



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ACEITUNAS; UN PROCESO PARA  
DISMINUIR EL TIEMPO DE  
FERMENTACION.

**TESIS MANCOMUNADA**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO QUIMICO**  
P R E S E N T A N :  
LOPEZ RECILLAS MARITZA.  
ZAMORA NOVOA GABRIELA.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1992



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 está 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.

## INTRODUCCION.

El interés de la presente investigación, surgió a partir de la problemática actual de la industria aceitunera en México. Puesto que en los últimos años se han tenido considerables pérdidas en el proceso de elaboración de aceitunas de mesa.

La finalidad de este trabajo, es disminuir el tiempo de fermentación de las aceitunas de seis meses a un tiempo de tres semanas, mediante un nuevo proceso; el cual conjunte la ingeniería química con el aspecto microbiológico. Debido a que los procesos existentes son obsoletos y demasiado lentos.

Por esta razón se sugiere una nueva alternativa la cual disminuirá considerablemente el tiempo de dicho proceso tomando en cuenta variables de gran importancia como lo son: pH, temperatura, uso de iniciadores, y control de microorganismos principalmente.

Este proceso se llevará a cabo dentro de un recipiente, el cual tendrá un control estricto de las variables anteriormente mencionadas, considerando una recirculación intermitente con la finalidad de obtener una solución homogénea y por lo consiguiente una óptima y rápida fermentación.

Este trabajo pretende sea de utilidad para la industria alimentaria en México; puesto que este proceso reducirá considerablemente tiempo y costos, además de que este proceso puede ser extensivo a otros productos que fermentan de manera similar que la aceituna (fermentación láctica).

**ACEITUNAS: UN PROCESO**

**PARA DISMINUIR**

**EL TIEMPO DE FERMENTACION**

I N D I C E

CAPITULO PRIMERO.

Páginas

|     |   |    |
|-----|---|----|
| I.- | GENERALIDADES .....                                 | 13 |
|     | A) Origen .....                                     | 13 |
|     | B) Variedades .....                                 | 14 |
|     | C) Estructura del olivo .....                       | 15 |
|     | D) Clima .....                                      | 18 |
|     | E) Terrenos .....                                   | 18 |
|     | F) Plantación .....                                 | 19 |
|     | G) Abonos .....                                     | 21 |
|     | H) Animales perjudiciales al olivo .....            | 23 |
|     | I) Enfermedades y plantas perjudiciales al olivo .. | 25 |
|     | J) Producción agrícola de la aceituna SARH .....    | 26 |

CAPITULO SEGUNDO.

|      |  |    |
|------|--|----|
| II.- | PROCESOS EXISTENTES .....  | 33 |
|      | A) Recolección del fruto .....   | 33 |
|      | B) Recolección mecánica de las aceitunas .....                           | 34 |
|      | C) Procesos actuales en la elaboración de aceitunas<br>de conserva ..... | 35 |
|      | c.1.- Método Español (antiguo) .....                                     | 35 |
|      | c.2.- Método al agua simple .....  | 36 |
|      | c.3.- Método Bracci .....  | 36 |
|      | c.4.- Metodo Americano .....   | 37 |
|      | c.5.- Método Americano- Español .....                                    | 38 |
|      | c.6.- Diagramas de bloques de los procesos<br>actuales.....              | 39 |
|      | D) Fermentaciones .....  | 44 |
|      | d.1.- Beneficios adicionales que resultan de la<br>fermentación .....    | 45 |

|    |  |    |
|----|--|----|
| ED | Organismos industrialmente importantes en la conservación de alimentos ..... | 46 |
| FD | Control de la fermentación .....   | 47 |
|    | f.1.- Acido .....  | 47 |
|    | f.2.- Uso de iniciadores .....   | 47 |
|    | f.3.- Temperatura .....  | 48 |
|    | f.4.- Nivel de oxígeno .....   | 48 |
|    | f.5.- Sal .....  | 48 |
|    | f.6.- Control de microorganismos .....                                       | 48 |
|    | f.7.- pH .....   | 49 |
| GD | Orden de la fermentación .....   | 49 |
| HD | Tipos de fermentación de azúcares .....                                      | 49 |
| ID | Fermentación de Acido Láctico .....  | 51 |

### CAPITULO TERCERO.

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| III.  | -PROCESO PROPUESTO .....                | 54  |
| AJ    | Proceso .....                           | 54  |
| a.1.- | Preparación de medios de cultivo .....  | 54  |
| a.2.- | Cultivo de microorganismos .....        | 58  |
| a.3.- | Preparación de la lejía .....           | 58  |
| a.4.- | Preparación de la salmuera .....        | 59  |
| a.5.- | Balace de materia y energía .....       | 59  |
| a.6.- | Arranque y descripción de proceso ..... | 66  |
| a.7.- | Costos comparativos de producción ..... | 82  |
| a.8.- | Diagrama de flujo del proceso .....     | 92  |
|       | CONCLUSIONES .....                      | 96  |
|       | APENDICE A .....                        | 101 |
|       | GLOSARIO .....                          | 109 |
|       | BIBLIOGRAFIA .....                      | 112 |

## CAPITULO PRIMERO

## CAPITULO PRIMERO.

### I. - GENERALIDADES:

#### AD ORIGEN:

El olivo es uno de los arboles más antiguos que se conoce, este árbol se ha cosechado desde hace 3500 años, siendo los primeros en cosecharlos los semíticos según algunas referencias desde entonces este fruto no ha sido comestible en su estado natural. Por medio del desarrollo de la tecnología y técnicas especiales se hizo que este fruto fuera comestible. El buen desarrollo del olivo se da en las zonas calientes, áridas, en las laderas y en tierras ricas en sales.

El olivo apareció en la tierra antes que el hombre. En el tiempo que separa la época geológica terciaria de la cuaternaria se han hallado vestigios de olea proxima. En su forma silvestre se repartió por la tierra por diseminación natural, auxiliado por las aves emigradoras y por las aguas. Las variedades atmosféricas y la diversidad de calor solar en los diferentes continentes en que cuajaban, modificaron las características del primer olivo, que al arraigar y aclimatarse secundando por la poderosa acción del tiempo constituyeron verdaderas razas.

Este árbol que pertenece a la familia de las oleáceas es de hojas verdes oscuras, en forma oval alargada, flores monopétalas de un amarillo claro verdusco dispuestas en racimos y constan de cáliz con cinco sépalos, corola, dos estambres, un pistilo simple y corto y un ovario superior, fruto carnoso, drupáceo, encerrando un núcleo de dos cavidades monospermas y semillas endospermas.



El olivo como todos los arboles consta de dos ramificaciones opuestas que se unen en el tronco: una subterránea, formada por raíces y otra aérea, constituida por las ramas. <sup>1</sup>

#### B) VARIETADES.

El olivo comprende dos subespecies: el olivo silvestre o acebuche y el olivo doméstico.

Este último es el cultivado por sus frutos y sus ramas son más flexibles que las del silvestre con hojas más anchas, frutos más gruesos y más pulposos.

#### MANZANILLA. -

Varietal: Manzanilla (consumo para verdeo)

Origen: Sevilla

Area de cultivo: Provincia de Sevilla

Vegetación: Ramas largas y poco ramificados, copas poco densas de hojas frutos aislados y con frecuencia apareados.

Forma de hoja: Cortas, algo ensanchadas, gruesas y verde oscura.

Volumen del fruto: 3.10 gramos

Rendimiento graso: 19.6 %

Pulpa: 95.1%

#### GORDAL. -

Varietal: Gordal Sevillana

Origen: Sevilla

Area de cultivo: Provincia de Sevilla

Vegetación: Ramos gruesos, más bien largos, con pocas ramificaciones, frutos aislados y muy esparcidos.

Forma de hoja: Casi recta alargada, poliformas, algo ensanchadas uniformemente, verde algo oscuro.

Volumen del fruto: 11.29 gramos

Rendimiento graso: 22.1 %

Pulpa: 86.5%

PICUAL. -

Variedad: Picual

Origen: Jaén

Area de cultivo: Provincias de Jaén y de Granada, Córdoba y Cd Real.

Vegetación: Ramos algo cortos ramificados con tendencia a producir brotes. copas vigorosas que tienden a cerrarse con gran desarrollo foliáceo.

Forma de hoja: Algo alargada y ensanchada en su mitad superior color verde algo obscuro.

Volumen del fruto: Medio a grueso de 2.14 a 3.86 gramos

Rendimiento: 23.8 a 27.7 %

Pulpa: 78.7 a 86.5 %

HOJIBLANCA. -

Variedad: Hojiblanca

Origen: Lucena Córdoba

Area de cultivo: Provincias de Córdoba y Málaga

Vegetación: Ramos fructíferos, copas de densidad media y superficie foliar regular.

Forma de hoja: Ovlonga poco asimétrica color verde-gris claro

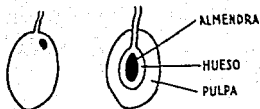
Volumen del fruto: 1.4 a 4.3 gramos

Rendimiento graso: 23.5 a 29.6%

Pulpa: 83.5 a 87.1%

#### C) ESTRUCTURA DEL OLIVO.

Quando la temperatura media llega a los 18 o 19 °C se abre la flor; la cual dura dos meses en florar a pesar de que cada una de ellas escasamente permanece abierta unas dos semanas.



ACEITUNA Y CORTE DEL FRUTO

El hueso se endurece y sus intersticios se llenan de mucilago mezclada con algún aceite. En su interior alberga una o dos semillas (almendra) cubiertas de una membrana color pardo ricas en materia oleosa y en albumen celulósico.

La pulpa carnosa cubierta por su pelícua, es la que retiene el aceite dentro de celdillas imperceptibles. Cada celdilla no tiene la misma composición química fija sino que contienen unas mezclas en proporciones diferentes de varios glicéridos: oleico, palmítico, linéolico y esteárico, predominando el primero en las celdillas más grandes.

Quando la aceituna alcanza su volumen natural empieza su maduración que se anuncia por la aparición de pintas rojizas y su verde pelícua, que luego adquiere un color morado obscuro en su totalidad.

Se calcula que una hectárea de terreno con 150 olivos experimenta cada año las siguientes pérdidas:

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Nitrógeno.....           | 7.1 Kg  |
| Potasa.....              | 22.5 Kg |
| Anhidrido fosfórico..... | 8.1 Kg  |

En un estudio realizado, se encontraron los siguientes componentes en su estructura.

ANÁLISIS # 1

EL OLIVO CONTIENE:

| COMPONENTES                  | EN LA MADERA<br>(%) | EN LAS HOJAS<br>(%) | COMPONENTES                  | EN EL FRUTO<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|
| CELULOSA                     | 25.54               | 25.67               | POTASA                       | 7.13               |
| HEMICELULOSA                 | 7.23                | 7.31                | SUM                          | 29.51              |
| ACIDO FOSFORICO              | 18.15               | 7.98                | ACIDO FOSFORICO              | 18.53              |
| SILICE                       | 13.75               | 29.88               | SILICE                       | 12.41              |
| ACIDO SULFURICO              | 5.43                | 1.84                | ACIDO SULFURICO              | 4.68               |
| GRUPO DE NITROGENO Y FOSFORO | 4.43                | 6.11                | GRUPO DE NITROGENO Y FOSFORO | 2.59               |
| GRUPO DE SODIO               | 12.18               | 5.39                | GRUPO DE SODIO               | 7.92               |
| GRUPO DE POTASIO             | 1.26                | 2.37                |                              |                    |
| CAL                          | 2.42                | 21.93               |                              |                    |

ANÁLISIS #2

| COMPONENTES | EN LA MADERA<br>(%) | EN LA CORTEZA<br>(%) | EN LA PULPA<br>(%) | EN LAS HOJAS<br>(%) | EN EL MUESO<br>(%) |
|-------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| CARBONO     | 4.64                | 44.18                | 65.44              | 45.18               | 46.38              |
| HIDROGENO   | 9.52                | 6.29                 | 18.28              | 6.88                | 6.28               |
| NITROGENO   | 1.85                | 1.88                 | 1.88               | 2.11                | 1.57               |
| OXIGENO     | 43.87               | 49.93                | 19.24              | 39.43               | 43.56              |
| LENIZAS     | 1.88                | 6.85                 | 3.25               | 6.95                | 2.37               |

LA COMPOSICION DE LAS LENIZAS EN LAS DISTINTAS PARTES DEL OLIVO SON LAS SIGUIENTES:

|                      | MADERA<br>(%) | CORTEZA<br>(%) | HOJAS<br>(%) | MUESO<br>(%) | PULPA<br>(%) |
|----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| CELULOSA             | 15.38         | 18.92          | 3.82         | 46.742       | 57.38        |
| CAL                  | 29.37         | 48.87          | 42.31        | 5.68         | 5.21         |
| SUM                  | 2.19          | 9.17           | 1.21         | 5.13         | 5.27         |
| HEMCELULO            | 4.72          | 7.98           | 4.83         | 6.28         | 6.15         |
| GRUPO DE NITROGENO   | 1.52          | 1.83           | 2.88         | 9.53         | 9.585        |
| GRUPO DE FOSFORO     | 8.45          | 9.117          | 1.83         | -            | -            |
| CLORO                | 9.42          | 9.146          | 9.15         | 3.74         | 9.11         |
| SILICE               | 18.79         | 8.92           | 9.13         | -            | 9.45         |
| AMIDOLIVOS CARBONICO | 24.19         | 32.87          | 19.71        | 22.23        | 29.98        |
| ACIDO FOSFORICO      | 8.79          | 2.62           | 18.95        | 13.88        | 6.83         |
| ACIDO SULFURICO      | 1.59          | 3.21           | 6.68         | 22.23        | 6.83         |

### DD CLIMA.

Podemos llamar región del olivo aquella en que la temperatura invernal, no desciende de 7 a 8 °C bajo cero por más de ocho días. Desde que la temperatura primaveral llega a los diez grados, comienza a florecer el olivo hasta que el otoño se presenta, el árbol recibe 1.099 grados centígrados de calor directo del sol y 2.879 grados del atmosférico o sea un total de 3.078 grados. Con estos datos se delimita la zona olivarera. Fijándola desde los 18 grados de latitud a los 44. La zona intermedia entre ambos límites es la región del olivo.

Los árboles regados que crecen en valles y sitios húmedos corren peligro de helarse, no siendo los grandes destiempos los que matan al árbol, sino los rápidos deshielos. Se ha observado que los olivos cuyo fruto es pequeño y afin al acebuche son los que resisten más al frío, hasta temperaturas de 12 a 15 grados bajo cero .

Las lomas, cerros y suelos pendientes muy aereados favorecen las plantaciones de los olivos. El calor, la luz, el agua y el aire que constituyen el clima influyen sobre la vegetación, más que el terreno. La luz es agente de vida, sin su presencia no se desenvuelve la clorofila, que es el principal agente en su desarrollo; el agua es importante para su alimentación; el aire, es fuente de oxígeno para su respiración y el nitrógeno para su eliminación.<sup>1</sup>

### ED TERRENOS .

Los terrenos preferibles para cultivar en ellos son:

- 1.-Los calizo-silíceo-arcilloso
- 2.-Los silíceo-calizo-arcilloso
- 3.-Los arcilloso-silíceo-calizo

Las tierras anteriormente mencionadas son las mejores para el cultivo del olivo. Siendo el terreno calizo el más favorable.

Si bien el hombre no puede dominar el clima, si puede modificar la tierra a su gusto añadiéndole sustancias químicas o abonos naturales, mezclándole mediante labor de arado otras tierras y arenas, según convenga y de acuerdo a el análisis de la misma que previamente determinará de lo que carece.

El árbol no prospera en los terrenos muy arcillosos, arenosos ni en los encharcados. Los suelos arcillosos y duros se vuelven permeables mezclándoles arena o cal del subsuelo así como algas, hojas y escombros. A los suelos arenosos se les da cohesión añadiéndoles arcilla.

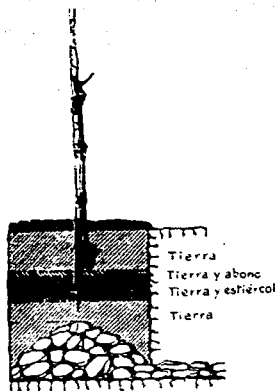
Los olivos plantados en suelos cretosos o calizos, son más esquilmeficos y dan mejor aceite que los alimentados por otros terrenos. Si vegetan en terrenos fértiles, ricos y profundos alcanzan elevados tamaños y espléndido follaje, pero rinden poco fruto y producen aceite de buena calidad.<sup>1</sup>

Los suelos apropiados son los que tienen la siguiente composición:

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Cal.....              | 35% |
| Restos orgánicos..... | 5%  |
| Arcilla.....          | 35% |

#### F) PLANTACION.

El terreno que va a convertirse en olivar requiere una profunda labor que revierta la tierra dos o tres veces mezclándola con estiércol que se repartirá sobre su superficie. Ya dispuesto el terreno se procura eliminarlo totalmente de plantas perjudiciales; dos o tres meses antes de verificar la plantación se abren los hoyos.



DEMOSTRACION ESQUEMATICA DE COMO SE PLANTA EL OLIVO.

La distancia en que debe de estar un olivo del otro es importante. si es pequeña los árboles se proyectan para buscar la luz y crean más madera que fruto. si es grande se ensanchan. Según la calidad y pendiente del suelo se estudia la distancia precisa para que lo anterior no ocurra. La proporción más estimable que puede tomarse como base sobre las recomendaciones que anteceden, es la de cien olivos por hectárea, variando la distancia de doce a catorce metros. Lo mejor es trazar líneas paralelas sobre el terreno, distantes unas de otras catorce metros y orientadas de norte a sur. Trazando otras de este a oeste guardando la misma distancia entre si, quedará el terreno marcado en cuadriláteros perfectos.

