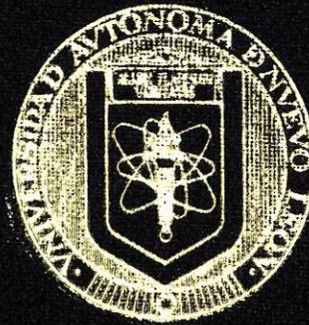


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN
"LA PRODUCCION DE YOGURT NATURAL Y
SABOR FRESA"

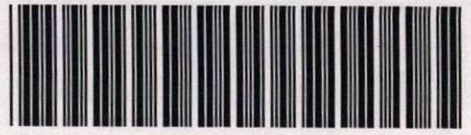
TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA
IVAN DE LA VEGA SIQUEIROS

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1989

T
SF275
.Y6
V4
C.1



1080061763

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN
"LA PRODUCCION DE YOGURT NATURAL Y
SABOR FRESA"

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA
IVAN DE LA VEGA SIQUEIROS

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1989

09753

mm

T
SF275
.Y6
V4



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis

1 0

040.637

FA1

1989

C.S

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

"PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCION
DE YOGURT NATURAL Y SABOR FRESA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

P R E S E N T A

IVAN DE LA VEGA SIQUEIROS

APROBADA

ASESOR:



Q.B.P. MYRNA S. GONZALEZ DE GONZALEZ

MONTERREY, N.L.

JUNIO DE 1989

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

"PARAMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCION
DE YOGURT NATURAL Y SABOR FRESA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

P R E S E N T A

IVAN DE LA VEGA SIQUEIROS

APROBADA


PRESIDENTE:


Q.B.P. MYRNA S. GONZALEZ DE GONZALEZ

SECRETARIO:


ING. MANUEL TREVIÑO CANTU

VOCAL:


ING. MAURICIO GARZA CHAPA

MONTERREY, N.L.

JUNIO DE 1989

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres:

Marcelo De la Vega Hernández

Alicia Siqueiros de De la Vega

Con amor y respeto, por el apoyo que siempre me han brindado.

A mis hermanos:

Ulises

Tania

Magnolia

A mi novia:

Cruz del Rosario

A mis maestros, que en el transcurso de la carrera mostraron verdadero interés por nuestra superación.

A mis compañeros y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Con sincero agradecimiento a la Q.B.P. Myrna S. González de González, por los conocimientos y aportaciones que me brindó durante la revisión del presente trabajo y que hicieron posible la realización del mismo.

A la Planta de Lácteos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. por la desinteresada ayuda material y moral que me brindaron, especialmente al Ing. Mauricio Garza Chapa, jefe de la misma.

A la Q.B.T.A. Ma. Guadalupe Cota Blanco y al Laboratorio de Control de Calidad de Lácteos de Sonora por su valiosa ayuda en parte de la fase experimental del presente trabajo de investigación y por proporcionarme invaluable material bibliográfico.

INDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS.	vii
RESUMEN.	viii
I. INTRODUCCION.	1
A. Historia del yogurt.	2
B. Clasificación de las leches fermentadas.	3
C. Composición química del yogurt.	4
D. Microbiología y bioquímica del yogurt.	5
E. Control de calidad del yogurt.	12
1. Programa de control de calidad.	12
2. Defectos del yogurt.	16
3. Determinación de un mercado potencial.	18
II. ANTECEDENTES.	20
A. Cultivos.	20
B. Proceso.	25
C. Parámetros de control de calidad.	27
1. Viscosidad.	27
2. Pruebas organolépticas.	29
III. OBJETIVOS.	31
IV. MATERIALES Y METODOS.	32
A. Pruebas de viabilidad.	32
1. Curva de crecimiento.	32
2. Pruebas de reducción de azul de Metileno.	33
3. Producción de aroma.	34
4. Contaminación por bacterias productoras de gas.	34
B. Producción de acidez.	35
C. Medición de la Viscosidad.	35
D. Pruebas de anaquel para el yogurt.	37
E. Pruebas organolépticas.	37
F. Análisis estadístico.	38

	Página
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	43
VI. CONCLUSIONES.	61
VII. LITERATURA.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Proceso de yogurt tipo Swiss..	39
2.	Curvas de crecimiento mediante la incubación de un cultivo liofilizado y un cultivo puro.	45
3.	Desarrollo de acidez en yogurt natural en función de tiempo y tipo de cultivo.	49
4.	Desarrollo de acidez en yogurt natural en función de tiempo, tipo de cultivo y resiembras.	51
5.	Vida de anaquel en yogurt natural en función de tiempo y tipo de cultivo.	54
6.	Medición de viscosidad en yogurt obtenido a partir de diversos cultivos.	55
7.	Prueba de aceptabilidad en yogurt.	60

RESUMEN

En este trabajo se evaluaron tres cultivos lácticos para la producción de yogurt en la Planta de Lácteos de la Facultad de Agronomía de la UANL, con el objetivo de mejorar el producto en todas sus características y obtener uno nuevo (yogurt sabor fresa).

Como se establece en los antecedentes, los microorganismos lácticos usados más comúnmente en la producción de yogurt son: Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus y Lactobacillus acidophilus, inoculados de manera individual o mezclados.

Para la investigación se usaron: un cultivo liofilizado, el cual contiene Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus y Lactobacillus acidophilus; un cultivo puro compuesto por Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus y el cultivo que se venía manejando en la Planta de Lácteos, del cual no teníamos información. Se llevaron a cabo diversas pruebas de viabilidad para determinar la calidad de cada uno de los cultivos y así, implementar el uso del mejor de ellos para la producción de volúmenes grandes de yogurt.

Al realizar las pruebas de cada uno de los cultivos, los resultados mostraron que el cultivo liofilizado es el que presenta los mejores parámetros y por ende, es el de mejor calidad, por lo que se escogió para usarse en la planta.

Estos exámenes también probaron que las condiciones óptimas para la producción de yogurt, usando el cultivo liofilizado son:

- Temperatura de inoculación e incubación: 42°C
- Porcentaje de inóculo: 4%
- Tiempo de proceso: cinco horas

Obteniéndose así un producto con excelente viscosidad y acidez.

Con el objetivo de ampliar la gama de productos en la Planta, se desarrolló el yogurt de fresa con mermelada. Pero antes de llevar a cabo su producción, se hubo de experimentar con diversas dosis de saborizantes, colorantes y mermelada para determinar cuáles eran los más convenientes para nuestro proceso.

En base a los resultados, se establecieron las siguientes dosis y marcas de estos ingredientes:

- 0.02% de colorante rojo-fresa Deiman
- 0.02% de saborizante de fresa Lucta
- 10.0 % de mermelada.

I. INTRODUCCION

Las leches fermentadas o acidificadas son las modificadas por la acción microbiana o fermentos lácticos que son específicos para cada uno de estos tipos de leche.

Gracias a las leches fermentadas se combaten los trastornos llamados colibácilosis, que son debidos al desarrollo anormal de la flora bacteriana del intestino, pues los fermentos lácticos son capaces de detener la proliferación excesiva de microorganismos patógenos. La acción estimulante del ácido láctico sobre las glándulas digestivas y vías intestinales; la aportación de una flora bacteriana adecuada, se encuentran también entre los factores que incrementan la aceptabilidad de estos productos.

Las leches fermentadas tienen una mayor digestibilidad que la leche natural, por la peptonización de la caseína y también por su parte, coagulada en finísimos glóbulos.

La lactosa bajo la acción de determinados microorganismos da lugar a la producción de ácido láctico, como producto principal con o sin producción de gases. En ocasiones las fermentaciones son muy impuras, obteniéndose ácidos grasos diversos (acético, succínico, etc.) alcohol amílico y otras sustancias (9).

En estos últimos años ha sido notable el incremento de consumo de leches fermentadas en la dieta tradicional del mexicano. No hace mucho tiempo, aunque existían en el mercado estos productos, se consideraban dentro del sector reducido del consumidor, mientras que ahora, a causa

de los avances tecnológicos, a la publicidad, al conocimiento de las bondades de estos lácticos, este sector se ha ampliado considerablemente, y este es uno de los principales motivos que nos llevan a la realización de este trabajo (9).

Por lo que haremos una descripción detallada en referencia al yogurt para en base a esto, hacer un planteamiento de los objetivos de nuestro trabajo.

A. Historia del Yogurt

Una mirada hacia el fascinante mundo del hombre de la antigüedad, lo muestra consumiendo leche acidificada en forma natural como un medio más para sobrevivir en un medio hostil.

El hombre moderno ha refinado la práctica de acidificar la leche y su incesante curiosidad acerca de los agentes que causan fermentación condujeron al descubrimiento de bacterias y a un alimento básico, el yogurt, que ahora está adquiriendo gran popularidad a nivel mundial.

Nadie sabe exactamente cómo o dónde se originó el yogurt, pero aparentemente cuando se domesticó la cabra por primera vez en Mesopotamia alrededor de 4,000 A.C., su leche era almacenada en pozos en un clima caliente, formando una cuajada en forma natural. Alguien con suficiente valor probó esta masa de leche y rindió un veredicto favorable. En la antigüedad se utilizaba la leche de oveja o una combinación de ésta y de cabra para su elaboración (6).

Los elementos decisivos en la selección de un buen yogurt son: la textura, un sabor sobresaliente y la sensación en la boca. El yogurt tipo suizo (ya con la fruta mezclada) por ejemplo, está acaparando el mercado. Este tipo de yogurt se originó en Dinamarca y en Suiza, cuando los fabricantes decidieron mejorar el producto mediante la adición de fruta. Sin embargo, quien verdaderamente dió auge comercial a este nuevo producto, fue la Compañía Danone, que se originó en Barcelona, España en 1925 y que es considerada como la fábrica pionera en la elaboración de yogurt, quien ha proporcionado innovaciones a lo largo de los años en el procesamiento del producto (14).

B. Clasificación de las Leches Fermentadas

Es preciso advertir que las designaciones dadas no siempre tienen una exactitud determinada, sino que emplean nombres diversos para un mismo producto, de composición a veces incierta.

Entre la multitud de tipos de leches fermentadas más o menos diferentes entre sí y muchas de ellas deficientemente estudiadas desde el punto de vista microbiológico, se hace especial mención solo de las difundidas (yogurt), advirtiendo que hoy se pueden elaborar cualquiera de ellas con una técnica de corrección de la leche de vaca, dejándolas con una composición análoga a la de las especies con las que primitivamente se elaboraron para someter a proceso científico su fermentación.

El cuadro siguiente muestra los principales tipos de leches fermentadas y sus agentes microbiológicos.

Leches Fermentadas Ácidas	Yogurt	<u>Streptococcus thermophilus</u> <u>Lactobacillus bulgaricus</u> <u>Lactobacillus acidophilus</u>
	Mazum	<u>Streptococcus lactis</u> <u>Bacterium mazum</u>
	Leche ácida de larga duración	<u>Streptobacillus gerda</u>
Leches fermentadas Acido-Lácticas	Kefir	<u>Torula kefir</u> <u>Saccharomyces kefir</u> <u>Streptococcus lactis</u> <u>Streptococcus cremoris</u>
	Kumys	<u>Bacterium kumys</u>

C. Composición Química del Yogurt

La composición química del yogurt varía según la leche con la que haya sido elaborada, por lo general es de leche entera semidescremada de vaca.

El siguiente cuadro muestra la composición promedio del yogurt procedente de tres tipos de leche:

	L e c h e s		
	Entera	Semidescremada	Descremada
Prótidos	3.7%	3.9%	3.0%
Grasa	3.0%	2.6%	0.6%
Lactosa	3.9%	3.8%	4.0%
Sacarosa	-	-	10.0%
Sales minerales	0.6%	0.7%	0.6%
Acido Láctico	1.2%	1.2%	1.2%

Análisis promedio de yogurt en 100 g de muestra:

Humedad (%)	89
Grasa (%)	1.9
Proteínas (%)	1.9
Carbohidratos (%)	3.4
Calcio (mg)	120
Fósforo (mg)	94
Sodio (mg)	51
Potasio (mg)	142
Vitamina "A" (U.I.)	70
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.18
AC. Ascorbico (Vit. "C") (U.I.)	1.10
Niacina (mg)	0.10

D. Microbiología y Bioquímica del Yogurt

El yogurt es un producto láctico fermentado, resultado del crecimiento de las bacterias Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus en leche tibia caracterizado por un gel suave y viscoso con un

sabor delicado (4).

Las dos bacterias residen ya sea en forma natural en la leche o son introducidas como cultivos puros, preferiblemente en una proporción 1:1. Un gran número de estas bacterias permanecen en el producto en estado viable hasta que ha sido consumido. Acompañando a estas bacterias se pueden encontrar otras deseables y no dañinas. Estas otras especies ácido lácticas incluyen: Lactobacillus acidophilus y Streptococcus lactis (5).

