

104
29 Jun



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

MEJORAMIENTO DE LAS CARACTERISTICAS REOLOGICAS Y
ORGANOLEPTICAS DE UNA GALLETA TIPO GAUFRETTE.



T E S I S

MARIA SILVANA SENZIO BARZELLATO

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

México, D. F.

1985



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.

INDICE

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. GENERALIDADES	3
2.1 Descripción, función que desempeñan y especificaciones de las materias primas	3
2.1.1 Harina para elaboración de obleas	3
2.1.2 Fécula de maíz	25
2.1.3 Agentes leudantes	27
2.1.4 Agua	29
2.1.5 Manteca	30
2.1.6 Azúcar blanca	31
2.1.7 Lecitina	32
2.1.8 Emulsificante comercial	33
2.1.9 Sal refinada	34
2.1.10 Colores y sabores	34
2.2 Descripción general del proceso	36
2.3 Diagrama de bloques del proceso	39
3. MATERIALES Y METODOS	40
3.1 Proceso de elaboración de masas para obleas	40
3.2 Diagrama de bloques	41
3.3 Propiedades fisicoquímicas de la masa	42
3.4 Condiciones de operación	42
3.5 Transporte de la masa hasta los hornos	42
3.6 Equipo necesario para la elaboración de masas	43
3.7 Control de las variables del proceso	43
3.8 Proceso general de encendido de hornos	47
3.9 Condiciones de operación de los hornos	49
3.10 Especificaciones de la oblea	49
3.11 Proceso de elaboración de cremas	49
3.12 Diagrama de flujo del proceso	51
3.13 Desarrollo experimental para la obtención de la fórmula modificada	59

	pág.
4. RESULTADOS	64
4.1 Físicoquímicos	64
4.2 Sensoriales	65
5. ANALISIS DE RESULTADOS	77
6. CONCLUSIONES	84
BIBLIOGRAFIA	86

1. INTRODUCCION

Nuestra dieta es más variada que la de la mayoría de los animales y ello se debe fundamentalmente a la cultura. Esto permite que muchos alimentos se preparen previamente, de modo que el hombre pueda consumirlos. Así, el uso del fuego para cocinar y hacer digerible la comida ha sido uno de los mayores descubrimientos en la historia de la humanidad.

El segundo paso se dio con la domesticación de plantas y animales. La agricultura y la ganadería son el resultado de un proceso sumamente lento pero que garantizó el abastecimiento de alimentos. Posteriormente, los avances tecnológicos permitieron desarrollar sistemas de riego para obtener cosechas mayores y un mejor rendimiento de los suelos.

Toda esta evolución cultural ha hecho que el proceso de la alimentación humana sea cada vez más complicado. La producción o la obtención de los alimentos, su preparación y su consumo se enuncian fácilmente, pero si se recapitulan los pasos necesarios desde que un campesino siembra un grano de trigo hasta el consumo de una galleta, se comprenderá que en medio hay un largo proceso a base de tecnología que el grupo humano ha ido haciendo cada vez más complejo (21).

En la actualidad la industria galletera es considerada como una de las más importantes del país, debido principalmente a su alta producción y consumo popular.

La galleta tipo gaufrette, la cual interesa en este caso cubre un total de aproximadamente 10 % de la producción galletera. En 1984 su consumo fué de 3 500 toneladas, siendo su uso principal como suplemento en postres y helados y como complemento alimenticio para los niños (7).

Este tipo de galleta tiene muchos problemas para su manejo, debido a que es muy frágil y quebradiza, de tal manera que este trabajo pretende como objetivos:

- Realizar mejoras en las características tanto físicas como organolépticas de la galleta tipo gaufrette.

- Hacer un poco más dura la textura de la oblea, para evitar el exceso de desperdicio que se presenta con la fórmula estándar normalmente usada. Lo anterior no deberá cambiar las condiciones habituales de operación.

- Establecer la variación en la calidad de las nuevas formulaciones mediante un estudio de vida de anaquel.