En cada cruce que forman las líneas paralelas verticales con las horizontales se abrirán hoyos que serán cuadrados de un metro cúbico. La tierra excavada se distribuye en sus cuatro lados para distinguir la de la superficie y la del fondo.

Preparada la tierra con los hoyos abiertos cinco meses antes de llevar ahí el árbol, se pone en el fondo del hoyo una capa de 25 centímetros de cascajo, tierra mullida y encima otro de estiércol, mezclándola con la que inicialmente se extrajo del hoyo. En el centro de este se coloca el árbol vertical, se extienden las raíces y se van cubriendo con la tierra de los lados procurando que la procedente del fondo quede en la superficie.<sup>1</sup>

#### G ) ABONOS.

Conocida la composición química del fruto hojas y madera, así como la proporción que estos materiales se extrae cada año, se podrá calcular la cantidad de abono que se debe proporcionar a cada planta o a cada hectárea del olivar. Según los análisis se deduce que la potasa abunda en tronco y ramas e hidróxido de sodio (NaOH) y cal en el fruto, lo cual significa que el hidróxido de potasio (KOH) determinará gran actividad en las raíces, particularmente si el terreno es húmedo a la vez que el hidróxido de sodio en cierta abundancia, asegurará en el mismo suelo la maduración del fruto, especialmente si va acompañado de ácido fosfórico. La magnesia en igual proporción con abundancia de cal y sílice fomentará la fructificación. El óxido de hierro, el manganeso, los cloruros de sodio y potasio deben de estar presentes en los abonos aunque en menor cantidad.



Una cosecha de aceitunas retira del suelo por hectárea:

23-25 Kg de Nitrógeno.

22-24 Kg de Hidróxido de potasio

15 Kg de Acido fosfórico.

Conocidos estos datos se mencionarán los abonos de que se pueden disponer:

El alpechín (agua de vegetación) es un residuo de la molienda que siempre se tira a pesar de su riqueza en principios nutritivos y de sus útiles aplicaciones. Los trapos, restos de lana desgarrada, los cueros viejos partidos y los cadáveres son por abonos nitrogenados de lenta descomposición aplicables al olivar. Los abonos verdes son muy recomendables, matas, habas etc., así como todas las especies de leguminosas ricas en follajes y tallos carnosos que proporcionan importante cantidad de nitrógeno.

El estiércol es un abono importante puesto que tiene la siguiente composición.

Nitrógeno.....4%

Hidróxido de sodio.....4%

Acido fosfórico.....2%

Cada olivo deberá recibir 40 kilogramos de estiércol al año. Esta cantidad proporciona al suelo 24 kilogramos de nitrógeno, 24 kilogramos de hidróxido de potasio y 12 kilogramos de ácido fosfórico, que son las mínimas indispensables. Los abonos químicos deben de aplicarse después de un estudio del terreno, variedad del árbol, clima, riegos etc., a fin de determinar la cuantía y composición. Algunos de los abonos químicos empleados son:<sup>1</sup>

A) Abonos nitrogenados

C) Abonos clorados

B) Abonos sulfatados

## HO ANIMALES PERJUDICIALES AL OLIVO.

Las ratas y otras alimañas que roen las raíces no merecen por sus daños mucha atención, pero si algunos insectos que ceban el árbol, distinguiéndose por sus ataques:

### LA COCHINILLA DEL OLIVO (*Lecanium oleae*):



COCHINILLA DE OLIVO. MACHO (IZQUIERDA). HEMBRA (DERECHA)

Aceitón, kerses, cochinilla, así se llama la enfermedad producida por el *Lecanium oleae*. La hembra cuando es fecundada se coloca sobre los brotes tierno y atrás de las hojas colocan sus huevecillos de los cuales nacen gusanos, que se distribuyen por las hojas y ramas constituyendo lo que algunos llaman tifa, determinando con sus picaduras, derrames de savia, produciendo en el olivo un estado anémico, incapaz de desenvolver los frutos.

### MOSCA DEL OLIVO (*Dacus oleae*).



MOSCA DEL OLIVO. MACHO (IZQUIERDA). HEMBRA (DERECHA)

Esta acude a chupar con su trompa la melaza y tanto se robustece y multiplica que llega a constituir plaga. El germen de este insecto pasa el invierno anidado en la tierra o en las requiebrajaduras del olivo y en junio se desenvuelve la mosca. A los pocos días se fecunda buscando una aceituna cuya piel taladra con un aguijón y deposita un huevecillo en la pulpa. Diez ó doce días después de cada huevo nace la larva o gusano que roe la pulpa. Para combatirla, se han adoptado varios métodos; colocando sobre los olivos líquidos azucarados envenenados en cantidad que no perjudique a las abejas y si a las moscas.

Una de las formulas más sencillas es la siguiente:

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Melaza.....            | 35% |
| Agua.....              | 14% |
| Arsenito de sodio..... | 1%  |

Se hace hervir el agua, luego se disuelve el arsenito y por diluio la melaza mezclando todo, de esta preparación se utiliza 1/2 litro por árbol y se aplica por pulverización.

Otra formula muy recomendable:

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Melaza.....          | 25% |
| Jugo de uva.....     | 24% |
| Arsenito sódico..... | 1%  |

Aunque una de las formulas más modernas es la siguiente:

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| Arsenito sódico..... | 150 gramos    |
| Agua.....            | 100 litros    |
| Glucosa.....         | 10 kilogramos |

Se emplea de la misma manera que la anterior.

**PALOMINA O TIÑA (Tinea prays oleae)**



**PALOMINA O TIÑA DEL OLIVO CON ALAS PLEGADAS**

Es una palomilla que ataca primero a las hojas, después a las yemas, luego a las flores y por último a la pulpa. Entre otros insectos dañinos al olivo, se encuentran: La pulga o pulgón del olivo, Taladro, Gorgojo, Escarabajo y Cantárida.<sup>6</sup>



A



B



C

A) PULGA O PULGÓN, B) GORGOJO, C) ESCARABAJO.

**1) ENFERMEDADES Y PLANTAS PERJUDICIALES AL OLIVO.**

Plantas perjudiciales.- Son todas las que nacen espontáneamente al pie del olivo y que deben eliminarse con los arados, arrancándolas antes de florecer. Las hiedras y

otras nacen al pie del árbol aunque no viven de él conviene estirparlos así como también los musgos, líquenes y otros.

Enfermedades.- El árbol sano vegetando sobre un terreno removido y abonado con dotación suficiente de humedad y calor puede llegar a un estado apropiado. Pero si por el contrario crece con escaso cuidado, tiene poca humedad, calor y tierra pobre, se volverá anémico siendo propenso a todo tipo de enfermedades.

La tuberculosis del olivo.- Se manifiesta por tumores rubios que se desarrollan en las ramas, a veces en los troncos y raíces. La causa de esta enfermedad es debida a una bacteria (*Bacillus oleae*) que atrofia los tejidos de la corteza.

El repilo.- La sequia persistente produce el repilo que se caracteriza por retorcer y crispas las hojas, hasta que al fin se desprenden del árbol.

#### J) PRODUCCION AGRICOLA DE ACEITUNA SEGUN SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (SARH)

La cosecha de aceitunas comercialmente la tienen 29 ciudades aproximadamente que se encuentran localizadas entre unos 30 y 45 grados de latitud. La producción de aceitunas se ha incrementado en un 50% en las últimas décadas. En el norte de América la producción de aceitunas se ha concentrado principalmente en California, y en México se ha incrementado la producción razonablemente.<sup>2</sup>

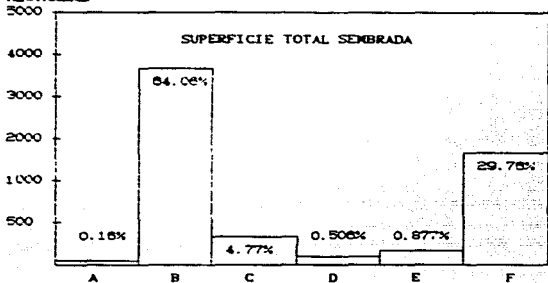
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS  
 SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA SECTORIAL  
 PLANEACIÓN ANUAL DE ACEITUROS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 1990

| ESTADO              | SUPERFICIE SEMBRADA (HA) |          |       | SUPERFICIE COSECHADA |          |       | RENDIMIENTO (TON/HA) |          |       |
|---------------------|--------------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
|                     | RIEGO                    | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO                | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO                | TEMPORAL | TOTAL |
| AGULCALIENTES       | 1                        | 0        | 1     | 1                    | 0        | 1     | 1                    | 0        | 1     |
| BAJA CALIFORNIA NTE | 2715                     | 1800     | 4515  | 2425                 | 367      | 2792  | 5.233                | 1.483    | 6.636 |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 20                       | 0        | 20    | 0                    | 0        | 0     | 1.132                | 0        | 1.132 |
| JALISCO             | 0                        | 0        | 0     | 0                    | 0        | 0     | 2                    | 0        | 2     |
| SAN LUIS POTOSÍ     | 0                        | 52       | 52    | 0                    | 45       | 45    | 0                    | 2.11     | 2.11  |
| SINALOA             | 1762                     | 0        | 1762  | 1609                 | 0        | 1609  | 5.003                | 1.483    | 6.786 |
| TOTAL NACIONAL      | 4702                     | 1152     | 5854  | 4103                 | 412      | 4515  | 14.00                | 4.99     | 19.66 |

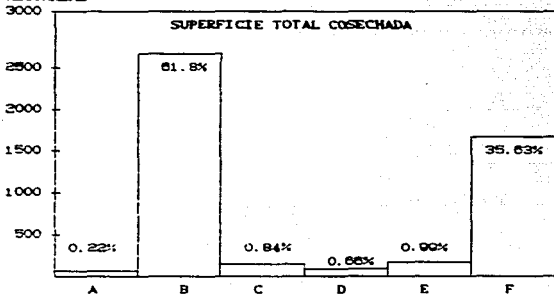
| ESTADO              | PRODUCCIÓN (TON) |          |       | PRECIO MEDIO RURAL (P/TON) |          |        | VALOR EN MILES DE PESOS |          |        |
|---------------------|------------------|----------|-------|----------------------------|----------|--------|-------------------------|----------|--------|
|                     | RIEGO            | TEMPORAL | TOTAL | RIEGO                      | TEMPORAL | TOTAL  | RIEGO                   | TEMPORAL | TOTAL  |
| AGULCALIENTES       | 1                | 0        | 1     | 50000                      | 0        | 50000  | 50                      | 0        | 50     |
| BAJA CALIFORNIA NTE | 12689            | 541      | 13190 | 30000                      | 54275    | 54275  | 396700                  | 27192    | 303392 |
| BAJA CALIFORNIA SUR | 43               | 0        | 43    | 20546                      | 0        | 20546  | 12275                   | 0        | 12275  |
| JALISCO             | 68               | 0        | 68    | 80000                      | 0        | 80000  | 4900                    | 0        | 4900   |
| SAN LUIS POTOSÍ     | 0                | 95       | 95    | 0                          | 59000    | 59000  | 0                       | 5645     | 5645   |
| SINALOA             | 8533             | 0        | 8533  | 50000                      | 0        | 50000  | 434914                  | 0        | 434914 |
| TOTAL NACIONAL      | 21326            | 996      | 21922 | 246546                     | 113275   | 359821 | 4318709                 | 32797    | 435156 |

GRAFICAS DE PRODUCCION AGRICOLA DE ACEITUNAS SARH 1990

HECTAREAS



HECTAREAS



E S T A D O S:

A: Aguascalientes

D: Jalisco

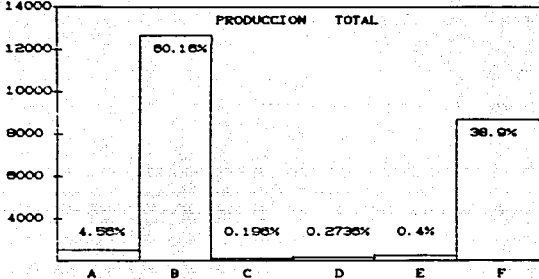
B: Baja California Norte.

E: San Luis Potosi

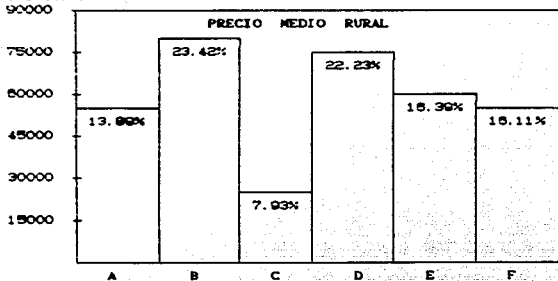
C: Baja California Sur

F: Sonora

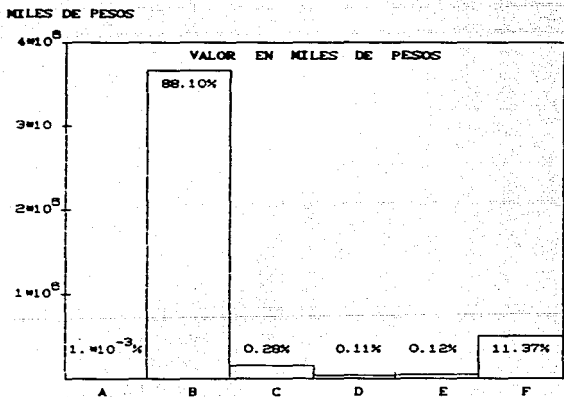
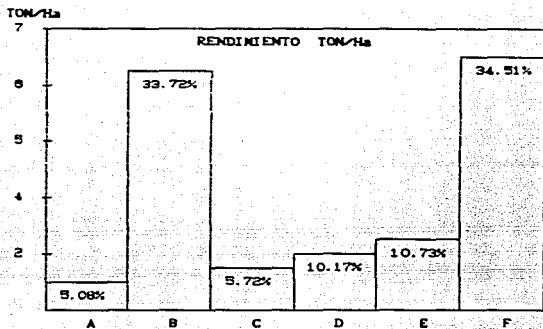
TONELADAS  
14000



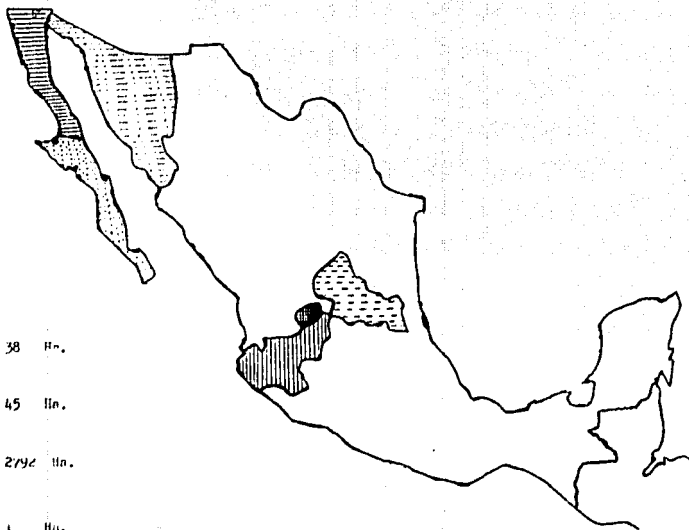
( \$/TON )



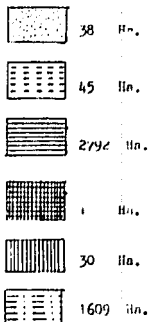




PRODUCCION AGRICOLA DE ACEITUNAS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 1990



14



## CAPITULO SEGUNDO

## CAPITULO SEGUNDO.

### II.- PROCESOS EXISTENTES.

#### A) RECOLECCION DEL FRUTO.

La práctica ha enseñado que el mejor momento para recoger la aceituna es cuando va desde el amarillo paja hasta el rojo. Entonces es cuando está en su plenitud de aceite, y no debe esperarse a que se arruge pues está demostrado que entonces aunque no pierda rendimiento en cantidad desmerece notablemente la calidad.

Es conveniente que la recolección de la aceituna se haga por ordeño, o sea con escaleras y haciendo caer el fruto uno a uno manualmente. No apalea el árbol con varas. Esto es muy perjudicial al fruto y a la preparación del árbol para la cosecha próxima. La aceituna si es posible, se trasladará en canastos del olivar a la fábrica. Si no hubiese canastos se deben poner en sacos que no se colocarán uno encima del otro, sino de pie abiertos y uno al lado del otro de ser posible, sin que se toquen.

El problema de la recolección se ha presentado en forma grave en muchas zonas olivícolas, especialmente en aquellas donde el vareado se hace imposible. La mayor parte de la producción en esas zonas se recoge en tierra y la escasez de la mano de obra trae como consecuencia, un más largo período de permanencia de las aceitunas sobre el terreno.

El problema de la recolección preocupa mucho a los olivicultores y por diversos caminos se han buscado, soluciones que nos ha parecido interesante verificar, como el problema de la recolección se ha modificado en estos últimos años.

Antes recoger la aceituna era un problema técnico; su importancia económica era considerable, tanto que apenas se hablaba de los costos. Se ordenaba el vareo considerandolo perjudicial para el fruto inmaduro por las lesiones que presentaba siendo este un principio de infecciones criptogámicas diversas.

mientras que se sostiene la utilidad y conveniencia del ordeño como mejor método, prescindiendo de su costo.