El delicado sabor en el yogurt natural, es logrado a través de una relación bacteriana simbiótica influenciada por diversos factores, tales como: concentración de ácido. Este sabor característico no se parece a ningún otro encontrado en otro producto láctico fermentado. Los componentes volátiles del sabor incluyen pequeñas cantidades de ácido acético, diacétil y acetaldehído (3).

Las bacterias del yogurt y su comportamiento característico, hace del yogurt un alimento único no igualado por ninguno otro microorganismo o por proceso directo de acidificación. Generalmente, Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus son los más usados. Ambas termofílicas, capaces de desarrollar bien a altas temperaturas. Además, Streptococci y Lactobacilli no patógenos, pueden crecer juntos con las dos especies dominantes. Algunas cepas de bacterias de yogurt son productoras de viscosidad liberando un complejo material capsular de carbohidratos que incrementa su viscosidad (6).

En un punto de máxima frescura justo después de hacerse, el yogurt puede contener hasta un billón de células vivas de Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus por mililitro. En virtud de que el yogurt almacenado a 4°C envejece, estas bacterias mueren, siendo el S. thermophilus el que declina más rápidamente. Las dos bacterias dominantes son mantenidas por el fabricante de yogurt como un cultivo mezclado o separadamente, como dos cultivos individuales hasta que son usadas. La continua transferencia del cultivo mixto puede alterar la proporción deseada 1:1 de células. Factores tales como temperatura, presencia de sal, grado de acidez y frecuencia de transferencia afectan esta proporción. El transferir cultivos individuales de Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus y después de añadir cantidades iguales de cada uno a la mezcla de yogurt, mantiene esta proporción más fácilmente. Ambos procedimientos de transferencia son usados. La solución más simple es agregar un volumen iniciador concentrado congelado.

El Streptococcus thermophilus es estimulado por Lactobacillus bulgaricus porque inicia la producción de ácido y reduce los niveles de oxígeno que activan el crecimiento de Lactobacillus bulgaricus. El Streptococcus thermophilus baja el pH hasta 5.0 previniendo un exceso de acetaldehído por parte de Lactobacillus bulgaricus y éste a su vez, decrementa el pH hasta 4.0-4.4. El Streptococcus thermophilus es también altamente sensible a la penicilina, como 0.01 UI de Penicilina por mililitro en leche inhibirá el crecimiento bacteriano.

La leche para yogurt es cuidadosamente seleccionada y analizada para detectar la presencia de antibióticos o sus residuos, a través de un

análisis microscópico que rápidamente diferencía las células de forma anormal provocado por contacto con Penicilina, es empleado en empresas que fabrican yogurt a gran escala. De todos modos, después del tiempo normal de anaquel de 20 a 40 días, ambas bacterias fermentadoras aún so breviven en grandes números. En la etapa de fabricación, muchos productos metabólicos incluyendo ácido láctico y acetaldehído, se desarrollan para hacer del yogurt un alimento distintivo.

Un yogurt excelente requiere cultivos excelentes. Estos pueden ser liofilizados a polvo y transportados secos o congelados como concentrados y almacenados o enviados en nitrógeno líquido a -190°C .

Aunque uno de los problemas que se pueden presentar aparte de la presencia de antibióticos, es la de las bacteriofagos que pueden producir lisis y destruir las bacterias del yogurt (8).

El Lactobacillus bulgaricus es una bacteria láctica homofermentativa que se desarrolla óptimamente entre 35 y 40°C , acidificando fuertemente el medio, pudiendo formar hasta un 2.77% de ácido láctico en leche.

El Streptococcus thermophilus se multiplica bien entre 37 y 40°C , pero también se desarrolla a 50°C . Es una especie homofermentativa termoresistente, que sobrevive a un calentamiento de 65°C por 30 minutos. Es mucho menos acidificante que la especie precedente, puede ser destruída por un fago termoresistente.

Ambos germen es microaerófilos y soportan muy bien los medios ácidos (pH 4 a 4.5).

En el yogurt conviven Streptococcus thermophilus y el Lactobacillus bulgaricus en estrecha simbiosis. En efecto, cuando se cultivan conjuntamente, producen más ácido láctico que cuando crecen aislados. El Lactobacillus bulgaricus favorece el desarrollo de Streptococcus thermophilus. El lactobacilo, proteolítico, obtiene ciertos aminoácidos de la caseína, los cuales activan el desarrollo del estreptococo. La valina es uno de los más importantes (13).

Al comienzo de la preparación, el pH de la leche es favorable a los Streptococcus y éstos predominan y ponen en marcha la fermentación láctica, la acción caseolítica de los lactobacilos estimula el desarrollo de los Streptococcus.

En cualquier caso, al progresar la acidificación el pH de la leche se vuelve poco favorable para los Streptococcus que progresivamente son reemplazados por los lactobacilos. La leche cuaja cuando su pH alcanza 4.2 a 4.6.

El aroma característico del yogurt fue atribuido al principio exclusivamente al desarrollo de Streptococcus; sin embargo, se insitió recientemente en la importancia de los lactobacilos a este respecto. El acetaldehído (CH_3CHO) sería uno de los principales componentes del aroma del yogurt. Sin embargo, el diacetilo ($\text{CH}_3\text{COCOCH}_3$) y la acetoina podrían sustituirle cuando la producción de acetaldehído es escasa y se quiere mantener la finura del aroma (12).

Los microorganismos del yogurt participan en la viscosidad que presenta el producto tras el batido, según las cepas utilizadas (4).

La producción de ácido láctico en leche es importante para la producción de yogurt a nivel industrial. En esta fermentación el microorganismo Lactobacillus bulgaricus juega un papel muy importante debido a (a) es homofermentativa, produciendo casi todo el ácido láctico, (b) es termofílico y tiene una temperatura de crecimiento entre 40 y 45°C puede crecer en un medio pasteurizado en vez de esterilizado sin peligro de que el medio se contamine; (c) es ácido tolerante y en los procesos Batch, la periódica neutralización del medio es requerida con frecuencia relativa y (d) crece tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas.

El conocimiento de los varios pasajes metabólicos es un prerequisito para entender claramente las fermentaciones bacterianas; incluyendo la fermentación ácido láctica. El ácido láctico, la más común de todas las sustancias microbiológicas producidas en leche, se puede producir en forma natural en leche "branca", en virtud de que los microorganismos están generalmente presentes. Se produce ácido láctico virtualmente en todos los productos fabricados a partir de la leche cultivada como queso cottage, cheddar, yogurt y Kefir.

Las bacterias ácido lácticas son grampositivas, no esporuladas, sin movimiento y catalasnegativas. Las homofermentativas producen ácido láctico a partir de azúcar en proporciones de un 80 a 98% y pequeñas cantidades de otros productos. Incluidos en estos tipos están especies del género Streptococcus y el subgénero Streptobacterium y Thermobacterium.

La especie Streptococcus produce ácido dextro láctico en concentra

ciones de aproximadamente 1%, las especies Streptobacterium producen a una temperatura óptima de 35°C, ya sea ácido dextro láctico o ácido láctico inactivo en concentraciones de aproximadamente 1.5%; las especies Thermobacterium producen a una temperatura de 40°C o más alta, ácido levo-láctico o ácido láctico inactivo en concentraciones de un 3%. El Lactobacillus bulgaricus en yogurt y el Streptococcus lactis en algunos tipos de queso, son tipos homofermentativos que se utilizan en la tecnología de lácteos.

El Streptococcus cremoris, crece anaeróbicamente en un medio de glucosa sin estar sujeto a control de pH, produce ácido acético y ácido fórmico; CO₂ y etanol aparte de ácido láctico y en un medio controlado a un pH de 7 más productos aparecieron. Por esto, el ácido acético, láctico, fórmico, CO₂, etanol y diacetil se formaron en un medio enriquecido con nitrógeno. Streptococcus thermophilus formó los productos combinados desarrollados por Streptococcus cremoris y Streptococcus lactis en ausencia de control de pH y los productos se alteraron en su esencia a un pH de 7. Streptococcus lactis y Streptococcus cremoris al igual que Streptococcus thermophilus producen acetaldehído y acetona.

Un resultado sorprendente fue obtenido por Steele, quien mientras estudiaba la síntesis capsular de polisacáridos en el grupo A de Streptococci, observó una típica fermentación heteroláctica en vez de una homoláctica cuando se utilizó galactosa como fuente de carbono.

Las especies del género Lactobacillus pueden ser homofermentativas, perteneciendo al subgénero Streptobacterium; o pueden ser heterofermentativas, perteneciendo al subgénero Betabacterium (6).

E. Control de Calidad del Yogurt

1. Programa de control de calidad

El yogurt, en una u otra forma, ha experimentado un fantástico crecimiento desde la mitad de los años sesenta y se destinan enormes recursos para su publicidad. Con toda esta atención, es necesario establecer buenos programas de control de calidad.

En la actualidad se cuenta con equipos y procedimientos sofisticados mediante los cuales es posible producir un yogurt de óptima calidad para la satisfacción del gran número de consumidores.

Al preparar cualquier programa de control de calidad, es esencial definir lo siguiente: Estandares Generales, éstos son factores que se refieren a las facilidades con que cuenta la planta, tales como: condiciones aceptables para el edificio, pisos, drenaje, bajos, equipo, así como control de insectos y roedores. Estandares de Ingredientes, éstos son necesarios para asegurar que sólo los ingredientes apropiados sean aceptados y usados. Se debe monitorear sabor, olor, apariencia, microorganismos, así como propiedades químicas y físicas de los ingredientes utilizados. Estandares del Producto. En este punto importante, los atributos del producto terminado: apariencia, sabor, cuerpo, textura, temperatura, acidez, calidad bacteriológica, nivel de sólidos y grasas; empaque.

Para asegurar que estos estandares efectivamente se están cumpliendo, es necesario establecer un formulario estricto del producto termina-

do, que claramente establece la cantidad, tipo y fuente de todos los ingredientes y sabores usados y establece específicamente, el proceimien-
to en el proceso a seguir. Mientras el programa es establecido, los me-
dios para llevarlo a cabo, deben ser considerados. Deberá estar disponi-
ble un laboratorio de suficiente capacidad, equípado apropiadamente y
que cuente con un personal capacitado y con experiencia. Deberá existir
una constante vigilancia de los ingredientes, así como normas de regula-
ción para éstos y que los procedimientos no sean obsoletos o que violen
alguna ley regulatoria.

Este esfuerzo total deberá ser llevado a cabo en equipo, con plena
cooperación del personal en una rutina diaria en las operaciones de pro-
ceso de la planta. El personal de control de calidad deberá estar autori-
zado y habilitado para dirigirse directamente con los supervisores de
producción y pedir que si un producto no está cumpliendo con los estanda-
res establecidos, detener el proceso y modificar el procedimiento para
solucionar el problema antes que el producto se empaque.

Haciendo a un lado la composición específica del yogurt, las finas
características de su sabor, solo se pueden derivar de un balance apro-
piado en la población de partes iguales del cultivo consistentes en los
microorganismos anteriormente mencionados: Streptococcus thermophilus y
Lactobacillus bulgaricus principalmente. Un rápido análisis al microscopio
verificará el balance de los cultivos. Ya sea que la planta maneje
sus propios cultivos o que se usen preparaciones comerciales, es neces-
ario vigilar la calidad de éstos constantemente.

Es necesario controlar el nivel de ácido producido y el contenido de acetaldehído en el producto final.

El tener un buen cultivo es el factor más importante para la obtención de un sabor fino.

El yogurt producido deberá ser lo suficientemente firme para ser removido del envase con una cuchara mientras mantiene su forma momentáneamente, pero debe deshacerse fácilmente en la boca. El producto también debe estar libre de grumosidad, granulos, suero y sabor muy ácido. Hay muchos factores que influyen en el cuerpo y textura del yogurt como resultado de un gran volumen de producción y automatización.

Una vez que se ha obtenido el cuerpo con las características deseables, es conveniente usar un viscosímetro para establecer un rango dentro del cual deberá estar todo el yogurt producido en la planta. Con este instrumento se pueden perfeccionar cambios en la formulación o en el procesamiento y se sabrá que las características del cuerpo están dentro de las tolerancias aceptables.

Mucho del yogurt producido hoy en día se fabrica en tinas. La mejor tina o tanque para usar son las que tienen fondo de cono.

En virtud de que se puede fabricar yogur empleando una amplia gama de temperaturas de incubación, es conveniente seleccionar una en la cual se basará todo el proceso.

Para determinar cuándo debe empezar el enfriamiento, es necesario tomar tanto el pH más alto como el más bajo al hacer las lecturas. Esto

se recomienda proque el hacer una sola lectura no será representativo y no reflejará las verdaderas condiciones en la tina o tanque.

