frutos de las distintas variedades oscila desde 50 ó 100 gramos hasta 200 gramos. Dicho peso depende de las prácticas agrícolas aplicadas y de las condiciones para el desarrollo. (56)

**Variedades:**

Actualmente, en la delimitación varietal de las berenjenas cultivadas, se está utilizando una clasificación basada en los centros u orígenes de diversificación y que es utilizada por el Group de Travail Aubergine (1974) y por Costo (1978), en los siguientes términos:

- GRUPO ORIENTAL: Constituido por variedades adaptadas a climatologías templado-húmedas, poco susceptibles al ahilamiento, razón que

las hace adaptarse bien a su cultivo en invernadero. Presentan una fuerte pigmentación en todos sus órganos, incluso en el cáliz. Sus frutos suelen ser pequeños, precoces, generalmente piriformes, con una carne esponjosa y poco tersa. Todas estas variedades resultan sensibles a Verticillium.

- GRUPO MERIDIONAL: Adaptadas a climatologías tropicales y sub-tropicales, agrupa tipos muy variados, a menudo poco pigmentados y con tallos gruesos, hojas grandes más o menos dentadas y pubescentes.

Estos tipos manifiestan un crecimiento lento en climatologías templadas. Sus frutos son globulosos y gruesos. No suelen presentar problemas para desarrollar su fructificación partenocápticamente.

aunque son sensibles a Verticillium, los cultivares de porte bajo pertenecientes a este grupo pueden dar buenos resultados en invernadero, como es el caso de la variedad denominada Monstruosa de Nueva York, Florida Market y Bonica FI.

- GRUPO OCCIDENTAL: Incluye la mayor parte de las variedades cultivadas en los países mediterráneos, adaptadas a climas templados y secos, con frutos generalmente de color violeta oscuro, cáliz espinoso y carne muy firme. Presentan el inconveniente de que las variedades menos sensibles a Verticillium, en cultivo forzado y en condiciones de baja iluminación, presentan un alto porcentaje de caída de flores.

Los frutos de las variedades de este grupo son muy variables tanto en forma - ovoides, piriformes, falciformes, largos -, como en otras

características: color -desde el violeta oscuro -, tipo de cáliz, etc.

La variedad más popular en nuestro país es la Florida High Bush, esta planta alcanza una altura de hasta 1.5 metros y sus frutos son piriformes de un color violeta oscuro y bien intenso. (fig. 2 ) su pulpa es blanca y ligeramente verdosa, con una fuerte compactación.

Las primeras cosechas comienzan aproximadamente 80 días después del trasplante. Con un muy buen éxito probable, pueden sembrarse también otras variedades. No obstante, es necesario aplicar experimentos comparativos de variedades, para que según los resultados de los mismos, se introduzcan en la práctica las más apropiadas para las condiciones climáticas del país.(78)

#### c).- CULTIVO Y PRINCIPALES ASPECTOS AGRICOLAS.

La berenjena es la solanácea más exigente en calor, pese a lo cual cuando se cultiva en invernadero alguna variedad de origen mediterráneo, pueden aparecer sendos desarreglos que se manifiestan en:

- I) Un desarrollo excesivo de ramas.
- II) Una hipertrofia de hojas, que se alargan y ensanchan fuertemente.
- III) Un ahilamiento es decir, producción de flores malformadas provistas de pedúnculos endebles y estilos cortos que cuajan muy mal, que es lo que causa frutos deformes, de escaso tamaño y

carne esponjosa.

Estos síntomas descritos según el Group de Travail Aubergine (1974), son debidos principalmente de falta de iluminación durante las fases de semillero y primera época de cultivo insaturado, agravados por el mayor índice de humedad relativa existente bajo los invernaderos recubiertos con películas plásticas. Una forma de evitar el desarrollo excesivo de ramas y hojas, consistiría en limitar las condiciones de desarrollo radicular y reducir las aportaciones de agua y fertilizantes nitrogenados.

Sin embargo la aparición de estas anomalías es un problema varietal, ligado principalmente a los cultivos originarios de la cuenca mediterránea y poco frecuente en otros grupos varietales. La causa fisiológica de este comportamiento reside en la insuficiente abertura estomática de determinadas variedades por falta de transpiración, lo que a su vez está ligado con la producción de materia seca, y con las posibilidades de alimentación hidrocarbonada de los frutos. Por otra parte, ya es sabido que en la abertura o cierre de los estomas interviene tanto la humedad relativa predominante como la iluminación existente.

De todo lo indicado, cabe decir que todas aquellas medidas que tiendan a favorecer la transpiración de las plantas, dentro de unos límites que no resulten nocivos al cultivo como: Regulación de riego, aireación y disminución de la humedad relativa en el invernadero, podrían reducir la aparición de este problema.



No todas las hojas son fértiles. En ocasiones se observa el desprendimiento de flores en plantas bien desarrolladas. Se ha indicado que la caída de las flores es mucho más intensa en inflorescencias con 2 o 3 flores que cuando aparecen flores solitarias.

Para una buena germinación del polen es necesario un cierto nivel de humedad ambiental, cuyo exceso puede perjudicar la dehiscencia polínica, lo que es relativamente frecuente bajo invernaderos de coberturas plásticas.

Las temperaturas por debajo de 11-12°C pueden provocar la caída de las flores y la deformación de éstas, que se muestran con un desarrollo excesivo de los sépalos, pareciendo hojas. Posteriormente originan frutos deformados, desigualmente coloreados, etc.

La berenjena presenta, en determinadas épocas, problemas de cuajado de frutos y caída de flores, que suelen surgir principalmente en cultivo en invernadero a causa de días cortos y humedades altas y por supuesto bajas temperaturas, produciéndose caída de flores, frutos, deformados y de baja calidad comestible.(18)

A continuación se describen los requerimientos de medio físico:

#### Temperatura.

La berenjena es más exigente en temperaturas que el tomate y el pimiento. En plena vegetación, su óptimo término cabe situarlo entre

20 y 30° C., durante el día y entre 15 y 20° durante la noche. Su crecimiento se paraliza entre 10 y 13° C. La temperatura mínima de germinación está cercana a los 15° C. Es muy sensible a las Heladas. Las altas temperaturas no le suelen perjudicar, pudiendo resistir perfectamente niveles térmicos por encima de los 40° C., durante el periodo de floración le conviene temperaturas de 20 a 30° C.

### Suelos

En lo referente a los suelos, es una planta exigente, requiere suelos ricos y profundos; soporta más que el pimiento y el tomate los suelos arcillosos, aunque le convienen los de textura media, y sin problemas de encharcamiento de agua. Algunos autores indican que se adapta a una gama de pH muy amplia, situada entre 5.5 y 8.0.

Otros autores, señalan que su cultivo se ve muy perjudicado en suelos ácidos.

Ya se ha mencionado anteriormente que es una planta exigente en luz y sus requerimientos hidrométricos. (28)

### Ciclos de Cultivo.

La berenjena puede sembrarse desde principios de Septiembre hasta fines de Diciembre. Sin embargo, la época más apropiada para la producción masiva debe considerarse aquella que va del 15 de Octubre al 15 de Noviembre. En esta época de siembra las plantas se desarro-

llarán durante el período climático más favorable y por consiguiente, podrán obtenerse los rendimientos más altos.

#### Distancias de Siembras.

De acuerdo con las condiciones del país la distancia más apropiada para la siembra de la berenjena es la de 90 cm. de camellón y 40-50 cm. de narigón. Con esta distancia, sobre una hectárea se transplantan de 27,000 a 28,000 plantas. Para el trasplante, se prefieren en general las horas de la tarde para evitar una marchitez más prolongada y la caída de las hojas. (36)

#### Labores de Cultivo.

- Aclareo en el semillero
- Aporcado: Suele realizarse tras el segundo riego, para favorecer la emisión de nuevas raíces.
- Podas: En las variedades de porte erecto se suprimen las dos primeras ramas cuando todavía son jóvenes. A continuación se dejan 4 ó 5 ramas sobre el tallo principal y cuando cada una de estas ramas posee de 2 a 4 frutos cuajados se poda, dejando dos hojas sobre el último fruto y a continuación el tallo principal se cima por encima de la última rama fructífera.

En las variedades de desarrollo rastro, la poda se reduce a algunas ramas del interior de la planta.

Recolección y Conservación.

Desde que se realiza la plantación, hasta la iniciación de las recolecciones transcurren entre 100 y 125 días, según las variedades cultivadas.

El punto de corte de la berenjena se produce cuando los frutos manifiestan un color brillante y un aspecto terso en toda su superficie, mientras que presentan un ligero reblandecimiento justo debajo del cáliz y poseen un tamaño aproximadamente comprendido entre los  $2/3$  y  $3/4$  de su desarrollo máximo. (33)

Los frutos que hayan comenzado a madurar no pueden aprovecharse para su consumo o elaboración, puesto que la pulpa se ha tornado más áspera y las semillas más duras. (18)

El rendimiento de la berenjena cultivada al aire libre varía de 15 a 25 t/ha., mientras que un cultivo bajo invernadero puede llegar a ser de 50 - 100 t/ha.

En las variedades híbridas de fruto alargado del peso medio de cada baya suele estar comprendido entre 150 y 190 g., mientras que en las variedades híbridas de bayas redondeadas su peso medio suele estar entre 200 y 300 g.

Los frutos de la berenjena son sensibles a todo tipo de magulladuras, razón por la que su manipulación debe ser muy cuidadosa, procediéndose, una vez recolectados, a ser seleccionados al menos en dos calidades, la primera constituida por frutos de calibre homogéneo y la segunda por frutos más desiguales.

Manteniendo los frutos bajo temperaturas comprendidas entre los 4 y 6° C., los frutos pueden conservarse en perfectas condiciones durante diez o doce días, pero se ha comprobado que, incluso pueden durar hasta 20 días. (23)

#### d) VALOR NUTRITIVO Y ANALISIS BROMATOLOGICO

Por su contenido de sustancia nutritivas, los frutos de la berenjena se diferencian poco de los de tomate. A continuación se presenta la composición nutritiva de las berenjenas, referida a 100 g. de parte comestible (fruto únicamente). (48)

### VALOR NUTRITIVO DE LA BERENJENA

Proteínas	1.2 g
Grasas	0.0 - 0.2 g
Carbohidratos	3.1 - 5.6 g
Fibra Cruda	0.9 g
Cenizas	0.06 g
Calcio	12 - 15 mg
Fósforo	26 - 37 mg
Sodio	2 mg
Hierro	0.4 - 0.7 mg
Potasio	214 mg
Vitamina A	10 - 30 UI
Vitamina B <sub>1</sub>	0.04 - 0.05 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	0.05 mg
Vitamina C	5.0 mg
Valor energético	25 Calorías

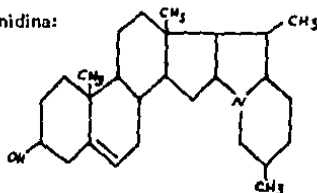
Según Forte (1973) y Watt (1975). Tomado de ( 48 )

Los minerales que se han podido encontrar en las cenizas, son principalmente:

- Oxido de fósforo
- Oxido de Calcio
- Oxido de Magnesio
- Oxido Ferroso
- Oxido de Aluminio
- Oxido de Manganeso

Con respecto a la cantidad y variedad de las vitaminas, se puede decir que la berenjena, es considerablemente pobre.(56)

El amargor típico de los frutos de la berenjena, se debe al contenido de solanina. Este compuesto es un alcaloide glicosídico que está presente en varias especies de Solanum. Se ha afirmado que la solanina es una mezcla de tres alcaloides que difieren entre sí en los azúcares, ya que la mitad de la molécula está constituida por el aglicón solanidina:



Tiene un peso molecular de 868.1 y su fórmula condensada es:  $C_{45}H_{73}NO_{15}$ .