2. GENERALIDADES

2.1 Descripción, función que desempeñan y especificaciones de la materia prima

2.1.1 Harina para elaboración de obleas

Es un producto extraído a partir de una clasificación y seleccionamiento de mezclas de trigos suaves y semiduros.

Geográficamente hablando, la variada cantidad de lluvia sobre los sembrados produce trigos de diferente dureza, a mayor cantidad de lluvia mayor suavidad del trigo. Aún cuando la semilla fuera de trigos fuertes, se puede obtener una cosecha de trigos suaves, siempre y cuando la cantidad de lluvia exceda de 30 pulgadas por año (10).

Los trigos duros son de consistencia fuerte, película envolvente fina y semitransparente, el grano se rompe sin aplastarse, produciendo un golpe seco al morderlo con los dientes.

Los trigos suaves semiduros son casi siempre blancos y opacos, aplastándose antes de partirse cuando son comprimidos en forma idéntica que los duros.

En forma general, se puede decir que de un trigo duro se obtiene una harina bastante áspera al tacto, mientras que de un trigo suave se obtiene una harina más blanda y suave. El trigo duro se caracteriza por tener un contenido relativamente más alto en proteínas, mientras que el trigo suave lo tiene relativamente menor (17).

Los trigos semiduros tienen una fuerza media y pueden ser mezclados con trigos débiles o fuertes sin afectar mucho la fuerza resultante de la mezcla. Estos trigos algunas veces contribuyen en el color, sabor o en un rendimiento más alto de la harina y a menudo son muy adecuados para la fabricación de harinas de levantamiento propio.

Los trigos blandos son generalmente débiles y adecuados para harinas para elaboración de galletas, en las cuales no se desea fuerza. Pueden mezclarse con trigos duros para reducir la fuerza general de la mezcla porque a menudo tienen excelente sabor y producen harinas de color agradable.

La harina para elaboración de obleas es de 1ª extracción, ya que se extrae de la parte del centro del grano. Por lo general, una harina de 1ª extracción contiene más cantidad de almidón y menor cantidad de proteínas, ya que la mayor cantidad de almidón se concentra en el centro del grano (endospermo). La harina de 2ª extracción se obtiene de las capas más externas del grano (afrecho o salvado), su contenido en almidón es menor y el de proteínas y minerales mayor al de la harina de 1ª extracción.

La harina para elaboración de obleas es una harina suave, con un tamaño de partícula fina y tersa al tacto; se utiliza en la elaboración de masas para obleas porque el producto final debe tener una textura suave y uniforme, fácil de cortar y al tacto no debe ser áspera. Las características que posee hace que sea indispensable para este uso (8, 10).

Las especificaciones de la harina para elaboración de obleas son (8):

a. Humedad	13.5 %
b. Proteína	10.0 ± 0.5 %
c. Cenizas	0.35 % (máximo)
d. Absorción	52 ± 1 %
e. Gluten seco	10.0 ± 0.5 %
f. Gluten húmedo	27.5 ± 2.5 %
g. Tenacidad	200 ± 25 U.B.
h. Extensibilidad	200 ± 25 mm.
i. Amilograma	370 U.B.
j. Color	94 agtron (mínimo)
k. Factor de esparcimiento	10.2 (mínimo)

A continuación se explicará cada una de las especificaciones de esta harina, su importancia, las cualidades que posee con respecto a otras y problemas que se tendrían en la elaboración de masas para obleas si no se cumplen dichas especificaciones.

a. Humedad: 13.5 %

La humedad es uno de los factores más importantes que afectan el aspecto económico y la calidad de las harinas. Como la cantidad en materia seca de una harina es inversamente proporcional a su contenido en humedad, la cantidad de agua es de gran importancia económica directa. Si consideramos la cantidad de harina utilizada anualmente, es fácil ver la diferencia de precio si la harina contiene 14.5 % de humedad en vez

de 13.5 % (7).