Se deben establecer estandares de pH y acidez para el yogurt terminado.

El manejo brusco es algo que el producto no tolerará; especialmente a altas temperaturas. Aquí el programa deberá especificar cuando el enfriamiento deberá ser detenido y cuándo se agregará saborizantes y frutas. Se deberá permitir que la temperatura, mediante un adecuado tiempo de incubación, actue durante estos pasos para obtener un pH final en el producto dentro del rango 4.2-4.5.

Una vez que el producto ha sido envasado, requiere de 14 a 24 horas de almacenamiento refrigerado antes de que sea distribuido. Es el momento en que las características del producto deben ser evaluados; pruebas organolépticas, análisis microbiológicos, análisis de composición, vida de anaquel. El estudio de la vida de anaquel del producto debe ser llevado a cabo específicamente para las condiciones de cada planta.

Cualquiera que sea el programa de control de calidad, hay que ver que sea práctico, entendible y que sea cumplido cabalmente por todo el personal.

Ahora solo resta presentar el producto al mejor juez; el consumidor (7).

2. Defectos del yogurt

En el proceso para la fabricación de yogurt, pueden presentarse fallas que alteren la calidad del producto terminado.

El yogurt puede mostrar un sabor aspero o agrio y un cuerpo pesado, resultado de acidez excesiva, estabilizadores o combinaciones de ambos. Esto se entiende al ver que Lactobacillus bulgaricus libre, genera de 2 a 3% de ácido láctico, más del doble de lo que produce el estreptococo.

Generalmente el yogurt bueno y fresco debe tener de 0.9 a 1.2% de ácido, que se puede elevar hasta 1.5% en el proceso de distribución. El pH generalmente, como ya se ha dicho es de 4.2 a 4.5, pero se sabe que puede caer hasta 4.0 como ya sabemos el ácido es regulado por el cuidadoso crecimiento de dos cultivos iniciadores básicos, Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus thermophilus.

Los cultivos iniciadores mixtos de yogurt requieren frecuentes reemplazos debido a que las repetidas transferencias alteran la proporción de seable entre ambos microorganismos. A menudo el Lactobacillus bulgaricus es el que domina, aportando un sabor fuerte y compuesto de acetaldehídos. Recíprocamente, las transferencias a temperaturas más bajas de lo normal 31°C, permiten el dominio de Streptococcus thermophilus, disminuyendo eventualmente el desarrollo ácido.

Los defectos en la textura y separación de suero en yogurt son a menudo causados por temperaturas de incubación excesivas o desiguales, enfriamiento insuficiente, mal manejo de la cuajada o el gel, uso de estabilizadores inapropiados o uso excesivo de los mismos.

Donde prevalecen tales defectos, el mejoramiento se logra reduciendo la temperatura de incubación a 38°C y prolongando el tiempo hasta 6 ó 7 horas. Aumentando el nivel de grasas y el homogenizar la leche proporciona una textura suave y mejor viscosidad. Y para yogurts con fruta, la adición de un estabilizador apropiado, especialmente la carragininina es recomendado (2).

La coagulación prematura de la leche ha sido reportado en yogurt de sabores y con fruta, debido al efecto del pH y al efecto del estabilizador en la fruta. El yogurt natural envasado en pequeños botecitos de plástico pueden presentar una ligera película de humedad o suero entre la pared interior de la tapa y el producto. Esto es debido a una condensación en la parte inferior de la tapa que es depositada como gotas pequeñas en la superficie del producto y algunas veces deja superficies cavadas desiguales.

El yogurt batido estilo suizo con sabor en envases del mismo tipo no muestra tal condensación.

Otro defecto del yogurt es el sabor amargo o muy ácido que es causado generalmente por los microorganismos que causan este sabor, B. subtilis y B. cereus. Las esporas aeróbicas sobreviven a temperaturas muy altas y su habitat nativo es el suelo. En un lote de leche mal cuidado es común que sean abundantes. Las levaduras y los mohos también pueden contaminar el yogurt natural y con fruta, éste último no tiene vida de anaquel tan prolongado como el yogurt natural, esto lo hace particularmente vulnerable (8).

3. Determinación de un mercado potencial

Un conocimiento de las condiciones de mercado, puede ser de gran interés para los productores de alimentos de conveniencia como el yogurt. Todos los productores de alimentos se benefician de estudios de mercados potenciales para sus productos.

Para la creación de alimentos que cumplan con las necesidades de una población específica, se requieren conocimientos de tamaño, distribución, condiciones socio-económicas y poder adquisitivo de esa población.

La diferencia entre las ventas totales y ventas repetitivas, puede producir información valiosa y útil. La diferenciación entre los alimentos de "moda" y los de "tendencia" es difícil, pero podría significar la diferencia entre el éxito y el fracaso para un producto.

El conocimiento de problemas de salud como obesidad, arterioesclerosis y diabetes, motivan a los fabricantes a colaborar con médicos y nutrionistas para formular productos dietéticos especiales.

Siempre hay un impredecible factor de riesgo al aplicar los resultaos del estudio o de mercados. Esto se complica por el tiempo transcurrido entre el estudio y el mercado actual del producto. He aquí, algunas reocomendaciones al respecto:

- a). No lanzar un producto hasta que se le ha sometido a pruebas de mercado y calidad y ha sido activamente promocionado.
- b). Diseñar un diferente carácter distintivo en el producto que puede ser promocionado.

- c). Tratar de buscar nuevos mercados, otros campos y procedimientos, en vez de imitar a un producto exitoso.
- d). Entrar a mercados que están creciendo.
- e). Tratar de encontrar la rápida aceptación haciendo distinguir la conveniencia en presentación, preparación, empaque y propiedades.
- f). Diseñar un programa sensorial confiable con un muestreo amplio, con una colección e interpretación apropiada de datos.
- g). Ser paciente, las pruebas toman tiempo.

F. Factores que Influencian Aceptación y Preferencia en el Producto

Atributos del producto alimenticio

- a). Disponibilidad
- b). Utilidad
- c). Conveniencia
- d). Precio
- e). Uniformidad y confiabilidad
- f). Estabilidad, requerimientos de almacenamiento
- g). Seguridad y valor nutritivo
- h). Propiedades nutricionales
 - Apariencia
 - Aroma y sabor
 - Textura, consistencia
 - Temperatura
 - Color.

II. ANTECEDENTES

A. Cultivos

La pasada década ha testificado un incremento fenomenal en el consumo de yogurt. Las ventas per cápita en los Estados Unidos tuvieron un aumento de 1600% entre 1955 y 1975, con un aumento del 171% de 1970 a 1976. Para 1980, estas ventas se duplicaron, compartiendo este éxito se encuentran el yogurt congelado (helado de yogurt), así como otros productos afines (10).

Estos productos están incrementando su popularidad y obteniendo gran aceptación.

No fue sino hasta el inicio del presente siglo en que el yogurt fue fabricado de acuerdo a buenas técnicas de procesamiento de lácteos y prácticas de ingeniería. El yogurt es un producto lácteo cultivado similar al queso cottage, crema ácida y suero de mantequilla, pero difiere en las características que le confieren los microorganismos Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus. Algunos autores han usado otros nombres para estos microorganismos; por ejemplo, Kellins (1974) consideró incluir en la flora de los cultivos de yogurt a Thermobacterium yogurt. Shultz (1949) mencionó Thermobacterium bulgaricus, Rosell (1935) y Brouchu (1935) reportaron Placambacterium yoghurti; Peete y Lolkema (1950) establecieron que Streptococcus thermophilus y Lactobacillus bulgaricus son los únicos microorganismos necesitados como cultivos para fabricar yogurt.

De los varios microorganismos usados en el cultivo de la leche para producir yogurt, Lactobacillus acidophilus es un cultivo láctico del cual se ha establecido que se mantiene en estado viable en los intestinos y afecta favorablemente en la microflora intestinal.

Cuando Lactobacillus bulgaricus y Streptococcus termophilus son usados para producir yogurt comercial, la proporción deseada de estos microorganismos es de 1:1. El S. termophilus es más activo a pH más altos y continúa desarrollando ácido hasta que el pH es bajado hasta un punto en que el L. bulgaricus es dominante (Stern, 1975).

Shulz (1949) estableció que una capa satisfactoria de L. bulgaricus para yogurt debe producir de 0.27 a 0.33% de ácido láctico en una hora, de 0.49 a 0.65% en dos horas, cuando se emplea un 5% de inóculo y una temperatura de incubación de 40°C. Sin embargo, Peter y Lolkema (1950) notaron que no todas las combinaciones de S. termophilus y L. bulgaricus forman cultivos de yogurt apropiados.

Los problemas comunes encontrados en la producción de cultivos para yogurt son (Plarcus, 1974): (1) no calentar la leche para provocar la desnaturalización de las proteínas del suero, lo cual no permite una capacidad máxima de retención de agua de las proteínas coaguladas y por ello, ocurre una sinéresis; (2) inocular usando leche muy caliente que perjudica el cultivo y por lo tanto, afecta la fermentación; (3) producir un yogurt de pH muy alto que tiene una unión de proteínas inadecuada o de características inapropiadas y por lo tanto, resulta en sinéresis y (4) condiciones anormales de inoculación y manejo inadecuado que

conduce a una sineresis o lioferesis del producto.

El yogurt puede ser coloreado con colorantes alimenticios autorizados, y se puede suavizar con estabilizadores. En forma contraria a la mantequilla de leche, el yogurt no se le añade sal (2).

La leche para elaborar yogurt varía en el contenido de grasa. Generalmente el porcentaje es del 1 al 2% aunque una considerable cantidad de yogurt es fabricado a partir de leche entera, con un contenido aproximado del 3% de grasa. Tal yogurt tiene un sabor más rico (12).

Actualmente existen algunos estandares de calidad para el yogurt que consisten en que el yogurt de leche entera y enriquecida debe contener un mínimo de 3% de grasa, mientras que el hecho a partir de leche parcialmente descremada no debe contener más del 3% y no menos de 0.5% de grasa, así como el que es elaborado a partir de leche descremada debe tener 0.5% de grasa.

En lo que respecta a sólidos no grasos, todos deben poseer por lo menos un 8.5%. Esto surgió como resultado de una conferencia en la que las Naciones Unidas propusieron establecer dicho código alimenticio (6).

Las bacterias lácticas que emplean a la leche como sustrato para su actividad de mantenimiento y reproducción, liberan compuestos que ya no les son de utilidad, cambiando sustancialmente la composición y las características organolépticas de la leche y de los productos lácticos. Estos han permitido en cierto grado la reposición de las bacterias lácticas nocivas eliminadas por tratamientos térmicos de pasteurización, es

terilización y similares que destruyen parcial o totalmente la flora nativa de la leche.

El control de la actividad de los cultivos lácticos y sus metabólicos permiten orientar los cambios físico-químicos y bioquímicos con el fin de inducir las características organolépticas de los productos lácticos durante su proceso de fabricación.

En la elaboración de productos derivados de la leche, es muy importante la preparación y aplicación técnica de los cultivos lácticos, ya que la calidad del producto terminado, así como su valor económico dependerá básicamente de la conjunción de los siguientes factores:

- La calidad de las materias primas
- El control de la actividad de los cultivos lácticos
- El proceso aplicado.

Las bacterias lácticas son una familia saprófita, muy heterogénea, cuyo habitar común es la leche. Presentan las siguientes características generales:

- Gram positivos
- No esporulados
- Microaerofílicas o anaerobios facultativos
- No producen catalasa
- Con poca o ninguna actividad proteolítica
- Fermentan los azúcares en diferentes condiciones.

Para tener una idea más precisa sobre la familia de las bacterias lácticas, se menciona a continuación la clasificación de Bergey en la cual es importante hacer resaltar la siguiente:

Las homofermentativas son las que producen del 85 al 95% de ácido láctico a partir de la glucosa derivada de la lactosa y los heterofermentativas producen aproximadamente el 50% de ácido láctico, 20 a 25% de anhídrido carbónico, 20 a 25% de alcohol y ácido acético a partir del mismo sustrato.

El género Streptococcus es homofermentativo al cual pertenecen el grupo Láctico y el Viridans. Al primero lo forman las bacterias más comunes en la leche como son los Streptococcus lactis y S. cremoris que causan el cortado o la coagulación espontánea de la misma; S. lactis produce la misma con efectos inhibidores para muchas bacterias gram positivas.

El Viridans son bacterias no hemolíticas, como ejemplo se tiene el Streptococcus thermophilus, que interviene en la elaboración de yogurt, así como en los procesos de acidificación y maduración de quesos de pasta cocida.

El género Lactobacillus comparado con el Streptococcus tiene mayor producción de ácido láctico, aunque lo produce más lentamente que éste, además tiene una actividad proteolítica significativamente mayor y requiere de un medio de cultivo selecto, por su fermentación pueden ser homofermentativas y por su temperatura de desarrollo termófilos o mesófilos.