La solanina ejerce un efecto irritante directamente sobre el tracto gastrointestinal, y cuando es absorbida por el torrente sanguíneo, causa la hemólisis de los glóbulos rojos. (63)

El contenido de solanina se incrementa grandemente con el adelantamiento de la madurez de los frutos y en la madurez completa llega a alcanzar de 0.0085 a 0.0089 %. De acuerdo con las observaciones de Filov (1956), entre el contenido de solanina y el color de la pulpa del fruto, hay determinada interdependencia. Los frutos que contienen una pulpa blanco verdosa, la cual rápidamente adquiere una coloración café al ser cortada, generalmente contienen más solanina en comparación con aquellos cuya pulpa es más bien blanca.

La cantidad de solanina y, por consiguiente, el gusto amargo de los frutos aumentan cuando las plantas se cultivan con humedad insuficiente y a temperaturas excesivamente altas. (56)



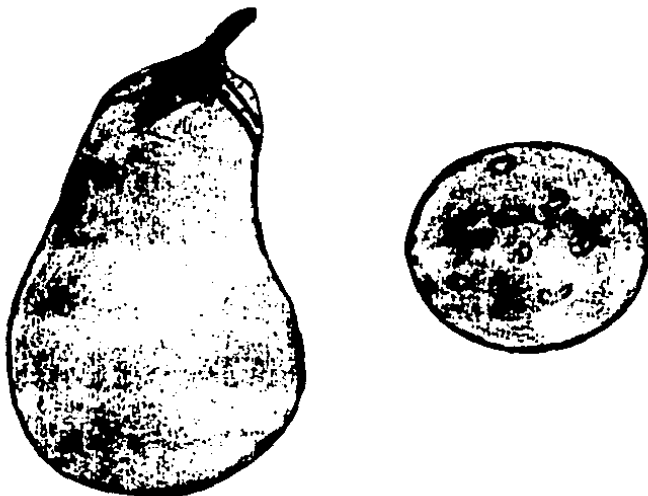
29 bis.

FIGURA No. 1



Flor de la berenjena.

FIGURA No. 2



Fruto de la berenjena, variedad Florida High Bush.  
a) Corte transversal del fruto que muestra las semillas.

## MICROORGANISMO

Así como las bacterias acéticas, las bacterias lácticas se encuentran en la naturaleza jugando un papel muy importante, debido a que fermentan una serie de azúcares a ácidos. Estos últimos son útiles en el ciclo de la naturaleza, ya sea como alimentación para otros microorganismos, o mediante su acción inhibitoria de la putrefacción, ya que compiten con las bacterias alcalígenas.( 1 )

Las bacterias lácticas se encuentran principalmente en las plantas y en los vegetales, pero algunas de ellas también se encuentran en las mucosas y en el canal intestinal del hombre y de los animales, siendo probable que éstas formas sean las de transición a las bacterias patógenas acidógenas.

La mayoría de los procesos de acidificación espontánea en los alimentos como leche y similares, son ocasionados por bacterias lácticas.( 1 )

Los microorganismos necesarios para las fermentaciones alimentarias se añaden algunas veces como cultivos puros y otras como mezclas de cultivos. En algunas ocasiones, no se añade ninguno porque se sabe que los alimentos a fermentar contienen el microorganismo deseado en cantidad suficiente, dentro de la flora bacteriana propia. Un ejemplo bien claro de éste tipo de fermentación es el de la

fabricación de pepinillos encurtidos, aceitunas verdes y la col agria, mejor conocida como sauerkraut.(42 )

La fermentación láctica de los alimentos vegetales produce, indudablemente, un efecto conservador. El desarrollo de bacterias lácticas durante el proceso de fermentación dá lugar a:

- Disminución del crecimiento de microorganismos perjudiciales, aminorando o evitando alteraciones comunes, y
- Producción de sabores diversos por acumulación de ácidos orgánicos y por sustancias que dan lugar a un producto final característico y definido.

A continuación se presenta una tabla comparativa de diferentes productos vegetales fermentados, mostrando la flora láctica predominante. (53)

#### FLORA LACTICA PREDOMINANTE EN DIFERENTES VEGETALES

Vegetal	Cultivos	Flora láctica dominante	Acidez*	pH
Zanahorias	Natural, láctico mixto	Homofermentativa	1.4	3.3
Apio	Natural	Homofermentativa	1.2	3.5
Aceitunas verdes	Natural <u>L. plantarum</u>	Mixta ú Homofermentativa	0.7-1.0	3.8
Pepinillos	Natural <u>L. plantarum</u>	Mixta ú Homofermentativa	0.6	3.8
Col Agria	Natural	Mixta	1.7-2.5	3.8

\* Expresada en % de ácido láctico; Natural implica que lo contiene la flora bacteriana propia.

TABLA No. 6

## GENERO LACTOBACILLUS.

Las especies del género Lactobacillus son además de las más estudiadas, las más importantes.

Usualmente son bacilos largos, inmóviles y delgados. Se han descrito algunas especies que son móviles con flagelos peritricos. Los lactobacilos son pleomórficos; bajo ciertas condiciones de crecimiento forman cadenas de células semejantes a las de los estreptococos o Leuconostoc. También se han encontrado cepas encapsuladas. Los lactobacilos se encuentran en el polvo, en las plantas, en el tracto intestinal de los vertebrados y en los alimentos, dentro del grupo de los productos lácteos y algunas fermentaciones. Las especies de lactobacilos son raramente de importancia patogénica, con la posible excepción de dos especies: L. casei, el cual parece estar involucrado con los estreptococos orales en la producción de caries dental.(52)

### Taxonomía

Tradicionalmente los miembros del género Lactobacillus se han dividido en dos tipos, de acuerdo a la fermentación: Homofermentativos, aquellos que mediante la fermentación producen un único producto: dos moles de ácido láctico por cada una de glucosa y los Heterofermentativos, que son los que producen varios ácidos orgánicos y alcohol además del ácido láctico.

Estos dos tipos de fermentación, a su vez se encuentran divididos en tres subgéneros: todos los microorganismos heterofermentativos comprenden al grupo de las betabacterias, mientras que los homofermentativos se dividen en dos grupos en base a su temperatura óptima de crecimiento.

to. Los homofermentativos que se desarrollan bien a 15 ° C, pero lo hacen pobremente a 45 ° C se denominan estreptobacterias. Aquellos otros que se desarrollan a 45 °C a temperaturas mayores, pero suelen no crecer a 15 ° C se denominan termobacterias. (52)

A continuación se presentan las especies representativas de cada género:

HETEROFERMENTATIVOS

a) BETABACTERIAS

L. brevis

L. buchneri

L. pastorianus

L. fermenti

L. cellobiosus

a) ESTREPTOBACTERIAS

L. plantarum

L. casei

HOMOFERMENTATIVOS

b) TERMOBACTERIAS

L. salivarius

L. acidophilus

L. jugurti

L. helveticus

L. bulgaricus

L. leichmannii

L. lactis

L. delbrueckii

## Nutrición

Algunas especies de Lactobacillus y Leuconostoc son importantes debido a las curiosas deficiencias en su sistema de síntesis de enzimas. En el laboratorio, generalmente no crecen bien en el medio de peptona y extracto de carne. En su lugar, requieren jugos de vegetales o frutas que contengan vitaminas, extracto de levadura, suero o leche, dióxido de carbono como fuente de carbono y carbohidratos como fuente de carbono y de energía. Mientras que algunas pueden utilizar sales de amonio como fuente de nitrógeno, y a partir de éste sintetizar todos los aminoácidos y proteínas necesarias, otras son totalmente dependientes de ciertos aminoácidos que no pueden sintetizar. Otras son similarmente dependiente de ciertas vitaminas específicas o de otros compuestos específicos (como purina y ácidos grasos). Los requerimientos ~~específicos~~ se muestran a continuación:

Requerimientos específicos de crecimiento.

Especies

Acido p-aminobenzoico

Lactobacillus Plantarum

Acido fólico

Lactobacillus casei  
Streptococcus faecalis

Acido fólnico

Leuconostoc cttovorum

Acido nicotínico (niacina)

Leuconostoc mesenteroides  
Lactobacillus plantarum

Riboflavina (vitamina B2)

Streptococcus lactis

Tiamina (vitamina B1)

Lactobacillus fermenti

Las condiciones nutricionales frecuentemente determinan los requerimientos específicos. Por ejemplo, algunas especies no requieren del aminoácido L-serina si el ácido fólico se encuentra presente, lo que implica que si lo tiene son capaces de sintetizar su propia L-serina.

Gracias a estos requerimientos de nutrientes específicos, varias especies de bacterias ácidolácticas son de gran valor y ampliamente utilizadas en el desarrollo y medición del contenido de vitamina y aminoácidos y medicamentos con propósitos industriales y farmacéuticos. (19)

#### Aislamiento

Muchas especies como Lactobacillus fermenti, L. bulgaricus, L. brevis, L. delbrueckii, L. plantarum y L. lactis son altamente resistentes al ácido y termodúricas, por lo que pueden crecer y desarrollarse en condiciones ácidas y tibias como en el proceso de curado, en silaje y Sauerkraut; fermentaciones de cerveza, vino y whisky; y en frutas y verduras así como en el jugo de las mismas. Algunas otras especies son resistentes a altas presiones osmóticas y crecen bien en barriles de salado y en salmueras de curado así como en quesos salados y en las refinerías de azúcar.

Los miembros de cada género pueden ser aislados mediante el uso de medios compuestos con carbohidratos y ácido acético y con un pH

inicial de 4.5. La adición de ácido acético y el bajo valor del pH del medio usualmente evitan el crecimiento de practicamente todas las otras bacterias con excepción de algunas cepas "sobre-oxidantes" de bacterias acéticas, cuyo crecimiento se inhibe fácilmente por las condiciones de incubación.(51)



Morfológicamente hablando, las bacterias lácticas aparecen como bastones o como cocos. Los cocos pueden encontrarse como pares o cadenas mientras que los bastones pueden aparecer aislados o en cadenas. No se puede hablar de tamaños de las células o de las cadenas de bacterias lácticas, debido a que entre la misma familia existen grandes diferencias. Todas las bacterias lácticas presentan tinción de Gram positiva. Las bacterias en forma de bastón pertenecen al género Lactobacillus, mientras que los cocos, pueden pertenecer a los géneros Streptococcus y Leuconostoc.(19)

A continuación se presenta una lista de bacterias lácticas clasificadas de acuerdo a su morfología:

#### I.- BACTERIAS EN FORMA DE BASTON

Género: Lactobacillus; especies homofermentativas

a) Fermentan la lactosa, temp. óptima de crecimiento 37 -45º

Lactobacillus caucasicus

Lactobacillus lactis

Lactobacillus helveticus

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus bifidus

Lactobacillus bulgaricus

b) No fermentan la lactosa, Temp. óptima de crecimiento 28-32º

Lactobacillus delbrueckii

c) Fermentan la lactosa, Temp. óptima de crecimiento 28-32ºC.

Lactobacillus casei

Lactobacillus plantarum

Especies heterofermentativas

Lactobacillus brevis

Lactobacillus pastortorianus

Género: Microbacterium

Microbacterium lacticum (fermenta el almidón)

Microbacterium flavum (no fermenta el almidón)

II.- BACTERIAS EN FORMA DE COCOS

Género: Streptococcus, especies homofermentativas

Streptococcus saccharolactis

Streptococcus thermophilus

Streptococcus lactis

Streptococcus cremoris

Género: Leuconostoc, especies heterofermentativas

Leuconostoc mesenteroides

Leuconostoc citrovarum

Según S., Orla-Jensen, al grupo de las bacterias verdaderas solo pertenecen las bacterias que: son capaces de formar ácido láctico, precisan combinaciones nitrogenadas para su crecimiento es decir, los mismos complejos aminoácidos que el organismo animal - son capaces de ser anaerobias facultativas, son catalasa negativas son Gram+ y no reducen el nitrato; las lactobacterias falsas presentan la diferencia de que son anaerobias y son catalasa positiva Las bacterias lácticas homofermentativas son aquellas que forman Principalmente ácido láctico y las bacterias lácticas heterofermenta

tivas forman otros ácidos además del láctico y en algunas ocasiones, producen gases. La fermentación láctica heterofermentativa sigue el mismo camino que la homofermentativa.(52)

La fermentación láctica se demuestra en la lámina No. 1.