El problema ha cambiado decisivamente y hoy se plantea en términos económicos en busca de métodos a adoptar a falta de mano de obra.<sup>4</sup>

#### BD RECOLECCION MECANICA DE LAS ACEITUNAS.

El proceso de transformación en nuestra agricultura a causa de la fuerte reducción de la mano de obra, así como de la demanda del mercado de los productos exigen una drástica reducción de los costos de producción, uno de los más difíciles es tal vez el de recolección de las aceitunas.

La operación más difícil de mecanizar es la recolección, por los múltiples sistemas de cultivo de las plantas; sistemas que varían de localidad en localidad y que tienen tradiciones diferentes.

Hoy en día la recolección de las aceitunas se hace a mano, con sistemas que van del ordeño al vareo, pasando por el sacudimiento de árbol para hacer caer el fruto y el arranque de las aceitunas mediante un peine, sistema que puede considerarse como el primer medio mecánico.

Es indudable que la mejor técnica es recoger a mano del árbol las aceitunas, cuando han alcanzado el justo grado de maduración, poniéndolas en cestos. Con este método se obtienen aceitunas sanas y limpias. Generalmente se recogen 100 kilogramos de aceitunas en un lapso de 15 a 20 horas de trabajo.

En estos últimos años con la agudización del problema de la mano de obra, se han hecho diversas tentativas para construir máquinas y dispositivos para facilitar la recolección y reducir su costo. Unas máquinas son para facilitar la recolección sobre la planta, otras para recoger la aceituna del suelo. En el primer grupo figuran una serie de dispositivos de forma diversa: de peine, de rastrillo, de tijeras, de dientes

contrapuestos, etc. mediante los cuales las aceitunas se recogen en recipientes.

Las máquinas para la recolección en el suelos son de dos tipos: de funcionamiento mecánico y funcionamiento neumático. Las primeras están constituidas generalmente por un rodillo dentado cuya traslación sobre el terreno se realiza por tracción a brazo o a motor, las aceitunas aprisionadas por los dientes, se recogen en una tolva. Para la recolección neumática, el órgano operante es un motor aspirador, que aspira la aceituna por uno o más tubos, flexibles, maniobrados por el operario. Las aceitunas son acarreadas por la corriente de aire en recipientes. Estos dispositivos no resuelven de manera decisiva el problema económico de la recolección. Los aparatos que recogen las aceitunas sobre la planta, permiten un ahorro de tiempo, no superior al 30% respecto a los modos tradicionales. Además solamente son utilizables cuando la copa es accesible con relativa facilidad.<sup>4</sup>

#### C) PROCESOS ACTUALES EN LA ELABORACION DE ACEITUNAS DE CONSERVA.

La aceituna verde para conserva se recoge en el mes de septiembre con sumo cuidado, a fin de que no sufra golpes que pueda dañar su clase y presentación. La preparación de las mismas necesita tres operaciones.

- 1.- Neutralización de los ácidos del fruto por medio de una lejía alcalina.
- 2.- Lavado de las aceitunas para librarlas de la lejía absorbida.
- 3.- Conservación del fruto en salmuera.

#### c.1.- METODO ESPAÑOL (ANTIGUO)

Neutralización. - 100 kilogramos de aceituna necesitan 30 litros de agua en la cual se disuelven 4 kilogramos de carbonato de sosa. Mezclando 18 kilogramos de ceniza y 4 kilogramos de

sal. se obtiene una buena lejía. (también se obtiene con potasa cáustica) deben de tener estas lejías una graduación de 5-7 grados baumé. Las aceitunas se colocan dentro de unos depositos llenos de las lejías indicadas, teniendo cuidado de cubrirlas bien con una tela a fin de evitar el contacto del aire, que las perjudica. Se separan de la lejía cuando esta ha penetrado hasta la mitad de su pulpa, lo que precisa algunas horas con las lejías de sosa o potasa cáustica y de 1 día a 18 horas en la lejía de cenizas.

Lavado. - Una vez separada la lejía se sumergen en agua absolutamente pura durante varios días el primer día se cambiará el agua tres veces y los días sucesivos solamente dos, una por la mañana y otra por la tarde. El lavado es suficiente cuando las aceitunas han perdido el gusto a la lejía aproximadamente en tres días.

Conservación. - La conservación tiene lugar dentro de barriles, donde las aceitunas se sumergen en una salmuera de 5 grados baumé durante un lapso de seis meses y posteriormente se envasan para consumo.<sup>1</sup>

### 2.2. - METODO AL AGUA SIMPLE (GRIEGO)

En Grecia las aceitunas verdes no las someten a tratamiento con lejías alcalinas. Las lavan con agua dulce durante un par de días y seguidamente las conservan durante cinco meses dentro de una ligera salmuera y pasando este tiempo se envasan para consumo.

### 2.3. - METODO BRACCI.

Las aceitunas se colocan en una cubeta de madera, que contiene un baño de lejía preparada por un método común, es decir, con cenizas de hueso de aceituna y madera, previamente filtrada, adicionando 1/4 de cal viva en el centro de la ceniza y despues de haber regado la cal con agua para reducirla a polvo

se hace una mezcla que se coloca en un recipiente de madera en donde se encuentran de 7 a 8 grados baumé. Se vierte sobre dicha mezcla agua suficiente hasta superar su nivel y después de cinco horas de reposo se decanta el agua que contenía la solución alcalina adicionando en el recipiente nueva cantidad de agua limpia que pasando cinco horas se decanta. Pasadas 11 horas las aceitunas en esta solución están endulzadas casi totalmente y se sacan del baño. Posteriormente son sometidas a lavados con agua fresca, durante cuatro o cinco días, cambiando diariamente el agua dos veces al día. Después de esto se pasan a un recipiente de barro barnizado sumergiéndolas en salmuera por un lapso de cinco a seis meses. La salmuera se prepara disolviendo 60 gramos de cloruro de sodio (NaCl) en un litro de agua.<sup>3</sup>

#### c. 4.- METODO AMERICANO.

Las aceitunas frescas se almacenan primero en salmuera diluida antes de ser sometidas a un tratamiento básico por seis semanas o más en grandes tanques de madera ó de concreto. La concentración de salmuera inicial varía en función de la variedad de aceituna de que se trate. Generalmente la salmuera inicial contiene 8% de cloruro de sodio (NaCl). la cual se incrementa gradualmente hasta 10%. Parte de la fermentación del ácido láctico se llevará a cabo, lo cual ayudara a prevenir el crecimiento de organismos que provoca putrefacción. De la solución de almacenaje los frutos se transfieren a unas tinajas poco profundas con salmuera y son tratadas repetidamente con solución diluida de sosa (NaOH), con exposiciones de aire en cada adición de sosa. La primera adición de solución va de 1 a 2% de sosa y debe de penetrar a una corta distancia por debajo de la cascara. Aunado a la exposición al aire



se debe mover frecuentemente a los frutos e irlos separando o bien se puede hacer pasar aire comprimido através de los frutos inmersos; en la practica se utilizan de 4 a 6 tratamientos de fuerza decreciente (de 3 a 0.5% de sosa) para lograr una penetración gradual de las aceitunas. Estos son aereados 5 dias despues de cada adición de sosa (NaOH). En el tratamiento final a la solución, se le deja penetrar hasta la cavidad interior de la aceituna, eliminando de esta manera el sabor amargo del fruto. Despues de este tratamiento las aceitunas se lavan pasandolas en agua durante 5 a 7 dias cambiando el agua frecuentemente hasta eliminar las trazas de sosa (NaOH) y son entonces almacenadas en soluciones de cloruro de sodio (NaCl) de 2 a 3% durante un período de 2 a 6 meses.

En esta parte del proceso las aceitunas son pasteurizadas de (60 a 75 °C) para detener la fermentación no deseada y se encuentren listas para ser envasadas y para su consumo.<sup>4</sup>

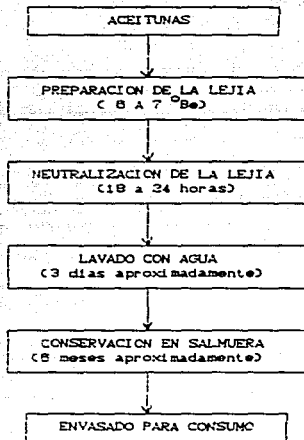
#### c. s.- METODO AMERICANO-ESPAÑOL

Este metodo se conoce con el nombre de aceitunas verde maduro, en el se utilizan frutos más verdes y menos maduros que en el metodo americano, estos frutos retienen su color verde claro, ya que no se exponen al aire durante el proceso.<sup>4</sup> Las aceitunas se tratan con dos soluciones básicas unicamente (1.5 y 2%) se somete a una solución de salmuera de 2 a 3% durante 6 meses

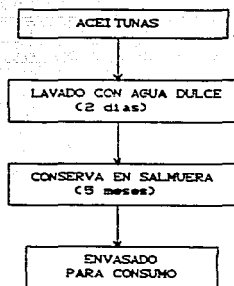
2.4 DIAGRAMAS DE BLOQUES DE LOS PROCESOS ACTUALES.

DIAGRAMAS DE BLOQUES

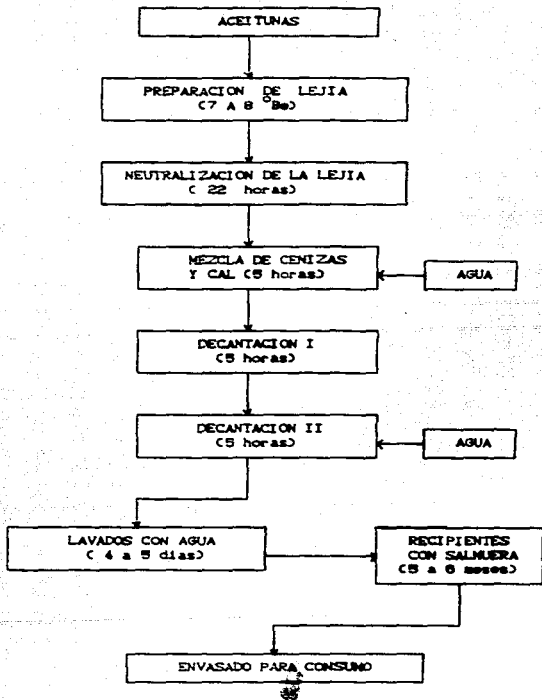
METODO ESPAÑOL.



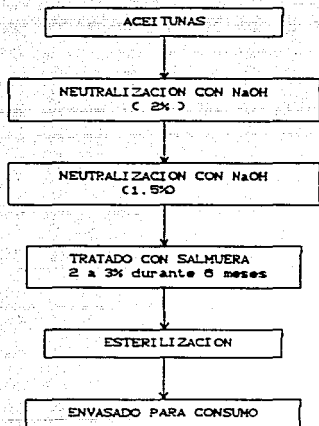
**METODO AL AGUA SIMPLE.**



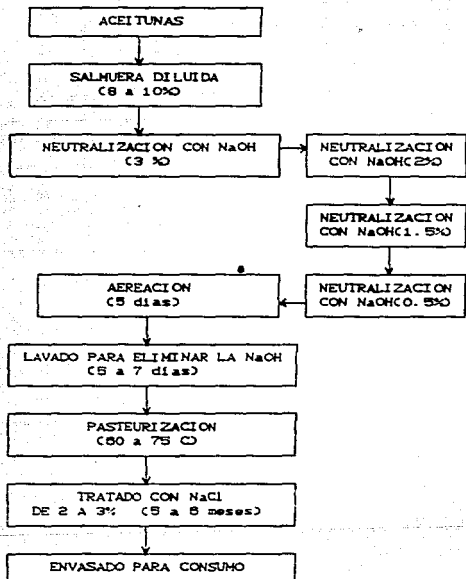
METODO BRACCI.



METODO AMERICANO-ESPAÑOL



METODO AMERICANO.



## DI FERMENTACIONES

En ausencia de un aceptor de electrones, muchos organismos efectúan reacciones redox balanceadas de algunos compuestos orgánicos con liberación de energía. Bajo esas condiciones solo ocurre una oxidación parcial de los átomos de carbono de los compuestos orgánicos, y en consecuencia solo es liberado una pequeña parte de energía.

Las fermentaciones naturales tienen lugar cuando las condiciones ambientales permiten la interacción de los microorganismos y los sustratos orgánicos susceptibles. Estas interacciones son fundamentales en la descomposición de los materiales naturales y en la devolución al suelo y al aire de elementos químicos.

En las sociedades técnicamente avanzadas la principal importancia de los elementos fermentados está en la variedad con que contribuye a la dieta. Sin embargo en sociedades menos desarrolladas, la fermentación junto con el secado natural, siguen siendo los principales métodos de conservación de alimentos.

Los diversos métodos de conservación tratados hasta ahora basados en la aplicación de calor y frío, la eliminación de agua, las radiaciones y otros principios, tuvieron en común el objeto de disminuir el número de organismos vivos en los alimentos o por lo menos disminuir su proliferación.

El término fermentación ha adquirido significados diferentes en medida de que se ha logrado un mejor entendimiento de sus causas fundamentales.

Las raíces de la palabra fermentación significan una relación de suave burbujeo o ebullición. El término se aplicó por primera vez en la producción de vino hace más de 1000 años. La acción de burbujeo se debía al  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono)

liberado durante la conversión del azúcar, aunque esta reacción aun no se había definido. Después de los estudios de Lussac, el término fermentación vino a significar el desdoblamiento del azúcar, el alcohol y el CO<sub>2</sub>. Más tarde Pasteur demostró el papel de la levadura en esta reacción, y la palabra fermentación llegó a relacionarse con los microorganismos y más tarde aun con las enzimas. Las primeras investigaciones de la fermentación trataban sobre todo con los carbohidratos y las reacciones que liberan el gas, de CO<sub>2</sub>.

Sin embargo, pronto se reconoció que los microorganismos y las enzimas que actúan sobre los azúcares no siempre producen gases. Además, se encontró que muchos de los microorganismos y las enzimas poseen también el poder de desdoblar materiales además de los carbohidratos como las proteínas y las grasas los cuales producen CO<sub>2</sub>, otros gases y una amplia escala de materiales.

Actualmente el término fermentación tiene varias acepciones que requieren clarificación. Cuando se habla de los cambios químicos en el nivel molecular, en el contexto de la fisiología y la bioquímica comparativas, el término fermentación se emplea correctamente para describir el desdoblamiento de los carbohidratos en condiciones anaerobias.<sup>11</sup>

#### d.1. - BENEFICIOS ADICIONALES QUE RESULTAN DE LA FERMENTACION.

Aparte de que sirve para conservar los alimentos, la fermentación tiene otras consecuencias importantes. Varios de sus productos finales, particularmente los ácidos y alcoholes, son inhibidores de los organismos patógenos comunes que logran introducirse a los alimentos.

Quando los microorganismos fermentan, los componentes de los elementos, adquieren energía en el proceso. En la medida en que estos componentes se oxidan, disminuye su energía



potencial para los humanos. Los compuestos completamente oxidados por la fermentación en productos finales como el  $CO_2$  y  $H_2O$  ya no retienen ningún valor como fuentes de energía para el hombre. Sin embargo la mayoría de las fermentaciones realizadas en los alimentos bajo control proporcionan productos finales importantes, como alcoholes, ácidos orgánicos, aldehídos y cetonas. Estos compuestos están oxidados en un grado ligeramente mayor de los sustratos de los que se derivan y por lo tanto retienen una gran parte de la energía potencial de los materiales originales.

Los procesos de la fermentación están acompañados por leves aumentos de temperatura. La energía que se disipa en forma de calor representa una fracción del total de energía potencial del material alimenticio original ya que no se puede recuperar para fines nutritivos.<sup>3</sup>

#### EL ORGANISMO INDUSTRIALMENTE IMPORTANTES EN LA CONSERVACION DE ALIMENTOS

Hay tres características importantes que deben de tener los microorganismos, para que sean útiles en la fermentación y en el encurtido.

- 1) El microorganismo debe de ser capaz de crecer rápidamente en su sustrato y medio adecuados y ser fácilmente cultivable en grandes cantidades.
- 2) El organismo debe de tener habilidad para mantener constancia fisiológica bajo las condiciones anteriores y dar las enzimas esenciales fácil y abundantemente, con objeto de que los cambios químicos deseados puedan ocurrir.
- 3) Las condiciones del medio circundante requerido para el crecimiento máximo y reproducción deben ser comparativamente simples.

Los microorganismos usados en las fermentaciones son notables en la medida en que producen grandes cantidades de enzimas. Las bacterias, levaduras y mohos, siendo células sencillas, tienen las capacidades funcionales de crecimiento, reproducción, digestión, asimilación y reparación en una célula, que las formas altas de vida tienen distribuidas por los tejidos.<sup>5</sup>

#### F) CONTROL DE LA FERMENTACION

Entre los numerosos factores que influyen en el crecimiento y metabolismo de los microorganismos, los medios más comúnmente empleados para controlar el progreso de las fermentaciones a los alimentos, incluyen el nivel de ácido, el nivel de alcohol, el uso de iniciadores, la temperatura, el nivel de oxígeno y la sal. Estos factores determinan también los tipos de organismos que pueden crecer en el alimento fermentado durante su almacenamiento posterior.<sup>5</sup>

##### f.1.- ACIDO

Los efectos inhibitorios del ácido se ejercen cuando este se añade al alimento, cuando es uno de sus componentes naturales, cuando se produce por medio de fermentación.