La simbiosis es una característica importante en la fermentación de yogurt. L. bulgaricus estimula el crecimiento y la producción de ácido por S. thermophilus en el curso de la fermentación. Sin embargo, L. bulgaricus no se empieza a multiplicar hasta que S. thermophilus alcanza

La homogenización de la mezcla puede realizarse antes o después de la pasteurización. Las presiones aplicadas varían de 70 a 175 kg/cm².

La leche se enfría a la temperatura de inoculación deseada teniendo suficiente cuidado para no incorporar aire en este paso, ya que el oxígeno aún en pequeñas cantidades es dañino para L. bulgaricus. Existen diversas opiniones en cuanto a la temperatura óptima de incubación, generalmente se utilizan desde 41 a 48°C, esta temperatura se mantiene durante el período de incubación, recirculando agua a la temperatura deseada por la chaqueta de la tina.

La base se inocular desde 2 a 5% de cultivo. Durante el período de incubación, se efectúa un control de desarrollo de acidez y sabor. La acidez final del producto depende del gusto del consumidor, aunque se prefiere mayormente un producto con una acidez titulable de 0.85 a 0.90% para lo cual, es necesario cortar la incubación cuando la acidez es de 0.65 a 0.70%; ya que durante el período de enfriamiento continúa la producción de ácido. Esta acidez por lo general se alcanza entre 2.5 y 4 horas.

Preferiblemente el desarrollo de la acidez es determinada con un potenciómetro, buscando un pH final de 4.5 a 4.2.

El enfriamiento de la leche cuajada se realiza rompiendo el cuerpo mediante agitación lenta paralelamente a través de la chaqueta de la tina hasta alcanzar una temperatura de 18°C. A esta temperatura se bombea el yogurt usando presión positiva reducida de una tina a otra, pasándolo por líneas que están provistas de filtros que sirven para incorporar la

fruta al producto.

La fruta se agrega en proporciones de 15 a 20% en algunos procesos en este punto es donde se incorpora el azúcar y el estabilizante y no en la mezcla inicial. La adición de fruta puede hacerse directamente en la tina con el producto, agitando por unos minutos.

Tan pronto como la mezcla aparezca uniforme la agitación deberá suspenderse. El producto se bombea entonces a la máquina empacadora, donde se envasa. Este procedimiento debe completarse aproximadamente en una hora y la temperatura del producto no deberá ser mayor de 18°C.

Después de sellarse los envases, deberán ser inmediatamente transportados a cuartos fríos de aire recirculante.

Viscosidad como parámetro de calidad en yogurt

Kosikowski (6), establece que en vista de la característica particular del yogurt que lleva fruta mezclada, es indispensable que el producto tenga la viscosidad apropiada que le permita mantener la fruta uniformemente distribuída.

Según Appel (2), la viscosidad del yogurt es apartada por la acción de las bacterias lácticas sobre la leche mediante acidificación y producción de compuestos que poartan mayor viscosidad al producto. Esta aptitud varía de acuerdo a la cepa de que se trate, además influye en el mayor o menor grado de viscosidad el contenido de sólidos de la leche y tipo de los mismos. Esta característica sin embargo, puede verse afectada por adversos factores durante el proceso, pudiendo presentar variaciones considerables.

Meiklejohn (10) afirma que cuando se presenta un problema de baja viscosidad en yogurt, es necesario establecer primeramente la causa del problema. Por ejemplo, cuando el problema es causado por el uso de una base baja en sólidos, no se requiere más que un ajuste de los mismos me diante la adición de sólidos adicionales a los niveles recomendados.

Un auxiliar importante para el yogurt son los estabilizantes, pues su uso adecuado aporta el cuerpo y textura apropiados.

Se cuenta con diferentes tipos de estabilizantes que pueden utilizarse solo o en combinaciones.

Entre los que pueden estabilizar el complejo coloidal, encontramos la goma de algarrobo, goma guar, carragenina y carboximetil celulosa.

La cantidad de estabilizante usado en yogurt varía, manejándose en un rango de 0.3 a 0.5%.

Se ha visto que el tipo de cultivo utilizado puede producir una diferencia significativa en esta cualidad. Algunos cultivos producirán un cuerpo más espeso en el yogurt, debido a la naturaleza del microorganismo usado. Esta actividad normal de la bacteria láctica verá modificada por efecto de contaminantes bacteriológicos o químicos, o bien, el resultado final puede diferir del esperado, debido a que la producción de las bacterias propias del cultivo no se encuentran en la proporción adecuada generalmente el cultivo deficiente en L. acidophilus produce menos viscosidad (5).

La viscosidad del yogurt aumenta o disminuye en relación directa

con el contenido de sólidos no grasos y de grasa de la leche. Se recomienda preparar la base para yogurt con un contenido de sólidos de 17 a 21%, pudiendo llegarse a un mínimo de 13%. El total de sólidos puede verse disminuído por diversas causas que van desde errores de estandarización de la leche, diluciones posteriores debido a purgas que se presentan comúnmente en sistemas automáticos en los que los lavados se efectúan por recirculación (4).

El pH es otro factor importante a observar para la obtención de una buena viscosidad. A pH 4.6 se logra el punto esoelectrico de la caseína, formándose la cuajada por insolubilización de la proteína, en este momento en el que el producto adquiere cierta firmeza es el apropiado para empezar el enfriamiento cortando el período de incubación (9).

Pruebas organolépticas

Baker y Ough (1963), notaron amplias variaciones en las respuestas de individuos a exámenes organolépticos y concluyeron que las preferencias dependían no solo del factor apticular que se estaba analizando, sino también de las circunstancias que rodeaban a la evaluación.

Algunas veces las pruebas organolépticas son llevadas a cabo en el laboratorio bajo condiciones controladas con panelistas entrenados, tales pruebas pueden tener poca semejanza o relación con la preferencia general del consumidor.

Ough y Baker (1963), usando un pequeño grupo de panelistas para examinar un vino, encontraron que los puntajes de algunas personas tenían

errores de varianza no homogéneos con aquellos del resto del panel y que los patrones de preferencia de unos participantes del público general eran muy diferentes a los del grupo calificado de catadores.

Para obtener una medida de la reacción del consumidor o preferencia por una u otra muestra, es deseable que un número considerablemente grande de personas participe en las pruebas panel. Estas personas no deberán ser expertos o entrenados y deberán ser seleccionados al azar de la población que a a ser muestreada. Algunas veces al panelista simplemente se le pide que indique qué muestra prefiere o cuál considera aceptable y cuál inaceptable. En otros casos, se le pide que indique el grado de preferencia de varias muestras, tales exámenes son diseñados de tal manera que incluyen diferentes criterios de clasificación, tales como hombres y mujeres evaluando dos productos con diferentes características (1).

III. OBJETIVOS

En base a lo antes mencionado y en virtud de que nuestra planta de Lácteos está en proceso de ampliación para una mayor producción de uno de sus productos, nos planteamos los siguientes objetivos:

- a). Determinar cuáles son los parámetros más importantes dentro del proceso para la elaboración de yogurt por medio de los cuales se efectuará un control de calidad.
- b). Realizar un estudio de aceptación del producto por parte de los consumidores mediante evaluaciones organolépticas.
- c). Obtener un producto nuevo (yogurt sabor fresa) para la Planta de Lácteos de la Facultad de Agronomía.

IV. MATERIALES Y METODOS

Como el primero de nuestros objetivos es determinar los parámetros más importantes en el proceso de yogurt optamos por verificar el más importante de ellos que es el cultivo láctico necesario para el proceso y en virtud de que no teníamos mucha información sobre el cultivo que se estaba utilizando en la planta, así como de los que nos habían donado, optamos por realizar algunas pruebas básicas sobre la viabilidad de cultivos lácticos como son:

Curva de crecimiento microbiano

1. En tubos de ensaye Pyrex de 18 x 150, conteniendo 10 ml de caldo nutritivo Bioxon enriquecido con lactosa Bayer al 5%, se inocularon en sus respectivos tubos, 0.05 g de dos tipos de cultivo, uno de los cuales era liofilizado, conteniendo las siguientes cepas: Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus acidophilus. Mientras que el otro, proporcionado por la Universidad de Arizona, era un cultivo puro en estado líquido, Hansen que a diferencia del liofilizado adolecía de la cepa L. acidophilus.

Con respecto al de la Planta, no fue posible realizarlo, ya que hubiéramos tenido que aislar los microorganismos y no teníamos el equipo necesario para ello y esto significaba otro tipo de trabajo.

2. Incubar a 42°C por 24 horas con el objeto de homogenizar el número de microorganismos tanto del cultivo liofilizado como del puro al

momento de inocular en los matraces nefelométricos para dar inicio a la curva de crecimiento con el mismo número de microorganismos en ambos.

3. Transferir el inóculo a dos matraces nefelométricos Pyrex de 250 ml, conteniendo 25 ml de caldo nutritivo cada uno.
4. Calibrar el espectrofotómetro Junio-II 550 a 660 mm, usando un tubo de ensaye Pyrex de 13 x 100, conteniendo 5 ml de caldo nutritivo enriquecido con lactosa al 5%, éste será usado como blanco.
5. Leer la transmitancia de los dos nefelométricos sin inocular.
6. Transferir 1 ml de cultivo que se incubó por 24 horas a 42°C a cada uno de los nefelométricos.
7. Homogenizar y leer transmitancia inicial
8. Leer transmitancia cada hora.

El objetivo es determinar cuánto tiempo en horas se necesitan para tener la máxima viabilidad de las cepas y el número de microorganismos necesarios para el cultivo madre.

Las formas más sencillas de conocer la viabilidad, son mediante la producción de aroma, ácido y contaminaciones en los cultivos para lo cual utilizaremos las siguientes pruebas (17):

Prueba de reducción de azul de metileno

En un tubo de ensaye Pyrex de 18 x 150 esterilizado, se agrega 1 ml de azul de metileno Bayer y 10 ml de cultivo; se mezclan bien y se incuban inmediatamente en un Baño María a 37°C en la oscuridad.

El tiempo de decoloración se determina cuando aparece blanco en sus 2/3 partes. El tercio superior no se toma en cuenta porque el azul de metileno se reoxida por acción del oxígeno atmosférico. La solución de azul de metileno debe prepararse a diario con agua destilada hervida, debiendo contener 5 mg de azul de metileno por ml y debe mantenerse siempre en la oscuridad. La actividad del cultivo se puede establecer con carácter general en la siguiente forma:

Decoloración entre 30-60 minutos: viabilidad buena

Decoloración entre 60-90 minutos: viabilidad entre moderada y mala

Producción de aroma

Se depositan en una cápsula de porcelana blanca 2.3 ml de cultivo láctico y 2.5 ml de NaOH al 30%, se mezclan bien y se deja reposar. La reacción llega a su fin en aproximadamente dos horas. La coloración amarilla significa presencia de acetaldehído; la rosa, carmín, rojo o naranja la de acetilmetilcarbinol.

Contaminación por bacterias productoras de gas

Se diluye una parte del cultivo láctico en 10 partes de agua corriente, a la que se añade luego una parte de solución de agua oxigenada, se agita bien y se deja la mezcla a la luz. El desprendimiento de burbujas de gas móviles, indica que el cultivo está contaminado con bacterias extrañas. Una lupa permite descubrir las más pequeñas burbujas de oxígeno, una o dos de las cuales pueden ignorarse por considerarlas carentes de significación.

Una vez realizadas las pruebas en cuanto a la viabilidad y no contaminación de los cultivos lácticos con los que contábamos, optamos por continuar con los otros parámetros que son importantes para un mejor control de calidad de nuestro producto como son:

Producción de Acidez

En un tubo de ensaye Pyrex de 18 x 150 conteniendo 9 ml de leche pasteurizada se inocula 1 ml de cultivo y se incuba a 42°C por 4.5 horas después de lo cual, se titula con NaOH 0.1 N y fenoftaleína, debiéndose gastar de 6.5 a 8 ml para un cultivo de buena calidad.

Medición de la Viscosidad

Para la determinación de la viscosidad en yogurt, se utilizó el viscosímetro Brookfield en el que se determina el grado de fricción aportado por el producto sobre un área dada de la varilla o spindle del aparato. El análisis se efectuó sobre muestras de yogurt ya preparado, después del período de refrigeración.

La medición de la viscosidad se realizó sobre muestras de 1 litro en recipientes lo suficientemente amplios para que no hubiera fricción con el disco de spindle, que ocasionarían lecturas erróneas. Las muestras fueron almacenadas a 4°C por 24 horas antes de ser analizadas. La medición se efectuó a 10°C usando el spindle No. 4 a 10 r.p.m. en un tiempo de 30 segundos. Por último, se hace la lectura, el resultado se multiplica por un factor de conversión, que en este caso es 200 y el número resultante es la viscosidad del producto en centipoises.