#### Temperaturas de Crecimiento.

En algunas de las especies del género Streptococcus, pueden crecer a temperaturas que desciendan hasta los 3°C (generalmente sólo hasta los 10°C), ésto rige para los estreptococos de la leche y de la crema. Su temperatura óptima de crecimiento es de 30°C. Las bacterias lácticas en forma de bastón, tienen una temperatura mínima de crecimiento de 20°C, mientras que las temperaturas máximas son de 50°C. La temperatura óptima se encuentra entre los 30 y 40°C.

Las lactobacterias precisan las mismas sales inorgánicas como substrato nutritivo que otras bacterias. El fosfato alcalino parece ser especialmente importante dentro de los substratos de las lactobacterias, lo cual se atribuye a la acción tampón de ésta sustancia sobre los iones hidrógeno gradualmente formados. El cloruro de sodio pueden tolerarlo a concentraciones relativamente elevadas (máximo 2.5%).

Para los cocos lácticos, el óptimo de carbohidratos se encuentra entre 0.5 y 2.0 %, mientras que para los bacilos lácticos está entre 2.0 y 5.0 %.

Es importante mencionar que el tipo de alimentación nitrogenada y la presencia de determinados probióticos ejercen una acción extraordinaria sobre la fermentación de los azúcares.(51)

De acuerdo a lo escrito anteriormente y a la bibliografía consultada, se determinó que las bacterias lácticas que se utilizarán en éste trabajo pueden ser las mismas que se utilizan en la elaboración de la col agria, pepinillos encurtidos y aceitunas verdes, por lo que a continuación se tratarán las características y fisiología de Lactobacillus plantarum y Leuconostoc mesenteroides.

#### Lactobacillus plantarum

Los bacilos miden de 0.8 - 1.0 X 3.0 - 8.0  $\mu$  y se encuentran aislados o en cadenas cortas. La temperatura óptima de crecimiento es de 34 a 37°C. Por regla general, ésta especie produce ácido láctico racémico. (52)

Esta bacteria se encuentra con frecuencia en la naturaleza, sobre todo en las partes vegetales. Participa en la acidificación espontánea de muchos productos agrícolas, por ejemplo, del forraje verde en ensilaje. Es capaz de formar acetilcolina, la cual también se reconoce por su olor en el forraje verde en el cual ha crecido el Lactobacillus plantarum.

En otros procesos de acidificación bacteriológica, tales como la fermentación de los pepinillos encurtidos, aceitunas y similares, aparece L. plantarum espontáneamente y en gran cantidad, cabe mencionarse que también en éstos procesos se produce acetilcolina.

Es posible que la especie L. plantarum, englobe muchas especies o cepas, que difícilmente se pueden diferenciar. Una de ellas es Lactobacillus cucumeris, que se ha aislado de pepinillos encurtidos, cuyas propiedades son tan parecidas a las de L. plantarum, que apenas puede tomarse como una especie independiente; Lactobacillus brevis, que se ha aislado de col agria en fermentación, que produce una acidogénesis heterofermentativa con producción de ácido láctico racémico y Lactobacillus pastorianus.

Una característica importante de éste microorganismo, es que puede prescindir de la lactoflavina o vitamina B<sub>2</sub>(53 ).

A continuación se presenta un cuadro que muestra las características nutritivas de éste género. Lámina No. 2 .(51)

#### Leuconostoc mesenteroides

Desde el punto de vista morfológico, éste género se parece al género Streptococcus. Muchas especies difieren de las especies Streptococcus en que son fuertemente mucógenas, o sea que las células bacterianas se rodean de una cápsula mucosa que en muchos casos puede ser muy gruesa. Los carbohidratos se consumen en

ésta formación de moco. La temperatura óptima de éstas bacterias para su crecimiento, es bastante menor que la de los estreptococos.

El Acido Lactico formado es levógiro. (52)

Los productos secundarios no se producen al mismo tiempo que el ácido láctico; éste se forma primero y cuando el pH ha disminuído a 5.0, cesa el crecimiento y se inicia una segunda fermentación en la cual se forman ácido acético, anhídrido carbónico, alcohol y otros productos secundarios, incluidas varias sustancias aromáticas.

Estas bacterias lácticas miden de 0.9 a 1.2  $\mu$  de diámetro y se presentan en cadenas más o menos cortas. En una solución de sacarosa, las cadenas están rodeadas por una gruesa cápsula mucosa incolora, la temperatura óptima se encuentra alrededor de los 21°C, y la bacteria puede desarrollarse aún en 5°C.(51)

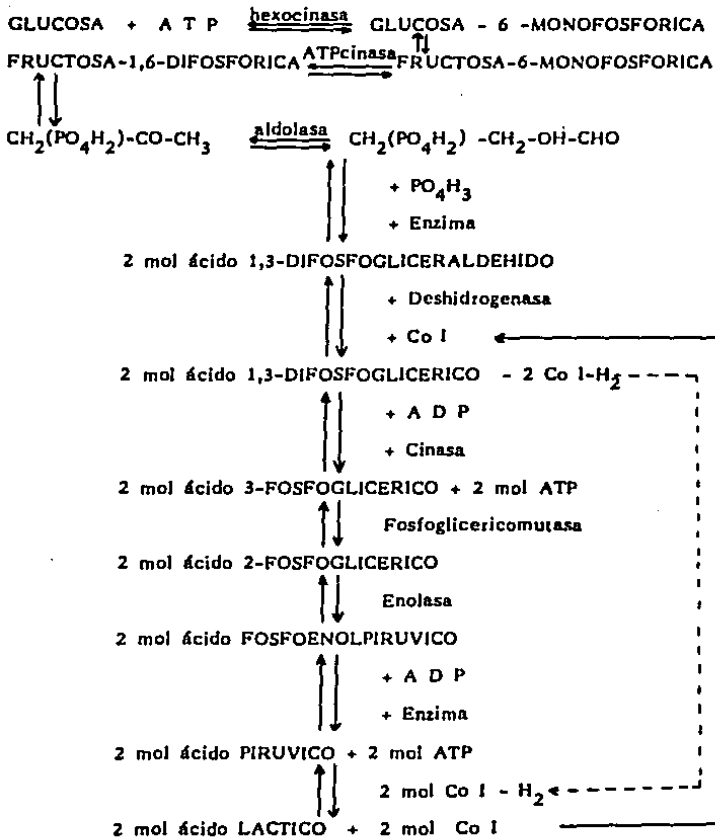
De los monosacáridos, se prefiere la fructosa; en ausencia de éste carbohidrato, la bacteria produce una gran cantidad de productos secundarios. De las pentosas fermenta sobre todo la arabinosa, con tal motivo, la bacteria participa en la degradación de la pectina. El moco se produce a partir de la sacarosa y está formado por un anhídrido de monosacárido, el cual formado a partir de la glucosa se denomina dextrano y si fué formado a partir de la fructosa se denomina levulano. Las bacterias son incapaces de producir el moco directamente a partir de la glucosa o fructuosa, de donde se supone que la deshidrogenación se realiza al estado naciente, o lo

que es lo mismo, en el momento justo en que se produce la hidrólisis de la sacarosa.

Leuconostoc mesenteroides se encuentra muchas veces y en grandes cantidades en las fábricas de azúcar, a las que llega con la remolacha. En todas clases de soluciones azucaradas puede formar grandes masas mucosas, llamadas masa de zooglea, pero éstas masas suelen contener otros microorganismos tales como Bacillus mesentericus y varias especies de levaduras. Los estreptococos contenidos en las masas mucosas no son destruidos mediante calentamiento a 85°C por espacio de una hora. Esta resistencia al calor, es una de las razones por la que las zoogleas representan una infección tan desagradable y molesta en las fábricas de azúcar(19)

A continuación se presenta un cuadro que muestra las características nutritivas de éste género. Lámina No. 3 .(51)

### CICLO DE LA FERMENTACION LACTICA





**CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES DE LAS LACTOBIACERIAS**

Especies de <u>Lactobacillus</u>	Anatomía Microscópica	Crecimiento 19°C	Crecimiento 45°C	% de ácido en leche	Osmoligravimé del Ácido Láctico	Fermentación de:							Requisitos Nutricionales			
						Arabinosa	Lactosa	Melitosa	Maltosa	Ramitosa	Sacrosa	Xilosa		Polifenol	Ácido Fólico	Grupo Similifé
casei var casei	Pequeñas cadenas de Bacil. G <sup>+</sup>	•	±	1.3-1.1	L (+)	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	B,C
casei var rhamnosus	Pequeñas cadenas de Bacil. G <sup>+</sup>	•	•	1.2-1.1	L (+)	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	C
casei var elenocus	Pequeñas cadenas de Bacil. G <sup>+</sup>	•	-	0	L (-)	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	BD,C
plantarum	Bacterias pequeñas o medianas solas G <sup>+</sup>	•	±	0.3-1.2	OL	±	•	•	•	•	•	•	•	•	•	D

• = Si se requiere

- = No se requiere

± = Muchas copias entran dentro de Grupo B

Todas hidrolizan la caseína, fermentan la emulsalina, celobiosa, galactosa, fructosa, maltosa, manitol, esteroi. Ninguna requiere Tiamina para su crecimiento. Ninguna forma CO<sub>2</sub> a partir de glucosa.

LAMINA No. 2

**CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DEL GÉNERO LEUCONOSTOC**

ESPECIES	<u>L. citrovorum</u> ó	<u>L. Kefir</u> ó	<u>L. dextranicum</u>	<u>L. Mesenteroides</u>		
	<u>L. cremoris</u>	<u>L. lactis</u>				
Grupo (según Garvie)	I	II	IV	III	V	VI
Leche (azul metileno)	-	a ó AC	-	-	-	a
Crecimiento a 37°C	-	+	±	±	±	±
Resistencia a 55°C 15'	-	+	-	-	+	+
Síntesis de Dextrano	-	-	+sl	-	+	+
Producción de diacetilo	+	+	-	-	-	-
Formación de Acido a partir de:						
Arabinosa	-	-	-	±	-	+
Xylosa	-	-	-	±	+	+
Salicina	-	-	-	-	-	+
Sucrosa	-	+	+	+	+	+
Melibiosas	-	+	+	+	+	+
Trealosa	-	-	+	±	±	±
Lactosa	+	+	-	±	±	±
Esculina Hidrolizada	-	-	-	±	±	+

a= ácido débil

AC = ácido y capa mucosa

sl = ligeramente

Ninguna hidroliza la arginina, ninguna crece a 45°C. Todas producen gas de glucosa y todas forman ácido D(-) Láctico.

LAMINA No 3.

## P R O C E S O

La preservación de los alimentos mediante una fermentación por ácido láctico, ha sido durante siglos una de las más importantes, o por lo menos, lo fué hasta antes del desarrollo de los métodos de enlatado y congelado de los mismos para su preservación.

A temperatura ambiente, las hortalizas trituradas, cortadas o machacadas que contienen azúcar, sufren normalmente una fermentación ácida a cargo de las bacterias lácticas, más cuando se desarrollan coliformes, bacilos anaerobios, bacterias proteolíticas ú otras afines, en vez del agradable y típico sabor ácido, aparecen sabores anormales y cambios en la textura de las hortalizas.

La adición de sal sirve para reducir la competencia de los microorganismos perjudiciales favoreciendo por lo tanto la fermentación láctica. La sal sirve también para extraer el jugo de las hortalizas con lo que se distribuyen mejor las bacterias lácticas.

La cantidad de azúcar en las hortalizas, determina la acidéz que puede producirse, mientras que la cantidad de sal y temperatura, condicionan el ritmo de producción de ácido y el tipo de bacterias que en ella toman parte. En general, a medida que aumente la cantidad de sal, disminuye el ritmo de producción de ácido y el número de los diferentes tipos de bacterias decrece. ( 55 )

Para la elaboración de pepinillos encurtidos, existen en general dos métodos: el método por secado / salado y el que se realiza mediante un ensalmuerado. De acuerdo a la bibliografía consultada, para la elabo-

ración de éste trabajo, se prefirió el método mediante ensalmuerado debido a que no se necesita, a nivel laboratorio, un equipo muy sofisticado además de que el producto que se desea obtener es un similar al de los pepinillos en salmuera comerciales.