Los alimentos que contienen ácido pueden estar en un estado de conservación pero si hay oxígeno presente y se desarrollan mohos superficiales que vuelven a fermentar el ácido, su poder preservativo se pierde. De este modo es posible desarrollar paulatinamente la actividad proteolítica en la superficie de estos alimentos.<sup>5</sup>

##### f.2.- USO DE INICIADORES

En los países tecnológicamente avanzados se asegura el control de las condiciones de fermentación mediante el uso de iniciadores de cultivos puros obtenidos de los laboratorios e inoculándoles a los fermentos de proceso siendo utilizados estos cultivos como aceleradores de la fermentación.<sup>5</sup>

### f.3. - TEMPERATURA

Varios tipos de microorganismos pueden predominar en una fermentación mixta, de acuerdo con la temperatura empleada, y dependiendo de la temperatura óptima de cada microorganismo. Si se emplearán temperaturas muy en exceso de 21 °C en las etapas iniciales de la fermentación, el crecimiento de los *Lactobacillus* superaría fácilmente el del *Leuconostoc mesenteroides* y luego sus altos niveles de producción de ácido prevendrían totalmente el crecimiento de fermentación de este. Es por esta razón que la temperatura es un factor importante a controlar durante un proceso de fermentación.<sup>3</sup>

### f.4. - NIVEL DE OXIGENO

La cantidad de O<sub>2</sub> que requiere un organismo para el crecimiento es decir la multiplicación de sus células puede diferir de la que necesita para la actividad fermentativa pudiendo esta ser de dos tipos:<sup>3</sup>

Aerobia.- Los microorganismos necesitan forzosamente una fuente de oxígeno para su proliferación y para realizar su actividad fermentativa.

Anaerobia.- Los microorganismos no necesitan oxígeno para su proliferación ni para realizar su actividad fermentativa.

### f.5. - SAL

Se puede clasificar a los microorganismos de acuerdo con su tolerancia a la sal. Los organismos generadores de ácido láctico que se utilizan para fermentar las aceitunas, pepinos agrios etc, generalmente toleran concentraciones moderadas de sal del orden del 10 al 18%.<sup>3</sup>

### f.6. - CONTROL DE MICROORGANISMOS

La proliferación o la inhibición de estos es un factor muy importante, el cual se puede controlar mediante la adición de sustratos los cuales proporcionen una fuente de

energía a los microorganismos; como lo son carbohidratos para su desarrollo o uso de nitratos para su inhibición, todo dependerá del tipo de fermentación que se requiera.

Para asegurar que el fermento en proceso no ha sido contaminado con algún otro tipo de microorganismo, se hacen pruebas microbiológicas mediante la preparación de frotis y pruebas específicas. Garantizando de esta manera la calidad del fermento durante el tiempo de procesado.<sup>5</sup>

f.7. - pH

El pH durante el proceso de fermentación es un factor de suma importancia puesto que de esto dependerá una óptima o indebida fermentación, debemos considerar los niveles de ácido que requiere y puede tolerar el microorganismo en cuestión ya que esto determinará que la fermentación transcurra normalmente o sufra alteraciones debido a la aparición de microorganismos ajenos a esta y puedan ser causa potencial de alteración.<sup>6</sup>

### G) ORDEN DE LA FERMENTACION.

Los microorganismos tienen disponibles carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y nutrientes menores en los materiales alimenticios nativos.

Los microorganismos atacan a los carbohidratos, después a las proteínas y por último a las grasas. Hay un orden de ataque aún en los carbohidratos, primero los azúcares, después los alcoholes y finalmente los ácidos. Ya que el primer requerimiento para la actividad microbiana es la energía, parece que las formas más eficaces, en orden de preferencia, son las cadenas de carbono.<sup>7</sup>

### HD TIPOS DE FERMENTACION DE AZUCARES.

Los microorganismos son usados para fermentar azúcar por oxidación completa, oxidación parcial, fermentación alcohólica.

fermentación de ácido láctico, fermentación butírica y otras acciones fermentadoras menores.

- 1) Las bacterias y los mohos son capaces de convertir el azúcar (glucosa) a bióxido de carbono y agua.
- 2) La fermentación más común es aquella en que ocurre una oxidación parcial de azúcar. En este caso el azúcar puede ser convertido en ácido finalmente el ácido puede ser oxidado para dar bióxido de carbono y agua si se permite que ocurra.
- 3) Las levaduras son convertidas de aldehídos a alcoholes más eficientes.

Las fermentaciones de ácido láctico son de gran importancia en la conservación de alimentos.

El azúcar en el producto alimenticio puede ser convertido en ácido láctico y otros productos finales y en tales cantidades que el medio circundante es controlado sobre otros organismos. La fermentación del ácido láctico es eficiente y la fermentación de los organismos es el crecimiento rápido.

4) Las fermentaciones butíricas son menos útiles en la conservación de alimentos. Los organismos anaeróbicos capaces de infectar al hombre causándole enfermedades, generalmente son fermentadores butíricos. El bióxido de carbono, el hidrógeno, el ácido acético y los alcoholes son otros productos de fermentación.

5) Además de las anteriores hay una fermentación que involucra mucha producción de gas. En las fermentaciones gaseosas las moléculas de azúcar son alteradas para formar ácidos, alcoholes y bióxido de carbono. Usualmente es necesario incluir algún otro medio de control tal como añadir cloruro de sodio a un sustrato con esta forma de fermentación.<sup>7</sup>

## 1) FERMENTACION DE ACIDO LACTICO .

La reacción global en la producción de ácido láctico a partir de glucosa, bajo la acción de tales microorganismos es la siguiente:



### BACTERIAS LACTICAS

De hecho tiene lugar en varias etapas produciéndose además pequeñas cantidades de otras sustancias. Se calcula que aproximadamente la mitad de ácido láctico producido por fermentación es utilizado para fines alimenticios.

#### Microorganismos empleados.-

Depende de la materia prima a fermentar. Para la producción de ácido láctico a partir de la glucosa, maltosa o sacarosa suelen emplearse *Lactobacillus* según sea el caso.

#### Materias primas.-

La recuperación del producto se facilita iniciando la fermentación con un medio relativamente simple. Si el carbohidrato a fermentar es glucosa, sacarosa o maltosa, se emplea ordinariamente un *Lactobacillus* de los que producen el agriado. Pueden añadirse materias nitrogenadas, minerales y otros factores de crecimiento en forma de germen de malta, aguas de maceración, leche etc.

#### Producción de ácido láctico.-

La masa tratada por el calor se mantiene a una temperatura favorable al desarrollo de microorganismos con que ha sido inoculada: 45 °C para *Lactobacillus delbruecki*, de 45 a 50 °C para *Lactobacillus bulgaricus* y *Bacillus coagulans*, 30 °C para *Lactobacillus plantarum*. El contenido óptimo en azúcar del medio

varia de 5 a 20% dependiendo de la materia prima y del microorganismo, se mantienen condiciones anaerobias y pH ligeramente ácido, neutralizándose el ácido láctico formado mediante la adición periódica de hidróxido o carbonato de calcio.

## CAPITULO TERCERO



## CAPITULO TERCERO

### III. - PROCESO PROPUESTO

Si bien, el origen de la preparación de aceitunas por fermentación de ácido láctico es un proceso muy antiguo, el conocimiento de la bioquímica microbiana de la fermentación es comparativamente de origen reciente por esta razón trataremos de unir ambos términos a la ingeniería química.

#### A. - PROCESO.

Para facilitar el manejo del proceso fermentativo, lo manejaremos en ocho etapas.

- a.1. - Preparación de medios de cultivo.
- a.2. - Cultivo de microorganismos.
- a.3. - Preparación de la lejía.
- a.4. - Preparación de la salmuera.
- a.5. - Balances de materia y energía.
- a.6. - Arranque y descripción del proceso.
- a.7. - Costos comparativos de producción.
- a.8. - Diagrama de flujo del proceso.
- a.9. - PREPARACION DE MEDIOS DE CULTIVO.

Los microorganismos empleados en esta fermentación láctica son los siguientes:

- *Leuconostoc mesenteroides*.
- *Lactobacillus plantarum*.
- *Lactobacillus brevis*.

Para la elección del medio adecuado se consultó la tabla del BSL (Tabla 4 de Apéndice A). Del cual fue seleccionado el medio ATP (Agar-Peptona-Trypticase).

Preparación: Se hizo una suspensión de 28 gramos de solución en 1 litro de agua destilada, mezclando bien, calentando y agitando frecuentemente e hirviendo durante un

minuto. La solución se esterilizó en autoclave de 118 a 121 °C y 15 Lb/in<sup>2</sup> de presión (15 psi) durante quince minutos y posteriormente la solución se colocó en cajas petri aisladas. La solución estuvo constituida de los siguientes reactivos:

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Peptona trypticase .....   | 10.0 gramos |
| Extracto de levadura ..... | 7.80 gramos |
| Cloruro de sodio .....     | 5.00 gramos |
| Fosfato de potasio .....   | 5.00 gramos |
| Citrato de sodio .....     | 5.00 gramos |
| Dextrosa .....             | 10.0 gramos |
| Polisorbato 80 .....       | 0.20 gramos |
| Sulfato de magnesio.....   | 0.80 gramos |
| Cloruro de manganeso ..... | 0.14 gramos |
| Sulfato ferroso .....      | 0.04 gramos |
| Carbonato de sodio .....   | 1.25 gramos |
| Agar .....                 | 13.5 gramos |

pH final = 6.7

El agar ATP puede utilizarse para el cultivo de las bacterias heterofermentativas del ácido láctico, incluso de las especies *Lactobacillus* y *Leuconostoc*, así como de los *Streptococcus* lácticos. °

a.2.- CULTIVO DE MICROORGANISMOS.

Estas bacterias se caracterizan como gram-positivas comunmente no móviles no esporuladas que producen ácido láctico como producto principal o único del metabolismo fermentativo. Todas las bacterias ácido lácticas crecen de manera anaeróbica sin embargo a diferencia de muchas la mayor parte de ellas no son sensibles al oxígeno (O<sub>2</sub>) y pueden crecer en su presencia o ausencia por tanto son anaeróbicos aerotolerantes.

La mayor parte de las bacterias ácido lácticas pueden obtener energía solo del metabolismo de los carbohidratos y compuestos relacionados, y de ahí que estén restringidos a habitats en que existen azúcares.

#### LEUCONOSTOC MESPENTEROIDES.

Todas las especies que lo integran son saprófitas y aparecen en cadenas de cocos o bastones cortos. Fermentan la glucosa con formación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ácido láctico, ácido acético y alcohol etílico, por lo que son heterofermentativos. Se presentan en forma de cocos gram-positivos inmóviles crecen en medios ordinarios, pero mucho mejor en medios con agua de levaduras o extractos vegetales. Sus formas son esféricas y lenticulares, de 0.5 - 0.7 por 0.7-1.2 micromicras (µm) en parejas o cadenas cortas. Los diferentes tipos de colonias son asperas pigmentadas de rojo a salmón. El número de aminoácidos esenciales que posee el *Leuconostoc mesenteroides* es muy pequeño ya que únicamente posee el ácido glutámico y la valina. No es resistente a temperaturas de 55 °C por 30 minutos, aunque en cultivos con azúcar puede resistir hasta 85 °C. El rango de temperatura en el cual vive es de 10 a 37 °C y su rango óptimo es de 20 a 30 °C. Fermentan a la sacarosa y a la pentosa.

#### LACTOBACILLUS PLANTARUM.

Los microorganismos de este género han sido clasificados en heterofermentadores y homofermentadores. Los primeros producen variedad de compuestos a partir del azúcar, mientras que los segundos, producen esencialmente ácido láctico. Los *Lactobacillus* en general están ampliamente distribuidos, pues se les ha encontrado en la leche, mantequilla, queso, diversos alimentos, en algunos follajes, en el suelo etc.

El *Lactobacillus plantarum* es clasificado como homofermentativo y generalmente miden de 0.1 a 1.2  $\mu\text{m}$  de ancho por 3.8  $\mu\text{m}$  de largo, se encuentran por parejas en cadenas cortas, con movilidad y flagelación ordinaria. Anaeróticamente la superficie de las colonias es de 3 mm de ancho, redondas, lisas, compactas, blancas y ocasionalmente clara o amarillo obscuro. Crecen dentro de un caldo turbio de 15 a 45  $^{\circ}\text{C}$  y a 45  $^{\circ}\text{C}$  generalmente no crecen, la temperatura óptima del *Lactobacillus plantarum* es de 30 a 35  $^{\circ}\text{C}$ .

#### LACTOSACILLUS BREVIS.

Flagelos generalmente en cadenas cortas y rectas de 0.1 a 1.0 por 2.0 a 4.0 milimicras, con terminaciones redondas. Las colonias generalmente son asperas o intermedias asperas, las superficies de las colonias pueden ser traslucidas, generalmente no pigmentadas, algunas pigmentadas de naranja o rojo. Estas bacterias están clasificadas como heterofermentativas y forman ácido y gas anaeróticamente. Su temperatura óptima es de 30 grados centígrados.<sup>10</sup>

El uso de técnicas adecuadas para la inoculación de medios de cultivo viables debe realizarse en superficies de agar suaves y húmedas, pero sin humedad excesiva ya que esto podría ocasionar un crecimiento confluyente (amalgamar colonias).

El siguiente método se utilizó para cultivar los microorganismos de los cuales anteriormente hablamos.

- a) Flamear la longitud del asa, manteniendo verticalmente el mechero de bunsen, moviendo rápidamente el portagujas hacia abajo dentro de la llama para que se flameen ligeramente unos centímetros del mismo. Y se deja enfriar.
- b) Utilizando el dedo meñique de la mano derecha quitar el tapon del tubo que contiene la muestra.
- c) Se toma con el asa una delgada porción de espécimen. La cantidad

de inóculo utilizado dependerá del número de organismos en el espécimen, tiene que ser bastante ligera para obtener colonias aisladas. Se recomienda la inoculación de dos placas, una ligera y otra intensamente inoculada.

d) Se levanta la cubierta de la placa de cultivo y se hacen las estrias en una cuarta parte, más o menos del área de la superficie.

e) Se flamea el asa y se deja enfriar.

f) Se hace girar la placa 1/4 de vuelta y se hacen estrias de nuevo, recubriendo el estriado originalmente.

g) Flamear el asa y se deja enfriar.

h) Se hace girar de nuevo la placa y se hacen estrias en el área restante. Se tapa la placa y se flamea el asa para esterilizarla.

i) Se pone a incubar durante un periodo de 48 horas a temperatura óptima.

Las pruebas para identificar los microorganismos, se hicieron en base al manual Bergey de bacteriología eligiendo una de las más características como lo es la tinción de gram, siendo para este tipo de bacterias prueba positiva (tinción de color azul).<sup>9</sup>

### 3.3.- PREPARACION DE LA LEJIA.

La cantidad de hidróxido de sodio empleada para la preparación de la lejía fué al 1.0 % en peso para un volumen de 14 litros, siendo las siguientes cantidades:

140 gramos de hidróxido de sodio se disuelven en 14 litros de agua. Y para asegurar el por ciento de hidróxido de sodio empleado, mediante un densímetro se determinó la densidad de la solución a la temperatura requerida y leemos en la grafica 2 del apéndice A. Asegurando de esta manera el por ciento

de hidróxido de sodio requerido.

#### a. a. - PREPARACION DE LA SALMUERA.

Se preparo una solución al 10% en peso de cloruro de sodio, se acidificó la solución con un 3% de ácido láctico y posteriormente se le adicionó 5% de una fuente de carbohidratos en este caso glucosa, empleando las siguientes cantidades:

1400 gramos de cloruro de sodio.

420 gramos de ácido láctico.

700 gramos de glucosa.

Estas cantidades se disolvieron en 14 litros de agua y de igual forma que en la preparación de la lejía se verificó el % de cloruro de sodio en las graficas 1 y 3 del Apéndice A.

#### a. b. - BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA.

Balace de materia.- El balace de materia se plantea haciendo un balace de cada elemento considerando todas las composiciones en porcentaje.<sup>11</sup>

#### SISTEMAS INVOLUCRADOS EN EL CONTROL FISICO DEL MEDIO:

- Temperatura
- Agitación
- Flujo

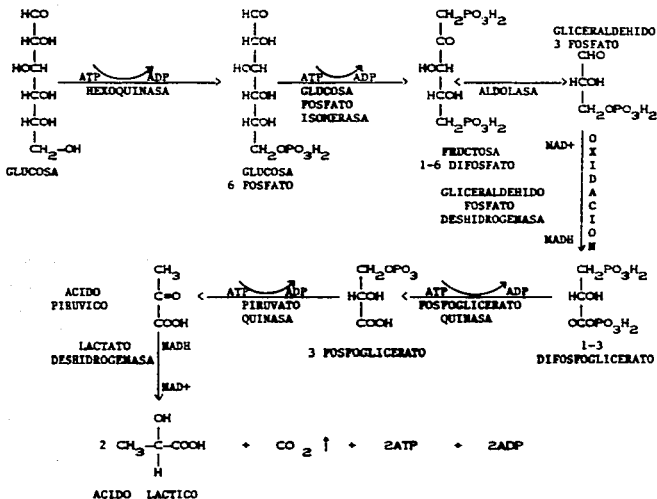
#### SISTEMAS INVOLUCRADOS EN EL CONTROL QUIMICO DEL MEDIO:

- |                   |            |
|-------------------|------------|
| - pH              | - Azúcar   |
| - Redox           | - Oxígeno  |
| - CO <sub>2</sub> | - Proteína |

#### SISTEMAS POTENCIALES:

- |       |        |
|-------|--------|
| - RNA | - NADH |
| - DNA | - ATP  |
| - NAD | - ADP  |

GLUCOLISIS. CONVERSION DE LA GLUCOSA EN ACIDO LACTICO POR BACTERIAS ACIDOLACTICAS EN CONDICIONES ANAEROBIAS AEROTOLERANTES.



Antes de realizar el balance de materia y energía, haremos algunas consideraciones.