Por otro lado una humedad elevada del trigo almacenado, llevará a un rápido deterioro, dando menos harina, la cual -- tendrá una fuerte actividad enzimática. Esto ocasiona serios problemas por masas pegajosas, menos retención de agua, obleas pesadas y una textura áspera (8).

b. Proteína: 10.0 ± 0.5 %

La cantidad de proteína en una harina, así como su calidad, es en general considerada como una medida de su fuerza. Las proteínas de los trigos utilizados en la extracción de la harina para elaboración de obleas son relativamente bajas (8 - 11 % en base seca), en comparación con los trigos duros (11 - 14.5 % en base seca) (8). En general, la harina para elaboración de obleas se caracteriza por lo siguiente:

- Más baja cantidad de proteínas.
- Una absorción más baja.
- Menos almidón dañado.
- Un factor de esparcimiento máximo.
- Gluten más suave.

Si el contenido en proteínas de la harina utilizada en la elaboración de masas para obleas es mayor al 11 %, el producto terminado tendrá una textura áspera y dura, con problemas de pegado en placas (8, 9).

c. Cenizas: 0.35 % (máximo)

Es la materia mineral que contiene el trigo original. Esta materia mineral esta contenida en la harina del trigo, la cual consiste principalmente de fosfatos de calcio, magnesio y potasio.

Estas sales minerales las obtiene el trigo del suelo donde crece y se encuentran principalmente en el salvado y en germen (17).

El mantener uniforme el contenido de cenizas en una harina es una tarea bastante difícil debido a que los trigos varían según su clase, siendo los trigos blandos menos ricos en cenizas que los trigos duros. Sin embargo, y como es lógico suponer, las harinas de separación corta son de una calidad más alta. En este caso la harina para elaboración de obleas es de una separación corta y por lo tanto de buena calidad.

El contenido de cenizas nos indica el grado de refinamiento de una harina, esto se debe a la calidad del trigo utilizado para la extracción. Al aumentar el contenido de cenizas en una harina, la cantidad de proteínas también aumenta, debido a que las proteínas se concentran más en las capas fibrosas del trigo (17). El contenido de cenizas nos refleja la pureza de la extracción de la harina y esto depende del grado de extracción que se refiere al peso de la harina obtenida cuando se muelen cien partes de trigo (12).

Los grados normales de extracción o separación son:

	% de separación
1. Harina extracorta	40 - 60
2. Harina corta o 1ª patente	60 - 70
3. Harina patente corta	70 - 80
4. Harina patente media	80 - 90
5. Harina patente larga	90 - 95
6. Harina fuerte (completa)	95 -100

Cuanto más grande es el porcentaje de separación, mayor es el contenido de cenizas en la harina. La harina para elaboración de obleas se clasifica dentro de las harinas de 1ª patente por ser de 1ª extracción (8).

La utilización de una harina con elevado contenido de cenizas en la elaboración de obleas, da como resultado un producto con textura dura, áspera y resistente al corte.

d. Absorción: $52 \pm 1\%$

El porcentaje de absorción es un parámetro que nos indica de una manera no cuantitativa la cantidad de almidón dañado y el contenido de proteínas, sin embargo es un índice comparativo, ya que los trigos duros tienen una absorción mayor que los trigos suaves y semiduros (8, 20).

El almidón maltratado indica que el trigo ha sufrido una extracción más brusca y larga, debido a que la estructura del endospermo es mas compacta y fuerte. Para obtener una harina de trigos duros, su proceso de molienda es mas largo, por esta razón el almidón se daña más y por consiguiente su absorción

es mayor.

Por otro lado el contenido proteico de la harina es otro factor que interviene en la absorción. El gluten seco absorbe de 2 a 3 veces su peso seco en agua, siendo en gran parte el responsable de las propiedades de absorción de la harina de trigo (17).

El contenido de gluten en la harina, depende de la variedad del grano, precipitación pluvial promedio, fertilidad del terreno, área geográfica, etc. (10). Como se puede observar, el contenido de gluten es proporcional a la viscosidad de la mezcla, ya que al aumentar la absorción de la harina aumenta la viscosidad.

Se mencionó que las harinas extraídas a partir de trigos suaves y semiduros tienen un contenido de proteínas más bajo que las extraídas a partir de trigos duros, por tanto la absorción de una harina esta en función principalmente de su contenido de proteínas.