Para lograr establecer el diseño experimental, se definió que los pasos a seguir para el proceso de fermentación son:

- Preparación de la materia prima.
- Preparación de la salmuera con las especias.
- Colocación de la materia prima en el fermentador.
- Adición de la salmuera con las especias hasta casi la total capacidad del fermentador.
- Adición del inóculo con el microorganismo determinado.
- Fermentación bajo las condiciones establecidas.

La preparación de la materia prima incluye las operaciones de selección, clasificación, lavado, desinfección, corte, salado y desflemado del vegetal. La selección se hace de acuerdo al tamaño y madurez de los frutos. La materia prima a utilizar pertenece a la variedad Florida High Bush, que es la que más fácilmente se encuentra en el mercado nacional. La desinfección del vegetal se llevará a cabo mediante el uso de un bactericida comercial que contiene yodo. El corte del vegetal dependerá del tamaño del mismo ya que no durante todo el año se encuentra un tamaño uniforme, éste sufre una variación bastante marcada en las diferentes estaciones.

El salado del vegetal cumple a la vez dos objetivos, en primer lugar, el de quitar el sabor amargo del fruto que le proporciona la solanina y el de hacer que el proceso de la fermentación sea más uniforme. La salmuera en la que se colocará la materia prima tendrá un contenido de sal de 10 ° salométricos, de acuerdo a la bibliografía consultada.

Las especias que se agregarán a la salmuera únicamente cumplirán la función de proporcionar un sabor y aroma específicos al producto. Para la elaboración de éste producto, se utilizarán únicamente tres de ellas las cuales son: pimienta negra entera, hojas de laurel y ajo.

El microorganismo a utilizar será un lactobacilo, el mismo que se utiliza para la elaboración de pepinillos encurtidos y col agria: Lactobacillus plantarum. Como éste microorganismo no se encuentra presente en la flora natural de la berenjena, se hará uso de un cultivo puro de la cepa. La cantidad de inóculo que se requiere para la fermentación varía de acuerdo a la concentración de azúcares a fermentar, que aunque en general es del 4 al 6 % en volúmen, en este caso se utilizará aproximadamente el 2 % en base al volúmen de la salmuera ya que se desea llevar el proceso de la fermentación controlado y fermentar únicamente los azúcares evitando en lo posible una sobreactividad del microorganismo.

Las condiciones a establecer para el proceso, a nivel laboratorio

únicamente serán la temperatura y el tiempo de fermentación el cual quedará determinado principalmente por la acidéz producida.(expresada en % de ácido láctico), por el pH y los azúcares reductores directos y totales que al mismo tiempo se utilizarán como controles del proceso.

El equipo necesario para llevar a cabo el proceso de fermentación se hará de acuerdo al nivel que se quiera llevar.

A nivel laboratorio, se necesitará de un fermentador de preferencia de plástico, vidrio o acero inoxidable, de forma cilíndrica, con fondo plano y de superficie interior lisa, provisto de dos tapas, una interior y otra exterior en cuya superficies se encuentren dos orificios; uno servirá para la toma de muestras y el otro para la adición tanto del inóculo como de la salmuera con las especias, y cuya capacidad sea de 3000 a 4000 ml.

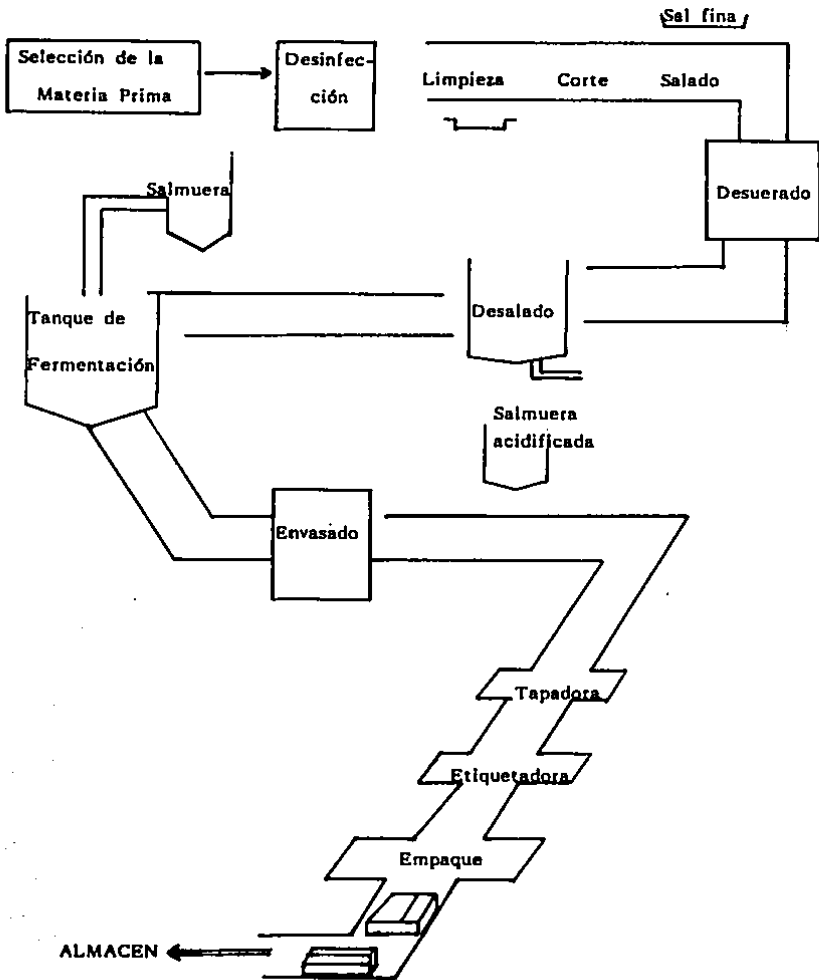
Tratando de llevar éste experimento a nivel industrial, se deberán adecuar al equipo y condiciones del lugar en donde se llevará acabo la elaboración del producto. En éste caso puede hablarse de un tanque de fermentación de acero inoxidable, con tapa horadada y de una capacidad desde 40 litros, provisto de una chaqueta para mantener la temperatura constante, un agitador y una válvula de descarga de líquido en la parte inferior, la cual trabaje por gravedad.

Por la parte inferior del tanque podrá retirarse la materia prima mediante el uso de una pequeña compuerta, mismo de donde se podrán tomar las muestras para los controles del proceso. La salmuera se preparará en otro tanque ya sea manual ó mecánicamente y tendrá una descarga directa al tanque de fermentación.

La adición del inóculo se llevará a cabo manualmente. La materia prima ya fermentada se transportará mediante una línea de malla que descargue en un tanque de almacenamiento o directamente en una máquina envasadora. Posteriormente se descargará por otra línea la materia prima directamente a los envases de vidrio, mediante una máquina adecuada que reparta la materia prima por peso; esta operación también podrá hacerse manualmente. En el otro extremo de la línea, se irán llenando los envases ya conteniendo la materia prima con una salmuera caliente y finalmente se tapanán cada uno de los envases automáticamente con tapa de rosca.

A continuación se presenta un diagrama del proceso propuesto.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA BERENJENA ENCURTIDA A NIVEL INDUSTRIAL





## DISEÑO EXPERIMENTAL

### Selección del microorganismo

En base a las bibliografías consultadas, puede decirse que de todos los microorganismos idóneos para una fermentación láctica en vegetales, el más apropiado para éste estudio resultó ser el Lactobacillus plantarum, debido a que toma como substrato los carbohidratos presentes en la berenjena, principalmente la sacarosa, transformándola en ácido láctico. Es importante señalar que el ácido láctico formado por ésta bacterias es racémico, lo que brinda las características finales al producto.

### Preparación de la materia prima

La variedad de berenjena a utilizar en éste estudio, es la Florida High Bush, debido a que ésta es la variedad que se produce en nuestro país en mayor cantidad y con buenos rendimientos, lo que nos lleva a que es factible de obtener durante todo el año.

Los frutos a utilizarse deberán estar perfectamente sanos, es decir que no deben de tener ninguna magulladura ni raspadura alguna.

El fruto debe estar en pleno estado de madurez, es decir debe ser de color morado intenso, casi negro y debe estar bien firme. Es preferible utilizar frutos que no hayan sido refrigerados por largos

períodos de tiempo para evitar que el producto ya elaborado resulte ligeramente arrugado.

Con respecto al tamaño de los frutos podemos decir que el apropiado es el más pequeño ya que el producto final tendría una mejor vista, sin embargo, es posible la elaboración del mismo con berenjenas grandes que se cortarán a un tamaño estándar con el fin de ofrecer una calidad uniforme.

Las berenjenas deben lavarse con agua corriente y debe de quitárseles tanto el tallo como el extremo inferior ; si son de tamaño grande, se procederá a cortarlas en trozos de tamaño menor, de manera que éstos sean lo más similares posible entre si. A continuación se pesa la materia prima y en base a éste peso se le adiciona el 3 % de sal de mesa, espolvoreándola directamente sobre la pulpa de las berenjenas. Posteriormente se colocan las berenjenas ya saladas en un recipiente plástico o de vidrio, con perforaciones, de manera que el jugo se extrae durante ésta etapa sea drenado continuamente. Se dejan en reposo por espacio de 4 a 5 horas hasta que el fruto adquiere un color ligeramente café y deja de escurrir el jugo al vegetal. En éste momento se procede a enjuagar la materia prima con agua corriente de 3 a 4 veces para retirar todo el exceso de sal. En el fermentador se prepara la salmuera con una concentración del 10 % y se acidifica con ácido acético glacial (6 ml por cada 3750 ml de agua), con el fin de disminuir el pH propiciando así un medio favorable para el desarrollo del microorga-

nismo y a la vez evitar posibles contaminaciones. A partir de éste momento se debe de poner especial atención al manejo de la materia prima y del área a utilizar para evitar cualquier contaminación. Una vez que la salmuera esté ajustada a la concentración deseada, se adicionará acetato de sodio en una concentración del 5 % con respecto al volúmen de salmuera, para tamponarla y así garantizar la utilización efectiva de todos los carbohidratos fermentables por el microorganismo y al mismo tiempo propiciar que la concentración de sal en la pulpa del vegetal sea la misma que la de la salmuera.

Se dejan las berenjenas sumergidas en ésta salmuera, tapadas y a temperatura ambiente por 24 horas. Una vez transcurrido éste tiempo, se adicionarán al fermentador las especias que serán: pimienta negra entera, hojas de laurel y ajo, con el fin de proporcionar al producto final un sabor definido. La cantidad de las mismas será determinada de acuerdo al volúmen de producto que se desea obtener.

El vegetal será inoculado en éste momento adicionando un cultivo puro de Lactobacillus plantarum de 24 horas de incubación en Caldo Nutritivo para Lactobacilos A. O. A. C.. El fermentador se tapará totalmente con el fin de crear una atmósfera de anaerobiosis para el desarrollo del microorganismo.

## ENSAYOS Y RESULTADOS

En éste capítulo se presentarán los dos ensayos realizados, así como los resultados que se obtuvieron en cada uno de ellos. Los controles efectuados en ambos ensayos, se basaron en las siguientes técnicas de análisis.

### Acidéz:

La acidéz se determinará en base a una titulación alcalimétrica con NaOH 0.1 N, utilizando fenolftaleína alcohólica al 1 % como indicador.

### Azúcares Reductores Directos:

La muestra primeramente se defecará para precipitar las protefnas y materia grasa, utilizando, soluciones de subacetato de plomo y oxalato de potasio. Se filtra y en el filtrado obtenido se determina la sacarosa por reducción del cobre de sus sales alcalinas, mediante una valoración volumétrica, según el método de Lane y Eynon.

### Azúcares Reductores Totales:

Del filtrado obtenido para la determinación de azúcares reductores directos, en una alfcuota se realiza la inversión de los azúcares utilizando HCl, y con la solución neutralizada, se determinan los azúcares, por reducción del cobre de sus sales alcalinas, mediante una valoración volumétrica según el método de Lane y Eynon.