Datos:

$$w = 5 \text{ Gal/min}$$

$$A = (\pi/4)d^2 = (\pi/4)(2.54 \text{ cm})^2 = 9.06 \text{ cm}^2$$

$$d = 1 \text{ in}$$

$$v = AU ; \quad U = v/A$$

$$A = (\pi/4)d^2$$

$$(5 \text{ Gal/min}) (3.78 \text{ l/1 Gal}) (1000 \text{ cm}^3/\text{l}) (1 \text{ min}/60 \text{ seg})$$

$$U = \frac{\text{---}}{(9.06 \text{ cm}^2)}$$

$$U = 62.25 \text{ cm/seg}$$

$$\text{No Re} = (DUd)/\mu$$

$$(1.068 \text{ g/cm}^3)(2.54 \text{ cm})(62.25 \text{ cm/seg})$$

$$\text{No Re} = \frac{\text{---}}{(0.0054 \text{ g/cm} \cdot \text{seg})}$$

$$\text{No Re} = 1770.09 \quad \Rightarrow \quad \text{REGIMEN LAMINAR}$$

El número de Reynolds y la velocidad del fluido son muy importantes, debido a que el proceso debe mantener un régimen laminar a consecuencia de la producción de  $\text{CO}_2$  la cual no es favorable a esta fermentación.

NOMENCLATURA:

w = Flujo volumétrico ( $\text{cm}^3/\text{seg}$ )

d = Diámetro interno (cm)

A = Área ( $\text{cm}^2$ )

U = Velocidad del fluido (cm/seg)

No Re = Número de Reynolds (adimensional)

D = Densidad de la solución ( $\text{g/cm}^3$ )

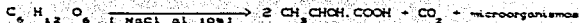
$\mu$  = Viscosidad ( $\text{g/cm} \cdot \text{seg}$ )



**BALANCE GENERAL DE MATERIA:**



Reaccion:



Composicion de la aceituna:

Base: 100%

| COMPONENTE | PORCENTAJE |
|------------|------------|
| Carbono    | 55.40      |
| Oxígeno    | 19.24      |
| Hidrógeno  | 10.20      |
| Cenizas    | 3.28       |
| Nitrógeno  | 1.88       |

**BALANCE POR ELEMENTO ATOMOS:**

$$C: 6 = 6 - Y_u$$

$Y_u =$  Carbon en microorganismos

$$H: 12 = 12 - Y_v$$

$Y_v =$  Hidrógeno en microorganismos

$$O: 6 = 6 - Y_w$$

$Y_w =$  Oxígeno en microorganismos

Aunque para fines de calculo, unicamente consideramos como producto las dos moléculas de ácido láctico; cabe mencionar que en las reacciones fermentativas, la conversión de glucosa no es completa, es decir las moléculas de ácido láctico no son exactamente dos, pudiendo ser 1.7, 1.8, 1.9 etc. Y el carbon, hidrógeno y oxígeno faltante estan presente en los microorganismos. Pero sus proporciones por ser minimas no las consideraremos.

**BALANCE POR ELEMENTO-PESO:**

$$C: 12(6) = 12(6) + C\% /100$$

$$H: 1(12) = 1(12) + H\% /100$$

$$O: 8(16) = 8(16) + O\% /100$$

C% /100= Cantidad de Carbono en microorganismos.

H% /100= Cantidad de Hidrógeno en microorganismos.

O% /100= Cantidad de Oxígeno en microorganismos.

El rendimiento de la fuente de carbono para esta reacción, es la siguiente (Basada en las correlaciones de Cooney<sup>11</sup>)

$$Y_c = 1/a_n$$

Y<sub>c</sub> = Rendimiento de carbono; g células/g de sustrato

a = No de moléculas de sustrato

n = No de moléculas de producto

$$Y_c = (1/(1)(2)) = 0.5 \text{ g células/g de sustrato}$$

Y<sub>o</sub> = Rendimiento de oxígeno; g células/g de oxígeno

Y<sub>o</sub> se obtiene de la gráfica 4 del Apéndice A (línea 6).

$$Y_o = 0.95 ,$$

Sustrato: Glucosa

Microorganismo: Bacterias

**BALANCE DE ENERGIA:**

de la gráfica 5 del Apéndice a, tenemos:

$$\text{Utilizando } Y_c = 0.5$$

$$Y_{cat} = 2.40 \text{ Kcal/g de célula}$$

Basandose en la correlación empírica de Cooney<sup>11</sup>

$$Y_{cat} = (1/Y_o) = (1/0.95 \text{ g oxígeno/g célula}) = 1.44 \text{ Kcal/g célula}$$

$$Y_{cat} = 1.515 \text{ Kcal/g oxígeno consumido}$$

Calor total de la reacción:

$$Q_r = M \Delta H$$

$$Q_r = (0.700 \text{ Kg}) (873 \text{ Kcal/mol}) (1/180 \text{ Kg/mol})$$

$$Q_r = 2.817 \text{ Kcalorias}$$

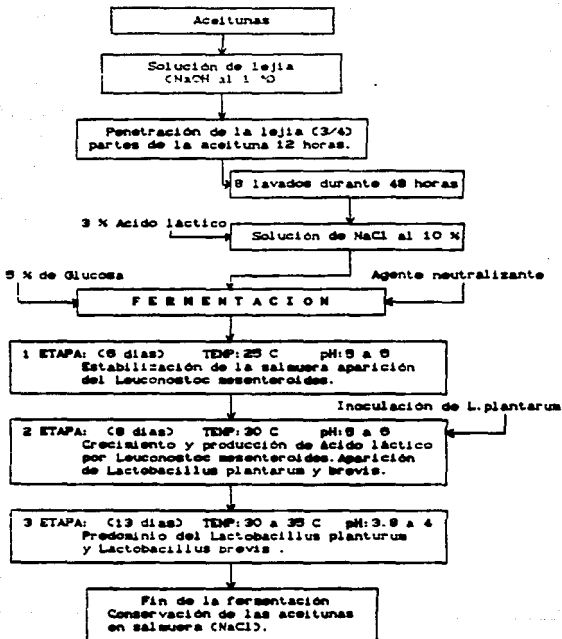
$Q_r$  = Calor total de la reacción (Kcal)

M = Masa del sustrato (Kg)

$\Delta H$  = Calor de combustión de la glucosa-bacteria (Apéndice A tabla 3)  
(Kcal/mol)

EL PROCESO ES EL SIGUIENTE:

DIAGRAMA DE BLOQUES



#### a. s. - ARRANQUE Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El uso tradicional de barriles para realizar la fermentación, han sido reemplazados por razones económicas por tanques de plástico contruidos con polietileno.

**TRATAMIENTO CON LEJIA.** - Una vez que se han colocado las aceitunas en el tanque FA-01 se alimentan con una solución de hidróxido de sodio anteriormente preparada al 1% para neutralizar el sabor amargo proporcionado por la oleuropeína glucósida. Una solución concentrada de lejía debe utilizarse con sumo cuidado, debido a que esto causa frecuentemente ablandamientos hinchazón en las aceitunas. La lejía penetra de  $1/2$  a  $3/4$  del pericarpio; el tiempo requerido para que la lejía penetre depende de ciertos factores como lo son: La concentración, temperatura, pH, tamaño y madurez del fruto. La penetración de la solución se dió en 12 horas con recirculación intermitente.

**REMOCIÓN DEL EXCESO DE LEJIA.** - Esta remoción se hizo con 8 lavados y filtrados con agua durante 48 horas, para lo cual la se accionó bomba GA-01 cada 8 horas durante un lapso de 15 minutos hasta eliminar la alcalinidad.

**SALINERA.** - Posteriormente al tanque FA-01 se alimentó una solución de cloruro de sodio al 10% la cual se acidificó con 3% de ácido láctico. Al final del período de estabilización la concentración final de cloruro de sodio se encontró en 6%, posteriormente este rango se ajustó y controló para mantener el porciento de sal entre un 7 y 8%, durante todo el proceso de fermentación, para esto se utilizó un densímetro así como las gráficas 1 y 3 del apéndice A. Durante este mismo tiempo el ácido neutralizó lo que restó de la lejía; una limitante

de este procedimiento es que existe la pérdida de material fermentable al realizar los lavados, pero esto se evitó adicionando 5% de glucosa durante el proceso. así como un agente neutralizante carbonato de calcio para mantener el pH constante.

**FERMENTACION .-** El proceso de fermentación se realizó en condiciones anaeróbicas aerotolerantes con recirculación intermitente, mediante la bomba GA-01, la cual operó durante 15 minutos cada 2 horas con la finalidad de obtener una solución homogénea en todo el tanque, para lo cual se mantuvo la válvula V-03 cerrada durante todo el proceso y solo se abrió en caso de muestreo.

La fermentación tuvo una duración de tres semanas y esto dependió de las siguientes variables: Temperatura, pH, uso de iniciadores y control de microorganismos principalmente.

El proceso fermentativo se dividió en tres etapas.

**PRIMERA ETAPA:** Esta etapa tuvo una duración de seis días durante la cual la salmuera se estabilizó hasta la aparición del *Leuconostoc mesenteroides* y producción de  $CO_2$  por este microorganismo, la temperatura en esta primera etapa fue de 22 a 25 °C la cual se logró mediante un controlador de temperatura TC-01. Por otra parte se mantuvo un estricto control de pH con el propósito de evitar el crecimiento de microorganismos que son causa potencial de alteración como lo son: *Aerobacter*, *Pseudomonas* y posiblemente *Clostridium*, estas bacterias están comprendidas en los géneros de gram-negativas y por lo tanto la fermentación del ácido láctico no procede de una manera normal y parte o todas las aceitunas pueden descomponerse. La especie del *Clostridium* pueden causar la llamada zapatera por no llevar un control en el pH. El pH

en esta etapa fue de 5 y se midió con un potenciómetro digital P-01 .

Así mismo para asegurar un control de microorganismos y evitar posibles contaminaciones, se tomaron muestras mediante la línea de muestreo, posteriormente se hicieron frotis, pruebas de gram y curvas de proliferación bacteriana en cada una de las etapas de la fermentación.

REGISTRO DEL TRANCURSO DE LA FERMENTACION PRIMERA ETAPA.

| DIA | TEMP (C) | pH | % NaCl | MICROORGANISMO | PRUEBA GRAM |
|-----|----------|----|--------|----------------|-------------|
| 1   | 24       | 6  | 10     | A              | +           |
| 2   | 24       | 5  | 10     | A              | +           |
| 3   | 22       | 5  | 9      | A              | +           |
| 4   | 25       | 5  | 8      | A , B          | +           |
| 5   | 25       | 5  | 8      | A , B          | + , -       |
| 6   | 30       | 5  | 8      | A , B          | + , -       |

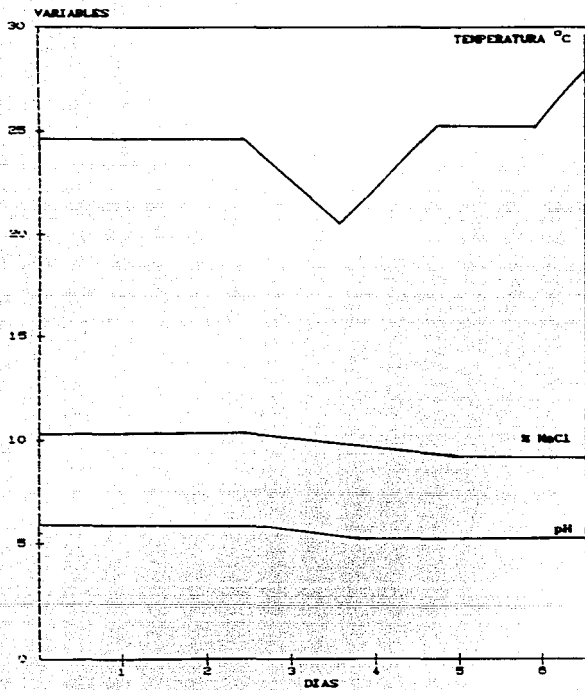
CLAVES:

A: *Leuconostoc mesenteroides*. B: *Lactobacillus plantarum*.

C: *Lactobacillus brevis*.

Para ejemplificar mejor los resultados obtenidos durante esta etapa; presentamos las siguientes gráficas.

GRAFICA DEL TRANSURSO DE LA FERMENTACION  
PRIMERA ETAPA



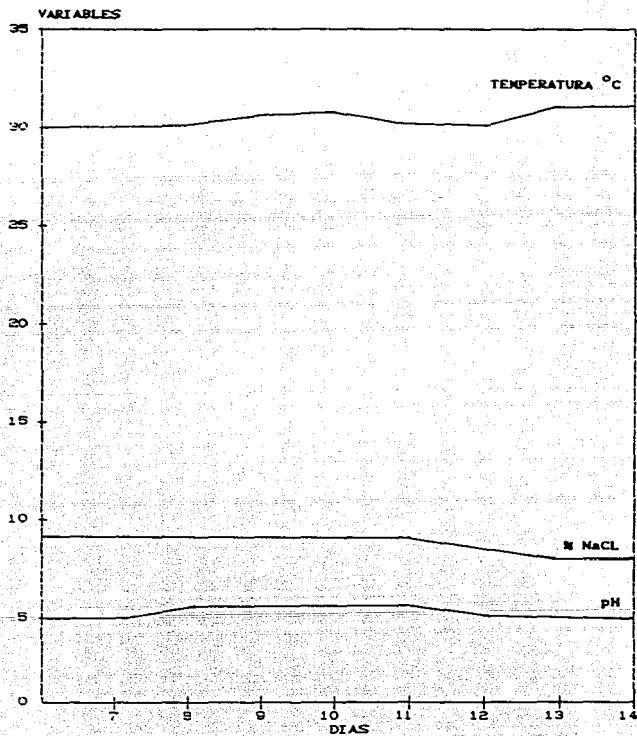


SEGUNDA ETAPA: Tuvo una duración de 8 días en la cual predominó el crecimiento y producción de ácido por *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus brevis*. En esta etapa por considerarla la más importante del proceso fermentativo, se inocularon 5 mililitros de un cultivo puro de *Lactobacillus plantarum* como iniciador y acelerador del proceso, puesto que este microorganismo es el principal responsable de la fermentación. (Este microorganismo fue anteriormente inoculado con la técnica descrita en el cultivo de microorganismos.) La temperatura en esta etapa fue de 30 °C y pH de 5 a 6, el cual se logró mediante la adición periódica de ácido láctico o carbonato de amonio, también se ajustó el porcentaje de cloruro de sodio a 9% debido a que conforme transcurre la fermentación; la concentración de cloruro de sodio baja considerablemente.

REGISTRO DEL TRANCURSO DE LA FERMENTACION SEGUNDA ETAPA.

| DIA | TEMP ( C ) | pH | % NaCl | MICROORGANISMO | PRUEBA GRAN |
|-----|------------|----|--------|----------------|-------------|
| 7   | 30         | 5  | 9      | A . B          | + . -       |
| 8   | 30         | 6  | 8      | A . B          | +           |
| 9   | 31         | 6  | 8      | A . B . C      | +           |
| 10  | 31         | 6  | 8      | A . B . C      | +           |
| 11  | 30         | 6  | 8      | A . B . C      | +           |
| 12  | 30         | 5  | 7      | A . B . C      | +           |
| 13  | 32         | 5  | 6      | A . B . C      | +           |
| 14  | 32         | 5  | 6      | A . B . C      | +           |

GRAFICA DEL TRASCURSO DE LA FERMENTACION  
SEGUNDA ETAPA

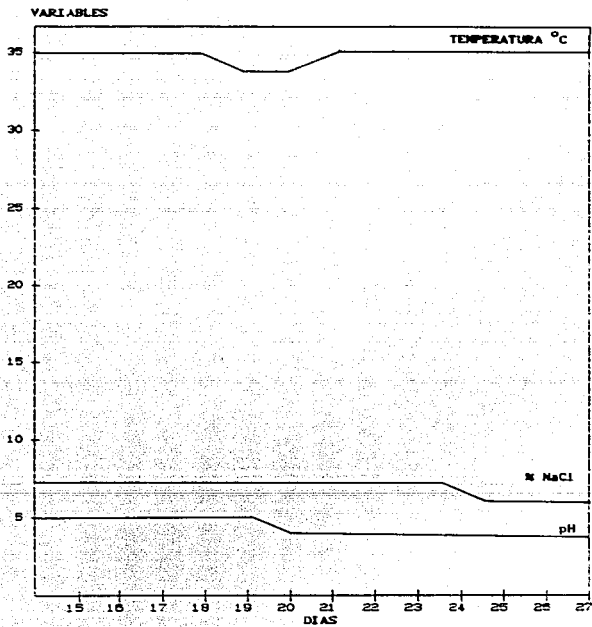


TERCERA ETAPA.- Etapa final la cual tuvo una duración de trece días en las que predominaron los Lactobacillus, sobre todo el plantarum. La temperatura de 30 a 35 °C favoreció una rápida fermentación. Y el porcentaje de cloruro de sodio se ajustó para mantenerlo entre 6 y 7 %. El pH durante esta etapa final estuvo entre 4 y 5.