YOGURT DE FRESA

PRUEBA DE GUSTO

TABLA "A"

Al probar el yogurt coloque una marca en el término que expresa su opinión acerca del producto.

Clasificación:

- Me gusta extremadamente _____
- Me gusta mucho _____
- Me gusta moderadamente _____
- Me gusta ligeramente _____
- Ni me gusta, ni me disgusta _____
- Me disgusta ligeramente _____
- Me disgusta moderadamente _____
- Me disgusta extremadamente _____

* Momento del día en que puedo probar el yogurt:

- Mañana _____
- Tarde _____

Nombre: _____

Pruebas de Anaquel para el Yogurt

Desde que el yogurt es fabricado hasta que llega al consumidor, transcurre un período de tiempo, que si es demasiado prolongado podría afectar las características organolépticas del producto.

Por esto, es muy importante determinar la vida del anaquel del yogurt, tanto para un cultivo como para las resiembras y determinar con cual de estas es conveniente trabajar cuando se usan como base para elaborar volúmenes grandes. Se usaron para el experimento muestras de yogurt de 1 litro, obtenidas a partir de un cultivo liofilizado, uno puro y del utilizado en la Planta de Lácteos. Se sometieron a refrigeración entre 4 y 7°C, Para saber cuanto tiempo puede permanecer el producto sin sufrir alteraciones que lo hagan inaceptable, se efectuó un monitoreo para analizar el desarrollo de acidez en el producto durante el almacenamiento refrigerado, que en nuestro caso específico fue de 30 días.

Para la determinación de la acidez se usa el método de acidez titulable con NaOH 0.1N, usando fenoftaleína como indicador. Según Saljai e Ismail (11), la vida de anaquel del yogurt tiene un límite de 40 días, aunque generalmente el producto es comercializado dentro de los 20 primeros días de elaboración.

Pruebas Organolépticas

Para llevar a cabo un estudio de la preferencia de diferentes tipos de yogurt elaborados con los cultivos mencionados, se hizo un muestreo con una población de 100 personas a cada una de las cuales les fueron da

das a probar dos muestras de yogurt, uno natural y otro sabor fresa con fruta. Al término de las pruebas, se les pidió que marcaran en un cuestionario el cual se muestra en la Tabla A (propuesto por Ough y Baker) su opinión más sincera acerca del producto.

Análisis Estadístico

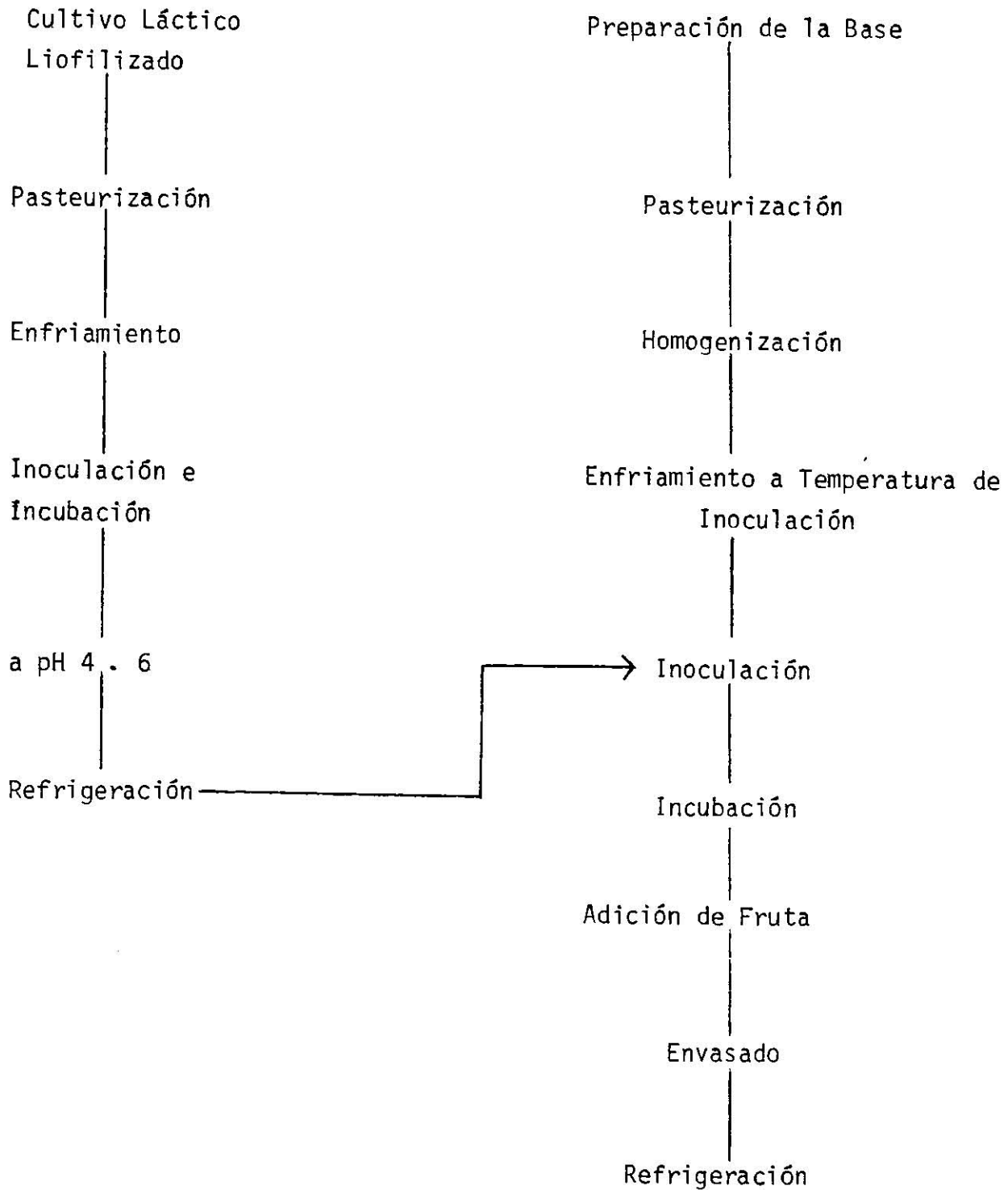
Para el análisis de los datos obtenidos a través de las pruebas estadísticas, se usó la prueba de hipótesis para comparar proporciones de aceptación de los dos tipos de yogurt.

Una vez definidos los parámetros más importantes para el control de calidad, se aplicó el método de Kosikowski (6) (Figura 1), para la elaboración de yogurt natural y de fresa.

Proceso de Yogurt-Planta de Lácteos

En la planta se procesan diariamente 100 litros, de los cuales se reparten en 50 de natural y 50 de fresa.

Antes de elaborar volúmenes grandes de yogurt, es necesaria la elaboración de cultivos madre que serán agregados a la leche como inóculo.

Figura 1. PROCESO DE YOGURT TIPO SWISS (KOSIKOWSKI, 1977)

Preparación del cultivo madre para 100 litros de yogurt

Se extraen dos litros de la sección de calentamiento del pasteurizador. Se enfría hasta alcanzar una temperatura de 42°C, se inocula la leche con 10 g de cultivo láctico liofilizado yogurmet. Para obtener una buena homogenización, es conveniente primero disolver el cultivo en una pequeña cantidad de leche tibia (150 ml) y agregar esta mezcla al resto de la leche. Este procedimiento debe ser rápido para evitar que baje la temperatura. Al trabajar con el cultivo liofilizado, decidimos seguir las recomendaciones del fabricante que estipulaban una temperatura de 42°C y un tiempo de incubación de 5.5 horas, período de tiempo en el cual el yogurt alcanza un pH de 4.2 a 4.5 o una acidez titulable de 0.80 a 0.85. Los dos litros de yogurt se refrigeran para ser usados como inculo en la producción del siguiente día.

Elaboración de 100 litros de yogurt natural

Al llegar la leche a la Planta, se pesa y de ahí pasa al pasteurizador, donde se calienta a 82°C por 15 segundos. Posteriormente se extraen 100 litros de la sección de calentamiento, se vierten 50 litros en dos tinajas de acero inoxidable, las cuales se bañan en agua fría para bajar la temperatura a 45°C. Se agregan 720 g de leche en polvo a 50 litros (1.4%) de leche, se usan dos cajas.

Se inoculan dos litros de yogurt iniciador a 45°C previamente preparados en 50 litros. Esto es un 4% de inculo. Esta preparación ya se había venido manejando en el proceso de yogurt en la planta desde que se empezó a elaborar el producto, por lo que decidimos continuar con este pau

rámetro con el que obtuvimos resultados satisfactorios en el producto terminado.

La base de yogurt se envasa en recipientes de plástico de un litro. La limitación de equipo en la planta no permite la incubación completamente controlada. Los envases se colocan apilados unos sobre otros, se cubren con plástico y se encierran con láminas de hielo seco para mantener la temperatura. Las condiciones de incubación implementadas son de 42°C en un tiempo de cinco horas.

Durante el proceso se presentan defectos como coagulación no uniforme y la formación de una película líquida de suero entre la superficie del yogurt y el interior de la tapa. Esto se debe a que la temperatura en el lote no es uniforme. El producto finalmente se refrigera entre 4 y 7°C de 12 a 18 horas.

Elaboración de yogurt sabor fresa

El proceso es el mismo que para el yogurt natural con las variantes para el sabor.

Los experimentos siguientes fueron realizados bajo diferentes condiciones:

- Concentración de colorante
- Concentración de saborizante
- Proporción de mermelada

La mermelada adicional al yogurt tiene la función de resaltar el sa

bor en el producto. Se experimenta con tres diferentes proporciones que fueron: 10, 15 y 20% en un litro de yogurt.

Para proporcionar la coloración de un rosa pálido a la leche para preparar yogurt, se probaron las siguientes proporciones del colorante alimenticio Deiman-Rojo. Estas pruebas se hicieron tomando como base un litro de leche, las cantidades fueron:

0.1; 0.2; 0.3; 0.4 y 0.5 g de colorante

De la variedad de saborizantes de fresa existentes en el mercado, se hicieron pruebas con dos por ser los mejores: Lucta y Haimann-Reiman (HR).

Se experimentó con ambos saborizantes en las siguientes cantidades: 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9 y 1 ml en un litro de leche.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Como uno de los objetivos que nos planteamos al inicio fue observar cuáles eran los parámetros más importantes para el control de calidad de nuestros productos, en este caso tanto yogurt natural como de fresa, podemos decir que en base a lo estudiado en los antecedentes y a nuestra experiencia, los más importantes para nuestro proceso fueron:

1. Curva de Crecimiento

Como se observa en la Figura 2, la curva de crecimiento durante las primeras cinco horas nos muestra la fase de adaptación celular donde los microorganismos al ponerse en contacto con el sustrato se induce la activación de mecanismos genéticos para la síntesis de enzimas necesarias para el empleo del sustrato.

Entre las cinco y las nueve horas, los cultivos presentan su fase exponencial, en este período de tiempo los cultivos presentan su máxima viabilidad.

Las pronunciadas pendientes observadas en este lapso en la gráfica, indican que el sustrato utilizado es altamente eficiente para el desarrollo de las cepas microbianas de ambos tipos de cultivo.

Aunque por pequeña diferencia el cultivo liofilizado presenta mejor viabilidad y adaptación que el puro.

Figura 2. Curvas de crecimiento mediante la incubación de un cultivo liofilizado y un cultivo puro.

El objetivo es determinar el período de máxima viabilidad de las cepas. Como medio de cultivo se usó caldo nutritivo enriquecido con lactosa al 5%.

Se inocularon 0.05 g de cultivo en dos tubos de ensaye de 18x150 con 10 ml de medio cada uno, se incubaron a 42°C por un período de 24 horas.

Se prepararon dos matraces nefelométricos de 250 ml con 25 ml de medio cada uno.

Se transfirió 1 ml de inóculo obtenido a cada matraz y se homogenizó la mezcla.

Se usó un tubo de ensaye con 5 ml de medio como blanco para calibrar y hacer las lecturas cada hora en el espectrofotómetro Junio II-550 a 660 nm.