**pH:**

Se prepara una solución que contenga aproximadamente el 10 % de sólidos, es decir, 10 g de la muestra en 100 ml de agua, y se lee directamente en un potenciómetro con electrodos de hidrógeno y calomel. El aparato se calibra de antemano con soluciones reguladas a un pH de  $4.0 \pm 0.1$  y  $7.0 \pm 0.1$ .

**ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

Los análisis microbiológicos realizados para el Control de Calidad del producto se basaron en las técnicas para el análisis microbiológico de productos encurtidos del A.O.A.C., siendo los siguientes:

Cuenta Bacteriana total en Agar Nutriente

Cuenta de Organismos Coliformes Totales en Agar de Bilis y Rojo Violeta.

Cuenta de Estafilococo dorado en Agar de Baird - Parker completo

NMP de Organismo Coliformes Fecales en Caldo de Lauril Sulfato y triptosa

Cuenta de Hongos y Levaduras de Agar de Papa y Dextrosa

Investigación de Salmonella en caldo de Selenito y Cistina y al Caldo de Tetrionato con Yodo y Verde Brillante.

### ENSAYO No. 1

La materia prima se preparó mediante la adición del 3 % de sal en base al peso de la misma y se dejó drenar el jugo por espacio de cuatro horas a una temperatura promedio de  $18 \pm 2$  ° C. Transcurrido el tiempo se procedió al desalado del producto mediante cuatro enjuagues con agua.

Se preparó una salmuera con 10 ° salométricos, acidificada con el 0.16 % de ácido acético glacial y tamponada con acetato de sodio en una proporción del 2,5 % y metabisulfito de sodio - 200 ppm -, todo en base al volúmen de la salmuera.

Se colocó la materia prima en el fermentador y se le adicionó la salmuera y las especias. Se colocó el fermentador en un lugar cuya temperatura fué constante a 18 ° C y se dejó por 24 horas.

Posteriormente, se colocó el inóculo en el fermentador y se agitó ligeramente con el fin de homogenizar el medio. Se colocó una madera a manera de tapa interior con el fin de procurar que la materia prima quedara totalmente sumergida en la salmuera. El fermentador se tapó totalmente con el fin de procurar un ambiente totalmente anaerobio. Se dejó en condiciones de 18 ° C por espacio de cuatro días tomándose una muestra cada 24 horas para realizar los controles, que fueron:

pH

Acidéz (expresada en % de ácido láctico)

Azúcares Reductores Directos (% de sacarosa)

Azúcares Reductores Totales (% de sacarosa)

Se obtuvieron los siguientes resultados.

TABLA No. 1

Control / Días	0	1	2	3	4
pH	5.5	5.02	4.9	4.36	4.08
Acidéz *	0.38	0.51	0.78	1.18	1.31
A. R. Directos **	15.62	9.40	7.46	6.57	2.75
A. R. Totales **	24.20	13.17	9.81	7.85	3.30

\* Expresada en % de ácido láctico.

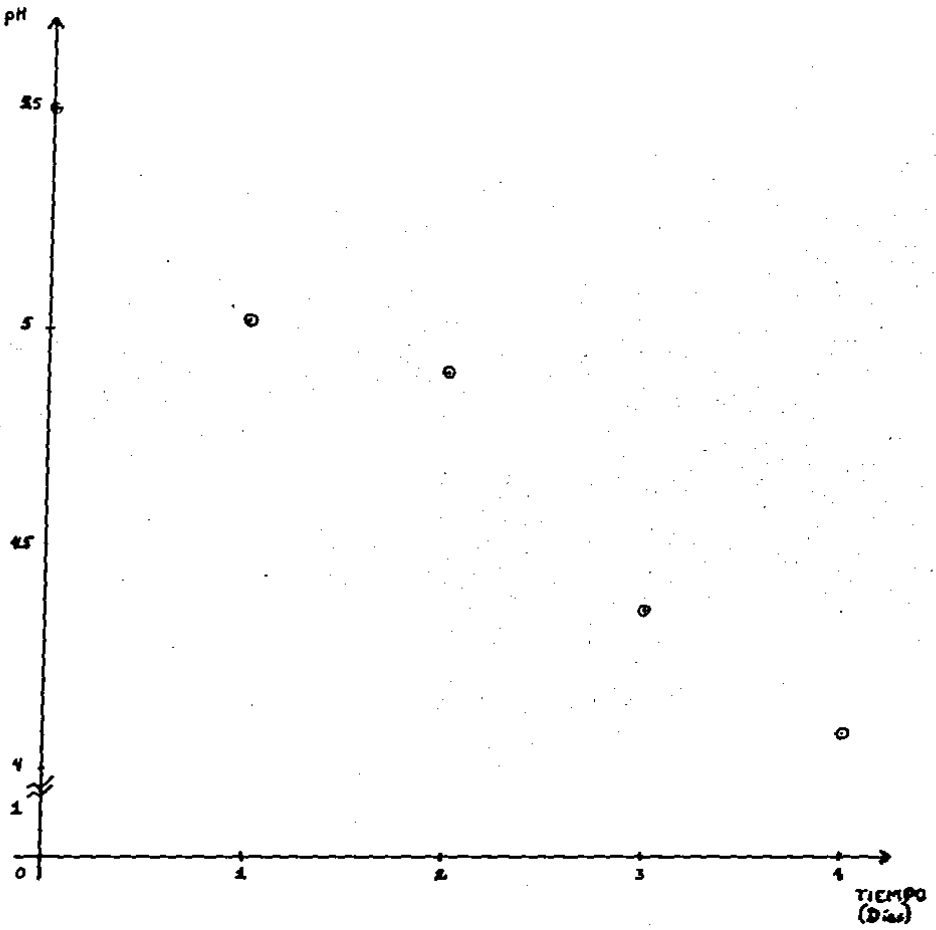
\*\* Expresado en % de sacarosa.

---

Tabla que muestra los resultados de los controles obtenidos durante el Ensayo No. 1.

Se determinó la finalización de éste ensayo al cuarto día de la fermentación debido al contenido de acidéz del producto, ya que la acidéz final del vegetal encurtido no debe de exceder del 1.5 % expresada en % de ácido láctico.

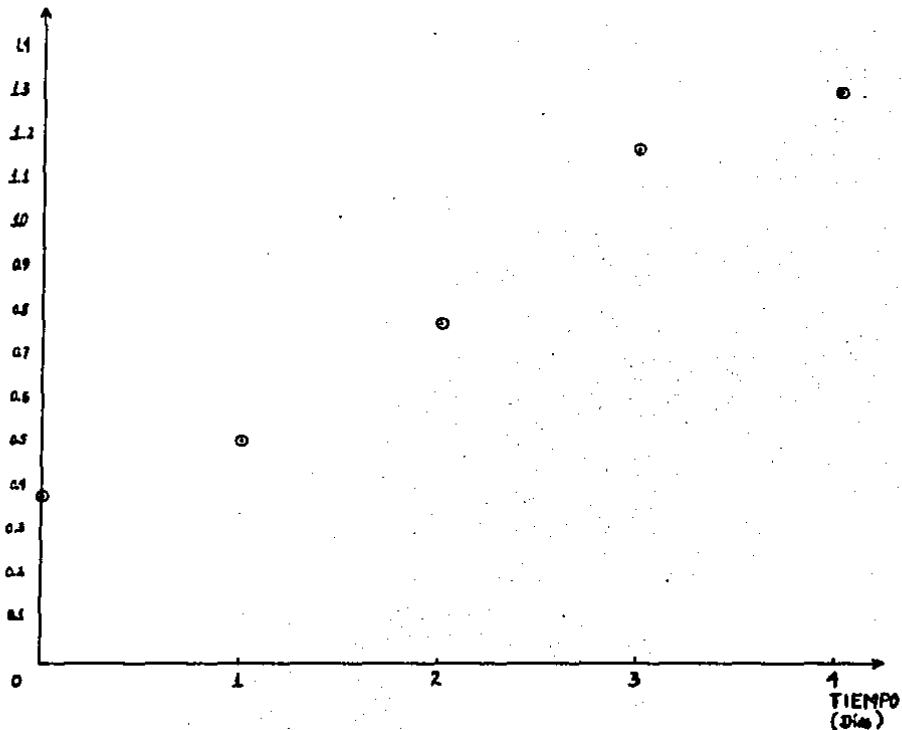
Gráfica No. 1 que muestra el decremento del pH vs tiempo durante el experimento No. 1



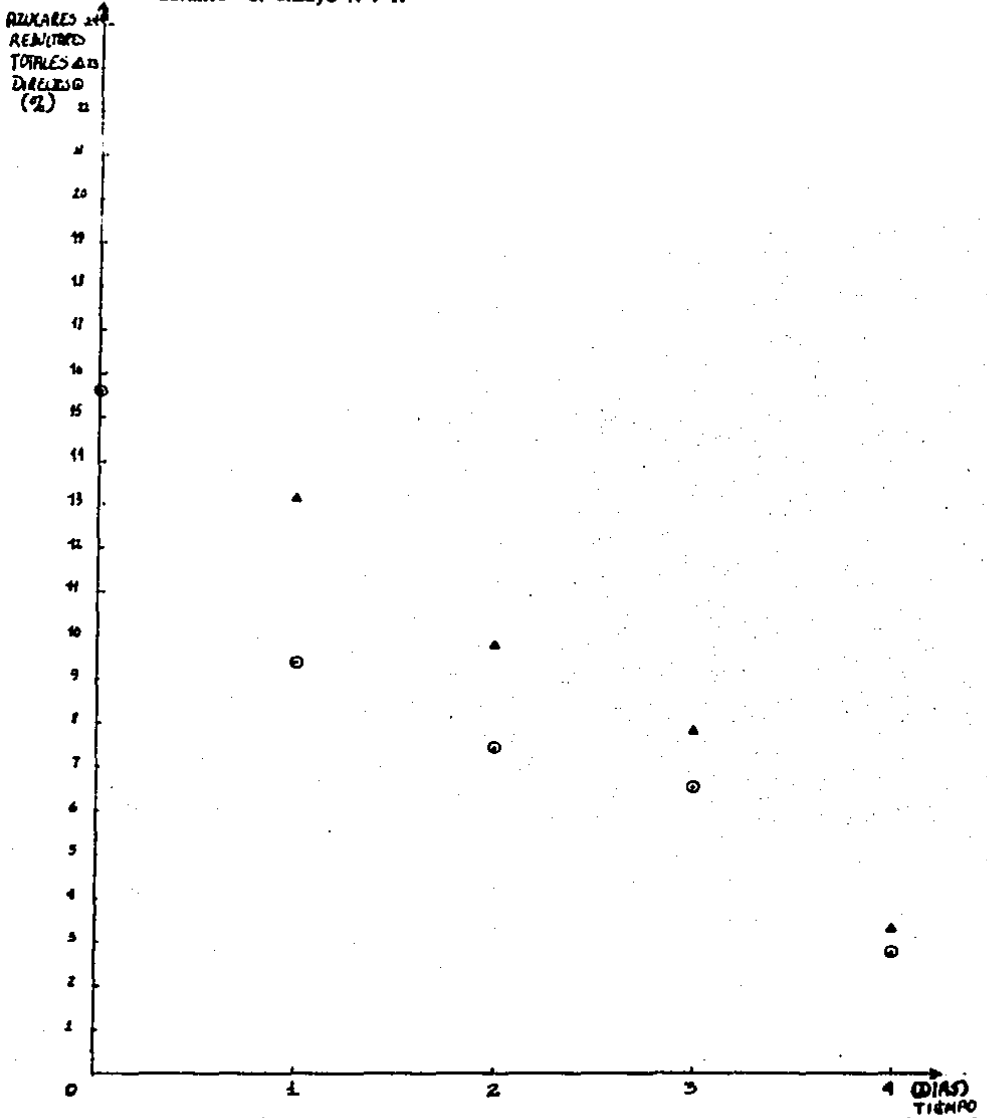


Gráfica N<sup>o</sup>. 2 que muestra el incremento en la acidez vs tiempo durante el ensayo N<sup>o</sup>. 1.

% ACIDEZ \*



Gráfica Nº. 3 que muestra el decremento de los Azúcares Reductores Directos y Totales vs tiempo durante el ensayo Nº. 1.