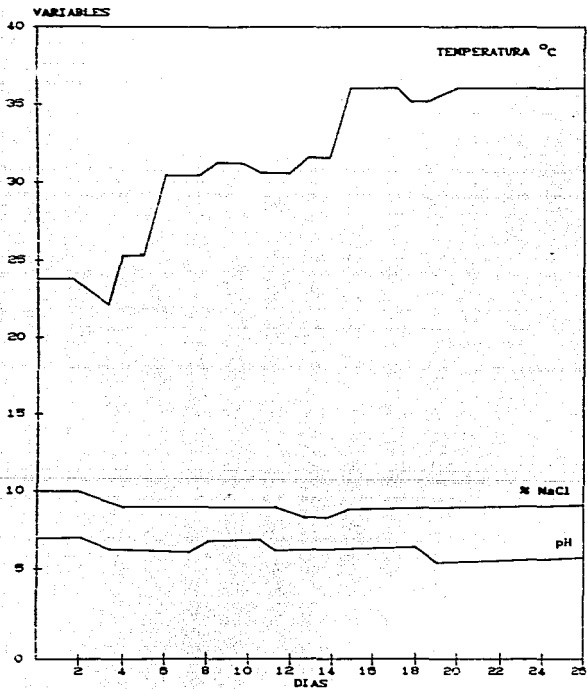
REGISTRO DEL TRASCURSO DE LA FERMENTACION TERCERA ETAPA.

| DIA | TEMP (C) | pH | % NaCl | MICROORGANISMO | PRUEBA GRAM |
|-----|----------|----|--------|----------------|-------------|
| 15  | 35       | 5  | 7      | A. B. C        | +           |
| 16  | 35       | 5  | 7      | A. B. C        | +           |
| 17  | 35       | 5  | 7      | A. B. C        | +           |
| 18  | 34       | 5  | 7      | A. B. C        | +           |
| 19  | 34       | 5  | 7      | A. B. C        | +           |
| 20  | 35       | 4  | 7      | A. B. C        | +           |
| 21  | 35       | 4  | 7      | A. B. C        | +           |
| 22  | 35       | 4  | 7      | A. B. C        | +           |
| 23  | 35       | 4  | 6      | A. B. C        | +           |
| 24  | 35       | 4  | 6      | A. B. C        | +           |
| 25  | 35       | 4  | 6      | A. B. C        | +           |
| 26  | 35       | 4  | 6      | A. B. C        | +           |

GRAFICA DEL TRANCURSO DE LA FERMENTACION  
TERCERA ETAPA



GRAFICA GENERAL DEL TRASCURSO DE LA FERMENTACION  
PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA ETAPA



Para obtener las curvas de proliferación bacteriana, se procedió a aislar cada microorganismo en las diferentes etapas de la fermentación, y se le dio el tratamiento indicado en la sección de cultivo de microorganismos.

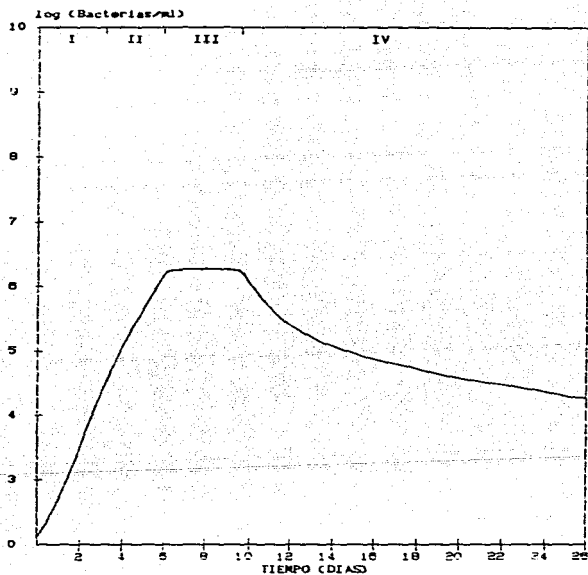
Posteriormente se cuantificó el número de colonias mediante un nefelómetro a 530 nanómetros y posteriormente se realizaron las diluciones necesarias para determinar el número de microorganismos viables por mililitro; esto se determinó multiplicando el factor de dilución por el número de organismos = organismos/ml; utilizando en este caso un factor de dilución de  $1 \times 10^3$ .

En las siguientes curvas, podemos observar el comportamiento de los microorganismos: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* y *Leuconostoc mesenteroides* en cada una de las fases de crecimiento, durante el proceso de fermentación de aceitunas.

DATOS DE PROLIFERACION BACTERIANA PARA EL LEUCONOSTOC  
MESENTEROIDES

| Día | No Bacterias | Bact/ml $\text{eio}^3$ | log (Bact/ml) |
|-----|--------------|------------------------|---------------|
| 1   | 2            | 2                      | 3.30          |
| 2   | 3            | 3                      | 3.47          |
| 3   | 18           | 18                     | 4.25          |
| 4   | 132          | 132                    | 5.12          |
| 5   | 331          | 331                    | 5.51          |
| 6   | 1318         | 1318                   | 6.11          |
| 7   | 1318         | 1318                   | 6.11          |
| 8   | 1318         | 1318                   | 6.11          |
| 9   | 1318         | 1318                   | 6.11          |
| 10  | 330          | 330                    | 5.51          |
| 11  | 178          | 178                    | 5.25          |
| 12  | 163          | 163                    | 5.21          |
| 13  | 143          | 143                    | 5.15          |
| 14  | 130          | 130                    | 5.11          |
| 15  | 128          | 128                    | 5.10          |
| 16  | 111          | 111                    | 5.04          |
| 17  | 98           | 98                     | 4.98          |
| 18  | 84           | 84                     | 4.92          |
| 19  | 73           | 73                     | 4.86          |
| 20  | 59           | 59                     | 4.77          |
| 21  | 51           | 51                     | 4.70          |
| 22  | 43           | 43                     | 4.63          |
| 23  | 38           | 38                     | 4.57          |
| 24  | 35           | 35                     | 4.54          |
| 25  | 30           | 30                     | 4.47          |
| 26  | 24           | 24                     | 4.38          |

CURVA DE PROLIFERACION BACTERIANA PARA EL LEUCONOSTOC  
MESENTEROIDES.



CLAVES:

I FASE DE RETRASO

III FASE ESTACIONARIA

II FASE EXPONENCIAL

IV FASE DE MUERTE

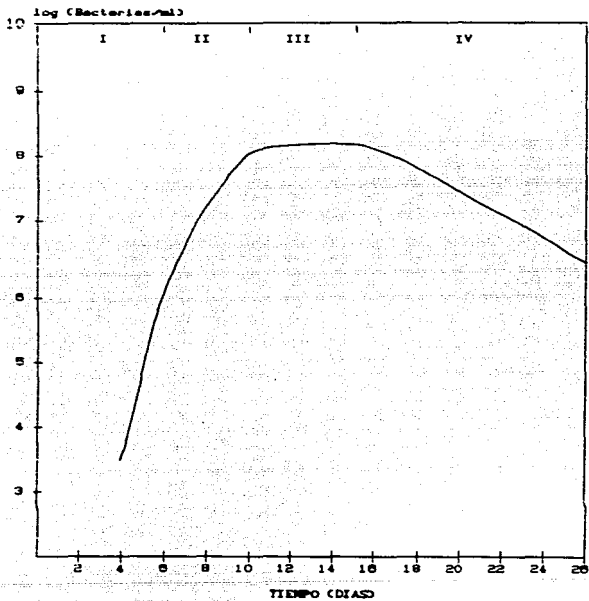


DATOS DE PROLIFERACION BACTERIANA PARA EL LACTOBACILLUS PLANTARUM.

| DIA | No Bacterias | Bact/ml $\times 10^3$ | log(Bact/ml) |
|-----|--------------|-----------------------|--------------|
| 1   | -            | -                     | -            |
| 2   | -            | -                     | -            |
| 3   | -            | -                     | -            |
| 4   | 6            | 6                     | 2.77         |
| 5   | 18           | 18                    | 4.25         |
| 6   | 32           | 32                    | 5.51         |
| 7   | 331          | 331                   | 6.11         |
| 8   | 1318         | 1318                  | 7.22         |
| 9   | 16982        | 16982                 | 8.12         |
| 10  | 134896       | 134896                | 8.20         |
| 11  | 162181       | 162181                | 8.21         |
| 12  | 165960       | 165960                | 8.22         |
| 13  | 165960       | 165960                | 8.22         |
| 14  | 165960       | 165960                | 8.22         |
| 15  | 165960       | 165960                | 8.22         |
| 16  | 165960       | 165960                | 8.22         |
| 17  | 165960       | 165960                | 8.22         |
| 18  | 165959       | 165959                | 8.22         |
| 19  | 125892       | 125892                | 8.09         |
| 20  | 33113        | 33113                 | 7.51         |
| 21  | 29114        | 29114                 | 7.46         |
| 22  | 28710        | 28710                 | 7.45         |
| 23  | 17200        | 17200                 | 7.23         |
| 24  | 13500        | 13500                 | 7.13         |
| 25  | 8100         | 8100                  | 6.90         |
| 26  | 2700         | 2700                  | 6.43         |

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

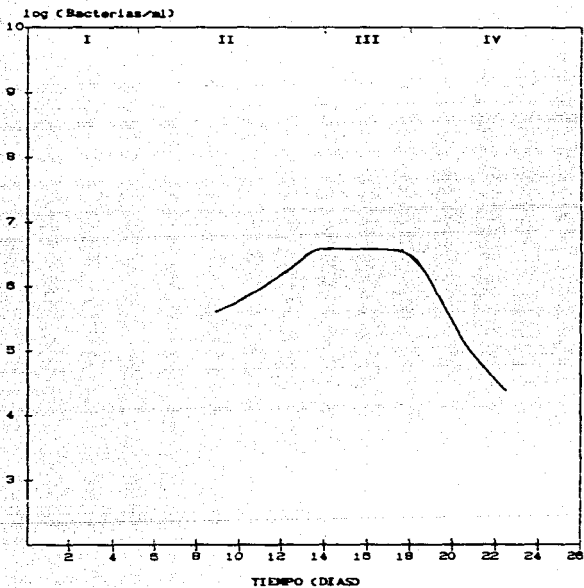
CURVA DE PROLIFERACION BACTERIANA PARA EL LACTOBACILLUS  
PLANTARUM.



DATOS DE PROLIFERACION BACTERIANA PARA EL LACTOBACILLUS BREVIS

| DIA | No Bacterias | Bact/ml $\times 10^3$ | log (Bact/ml) |
|-----|--------------|-----------------------|---------------|
| 1   | -            | -                     | -             |
| 2   | -            | -                     | -             |
| 3   | -            | -                     | -             |
| 4   | -            | -                     | -             |
| 5   | -            | -                     | -             |
| 6   | -            | -                     | -             |
| 7   | -            | -                     | -             |
| 8   | -            | -                     | -             |
| 9   | 331          | 331                   | 5.51          |
| 10  | 380          | 380                   | 5.58          |
| 11  | 2138         | 2138                  | 6.33          |
| 12  | 3081         | 3081                  | 6.49          |
| 13  | 6300         | 6300                  | 6.79          |
| 14  | 7043         | 7043                  | 6.85          |
| 15  | 7043         | 7043                  | 6.85          |
| 16  | 7043         | 7043                  | 6.85          |
| 17  | 2080         | 2080                  | 6.31          |
| 18  | 316          | 316                   | 6.31          |
| 19  | 132          | 132                   | 5.12          |
| 20  | 88           | 88                    | 4.94          |
| 21  | 73           | 73                    | 4.86          |
| 22  | 48           | 48                    | 4.68          |
| 23  | 26           | 26                    | 4.41          |
| 24  | 18           | 18                    | 4.25          |
| 25  | 15           | 15                    | 4.17          |
| 26  | 9            | 9                     | 3.95          |

CURVA DE PROLIFERACION BACTERIANA PARA EL LACTOBACILLUS BREVIS.



1.7. - COSTOS COMPARATIVOS DE PRODUCCION.

PROCESO TRADICIONAL EN MEXICO.

El proceso comdn. mediante el cual se obtienen aceitunas de mesa. involucra los siguientes costos:

BASE: 1 TONELADA

| CONCEPTO         | CANTIDAD     | \$ UNITARIO | \$ TOTAL  |
|------------------|--------------|-------------|-----------|
| ACEITUNA         | 1000 Kg      | 84.275      | 84.275    |
| CLORURO DE SODIO | 280 kg       | 1.000       | 280.000   |
| RECIPIENTES 50 l | 100 Barriles | 30.000      | 3'000,000 |
| MANO DE OBRA     | 10 Personas  | Variable    | 3'000,000 |

COSTO APROXIMADO DE PRODUCCION: \$8'364.275.00 pesos

PROCESO PROPUESTO.

| CONCEPTO          | CANTIDAD        | \$ UNITARIO | \$ TOTAL  |
|-------------------|-----------------|-------------|-----------|
| ACEITUNA          | 1000 Kg         | 84.275      | 84.275    |
| CLORURO DE SODIO  | 280 Kg          | 1.000       | 280.000   |
| TANQUE DE PROCESO | 1. h=2 v=2800 l | 3'500,000   | 3'500,000 |
| POTENCIOMETRO     | 1               | 250.000     | 250.000   |
| BOMBA CENTRIFUGA  | 1 de 4 Hp       | 3'250,000   | 3'250,000 |
| GLUCOSA           | 140 Kg          | 5.500       | 770.000   |
| ACIDO LACTICO     | 84 Kg           | 6.380       | 535.920   |
| MANO DE OBRA      | 5 Personas      | Variable    | 1'500,000 |

COSTO APROXIMADO DE PRODUCCION: \$10'170.195.00 pesos

PROCESO ACTUAL

Costos comparativos de producción, se considero lo siguiente:

- Producción total nacional
- Aumento anual de producción = 1.2%
- Decremento anual de costos fijos = 1%
- 180 días de trabajo al año

COSTOS FIJOS:

- Recipiente \$ 3'000,000.00

COSTOS VARIABLES:

- Aceituna \$ 85'275.00 Ton
- Cloruro de sodio \$ 1'000,000.00 Ton
- Mano de obra \$ 3'000,000.00 (10 trabajadores durante seis meses)

PRODUCCION PARA 1990

Producción: 21.922 Ton/año

80.89 Ton/día

COSTOS FIJOS:

- Recipiente \$ 3'000,000.00

TOTAL C. F \$ 3'000,000.00 pesos

COSTOS VARIABLES:

- Aceituna 80.89 Ton/día \$ 5'131.504.00  
- Cloruro de sodio 17.04 Ton/día \$ 17'049,200.00

- Mano de obra

\$ 3.99= 10<sup>9</sup> Ton/año

\$ 3'000,000.00

TOTAL C. V

\$ 3.99= 10<sup>9</sup> pesos

PRODUCCION PARA 1993

Producción: 105.21 Ton/día

COSTOS FIJOS:

|              |  |                       |
|--------------|--|-----------------------|
| - Recipiente |  | \$ 2'700.069.00       |
| TOTAL C.F    |  | \$ 2'700.069.00 pesos |

COSTOS VARIABLES:

|                    |                |                  |
|--------------------|----------------|------------------|
| - Aceitunas        | 105.21 Ton/día | \$ 8'887.179.00  |
| - Cloruro de sodio | 29.45 Ton/día  | \$ 29'450.000.00 |

---

\$ 8.897 = 10<sup>9</sup> Ton/año

- Mano de obra \$ 3'455.788.00

TOTAL C.V \$ 8.90 = 10<sup>9</sup> pesos

PRODUCCION PARA 1994

Producción: 126.252 Ton/año

COSTOS FIJOS:

|              |  |                       |
|--------------|--|-----------------------|
| - Recipiente |  | \$ 2'535.511.00       |
| TOTAL C.F    |  | \$ 2'535.511.00 pesos |

COSTOS VARIABLES:

|                    |                    |                  |
|--------------------|--------------------|------------------|
| - Aceitunas        | \$ 126.252 Ton/día | \$ 10'539.887.00 |
| - Cloruro de sodio | \$ 35.35 Ton/día   | \$ 35'350.000.00 |

---

\$ 8.278 = 10<sup>9</sup> Ton/año

- Mano de obra \$ 3'455.788.00

TOTAL C.V \$ 8.281 = 10<sup>9</sup> pesos

**PRODUCCION PARA 1995**

Producción: 151.50 Ton/día

**COSTOS FIJOS:**

- Recipientes \$ 2'363,116.00  
 TOTAL C. F. \$ 2'363,116.00 pesos

**COSTOS VARIABLES:**

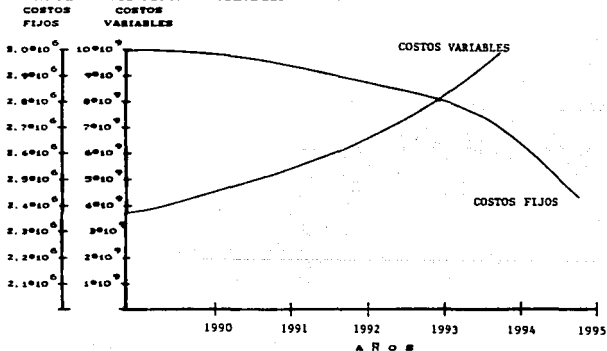
- Aceituna 151.50 Ton/día \$ 12'767,865.00  
 - Cloruro de sodio 42.42 Ton/día \$ 42'420,000.00  


---

\$ 9.931\* 10<sup>9</sup> Ton/año  
 - Mano de obra \$ 3'792,720.00  
 TOTAL C. V \$ 9.934\* 10<sup>9</sup> pesos

**PROCESO ACTUAL**

**GRAFICA DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES vs AROS.**



RECUPERACION DEL CAPITAL INICIAL : 3 años



**PROCESO PROPUESTO**

Costos comparativos de producción, se considero lo siguiente:

- Producción total nacional
- Aumento anual de la producción = 1.2%
- Decremento anual de costos fijos = 1.0%
- 27 días de trabajo al año
- Exposición 5 tanques de proceso

**COSTOS FIJOS:**

- Tanque de proceso enchaquetado \$ 3'500,000.00
- Potenciometro digital \$ 250,000.00
- Bomba centrifuga \$ 3'250,000.00