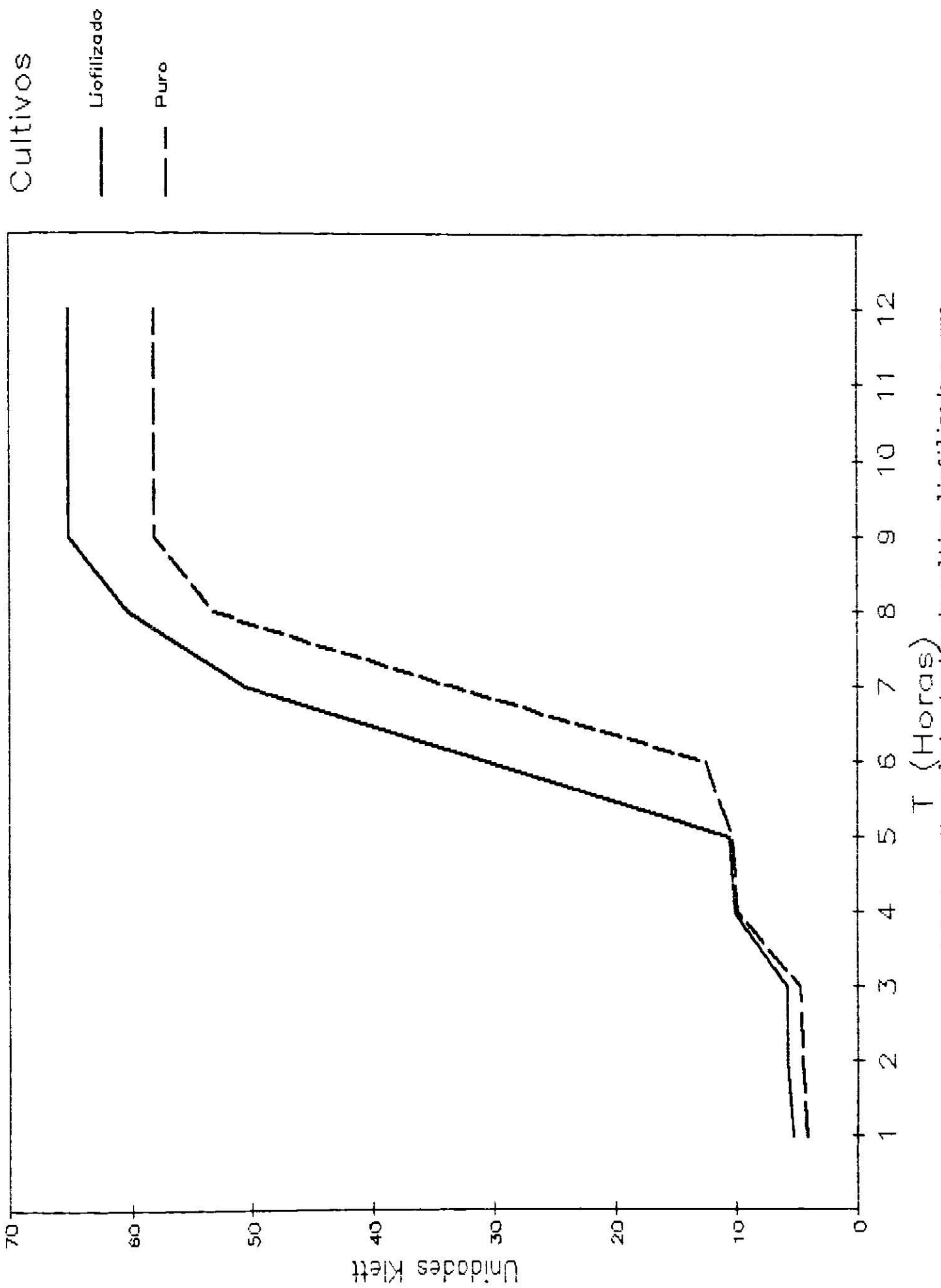


Fig. 2. Curvas de crecimiento mediante la incubación de cultivo liofilizado y puro.

2. Prueba de Reducción de Azul de Metileno

Debido a que presentan tiempos de decoloración aceptables, podemos decir que los tres cultivos son viables; sin embargo, el que presentó los mejores resultados es el cultivo liofilizado, al tener éste la mejor viabilidad, su uso en el proceso mejoraría la calidad del producto.

3. Producción de Aroma

Según Martínez (9), el acetaldehído es el principal componente del aroma en yogurt.

De acuerdo con el resultado de los análisis, las reacciones mostraron la presencia de este compuesto en todos los cultivos, pero el color amarillo en la reacción fue más intenso para el cultivo liofilizado indicando una mayor presencia de acetaldehído, por lo que pensamos que en cuanto al aroma es el más aceptable para nuestro proceso.

4. Contaminación por Bacteria Productoras de Gas

En el experimento únicamente se observó desprendimiento de burbujas de gas, en el cultivo de la planta más no en el liofilizado ni en el puro. Esto nos lleva a pensar que probablemente debido a la manipulación constante que se ha hecho del cultivo de la planta, éste se encuentra en un estado de deterioro por lo que pensamos ya no usarlo y además implementar condiciones adecuadas de esterilización durante el proceso del yogurt.

5. Pruebas de Acidez para el Cultivo

Labroopulos, Collins y Stones (8) han determinado que los cultivos iniciadores tienen un efecto importante en la fermentación del yogurt, dependiendo del porcentaje de ácido en éstos, que para obtener resultados óptimos debe ser de 0.77 a 0.82% de acidez titulable.

Como se observa en la Figura 3, el cultivo liofilizado y el cultivo puro presentan una acidez de 0.80 a 0.85 respectivamente, mientras que el cultivo de la planta tiene una acidez de 1.10 que se considera alta.

Es importante analizar estos valores ya que a partir de estos cultivos se elaborará el yogurt madre que servirá de base para resiembras en la fabricación de volúmenes grandes de yogurt. De otra manera, si iniciamos el proceso con un cultivo que presenta acidez excesiva, esto repercutirá en la calidad del producto y en la vida de anaquel del mismo.

Como vemos en esta figura, el yogurt madre elaborado con el cultivo liofilizado presentó una acidez menor que el preparado con los otros cultivos, lo que lo hace ideal para nuestros propósitos.

6. Cultivo Madre, Resiembras, Vida de Anaquel

Como se observa en la Figura 4, podemos decir que a mayor número de transferencias o resiembras, observamos que el tiempo de incubación requerida para alcanzar la acidez deseable era menor. Esto debido a la adaptación de los microorganismos al medio.

Figura 3. Desarrollo de acidez en yogurt natural elaborado a partir de un cultivo liofilizado, un cultivo puro y de la Planta de Lácteos.

Se agregan 5 g de cultivo a una pequeña cantidad de leche tibia (100 ml), homogenizar y agregar a esta mezcla el resto del litro de leche a una temperatura de 42°C, incubar por 5.5 horas.

Para la determinación del porcentaje de ácido, se usó el método de acidez titulable con hidróxido de sodio 0.1N usando fenofltaleína como indicador.

DESCRIPCION

— Cultivo Puro

- - - Cultivo Planta

..... Cultivo liofilizado

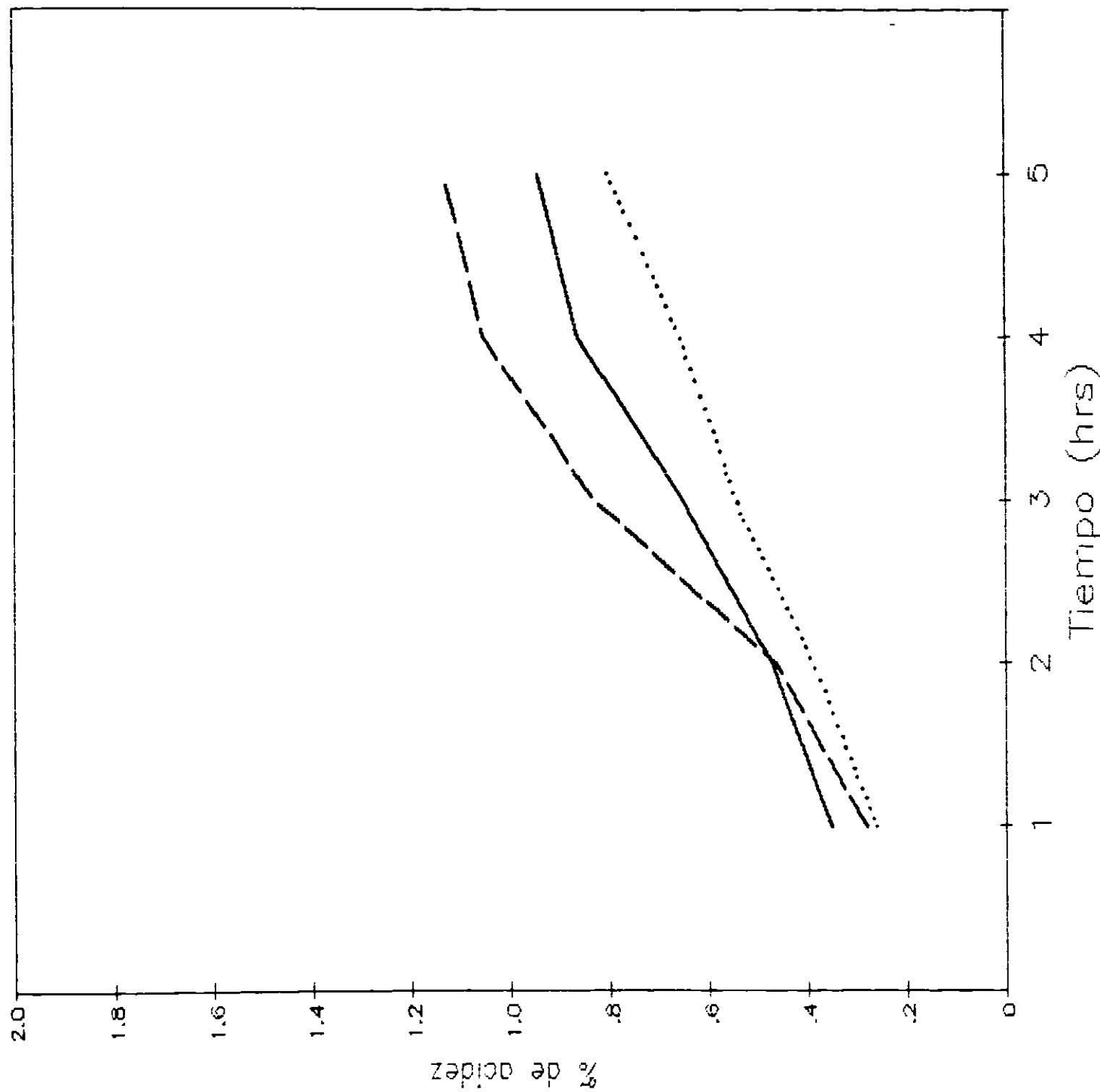


Fig. 3. Desarrollo de acidez en yogurt natural en función de tiempo y cultivo.

Figura 4. Desarrollo de acidez en yogurt natural elaborado a partir de un cultivo liofilizado y sus tres resiembras.

Se agregan 5 g de cultivo en una pequeña cantidad de leche tibia pasteurizada (100 ml), homogenizar y agregar esta mezcla al resto del litro de leche a una temperatura de 42°C. Incubar por 5.5 horas. Este yogurt se usa como cultivo madre. Para obtener resiembras a partir de este, se tomaron 40 ml de yogurt y se inocularon en un litro de leche bajo las mismas condiciones.

Para la determinación del porcentaje de ácido se usa el método de acidez titulable con hidróxido de sodio 0.1N usando fenoftaleína como indicador.