El producto que se obtuvo en éste ensayo fué un producto de sabor agradable, olor característico a fermentación láctica, pero se percibe al probarlo que las fibras internas del vegetal no fueron hidrolizadas por efecto de la fermentación. La apariencia visual del producto resulta agradable, y el sabor es también agradable. El producto resulta de una textura al tacto firme y el color es ambarino, la cáscara del vegetal presenta una fuerte decoloración.

Como una alternativa para mejorar la textura del producto obtenido durante éste ensayo, se procedió a hacer una prueba. Esta prueba consistió en dividir el producto obtenido en dos partes, una de las cuales se cocinó en una solución de ácido acético al 2 %, con el fin de eliminar la consistencia fibrosa del vegetal ya encurtido mediante una hidrólisis ácida, observando los cambios producidos.

El producto resultante de ésta prueba, observó una mejor textura, es decir, no fibrosa, pero al contrario de lo esperado, su sabor cambió a tal grado que se descartó la posibilidad de ésta opción, ya que su sabor no fué el característico de la fermentación.

En base a lo ya expuesto, se procedió a elaborar un segundo ensayo modificando la preparación de la materia prima para que el producto resulte con una textura suave pero firme al paladar y con el típico sabor de los productos elaborados mediante una fermentación láctica.

## ENSAYO No. 2

La modificación que se llevó a cabo en éste ensayo consistió en cocer la materia prima después de ser tratada con el 3 % de sal, con el objeto de eliminar la textura fibrosa del vegetal y la consistencia dura de la cáscara del mismo.

La materia prima se preparó mediante la adición del 3 % de sal en base al peso de la misma y se dejó a temperatura ambiente promedio de 18 ° C. Transcurridas cuatro hrs., se retiró la sal adicionada con cuatro enjuagues con agua.

Se preparó una solución de ácido acético al 2 %, en la cual se colocaron las especias y la materia prima y se puso a ebullición; en el momento en que ésta se logró, se mantuvo constante por espacio de 10 minutos. Enseguida, se dejó enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente. A continuación la materia prima se escurrió totalmente, al igual que las especias, las cuales fueron colocadas posteriormente en la salmuera que se describe a continuación.

Se preparó una salmuera con 10 ° salométricos, acidificada con el 0.16 % de ácido acético glacial y conteniendo 200 ppm de metabisulfito de sodio (en base al volúmen de la salmuera), en la cual fué colocada la materia prima y especias preparadas anteriormente.

Se inoculó la salmuera ya conteniendo la materia prima y especias

con un cultivo de Lactobacillus plantarum.

Se mantuvo en un recipiente cerrado en su totalidad y tratando de mantener la materia prima sumergida en el medio, por espacio de 7 días durante los cuales se tomaron muestras del producto cada 24 horas. A continuación se detallan los resultados de los controles obtenidos.

Los resultados correspondientes al día 0 son los que se obtuvieron de la materia prima ya cocida en la solución de ácido acético.

Los resultados correspondientes al día 7, son los obtenidos al final del ensayo.

TABLA No 2

Control / Días	0	1	2	3	4	7
pH	4.6	4.56	4.42	4.4	4.36	3.9
Acidez *	0.6	0.72	0.91	0.98	1.19	1.37
A.R. Directos **	9.03	8.23	6.4	5.1	3.22	2.04
A.R. Totales **	16.11	12.97	9.3	7.9	4.67	3.01

\* Expresada en % de ácido láctico.

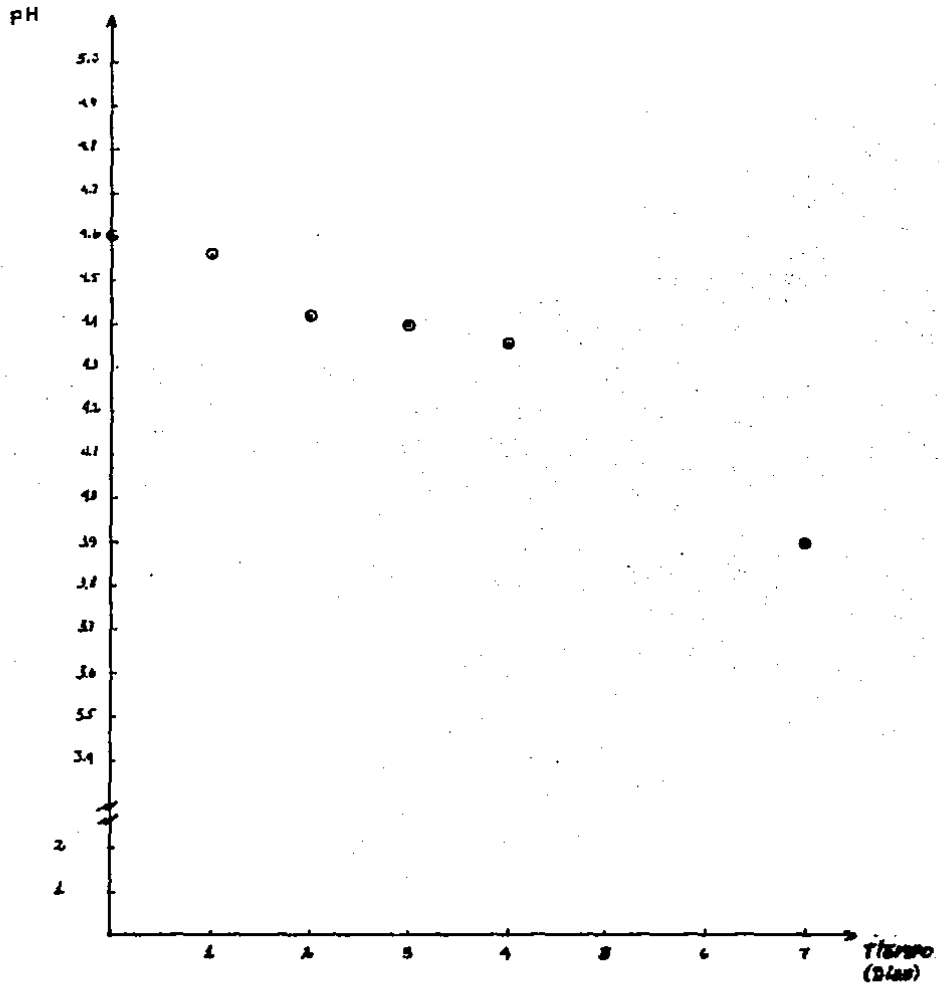
\*\* Expresados en % de sacarosa.

---

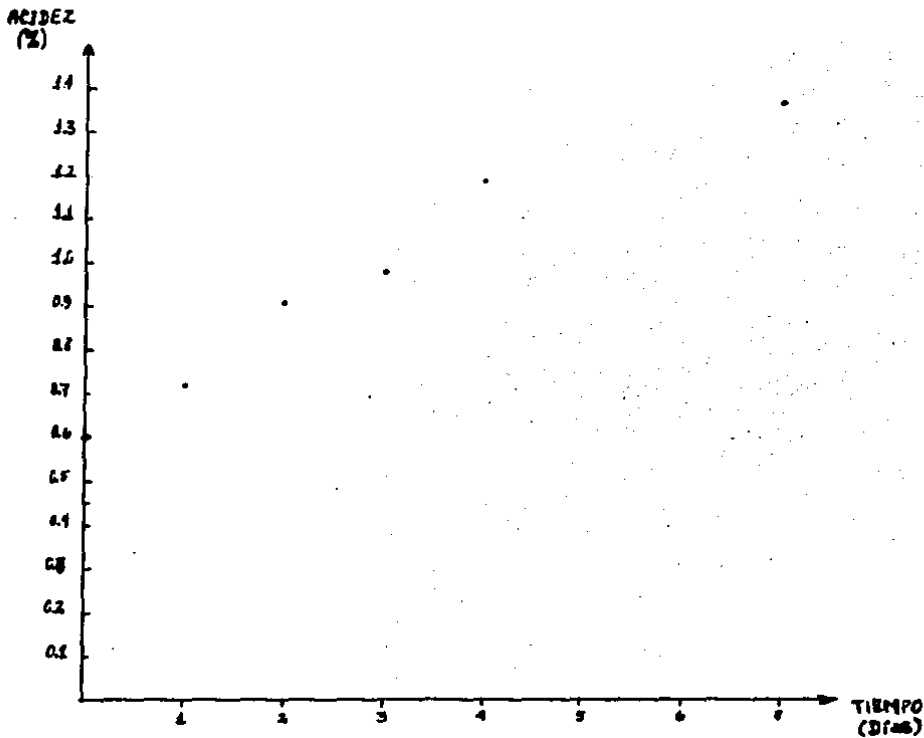
Tabla que muestra los resultados de los controles obtenidos durante el ensayo No. 2.

La finalización de éste ensayo también fué determinada por el

Gráfica N°. 4 que muestra el decremento del pH vs tiempo durante el ensayo N°. 2 .

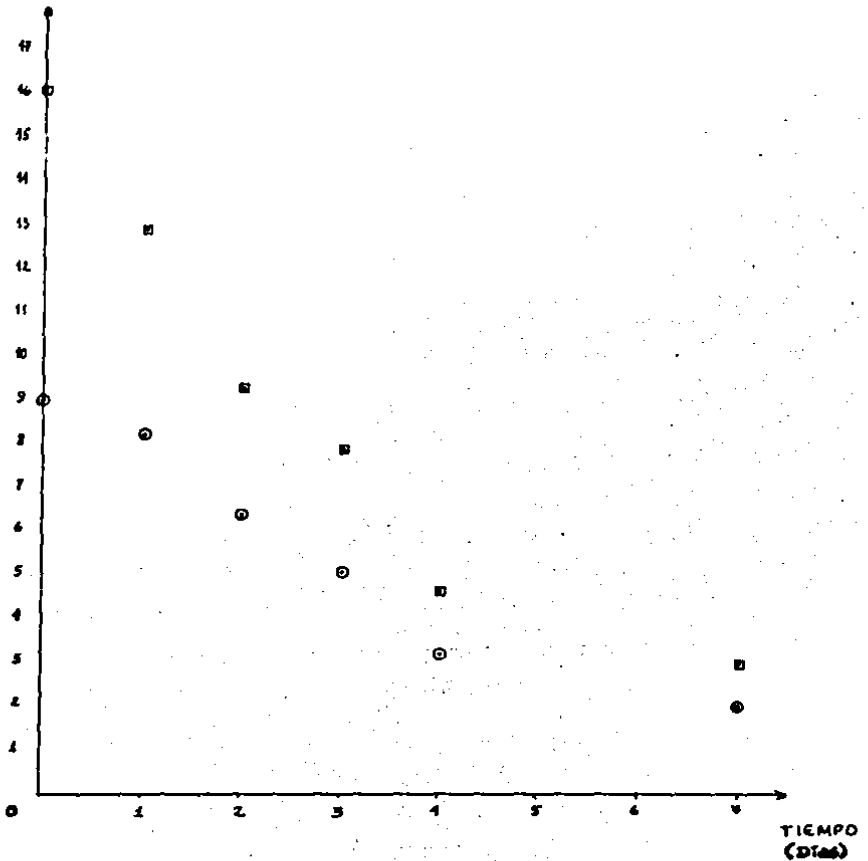


Gráfica N<sup>o</sup>. 5 que muestra el decremento de acidéz vs tiempo durante el ensayo N<sup>o</sup>. 2 .



Gráfica N.º 6, que muestra el decremento de Azúcares Reductores Directos y Totales vs tiempo durante el ensayo N.º 2 .

AZÚCARES  
REDUCTORES  
DIRECTOS ○  
Y TOTALES ■





contenido de acidéz del producto, observándose un producto de mucho mejor características sensoriales. El color que presentó el producto de éste ensayo, se antoja más apetecible a la vista que el del obtenido en el primer ensayo. Su aroma y sabor superó por mucho también al anterior ya que se percibe tanto el sabor como el aroma característico de la fermentación láctica, muy parecido al de los pepinillos encurtidos. El sabor fué muy agradable, aunque la textura se percibió bastante blanda, e inclusive, una ligera viscosidad debida probablemente al desprendimiento de células de la pulpa del vegetal ó a que el tiempo de cocimiento fué demasiado. En la salmuera también se aprecia una ligera turbiedad posiblemente de células desprendidas del vegetal durante el proceso de fermentación. De este último ensayo, se puede decir que el producto que se obtuvo cumple con las características esperadas al empezar el trabajo sobre el encurtido de éste vegetal.