Los problemas que surgen al usar una harina con absorción alta son: viscosidad alta, oblea cruda, oblea pesada y textura dura.

e. Gluten seco: $10.0 \pm 0.5 \%$

El gluten seco está formado por las proteínas:

- a) Gliadina
- b) Glutenina

Son las proteínas que forman el gluten y son insolubles en agua. Estas, constituyen del 75 al 80 % del total de las proteínas del trigo (11, 17).

La calidad del gluten esta determinada por la habilidad de absorber y retener agua, así como la retención de CO_2 que levanta la masa a la hora de la cocción.

Una harina normal de trigo, contiene aproximadamente del 10.8 al 12.5 % de componentes de gluten seco. Las harinas de más corta separación contienen una cantidad menor de gluten, pero de mejor calidad que las harinas de más larga separación, extraídas del mismo trigo (6, 15).

Las proteínas juegan un papel muy importante en la elaboración del producto obleas, de tal manera que si el contenido de gluten seco es notablemente mayor al especificado, se tendrán problemas de viscosidad en la masa debido a su capacidad de retención de agua, dándonos un producto con textura dura y áspera al tacto.

f. Gluten húmedo: 27.5 ± 2.5 %

El gluten seco absorbe de 2 a 3 veces su peso en agua, ésto nos da como producto gluten húmedo, el cual nos da la característica del porcentaje de absorción de la harina, mientras más bajo sea su gluten húmedo más bajo será su porcentaje de absorción.

Como ya se sabe, las harinas extraídas a partir de trigos duros poseen un gluten más fuerte y tenaz (12). Su gluten

Son las proteínas que forman el gluten y son insolubles en agua. Estas, constituyen del 75 al 80 % del total de las proteínas del trigo (11, 17).

La calidad del gluten esta determinada por la habilidad de absorber y retener agua, así como la retención de CO₂ que levanta la masa a la hora de la cocción.

Una harina normal de trigo, contiene aproximadamente del 10.8 al 12.5 % de componentes de gluten seco. Las harinas de más corta separación contienen una cantidad menor de gluten, pero de mejor calidad que las harinas de más larga separación, extraídas del mismo trigo (6, 15).

Las proteínas juegan un papel muy importante en la elaboración del producto obleas, de tal manera que si el contenido de gluten seco es notablemente mayor al especificado, se tendrán problemas de viscosidad en la masa debido a su capacidad de retención de agua, dándonos un producto con textura dura y áspera al tacto.

f. Gluten húmedo: 27.5 ± 2.5 %

El gluten seco absorbe de 2 a 3 veces su peso en agua, esto nos da como producto gluten húmedo, el cual nos da la característica del porcentaje de absorción de la harina, mientras más bajo sea su gluten húmedo más bajo será su porcentaje de absorción.

Como ya se sabe, las harinas extraídas a partir de trigos duros poseen un gluten más fuerte y tenaz (12). Su gluten

húmedo es mayor comparado con harinas extraídas de trigos suaves. Esta característica esta interrelacionada con la viscosidad de la masa, mientras el gluten sea de harinas suaves, su viscosidad será baja en comparación con las harinas duras (utilizando la misma cantidad de agua y en las mismas condiciones), así mismo la solubilidad será mayor en harinas suaves.

Las harinas de trigos duros poseen un gluten más tenaz que las harinas de trigos suaves, ya que la tenacidad de una harina, tiene relación directa con la textura final del producto. Si una harina con gluten tenaz se utiliza en el proceso, la oblea saldrá dura y áspera, además de que se tendrán problemas con la viscosidad y dosificación, causando demoras en la producción (8).

g. Tenacidad: 200 ± 25 U.B.

Es una característica de fuerza que posee una harina de trigo al oponer una resistencia al corte, siendo esta resistencia de fuerza, medida en unidades brabender (18).

La tenacidad es una característica que posee toda harina de trigo, siendo diferente dependiendo del trigo que se utilice para la extracción. Por ejemplo, una harina de trigos suaves es poco tenaz y una harina de trigos duros es demasiado tenaz. Esto se debe a la calidad y origen del gluten (12).