**COSTOS VARIABLES:**

- Aceitunas \$ 84,275.00 Ton
- Cloruro de sodio \$ 1'000,000.00 Ton
- Glucosa \$ 5'507,014.00 Ton
- Acido lactico \$ 5'380,000.00 Ton
- Mano de obra \$ 1'500,000.00

**PRODUCCION PARA 1990**

Producción: 21'922 Ton/año

80.89 Ton/día

**costos fijos:**

- Tanque de proceso enchaquetado \$ 3'500,000.00ms = 21'000,000.00
- Potenciometro digital \$ 250,000.00
- Bomba centrifuga \$ 3'250,000.00
- TOTAL C. F \$24'500,000.00 pesos

**COSTOS VARIABLES:**

|                    |               |                  |
|--------------------|---------------|------------------|
| - Aceitunas        | 20.89 Ton/día | \$ 5'131,204.00  |
| - Cloruro de sodio | 17.04 Ton/día | \$ 17'049,200.00 |
| - Glucosa          | 8.52 Ton/día  | \$ 46'885,300.00 |
| - Acido láctico    | 5.11 Ton/día  | \$ 32'632,169.00 |

---

\$ 2.745\* 10<sup>9</sup> Ton/año

- Mano de obra \$ 1'500,000.00

TOTAL C. V \$ 2.747\* 10<sup>9</sup> pesos

**PRODUCCION PARA 1991**

Producción: 73.068 Ton/día

**COSTOS FIJOS:**

TOTAL C. F \$ 24'428,573.00 pesos

**COSTOS VARIABLES:**

|                    |                |                  |
|--------------------|----------------|------------------|
| - Aceitunas        | 73.068 Ton/día | \$ 5'157,805.00  |
| - Cloruro de sodio | 20.459 Ton/día | \$ 20'459,000.00 |
| - Glucosa          | 10.22 Ton/día  | \$ 56'262,360.00 |
| - Acido láctico    | 6.137 Ton/día  | \$ 39'158,603.00 |

---

\$ 3.295\* 10<sup>9</sup> Ton/año

- Mano de obra \$ 1'571,428.00

TOTAL C. V \$ 3.296\* 10<sup>9</sup> pesos

**PRODUCCION PARA 1992**

Producción: 87.681 Ton/día

**COSTOS FIJOS:**

TOTAL DE C. F \$ 24'353,744.00 pesos

**COSTOS VARIABLES:**

|                    |                |                                       |
|--------------------|----------------|---------------------------------------|
| - Aceitunas        | 87.881 Ton/día | \$ 7'399,316.00                       |
| - Cloruro de sodio | 24.55 Ton/día  | \$ 24'550,890.00                      |
| - Glucosa          | 12.27 Ton/día  | \$ 67'614,370.00                      |
| - Acido láctico    | 7.36 ton/día   | \$ 46'990,002.00                      |
|                    |                | <hr/>                                 |
|                    |                | \$ 3.953* 10 <sup>9</sup> Ton/año     |
| - Mano de obra     |                | \$ 1'646,257.00                       |
| <b>TOTAL C. V</b>  |                | <b>\$ 3.954* 10<sup>9</sup> pesos</b> |

**PRODUCCION PARA 1993**

Producción: 105.21 Ton/día

**COSTOS FIJOS:****TOTAL C. F** \$ 24'275,352.00 pesos**COSTOS VARIABLES:**

|                    |                |                                       |
|--------------------|----------------|---------------------------------------|
| - Aceitunas        | 105.21 Ton/día | \$ 8'887,179.00                       |
| - Cloruro de sodio | 29.43 Ton/día  | \$ 29'450,000.00                      |
| - Glucosa          | 14.72 Ton/día  | \$ 81'011,700.00                      |
| - Acido láctico    | 8.83 Ton/día   | \$ 56'394,143.00                      |
|                    |                | <hr/>                                 |
|                    |                | \$ 4.744* 10 <sup>9</sup> Ton/año     |
| - Mano de obra     |                | \$ 1'724,649.00                       |
| <b>TOTAL C. V</b>  |                | <b>\$ 4.745* 10<sup>9</sup> pesos</b> |

**PRODUCCION PARA 1994**

Producción: 126.252 Ton/día

**COSTOS FIJOS:****TOTAL C. F** \$ 24'193,227.00 pesos

**COSTOS VARIABLES:**

|                    |                 |                                    |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| - Aceitunas        | 126.252 Ton/día | \$ 10'839.337.00                   |
| - Cloruro de sodio | 35.35 Ton/día   | \$ 35'350.000.00                   |
| - Glucosa          | 17.67 Ton/día   | \$ 97'214.040.00                   |
| - Acido láctico    | 10.60 Ton/día   | \$ 67'560.972.00                   |
|                    |                 | <hr/>                              |
|                    |                 | \$ 5.693 * 10 <sup>9</sup> Ton/año |
| - Mano de obra     |                 | \$ 1'806.774.00                    |
| TOTAL C.V          |                 | \$ 5.694 * 10 <sup>9</sup> pesos   |

**PRODUCCION PARA 1995**

Producción: 151.50 Ton/día

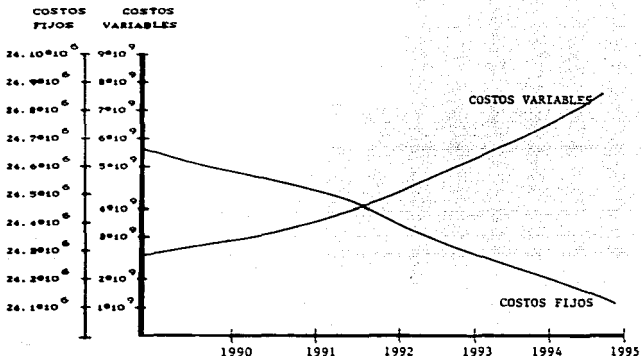
**COSTOS FIJOS:**

TOTAL DE C.F \$ 24'107.191.00 pesos

**COSTOS VARIABLES:**

|                    |                |                                    |
|--------------------|----------------|------------------------------------|
| - Aceitunas        | 151.50 Ton/día | \$ 12'767.865.00                   |
| - Cloruro de sodio | 42.42 Ton/día  | \$ 42'420.000.00                   |
| - Glucosa          | 21.21 Ton/día  | \$ 1.166 * 10 <sup>8</sup>         |
| - Acido láctico    | 12.72 Ton/día  | \$ 81'191.880.00                   |
|                    |                | <hr/>                              |
|                    |                | \$ 6.830 * 10 <sup>9</sup> Ton/día |
| - Mano de obra     |                | \$ 1'721.086.00 pesos              |
| TOTAL C.V          |                | \$ 6.831 * 10 <sup>9</sup> pesos   |

PROCESO PROPUESTO  
 GRAFICA DE COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES vs AÑOS

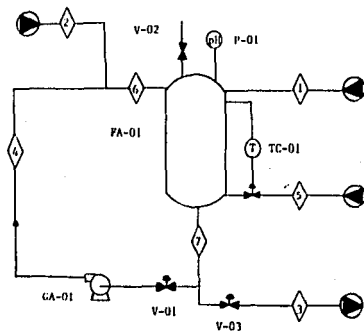


A Ñ O S  
 RECUPERACION DEL CAPITAL INICIAL : 1 año seis meses

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS

| ARO  | COSTOS             | PROCESO ACTUAL                           | PROCESO PROPUESTO                          |
|------|--------------------|--|--|
| 1990 | FIJOS<br>VARIABLES | \$ 3'000,000<br>\$ 3.995*10 <sup>6</sup> | \$ 24'500.000<br>\$ 2.747* 10 <sup>6</sup> |
| 1991 | FIJOS<br>VARIABLES | \$ 2'857.144<br>\$ 4.79*10 <sup>6</sup>  | \$ 24'428.573<br>\$ 3.296* 10 <sup>6</sup> |
| 1992 | FIJOS<br>VARIABLES | \$ 2'701.314<br>\$ 5.752*10 <sup>6</sup> | \$ 24'353.744<br>\$ 3.95* 10 <sup>6</sup>  |
| 1993 | FIJOS<br>VARIABLES | \$ 2'700.069<br>\$ 5.9*10 <sup>6</sup>   | \$ 24'275.352<br>\$ 4.745* 10 <sup>6</sup> |
| 1994 | FIJOS<br>VARIABLES | \$ 2'535.511<br>\$ 8.28*10 <sup>6</sup>  | \$ 24'193.227<br>\$ 5.694* 10 <sup>6</sup> |
| 1995 | FIJOS<br>VARIABLES | \$ 2'393.116<br>\$ 9.93*10 <sup>6</sup>  | \$ 24'107.191<br>\$ 6.83* 10 <sup>6</sup>  |

a.8.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.



CORRIENTES:

- |                         |  |   |
|-------------------------|--|---|
| 1 Aceitunas y salmuera. | 4 Recirculación de salmuera.                   | 7 Corriente T para la recirculación y toma de muestras. |
| 2 Microorganismos.      | 5 Suministro de calor.                         |   |
| 3 Toma de muestras.     | 6 Recirculación de salmuera y microorganismos. |   |

EQUIPO.

FA-01 Tanque fermentador de proceso.

GA-01 Bomba de recirculación de salmuera.

CONTROLES Y ACCESORIOS.

V-01 Válvula de recirculación.

V-02 Válvula de desfogeo.

V-03 Válvula de muestreo.

Tc-01 Controlador de temperatura.

P-01 Medidor de pH.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FERMENTACION DE ACEITUNAS.

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL EQUIPO, CONTROLES Y ACCESORIOS.**

**FA-01 TANQUE FERMENTADOR DE PROCESO.**

ALTURA : 0.70 Metros

CAPACIDAD: 18 Litros

DIAMETRO : 0.05 Metros

MATERIAL : Polietileno

FUNCION : Fermentar las aceitunas en condiciones apropiadas de temperatura y pH.

**GA-01 BOMBA DE RECIRCULACION.**

CAPACIDAD : 5 Galones/min

EFICIENCIA : 50 %

MATERIAL : Acero al carbon

POTENCIA : 1/32 Hp

TIPO DE BOMBA: Centrífuga

FUNCION : Recircular la solución de Cloruro de Sodio para obtener una solución homogénea.

**TC-01 CONTROLADOR DE TEMPERATURA.**

CAPACIDAD : 200 Litros

MATERIAL : Vidrio y plástico constituido de una resistencia de cobre y porcelana.

POTENCIA : 100 Watts

TEMPERATURA: Opera entre un rango de 20 a 80 Grados centígrados.

FUNCION : Mantener la temperatura constante durante cada etapa del proceso de fermentación.

P-01 MEDIDOR DE pH.

ESCALA : 1 a 14

POTENCIA : 1/8 de ampere

TIPO : Digital

TEMPERATURA: Opera entre un rango de 0 a 100 Grados centigrados.

FUNCION : Mantener el pH constante durante cada etapa. del proceso de fermentación.

V-01 VALVULA DE RECIRCULACION

MATERIAL: Polietileno.

TIPO : Globo

FUNCION : Abre para permitir la recirculación de Cloruro de sodio al tanque fermentador. Y cierra para permitir el paso de toma de muestras mediante la válvula V-03.

V-02 VALVULA DE DESFOGUE

MATERIAL: Polietileno

TIPO : Globo

FUNCION : Permite la salida de gases producidos por la fermentación. generalmente CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono).

V-03 VALVULA DE MUESTREO

MATERIAL: Polietileno

TIPO : Globo

FUNCION : Abre para la toma de muestras .Y cierra para permitir la recirculación mediante la válvula V-01.



## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES.

Podemos decir que el primordial objetivo de disminuir el tiempo en el proceso de fermentación de las aceitunas, fue alcanzado de acuerdo a los registros de resultados obtenidos durante el período de fermentación .

La reducción del tiempo de fermentación de seis meses a tres semanas, se logró debido a que se tuvo un estricto control de las siguientes variables: Temperatura, pH, % de cloruro de sodio y control de microorganismos así como el uso de iniciadores. Lo que no se da hoy en día en los procesos industriales existentes, puesto que en las industrias aceituneras no existe ningún tipo de control en las variables anteriormente mencionadas y debido a esto se han presentado pérdidas muy cuantiosas.

Durante la experimentación de este proceso se elaboraron registros de resultados obtenidos durante el proceso fermentativo. En dichos registros podemos observar la variación de temperatura durante las tres etapas, siendo esta la óptima para la aparición de cada microorganismo, aunque se presentaron algunos problemas debido a la aparición de microorganismos ajenos a la fermentación, los cuales fueron detectados mediante la prueba de gram en las primeras etapas, este pronto desapareció al incrementar la temperatura y ajustar el pH. Aunque podemos decir que en la prueba de gram, fue fácil identificar a los microorganismos ajenos, puesto que son caracterizados como gram-negativos (tinción roja).

A partir de la segunda etapa, el control tanto de temperatura, pH, microorganismos e iniciadores fue sumamente

rigurosa, tomando y analizando diariamente muestras de fermento al microscopio, de tal manera que el fermento en cuestión no sufriera contaminación alguna; siguiendo el transcurso de la fermentación mediante el análisis de fermento, utilizando un nefelómetro, el cual cuantificó el número de bacterias viables por mililitro.

Obteniendo de esta manera las curvas de proliferación bacteriana para cada microorganismo, las cuales nos permitieron observar las fases de crecimiento y muerte de las bacterias. Pudiendo de esta manera predecir el inicio y final de la fermentación.

Para la construcción de las curvas de proliferación bacteriana se aisló cada microorganismo lo cual resultó difícil, debido a la fácil contaminación del cultivo.

Respecto al factor que consideramos vital en la aceleración del proceso, fue el hecho de utilizar iniciadores, en este caso un cultivo puro de *Lactobacillus plantarum* el cual fue inoculado al fermento con la adición de glucosa y ácido láctico como fuentes de energía. Todo esto ayudó considerablemente a que la fermentación se efectuara en menor tiempo.

Por otra parte la recirculación de la salmuera logró mantener una solución homogénea en todo el recipiente durante todo el proceso, aunque cabe mencionar que hubo excesiva producción de  $\text{CO}_2$  y de conforme al proceso presentado, podemos conjeturar que la fermentación puede realizarse en menor tiempo, si se lleva un estricto control sobre las principales variables que controlan el proceso y utilizando como catalizadores microorganismos.

Por otra parte, conforme a los procesos presentados, podemos observar a simple vista que el proceso propuesto presenta un mayor costo de producción en comparación con el proceso tradicional para la elaboración de aceitunas de mesa.

Lo cual parece ser no hace rentable nuestro proceso en su inversión inicial; es decir a corto plazo. Pero considerando que las pérdidas en México son de 15 toneladas anuales; es decir \$101'828.400.00 pesos (aproximadamente 30% de la producción nacional), esto hace que el proceso propuesto sea rentable a mediano plazo en base a las gráficas presentadas.

Podemos apreciar en la gráfica correspondiente al proceso tradicional que la recuperación de la inversión es aproximadamente en tres años, y para el proceso propuesto esta se hace en un año seis meses.

Lo cual hace que nuestro proceso tenga una mayor rentabilidad que el proceso tradicional; siendo el factor clave "el tiempo de proceso", recordemos que en el proceso tradicional son seis meses y en el propuesto únicamente tres semanas, esto hace que los costos de operación sean abatidos considerablemente con un mínimo de pérdidas.

Como podemos observar, es preferible tener una inversión inicial alta pero recuperable en 1 año seis meses, y no tener pérdidas por más de cien millones de pesos anuales.

Por otra parte, con la disminución del tiempo de fermentación, el equipo puede ser utilizado alternadamente para la elaboración de otro productos de fermentación láctica similar. Y por ende las ganancias serán mayores.

De esta manera la microbiología aunada a la ingeniería química, nos llevó a proponer un nuevo proceso para la disminución del tiempo de fermentación. Pero no solo este fruto puede ser tratado con el proceso propuesto, sino que puede ser extensivo para otros alimentos.