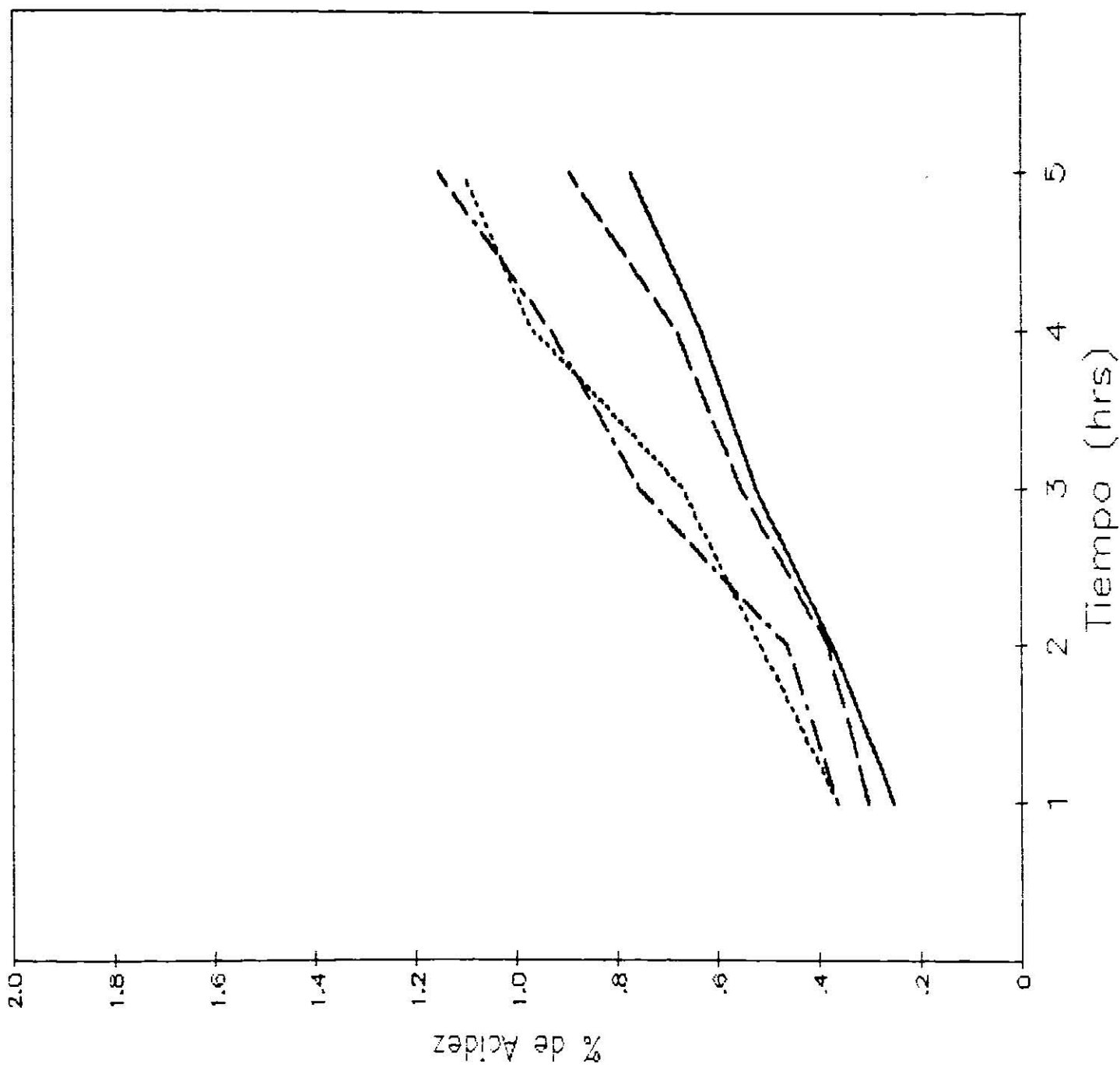


Fig. 4. Desarrollo de acidez de yogurt natural en función de tiempo, cultivo y resiembras.

Los cambios en la acidez durante el almacenamiento estuvieron determinados por las transferencias, observándose que conforme éstas aumentaban, la acidez final del producto era mayor; sin embargo, como se observa en la Figura 5, el uso de transferencias sucesivas sin control en el proceso de yogurt, trae como consecuencia un decremento en la vida de anaquel del producto. Además, también podemos observar que con el uso de cultivos liofilizados y resiembras controladas obtenemos una mayor vida de almacenamiento para el producto, que elaborando el yogurt con el cultivo puro y el de la planta, estableciéndose que la vida de anaquel para el yogurt elaborado con el cultivo liofilizado es de 20 a 30 días, tiempo en el cual presentó una acidez menor que con los otros cultivos.

7. Medición de la Viscosidad

Según Meikjohn (10) la cepa Lactobacillus acidophilus es el principal promotor de la viscosidad en yogurt. Esto lo comprobamos, ya que en nuestros resultados el cultivo liofilizado como se puede observar en la Figura 6, alcanzó la viscosidad más alta (4000 cps), mientras que el cultivo puro fue el más bajo probablemente debido a que carece de dicho microorganismo.

8. Cambios en el Proceso para la Elaboración de Yogurt Natural

Como se mencionó con anterioridad, el método que se implementó es el descrito por Kosikoski (6), con algunas modificaciones que se requerían por las condiciones existentes en nuestra Planta, dichas modificaciones fueron:

Figura 5. Determinación de la vida de anaquel en yogurt natural.

Se llevó a cabo un monitoreo del desarrollo de acidez para el yogurt madre y sus tres resiembras obtenidas a partir de un cultivo liofilizado, así como para producto elaborado con un cultivo puro y yogurt fabricado en la Planta de Lácteos para estudiar cambios en la acidez de este durante períodos del almacenamiento refrigerado que en nuestro experimento específico fue de 30 días.

Figura 6. Determinación de la viscosidad en yogurt natural.

Para la medición de la viscosidad se usa el viscosímetro Brookfield usando el spindle No 4 a 10 r.p.m. en un tiempo de 30 segundos a una temperatura de 10°C, después del período de enfriamiento del yogurt.

DESCRIPCION

- Cultivo Liofilizado (Madre) *
- - - 1er Resiembra *
- · - · 2a Resiembra *
- - - 3er Resiembra *
- Cultivo Puro
- - - Cultivo Planta

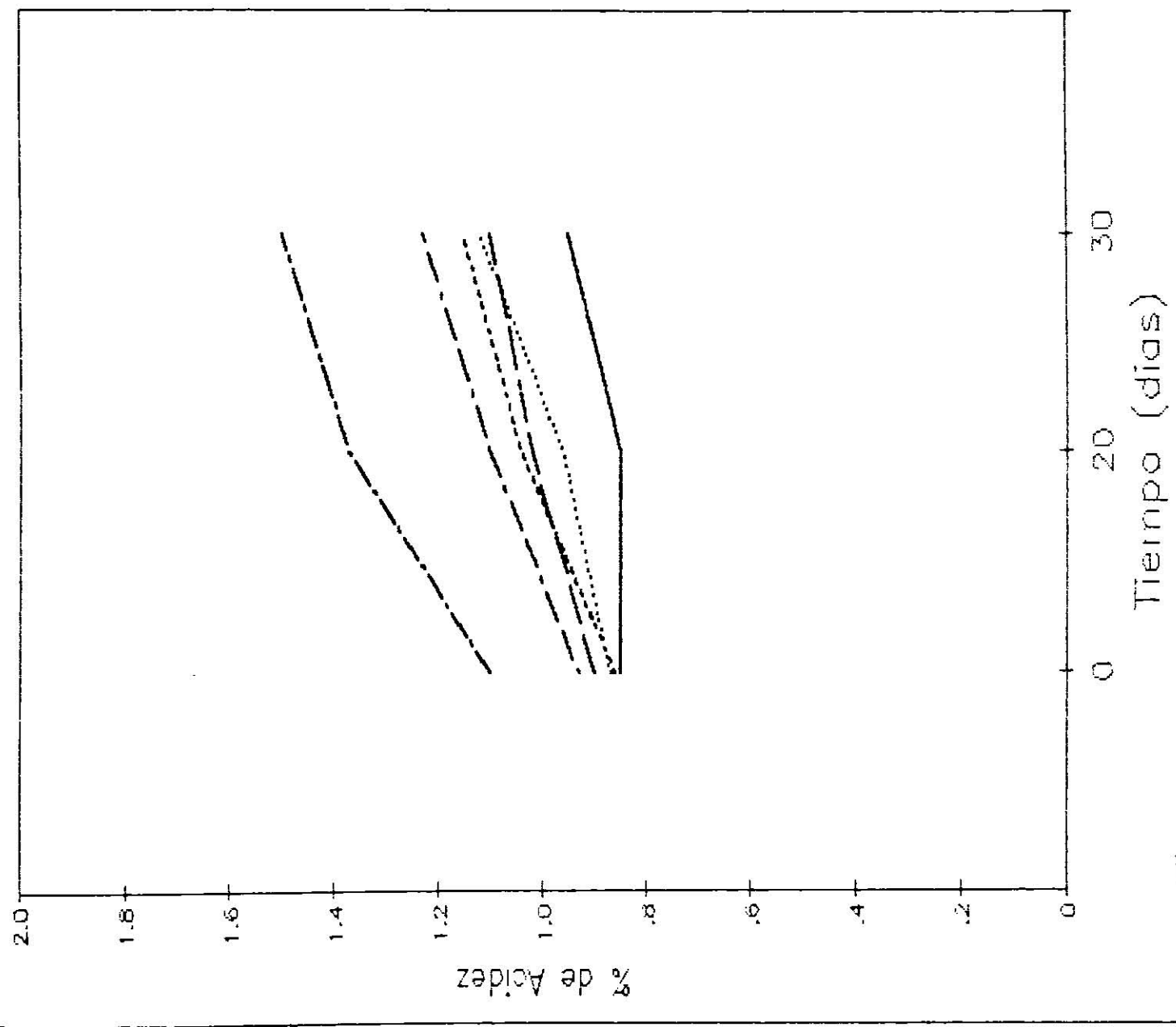


Fig. 5. Vida de anaquel en yogurt natural en función de tiempo y cultivo.

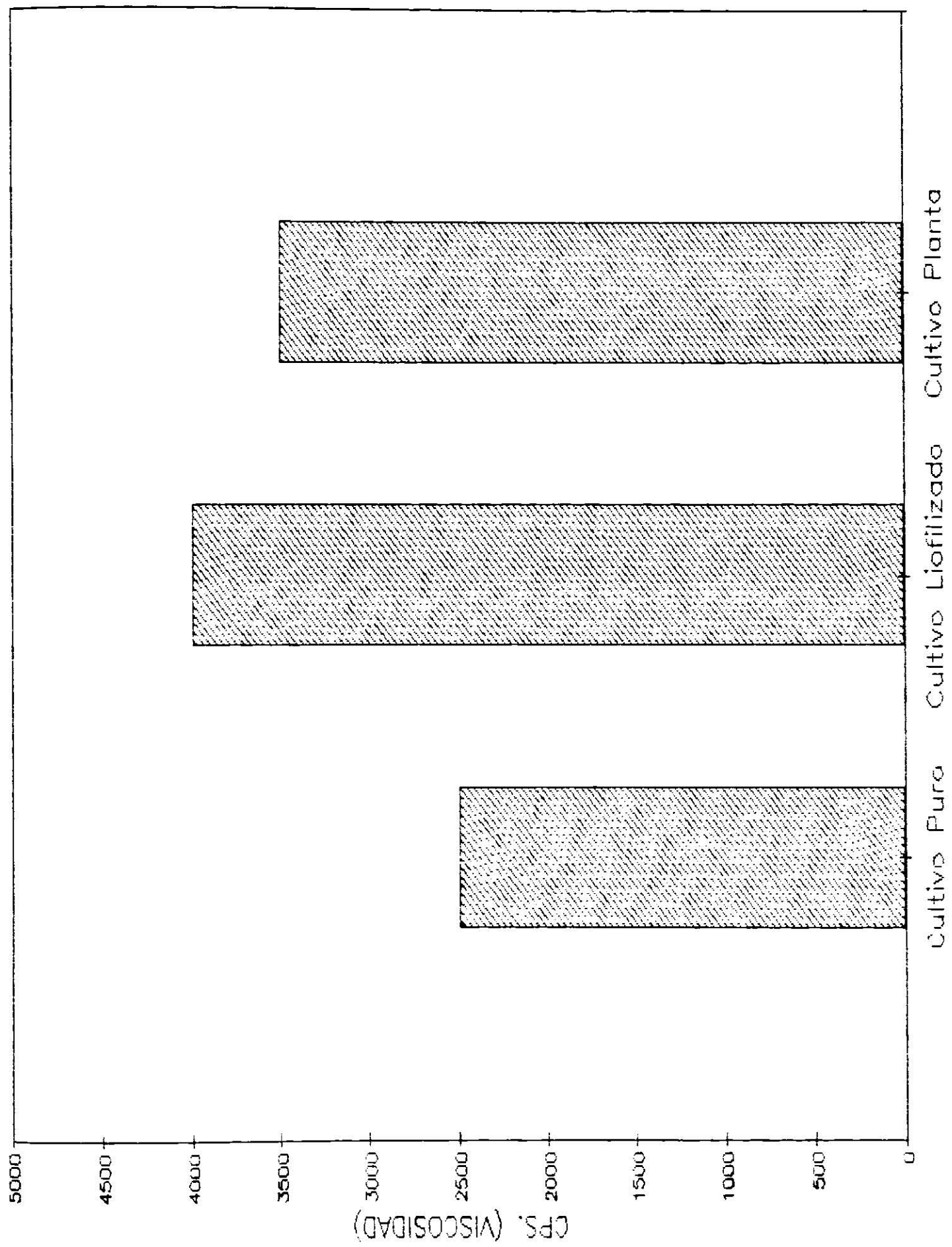


Fig. 6. Medición de la viscosidad en yogurt natural obtenido a partir de diversos cultivos.