Con el fin de comprobar la calidad sanitaria del producto obtenido, se procedió a realizar un análisis microbiológico completo, justo el día en que se determinó la finalización del experimento y a los dos meses de preparado el producto, obteniéndose los siguientes resultados:

Análisis Microbiológico:

	Inmediato	a los 2 meses
Cuenta estándar	negativo	negativo
Coliformes	negativo	negativo

69 bis.

<b>Estafilococos</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>
<b>Organismos Coliformes Fecales</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>
<b>Cuenta de Hongos y Levaduras</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>
<b>Estudio de Salmonella</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El resultado que se obtuvo en la elaboración de éste nuevo producto fermentado y encurtido, fué aceptable a nivel experimental, partiendo desde el punto de vista que no hay en el mercado un producto similar, además de que como este vegetal no es muy consumido en el país, presenta una opción para su aprovechamiento. Las características visuales y de sabor cumplieron con el objetivo de la elaboración del producto, resultando que éste presenta un sabor agradable.

Sobre el rendimiento podemos decir que es alto ya que la única pérdida en peso del producto ocurre durante la extracción de la solanina con la sal durante la preparación de la materia prima antes de la fermentación, representando únicamente el 10.5 % en peso, el cual, después de la fermentación es recuperado con la adición de la salmuera de conserva.

Es importante señalar en éste punto, que el producto en comparación con otros de una preparación similar o parecida, como los pepinillos encurtidos, col agria, ó chiles en escabeche presenta valores: bajos en cuanto a vitaminas, sodio y calcio; medio, en cuanto a fósforo y hierro; y alto, en cuanto al contenido de potasio, por lo que para aumentar su valor nutritivo es factible de combinarse con

otros vegetales cuyo contenido en dichos nutrientes sea complementa  
rio.

Si se aumenta la cantidad de carbohidratos en la elaboración del  
producto, es decir, adicionando de sacarosa la salmuera que se  
utilizará para la fermentación, ésta sería más ácida y cambiarían  
las características reológicas del producto.

La temperatura de trabajo fué de  $18 \pm 2$  ° C, por lo tanto, el  
proceso de fermentación se hace más lento ya que la temperatura  
óptima de desarrollo del microorganismo se encuentra entre los 28  
y 30 ° C. Se llevó a cabo en éstas condiciones debido a que ésta  
temperatura es a la cual se podría trabajar al intentar la implemen-  
tación del proceso a nivel industrial, con el fin de reducir los  
costos de equipo.

Se prefirió la utilización del Lactobacillus plantarum, debido a que  
éste microorganismo es homofermentativo, lo que hace que solamente  
se produzca durante la fermentación en su mayoría ácido láctico,  
que a su vez nos lleva a reducir los costos en rendimiento por la  
pureza en la producción del ácido.

En el ensayo No. 2 se optó por escoger al ácido acético para  
llevar a cabo la hidrólisis tanto de las fibras internas como de la  
cáscara del vegetal ya que a pesar de que ambos son ácidos débiles,  
la hidrólisis es más fácil con el ácido acético ya que es ligeramente  
más fuerte que el ácido láctico y el sabor proporcionado al producto

final por el ácido acético es más común o aceptable, por ser utilizado ampliamente en la industria de conservas. Si se utilizara el ácido láctico para realizar la hidrólisis, el sabor del producto cambiaría mucho.

Se pudo apreciar que el tiempo de escaldado no es el óptimo porque se presentó el desprendimiento de células vegetales. Si éste se disminuyera, sería posible que no sucediera esto, y como una opción podría reducirse la concentración del ácido acético, dejando tal cual el tiempo de escaldado.

Si éste producto se elaborara a nivel industrial, es muy importante que se tome en cuenta el control de calidad sanitario del mismo tanto durante la fermentación como en el envasado del mismo ya que al ser un producto encurtido, su valor de pH es bajo y es muy factible que pueda contaminarse con levaduras, lo cual redundaría en pérdidas para la industria elaboradora del mismo.

Es importante entonces que se implementen técnicas de control de calidad microbiológico y los límites sanitarios para que el producto pueda observar una calidad constante y una vida de anaquel bien definida ya que no puede realizarse una pasteurización posterior a la fermentación porque las características reológicas del producto cambian en su totalidad.

### SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones expuestas anteriormente, podemos decir que el producto que se obtuvo finalmente, puede ser elaborado en combinación con algunos otros vegetales como cebollas, coliflor o zanahorias, con el fin de hacerlo más versátil, mejorando así la calidad nutritiva y logrando al mismo tiempo que éste producto pueda ser más aceptable a nivel comercial.

Es probable que pueda utilizarse otro microorganismo que sea hetero fermentativo con el fin de que al llevarse a cabo la fermentación se aprovechen otros carbohidratos que pueden estar presentes en el vegetal, sin embargo, la utilización de otro microorganismo puede provocar que la fermentación en su mayoría, una producción de otro ácido (principalmente acético) e inclusive etanol, con lo cual las características del producto final, no serán las esperadas.

A continuación se presenta una tabla comparativa del producto obtenido con otros también elaborados mediante una fermentación láctica, con el fin de observar las ligeras diferencias existentes entre ellos.

TABLA COMPARATIVA DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE  
TRES PRODUCTOS FERMENTADOS

---

Determinación	Berenjena	Sauerkraut	Pepinillos
Humedad (%)	94.3	92.8	93.3
Proteínas (%)	1.0	1.0	0.7
Graza (%)	0.2	0.2	0.2
Carbohidratos (%)	5.0	4.7	2.5
Cenizas (%)	0.4	2.0	3.6
Calorías *	19	18	11

---

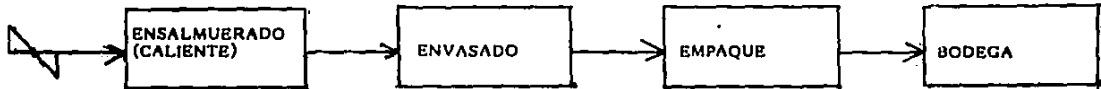
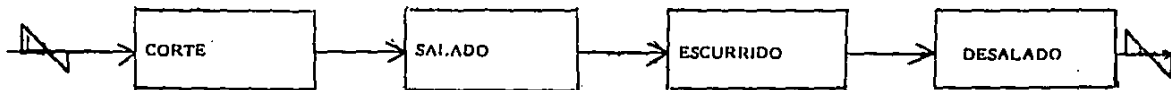
\* Contenidas en 100 g del alimento.

---

Como podemos observar, el producto final obtenido en los ensayos no difiere mucho de los otros dos productos, de donde se deduce que es comercializable.

Con respecto al envase del producto terminado, se sugiere que éste sea en vidrio, ya que la versatilidad de éste material es amplia porque se puede observar el producto y al mismo tiempo, no hay interferencia del medio ácido con otros materiales como los de recubrimiento para el caso de las latas, que puedan producir cambios en el producto, lo que afecta la calidad.

El envasado en vidrio además permite la adición de la salmuera en caliente, lo que evita un paso en el proceso del mismo, la pasteurización, reduciendo así el costo.





**TABLA COMPARATIVA DE VALORES NUTRITIVOS DE DIFERENTES VEGETALES**

		% H <sub>2</sub> O	Calorías	% Proteína	% Grasa	% CII'OS	Carbohid.	Cenizas	Calcio	P	Fe	Na	K	Vit. A	Flavono	Nicotinam	Niac.	Ac. Asc
Borrajón	Crudo	92.4	23	1.2	0.2	6.5	0.6	12	26	0.7	2	214	10	0.05	0.05	0.6	5	
	Cocido	94.3	19	1.0	0.3	5.0	0.4	11	21	0.6	1	150	10	0.05	0.04	0.3	1	
Pepinillo	Nacutidos	95.3	11	0.7	0.2	2.7	3.6	26	21	1.0	1,628	200	100	10000	0.02	1.000	6	
	Agrios	94.8	10	0.5	0.2	2.1	25	17	19	3.2	1351	-	100	10000	0.02	1.000	7	
Chile	Crudo	86.9	37	1.3	0.2	10.9	0.6	18	21	0.7	-	-	270	0.09	0.06	1.7	21*	
	Encucidos	92.5	20	0.9	0.1	7.3	0.4	7	17	0.5	-	-	610	0.02	0.01	0.8	66	
Cebollas	Crudo	89.1	38	1.3	0.1	9.9	0.6	27	26	0.3	10	157	40	0.03	0.04	0.2	10	
	Cocido	91.8	29	1.2	0.1	7.1	0.4	24	29	0.4	7	110	40	0.03	0.03	0.2	7	
Zanahoria	Crudo	86.2	42	1.1	0.2	10.7	0.6	37	36	0.7	47	341	11,000	0.06	0.03	0.6	8	
	Cocido	91.2	31	0.9	0.2	8.1	0.6	38	31	0.6	39	222	10,500	0.05	0.01	0.5	6	
Coliflor	Crudo	91.0	27	2.7	0.2	6.2	0.9	23	26	1.1	13	295	60	6.11	.10	0.7	78	
	Cocido	92.6	22	2.3	0.2	5.1	0.6	21	42	0.7	9	206	60			0.6	55	

1  
4  
2

**BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Adams M. 1983. "PROGRESS IN INDUSTRIAL MICROBIOLOGY. MICROORGANISMS IN THE PRODUCTION OF FOODS". 1st. ed., Vol. XXIII. The Netherlands, Amsterdam : Elsevier Science Publishing Company Inc.
- 2.- Canoni, I., Gandolfo, N., Ramelli, G. C., Sampaolo, A.. 1969. "RESEARCH OF RESIDUES OF 2-AMINO-1,3,4-TRIAZOLE IN FRUITS AND VEGETABLES CULTIVATED ON TREATED GROUNDS". *Industrie Alimentari*. 8: 83-85.
- 3.- Costilow, R. N., Gates, K. & Bedford, C. L.. 1981. "AIR PURGING OF COMMERCIAL SALT - STOCK FERMENTATIONS". *Journal of Food Science*. 46: 278 - 282.
- 4.- Charley, Helen. 1987. "TECNOLOGIA DE ALIMENTOS". 1a. ed. México : Limusa.
- 5.- Ediciones Cedral. 1984. "DICCIONARIO DE LOS ALIMENTOS". 1a. ed., México: Editia Mexicana S.A..
- 6.- Drew , F., Rhee, K.S.. 1980. "ENERGY USE,COST AND PRODUCT QUALITY IN PRESERVING VEGETABLES AT HOME BY CANNING, FREEZING AND DEHYDRATION". *Journal of Food Science*. 45 : 1561 - 1565.
- 7.- Etchells, J. L., Fleming, H. P. et al. 1975. "FACTORS IN - FLUENCING BLOATER FORMATION IN BRINED CUCUMBERS DURING CONTROLLED FERMENTATION". *Journal of Food Science*. 40 : 569 - 575 .
- 8.- Etchells, J. L., Fleming, H. P., Bell, T. A.. 1973. "FACTORS INFLUENCING THE GROWTH OF LACTIC ACID BACTERIA DURING FERMENTATION OF BRINED CUCUMBERS". In J.G.

Carr et al (eds): Lactic acid bacteria in beverages and foods.  
New York : Academic Press Inc., 1975.