## A P E N D I C E A

DIFERENTES TIPOS DE FERMENTACION DEPENDIENDO DEL TIPO DE BACTERIA.  
(TABLA 1 Y 2)

TABLA 1

| GENERO        | FORMA DE CELULA Y COLOCACION | TIPO DE FERMENTACION |
|---------------|------------------------------|----------------------|
| Streptococcus | Cocos en cadenas             | Homofermentativa     |
| Leuconostoc   | Cocos en cadenas             | Heterofermentativa   |
| Pediococcus   | Cocos en tretadas            | Homofermentativa     |
| Lactobacillus | 1) Bacilos en cadena         | Homofermentativa     |
|               | 2) Bacilos en cadena         | Heterofermentativa   |

TABLA 2

| CARACTERISTICAS  | ESPECIE DE LACTOBACILLUS  |
|--|---|
| <p>HOMOFERMENTATIVO.</p> <p>Acido láctico el principal producto. No forman gases a partir de glucosa</p> <p>(1) Crecen a 45 °C pero no a 15 °C</p> <p>(2) Crecen a 15 °C crecimiento variable a 45 °C.</p> | <p>L. leichmanii</p> <p>L. Delbruekii</p> <p>L. Lactis</p> <p>L. Bulgaricus</p> <p>L. Acidophilus</p> |
| <p>HETEROFERMENTATIVOS.</p> <p>Producen cerca del 50 % de ácido láctico a partir de glucosa. producen CO<sub>2</sub> y etanol.</p>   | <p>L. Fermentum</p> <p>L. Cellobiosus</p> <p>L. Brevis</p> <p>L. Buchneri</p>                         |

TABLA 3

RENDIMIENTO DE ENERGIA A PARTIR DEL SUSTRATO Y TIPO DE MICROORGANISMO ENCARGADO DE EFECTUAR LA FERMENTACION.

| CURVA | SUSTRATO      | FORMULA              | MICROORGANISMO | $\Delta H$ COMBUSTION (Kcal/mol) |
|-------|---------------|----------------------|----------------|----------------------------------|
| 1     | Metano        | $CH_4$               | Bacteria       | 213.90                           |
| 2     | Dodecano      | $C_{12}H_{26}$       | Levadura       | 1932.60                          |
| 3     | Octadecano    | $C_{18}H_{38}$       | Levadura       | 2870.16                          |
| 4     | Etanol        | $C_2H_5OH$           | Levadura       | 336.82                           |
| 5     | Metanol       | $CH_3OH$             | Bacteria       | 173.85                           |
| 6     | Glucosa       | $C_6H_{12}O_6$       | Bacteria       | 673.00                           |
| 7     | Glucosa       | $C_6H_{12}O_6$       | Levadura       | 673.00                           |
| 8     | Sacarosa      | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | Bacteria       | 1350.00                          |
| 9     | Sacarosa      | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | Levadura       | 1350.00                          |
| 10    | Acido acetico | $CH_3CO_2H$          | Levadura       | 208.34                           |

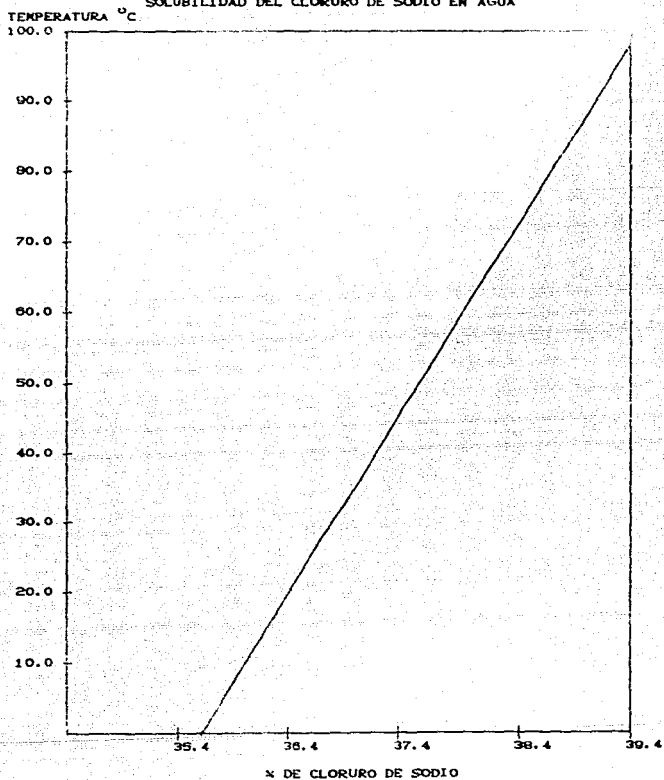
TABLA 4.

B. B. L. MEDIOS DE CULTIVO PARA GRUPOS ESPECIFICOS DE MICROORGANISMOS.

| MICROORGANISMO                 | AISLAMIENTO               | CULTIVO                 | IDENTIFICACION         | CONSERVACION           |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| LACTOBACILLUS<br>Y LEUCOCOSTOC | Medio ATP                 | Agar APT                | Medio CTA              | Eugonagar              |
|                                | Eugonagar                 | Caldo APT               | Medio Indol<br>nitrito | Agar L                 |
|                                | Medio LBS                 | Eugonagar               | Agar L                 | Medio de<br>tioglicato |
|                                | Agar suero<br>y naranja   | Caldo de<br>inoculo     | Leche de<br>tornasol   |                        |
|                                | Agar Snyder               | Agar de<br>leche        | Leche purpura          |                        |
|                                | Agar de jugo<br>de tomate | Agar jugo<br>de tomate  | Medio Thiogel          |                        |
|                                |                           | Agar Suero<br>y naranja | Leche Ulrich           |                        |
|                                |                           | Agar L                  |                        |                        |

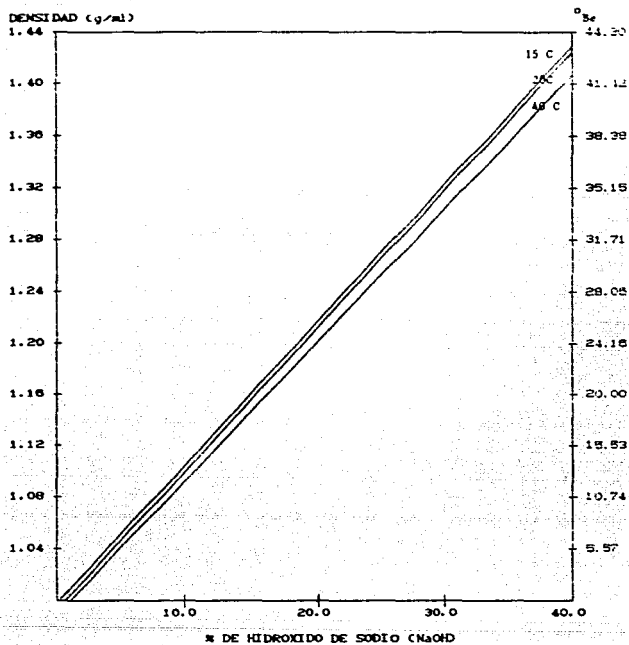


GRAFICA 1  
SOLUBILIDAD DEL CLORURO DE SODIO EN AGUA



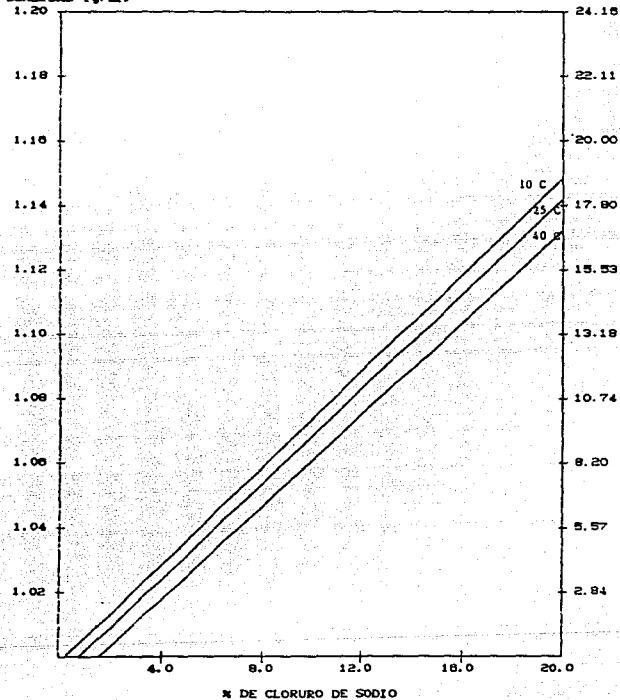
GRAFICA 2

DENSIDADES DEL HIDROXIDO DE SODIO A DIFERENTES TEMPERATURAS



GRAFICA 3

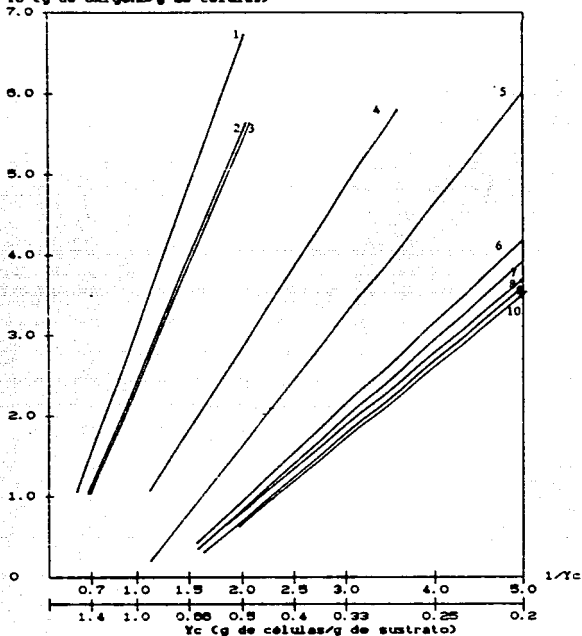
DENSIDADES DEL CLORURO DE SODIO A DIFERENTES TEMPERATURAS



GRAFICA 4

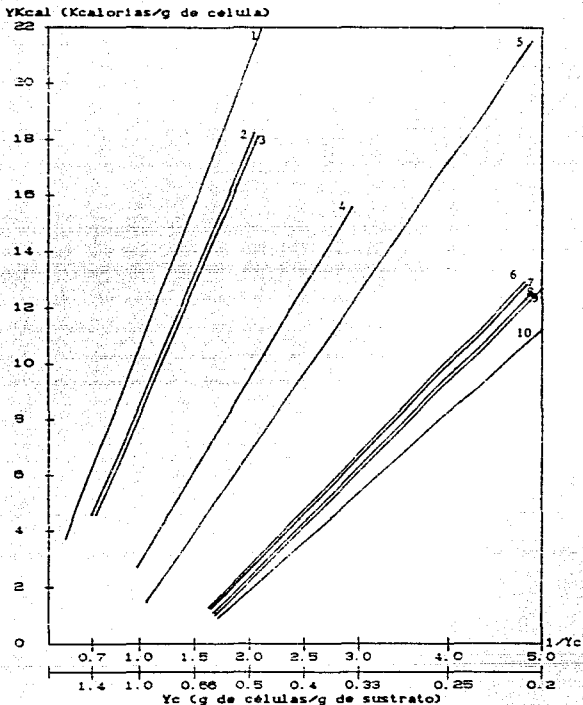
RELACION ENTRE LOS RENDIMIENTOS DE LAS FUENTES DE CARBONO  $Y_c$  Y EL RENDIMIENTO DE OXIGENO  $Y_o$  PARA DIFERENTES SUSTRATOS Y MICROORGANISMOS (las curvas corresponden a la tabla 3).

$Y_o$  (g de oxígeno/g de células)



GRAFICA 5

RELACION ENTRE EL CALOR DESPRENDIDO ( $Y_{kcal}$ ) Y EL RENDIMIENTO DE LA FUENTE DE CARBONO  $Y_c$  PARA DIFERENTES MICROORGANISMOS Y SUBSTRATOS (las curvas corresponden a la tabla 3)



## G L O S A R I O

## G L O S A R I O

**ACTIVIDAD PROTEOLITICA:** Actividad que desdobra las proteínas de algún compuesto.

**ALDOLASA:** La reacción catalizada es reversible, aunque en la dirección escrita tiene un  $\Delta G$  positivo, sin embargo la aldolasa es una enzima clave en la glucólisis.

**ANAEROBIO:** Organismo que se desarrolla en ausencia de oxígeno.

**ASA:** Dispositivo el cual consiste en un mango al cual se le une una pieza de alambre de material inerte, como platino o nicromo. El alambre puede ser recto o puede terminar en una asa. Generalmente se utiliza para sembrar cultivos.

**CATALIZADOR:** Efecto que producen pequeñas cantidades de sustancia sobre algunas reacciones químicas, modificando la velocidad de la reacción, sin que tales sustancias hallan sufrido cambio aparente al final del proceso.

**CENIZA:** Residuo de la combustión del hueso, corteza y hojas del olivo constituido principalmente por fosfato de calcio y utilizado como abono.

**DESHIDROGENASA LACTICA:** Es la secuencia glucoláctica alterna, la bacteria acidoláctica y microorganismos, el piruvato se convierte en lactato por medio de esta enzima, empleando NADH como donador de electrones y por lo tanto se conserva el balance de óxido-reducción.

**ESQUILMERO:** Arbol o planta que produce abundante fruto.

**FASE DE RETRASO:** Tiempo que transcurre después de la inoculación de una población antes de que inicie su crecimiento.

**FASE EXPONENCIAL:** Incremento en forma exponencial durante el ciclo de crecimiento.

**FASE ESTACIONARIA:** Período durante el ciclo de crecimiento de una población en la que cesa la proliferación.

**FASE DE MUERTE:** En un cultivo después de que una población alcanza la fase estacionaria, las células pueden seguir vivas pero lo más probable es que mueran.

**FOSFOGLICERATO QUINASA:** Es la primera reacción en que se sintetiza el ATP. Aunque reversible, la reacción se efectúa de manera más favorable hacia la derecha y en consecuencia sirve para arrancar la reacción precedente.

**FROTIS:** Preparación que se hace en un portaobjetos con las tinciones debidas para poder observarlos al microscopio.

**GLUCOSA O FOSFATO ISOMERASA:** La reacción catalizada es reversible de modo espontáneo.

**GLICERALDEHIDO FOSFATO DESHIDROGENASA:** Es una de las más importantes reacciones en la glucólisis, pues causa fosforilación a nivel sustrato. El fosfato inorgánico se convierte en un enlace fosfato de alta energía.

**GRADOS BAUME:** Es una escala muy utilizada para medir líquidos, utilizando densímetros. Hay dos escalas, para líquidos ligeros y para líquidos pesados.

Líquidos ligeros:  $^{\circ}\text{Be} = (140/\text{Dr}) - 130$

Líquidos pesados:  $^{\circ}\text{Be} = 145 - (145/\text{Dr})$

**HETEROFERMENTATIVO:** Fermentación en la cual, además de la producción de un producto principal, existe producción de productos secundarios.

**HOMOFERMENTATIVO:** Fermentación en la cual solo existe la producción de un producto principal.



**HEXOQUINASA:** La reacción catalizada es esencialmente irreversible. La enzima también reaccionará con otros carbohidratos además de la glucosa.

**INOCULO:** Material empleado para iniciar un cultivo microbiano.

**MELAZA:** Sustancia constituida a base de la cristalización del azúcar.

**MEDIO DE CULTIVO:** Lugar en el cual se siembran los microorganismos con los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento.

**NEFELOMETRO:** Instrumento óptico semejante a un colorímetro, pero en lugar de medir la luz transmitida, mide la luz difractada.

**OLEUROPEINA GLUCOSIDA:** Compuesto contenido en la aceituna se caracteriza por su sabor amargo, el cual es altamente bactericida. Su fórmula es  $C_{20}H_{37}NO_{11} \cdot 3H_2O$ .

**ORDERO:** Recoger la aceituna ayudado de la mano.

**PIRUVATO QUINASA:** La síntesis del segundo ATP ocurre en este paso. La reacción prosigue con un  $\Delta G$  grande negativo y es en esencia irreversible.

**SAPROFITA:** Vegetal que vive a expensa de animales o plantas muertas o sus productos de descomposición.

**TINCIÓN DE GRAM:** Prueba que se hace para la identificación de bacterias, siendo esta de dos tipos:

Positiva.- La tinción de las bacterias es de color azul.

Negativa.- La tinción de las bacterias es de color roja.

**ZAPATERA:** Deterioro de las aceitunas, que produce ácido butírico así como malos olores.

## B I B L I O G R A F I A .

1. - Roca Carol Juan.

ENCICLOPEDIA PRACTICA DEL AGRICULTOR.

Vol5 Olivos, aceites y jabones. 2a Edición. Editorial Sintesis. Madrid España.

2. - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

Subsecretaría de planeación. Dirección general de estudios, información y estadística sectorial.

ANUARIO DE LA PRODUCCION AGRICOLA DE LOS E.U.M.  
MEXICO 1990.

3. - Dr. Tanaro D.

TRATADO DE FRUTICULTURA.

4a Edición Italiana. Editorial Gustavo Gili, S.A Barcelona España.

4. - Carr Cutting Whiting.

LACTIC ACID BACTERIE IN BEVERAGES AND FOOD.

Academic Press 1975.

5. - Fraizer.

MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS.

2a Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España 1978.

6. - Potter Norman.

LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS.

1a Edición Edutex S.A 1978.

7. - Pederson, Carl.  
MICROBIOLOGY OF FOOD FERMENTATIONS.  
2a Edición. AVI, publishing Company Incorporations, U.S.A 1979.
8. - Thomas D. Brock/ David W. Smith/ Mandigan.  
MICROBIOLOGIA.  
4a Edición. Prentice Hall. México 1987.
9. - Becton Dickinson de México, S.A de C.V.  
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO BBL.  
5a Edición. Editores asociados, S.A México D.F 1974.
10. - R.E Buchanan y N.E Gibbons.  
BERGEY'S MANUAL OF DETERMINATIVE BACTERIOLOGY.  
Eight Edition. The Williams Et Wilkins Company and  
Baltimore. 1975
11. - Quintero Ramirez Rodolfo.  
INGENIERIA BIOQUIMICA. TEORIA Y APLICACIONES.  
México 1981. Alhambra Mexicana.
12. - Perry y Chilton.  
MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO.  
5a Edición. McGraw Hill. México 1982.
13. - Antonio Valiente Barderas.  
PROBLEMAS DE BALANCE DE MATERIA.  
1a Edición. Editorial Alhambra Mexicana S.A de C.V.  
México 1981.

11. - Prescott Gate Samuel.

INDUSTRIAL MICROBIOLOGY.

3a Edición. McGraw Hill Company. Inc. New York, 1969.

15. - Antonio Valiente Barderas.

PROBLEMAS DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

1a Edición. Editorial Limusa S.A de C.V. México 1986.

16. - Dr. L. Jack Bradshaw.

MICROBIOLOGIA DE LABORATORIO.

1er Edición. Editorial El Manual Moderno. S.A de C.V.

Mexico 1978.

17. - Topley Wilson.

PRINCIPLES OF BACTERIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNITY.

5a Edición en dos volúmenes. Vol I. The Williams and Wilkins Company. Baltimore 1975.