- Utilizar un cultivo mixto liofilizado con las cepas Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus y Lactobacillus bulgaricus
- Pasteurización de la leche a alta temperatura (82°C) en corto tiempo (15 seg.).
- Agregar 1.4% de leche en polvo para aumentar el porcentaje de sólidos.
- Inocular a 42°C con un 4% de inóculo, Kosikowski (6) recomienda de un 2 a 5%, por lo cual se está trabajando dentro de los límites recomendados.
- Homogenizar bien la mezcla y envasar manualmente.
- Según Martínez (9) las temperaturas de inoculación e incubación varían de 40 a 44°C y el tiempo de proceso de 4 a 5 horas.

Nosotros hemos establecido para nuestra planta las siguientes condiciones: 42°C en un tiempo de 5 horas, con las que se obtuvieron muy buenos resultados en la acidez (pH 4.2-4.5) y viscosidad (4000 cps) final en el producto.

- Mantener los envases del yogurt perfectamente tapados y aislados durante la incubación.
- No hacer más de tres transferencias a partir de un cultivo madre en la producción de yogurt.
- Después de la incubación refrigerar el producto entre 4 y 7°C por un tiempo de 12 a 18 horas.

9. Yogurt Sabor Fresa

Brown (6) recomienda de un 15 a 20% de mermelada de fresa mezclada mediante un batido del yogurt. Pero en nuestros resultados observamos que esta proporción era excesiva, por lo que optamos por usar el 10% de mermelada; y en cuanto al batido de ésta con el yogurt, nos provocó deterioro en el producto, ya que ocasionaba una acidez más alta de la recomendada por Martínez (9) y corroborada por nosotros para una mayor vida de anaquel, por lo que optamos por colocarla en el fondo del envase, previo al llenado con la base para yogurt.

10. Pruebas Organolépticas

Ough y Baker (1) determinaron que los resultados de pruebas organolépticas llevadas a cabo bajo condiciones controladas de laboratorio tenían poca semejanza en relación con la preferencia real del consumidor, ya que al hacer este tipo de pruebas la persona se encuentra tensa, bajo estricta vigilancia y siguiendo al pie de la letra las instrucciones del supervisor. Esto según los autores es la causa de los resultados erróneos y de la disparidad que existe entre los datos proporcionados por personal entrenado y el público general, por lo que para obtener una medida de la preferencia del público a nuestros productos, lo más cercana a la realidad, optamos por seguir las recomendaciones de Ough y Baker al respecto para nuestras pruebas: participación de un grupo numeroso de personas seleccionadas al azar que no deberán ser panelistas entrenados.

En una prueba simple las 100 personas participantes marcarán en un cuestionario su grado de preferencia entre el yogurt de fresa y el natu-

ral; el examen está diseñado de tal manera que incluye diferentes criterios de clasificación, como se observa tanto en la Figura 7, como en los datos que a continuación se exponen.

Resultados de las Pruebas

<u>Clasificación</u>	Frecuencia	
	<u>Y. natural</u>	<u>Y. fresa</u>
Gustó extremadamente	8	8
Gustó mucho	20	25
Gustó ligeramente	10	11
Gustó moderadamente	7	4
Ni gustó, ni disgustó	5	2
Disgustó ligeramente	0	0
Disgustó moderadamente	0	0
Disgustó extremadamente	0	0
	<u>50</u>	<u>50</u>

	<u>% Preferencia</u>	
	<u>Y. Fresa</u>	<u>Y. Natural</u>
Gustó	76	88
Indiferente	24	12
Disgustó	0	0

Análisis estadístico

Prueba de hipótesis para comparar proporciones de aceptación de dos tipos de yogurt.

$$H_0: P = P \quad \text{vs.} \quad P \neq P$$

Donde:

P = Porcentaje de preferencia Yogurt fresa

P = Porcentaje de preferencia yogurt natural

El estadístico de prueba es:

$$Z_{\text{calc}} = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\frac{2pq}{n}}}$$

Donde: $\hat{p} = \frac{\hat{p}_1 + \hat{p}_2}{2}$ Y $\hat{q} = 1 - \hat{p}$

Con los datos tenemos:

$$\hat{p}_1 = 0.76$$

$$\hat{p}_2 = 0.88$$

$$\hat{q} = 0.18$$

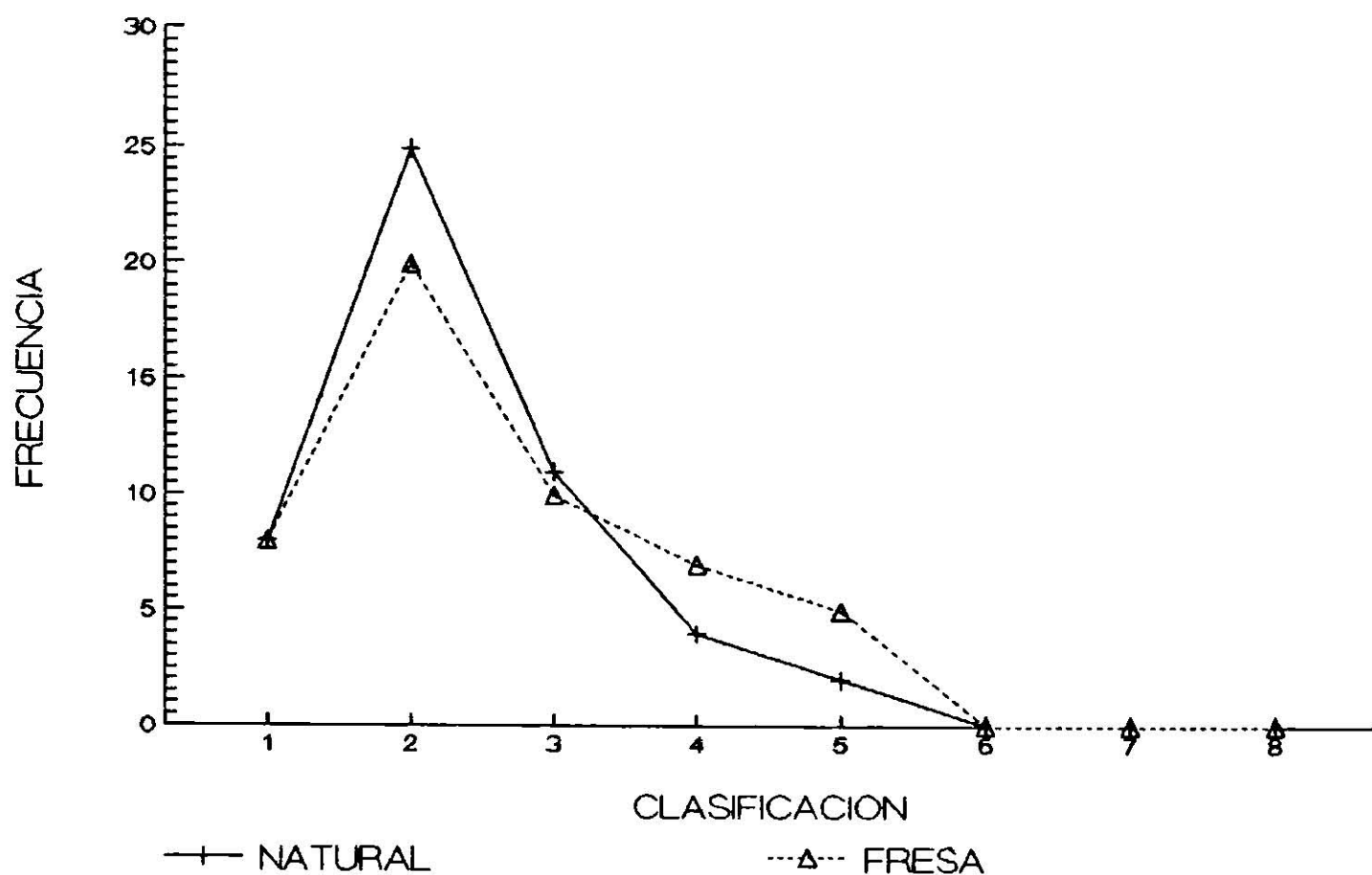
$$\hat{p} = \frac{P + P}{2} = 0.82$$

$$Z_{\text{calc}} = \frac{0.76 - 0.88}{\sqrt{\frac{2(0.82)(0.18)}{50}}} = -1.56$$

La zona de rechazo a un nivel de significación es de $\alpha = 0.05$ de aquí se concluye que no hay diferencia entre los dos tipos de yogurt en cuanto al porcentaje de preferencia.

Figura 7.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD EN YOGURT SABORES NATURAL Y FRESA



CLASIFICACION

- (1) GUSTO EXTREMADAMENTE
- (2) GUSTO MUCHO
- (3) GUSTO MODERADAMENTE
- (4) GUSTO LIGERAMENTE
- (5) INDIFERENTE
- (6) DISGUSTO LIGERAMENTE
- (7) DISGUSTO MODERADAMENTE
- (8) DISGUSTO EXTREMADAMENTE

VI. CONCLUSIONES

Cultivos

De acuerdo con los resultados de las pruebas de viabilidad concluimos que el cultivo láctico liofilizado es la mejor opción para la elaboración de yogurt en nuestra Planta, por lo siguiente:

- Tiene mejor viabilidad y adaptación que el cultivo puro y el de la planta.
- Presenta una acidez ideal (0.80%)
- No presenta ningún indicio de contaminación
- Produce el elemento aromático del yogurt (acetaldehído)
- El producto terminado presenta una viscosidad considerablemente más alta (4000 cps) que el elaborado con otros cultivos.

Proceso

Las condiciones óptimas para el proceso de elaboración del yogurt en la Planta de Lácteos, usando el cultivo liofilizado son:

- Temperatura de inoculación e incubación: 42°C
- Tiempo: 5 horas
- Proporción de inóculo: 4%
- No exceder más de tres resiembras en la elaboración a partir de un yogurt madre

Yogurt sabor fresa

- Proporción de mermelada a usarse: 10%
- Como colorante se usará el Deiman-Rojo Fresa y como saborizante el Lucta-Fresa, ambos en una proporción del 0.02%.

Recomendaciones

Como siguiente paso en el desarrollo de nuevos procesos y productos en la planta, está el uso de otros colorantes, saborizantes y mermeladas para la producción de yogurt de varios sabores. Esto es algo que se puede llevar a cabo inmediatamente, ya que las materias primas están disponibles en el área a precios que permiten la costeabilidad del producto.

En un futuro próximo, mediante la aplicación de una técnica que permita la incubación del yogurt en una tina o marmita, con una agitación mecánica en frío después de ésta, se podrá elaborar el yogurt "cremoso" que como su nombre lo dice, tiene una suavidad y textura que le confieren gran aceptación al paladar.

VII. LITERATURA

1. AMERINE R., PANGBORN M. y ROESSLER T. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. pp: 478-485.
2. APPLE S. 1976. Curse for Yogurt Problems. Cultures Dairy Products Journal. pp: 18-22.
3. BROWN A. 1979. La calidad en frutas y sabores para yogurt. Industrias Lácteas. Vol. 28, N.1.; pp. 25-26.
4. CHRISTE, F. 1985. Elementos de tecnología de alimentos. Editorial CE CSA. pp. 465-468.
5. CHADAN, J. 1977. Considerations in the manufacture of yogurt. Food Product Development. Vol. 2 N.7. pp. 15-17.
6. KOSIKOWSKI, M. 1977. Cheese and fermented milk foods. Edward Brother Inc. pp. 68-88.
7. KOSIKOWSKI, M. 1978. Quality control programs for yogurt. Cultured Dairy Journal. Vol. 13. N.5; pp. 22-23.
8. LABRAPAULOS, R.; COLLINS, C.; STONE, S. 1977. Starter Culture Effects on Yogurt Fermentation. Culture Dairy Products Journal. Vol. 17, N.2; pp. 15-17.
9. MARTINEZ R., M. 1987. Contribución al estudio de la fabricación de yogurt. Lácteos Mexicanos. Vol. 2, N.5.; pp. 8-11.
10. MEIKLEJOHN, J. 1977. How to achieve better yogurt viscosity. Cultured Dairy Product Journal. Vol. 2. N.1; pp. 6-7.
11. SALJI R. T.; ISMAIL G., M. 1983. Effect of initial acidity of plain yogurt on acidity changes during refrigerated storage. Cultures Dairy Products Journal. Vol. 48 N.3. pp. 258-259.
12. SPECK, B.; HANSEND, D. 1983. Properties of frozen non-fruit yogurt. Cultured Dairy Products Journal. Vol. 36. N.7; pp. 6-7.
13. WEBB R., JOHNSON, S.; ALFORD, M. 1974. Fundamentals of dairy chemistry. Avl Publishing. pp. 779-783.
14. . 1982. Sabores de yogurt... Cuestión de gustos. Industrias Lácteas. Vol. 31. N.6; pp. 34-38.
15. Elaboración de productos lácteos. Manuales para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. pp. 59-61.

16. Taller de leche. Manuales para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. pp. 99-100.
17. Temas Selectos de Tecnología de Alimentos. I.P.N.

09753