- 9.- Etchells, J. L., Borg, A. F., Bell, T. A.. 1968. "BLOATER FORMATION BY GASFORMING LACTIC ACID BACTERIA IN CUCUMBER FERMENTATION". Appl. Microbiol. 16 : 1029-1035.
- 10.- Etchells, J. L., Borg, A. F. et al. 1966. "PURE CULTURE FERMENTATION OF GREEN OLIVES". Appl. Microbiol. 14 :--- 1027 - 1041.
- 11.- Feder, L. 1976."CAN WE CULTIVATE EGGPLANT OUTDOORS? Norwich Hagetd. 92 (4) : 96 - 97.
- 12.- Fleming, H. P., Pharr, D. M.. 1980. "MECHANISM FOR BLOATER FORMATION IN BRINED CUCUMBERS". Journal of Food Science. 45 : 1595 - 1599.
- 13.- Fleming, H. P., Pharr, D. M., Thompson, R.. 1980. "BRINGING PROPERTIES OF CUCUMBERS EXPOSED TO PURE OXYGEN BEFORE BRINGING". Journal of Food Science. 45 : 1578-1582.
- 14.- Fleming, H. P., Thompson, R. L. et al. 1973. "BLOATER FORMATION IN BRINED CUCUMBERS FERMENTED BY Lactobacillus plantarum". Journal of Food Science. 38: 499 - 503.
- 15.- Foelster, E. 1986. " VEGETABLE PRODUCTION: A TEXTBOOK AND REFERENCDE WORK FOR STUDY AND PRACTICE". 2nd. ed. cap. 8. West Germany: Verlag Paul Parey.
- 16.- Geervani, P., Theophilus, F.. 1980. "EFFECT OF HOME PROCE-- SING ON THE PROTEIN QUALITY OF SELECTED LEGUMES". Journal of Food Science. 45 : 707 - 710.
- 17.- Gopimony, R., Sreenivasan, K.. 1970. "STUDIES ON BRINJAL-D HYBRIDIZATION. PART 1 : FEATURES OF F-1 HYBRIDS BETWEEN CULTIVATED AND WILD BRINJAL - D". Agricultural Research Journal Kerala. 8 (2): 101 - 105.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 79 -

- 18.- Janick, J., Schery, R. W. et al. 1974. "PLANT SCIENCE AN INTRODUCTION TO WORLD CROPS -". 2nd. ed. San Francisco W. H. Freeman Company.
- 19.- Jørgensen, Alfred. 1978. "MICROBIOLOGIA DE LAS FERMEN--TACIONES INDUSTRIALES". 1a. ed. España: Editorial Acribia.
- 20.- Lee, C. V.. 1974. "EFFECT OF CULTURAL PRACTICES ON CHEMICAL COMPOSITION OF PROCESSING VEGETABLES". Journal of Food Science. 39 : 1075 - 1079.
- 21.- Martin, F. W., Pollack, B. L.. 1979."VEGETABLES FOR THE HOT HUMID TROPICS. PART 5, EGGPLANT (Solanum melongena). Mayagüez Institute of Tropical Agriculture Science Education Admin. U. S. Dpt. Agric. Mayagüez, Puerto Rico.
- 22.- McColloch, L. P., Cook, H. T., Wright, W. R.. 1968. "MARKET DISEASES OF TOMATOES, PEPPERS AND EGGPLANTS". USDA Agricultural Research Service. Agr. Handbook, 28.
- 23.- Melo, I. S. D., Costa, C. P. D.. 1986. "INHERITANCE TO VERTICILLIUM WILT IN Solanum melongena". Rev. Bras. Genet. 8 (4) : 759 - 764.
- 24.- Mori, S. 1981. "GROWTH ANALYSIS OF THE EFFECTS OF METEOROLOGICAL ELEMENTS IN SEVERAL KINDS OF VEGETABLES CULTIVATED IN A PLASTIC HOUSE". Environ--mental Control Biological. 19 (4) : 129 - 136.
- 25.- Müller, Gunther. 1981. "MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS VEGETALES". 2a. ed., España: Editorial Acribia.

- 26.- Nakamura, R., Inaba, A., Ito, T.. 1985. "EFFECT OF CULTIVATING CONDITIONS POSTHARVEST STEPWISE COOLING ON THE CHILLING SENSITIVITY OF EGGPLANT AND CUCUMBER FRUITS". Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University. 66 : 19 -29.
- 27.- Niinivaara, F. P. Poha, M. S., Komulainen, S. E.. 1964. "SOME ASPECTS ABOUT USING BACTERIAL PURE CULTURES IN THE MANUFACTURE OF FERMENTED SAUSAGES". Food Technology 18 (1) : 147 - 153.
- 28.- Nothmann, J., Rylski, J., Spigelman, M.. 1978. "EFFECTS OF AIR AND SOIL TEMPERATURE ON COLOUR OF EGGPLANTS FRUITS (Solanum melongena L.). Exp. Agric. 14 (189 - 195). Cambridge University Press, London.
- 29.- Omidiji, M. O.. 1975. "INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION IN THE CULTIVATED NONTUBEROUS Solanum spp. Euphytica. 24 (2) : 341 - 354.
- 30.- Osborne, W. W.. 1986. "PARASITISM OF Nicotiana tabacum, Licopersicon esculentum AND Solanum melongena BY Globodera solanacearum." Journal of Nematologists. 18 (4) : 625.
- 31.- Pearce, K., Lester, R. N.. 1979. "CHEMOTAXONOMY OF THE CULTIVATED EGGPLANT: A NEW LOOK AT THE TAXONOMIC RELATIONSHIPS OF Solanum melongena L.". Linean Society Symposium Series. London, Academic Press. 7 : 615 - 628.
- 32.- Poehard, E. 1974. "BREEDING EGGPLANT Solanum melongena FOR PROTECTED CULTIVATION VARIETAL DIFFERENCES LINKED TO THE WATER STATUS OF THE PLANTS". Acta Horticultural. 42 : 123 - 142

- 33.- Progressive Farming. 1981. "BRINJAL CULTIVATION: VARIETES, PESTS, DISEASES, EGGPLANT". Vol XVII (9). Ludhiana, India: Punjab Agricultural University.
- 34.- Scribgen, René. 1985. "BIOTECNOLOGIA". 1a. Ed., México El Manual Moderno.
- 35.- Shoup, J. L., Cunniglio, J. J., George, B. T. 1976 "RELATIONSHIP BETWEEN FERMENTATION TIME AND BLOATER TYPE DAMAGE OF BRINED CUCUMBERS". Journal of Food Science 41 : 1335 - 1337.
- 36.- Siddiqui, B. A., Khan, R., Rao, G. R. 1972. "FLORAL BIOLOGY OF SOME CULTIVATED VARIETIES OF Solanum melongena". Part. 3 Indian Science Congress Assoc. Proc. 59 (3) : 322.
- 37.- Sidhu A. S. 1981. "BRINJAL CULTIVATION", Vol. 16 Nueva Delhi, India: Farmer and Parliament. 11 : 21 - 22.
- 38.- Singh, J., Nandpuri, K. S., Thakur, M. R. 1976. "PROCEEDINGS OF THE THIRD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUB-TROPICAL AND TROPICAL HORTICULTURE". Vol. 1. Nueva Delhi, India : Today and Tomorrow's Printers and Publishers.
- 39.- Staner, J. R. 1973. "RECENT DEVELOPMENTS IN THE FERMENTATION OF SAUERKRAUT". In J. G. Carr et al. (eds): Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food. Academic Press. Inc. New York, 1975.
- 40.- Staner J. R., Stoyla, O., Dunkel, B. A. 1971. "GROWTH RATES AND FERMENTATION PATTERNS OF LACTIC ACID BACTERIA ASSOCIATED WITH SAUERKRAUT FERMENTA

TION". Journal of Milk Food Technology. 34 : 521 - 525.

- 41.- Subrahmanyam, K. V.. 1982. "CAPITAL MIS ALLOCATION AND REQUIREMENTS IN ADOPTION OF PACKAGE OF PRACTICES IN THE CULTIVATION OF VEGETABLES". Indian Journal of Agricultural Science. 52 (10) : 693 - 698.
  
- 42.- Vaughn, R. H.. 1954. "LACTIC ACID FERMENTATION OF CUCUMBERS, SAUERKRAUT AND OLIVES". Vol. II, chap.11. In L. A. Underkofler and R. J. Hickey (eds), Industrial Fermentations. Chemical Publishing Co., Inc., New York.
  
- 43.- Venkatraman, G. S..1969. "ROLE OF BLUE - GREEN ALGAE IN THE TROPICAL AGRICULTURE". 3rd. International Conference on the Global Impacts of Applied Microbiology. Bombay India. 15 - 16.
  
- 44.- Vives Madurell, Eliseo. 1973. "CULTIVO DEL PIMIENTO Y LA BERENJENA". Barcelona, Editorial Sintesis.
  
- 45.- Wang, C. Y.. 1985. "EFFECT OF LOW OXYGEN ATMOSPHERES ON POSTHARVEST QUALITY OF CHINESE CABBAGE, CUCUMBERS AND EGGPLANTS". Horticulture Crops, Quality Lab. ARS, USDA; BARC - West Beltsville, Maryland, U.S.A.
  
- 46.- Wiseman, Alan. 1986. "PRINCIPIOS DE BIOTECNOLOGIA". 1a. ed.. Zaragoza, España : Actibia.
  
- 47.- Wu, S. B., Li, Z. L.. 1985. "PRELIMINARY STUDIES OF CHROMOSOME MORPHOLOGY OF SEVERAL WILD AND

- CULTIVATED EGGPLANTS". Acta Bot. Sin 27 (4): 361 -
- 48.- Yamaguchi, Mas. 1983 "WORLD VEGETABLES. PRINCIPLES ,  
PRODUCTIONS & NUTRITIVE VALUES". 1st. ed, New York,  
U.S.A., The Avi Publishing Company Inc..
- 49.- Hart, F. L., Fisher, H.J., 1971. "MODERN FOOD ANALYSIS".  
1st. edition. New York, N.Y.: Springer - Verlag.
- 50.- A.O.A.C.. 1980 "OFICIAL METHODS OF ANALYSIS".  
13th. Ed.. Washigton D.C.. U.S.A.. Association Oficial of  
Analytical Chemists, Inc.
- 51.- GENNS, B.M.; Skinner F.A. 1966. "IDENTIFICATION METHODS  
FOR MICROBIOLOGISTS". The Society for Applied Bacteriolo  
gy. Technical Series No. 1. New York, Academic Press.
- 52.- Brock, Thomas D. 1974. "BIOLOGY OF MICROORGANISMS".  
New Jersey, U.S.A. Prentice Hall Inc.
- 53.- Casida, L.E. Jr. 1968. "INDUSTRIAL MICROBIOLOGY". New  
York. John Wiley & Sons.
- 54.- Winton, A.L. & Barber, W.K.. 1935 "THE STRUCTURE AND  
COMPOSITION OF FOODS. No. III. VEGETABLES, LEGUMES  
& FRUITS". London, John Wiley & Sons.



- 55.- Frazier, W.C. y Westhoff. 1978. "MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS" Zaragoza, España, Acribia.
- 56.- Guenko, Guenkov.1974." FUNDAMENTOS DE LA HORTICULTURA CUBANA."Instituto Cubano del Libro. La Habana.
- 57.- Smith, Denis. 1981. "PEPPERS & AUBERGINES". Grower Guide Nº 3. Grower Books. London 61 - 85.
- 58.- Grubben, G. J. H..1977. "TROPICAL VEGETABLES AND THEIR GENETIC RESOURCES". Edited By H. D. Tindall andJ. T. Williams. Internetal Board for Plant Genetic Resources. Rome, Italy. 34 - 37
- 59.- Winters, Harold F., Miskimen, George. 1967. "CULTIVO DE HORTALIZAS EN LA RREGION DEL CARIBE". Manual de Agricultura # 323, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1a ed. Centro Regional de ayuda Técnica. México - Buenos Aires. México. 40 - 42
- 60.- Maroto, J. V..1983. "HORTICULTURA HERBACEA ESPECIAL." 1a ed. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa.
- 61.- Casseres, Ernesto. 1984. "PRODUCCION DE HORTALIZAS". 3a. ed.1980, 2a Reimpresión. San José de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 118 - 123
- 62.- Calabrese & Astolfi. 1972. "TOXICOLOGIA". Buenos Aires, Argentina. Kapeluzs.
- 63.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1983. " PROGRAMA SIEMBRA - EXPORTACION DE BERENJENA, 1980 - 1982, EN LA REPUBLICA MEXICANA."