Si en el proceso se utiliza una harina con alta tenacidad (harina de trigos duros), se obtendrá una oblea dura,

pesada, gruesa y áspera al tacto.

h. Extensibilidad: 200 ± 25 mm.

Es una característica de fuerza que posee una harina al soportar un elongamiento. Esta característica elástica es impartida por el gluten, siendo la proteína glutenina la que posee esta propiedad (3).

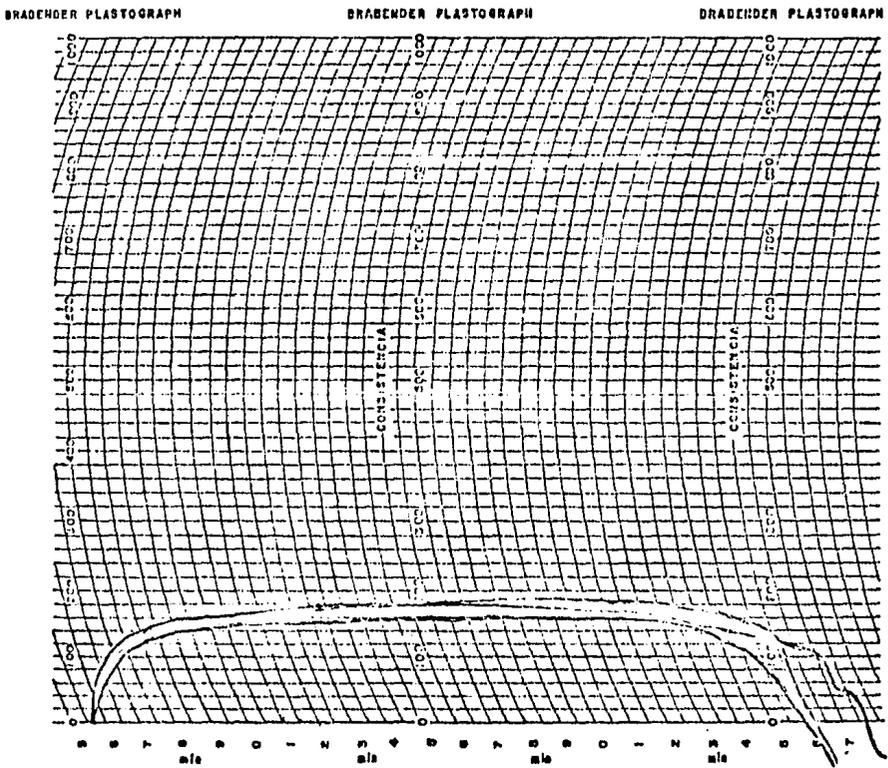
La harina de trigos suaves es demasiado extensible, mientras que la harina de trigos duros lo es muy poco, debiéndose ésto al origen y calidad del gluten. Las harinas de trigos duros poseen un gluten tenaz y muy poco extensible, por el contrario las harinas de trigos suaves poseen un gluten poco tenaz y demasiado extensible.

Existe una relación entre la extensibilidad de una harina y la textura del producto, ya que si una harina con una extensibilidad notablemente menor es usada, dará como resultado una oblea con textura áspera, dura, pesada y gruesa, teniéndose problemas de llenado de placas.

El extensógrafo es un aparato que mide la curva de resistencia a la extensión, estirando un pedazo de masa hasta que se rompe (18).

En seguida se presentan unas gráficas de extensos, las cuales nos darán a diferenciar una harina de trigos suaves y semiduros, utilizada en la elaboración de masas para obleas (gráfica número 1) de una harina de trigos duros (gráfica número 2).

TENACIDAD 150U.B.
EXTENSIBILIDAD 207 mm.



GRAFICA Nº 1

✓ TENACIDAD 670 U.B.
EXTENSIBILIDAD 97 mm.



GRAFICA N° 2

Interpretación de la curva:

a) Resistencia a la extensión (tenacidad).- Es el punto más alto de la curva después de 5 minutos de haber iniciado la prueba. Se mide en unidades brabender.

b) Extensibilidad.- Es la longitud total de la curva en milímetros.

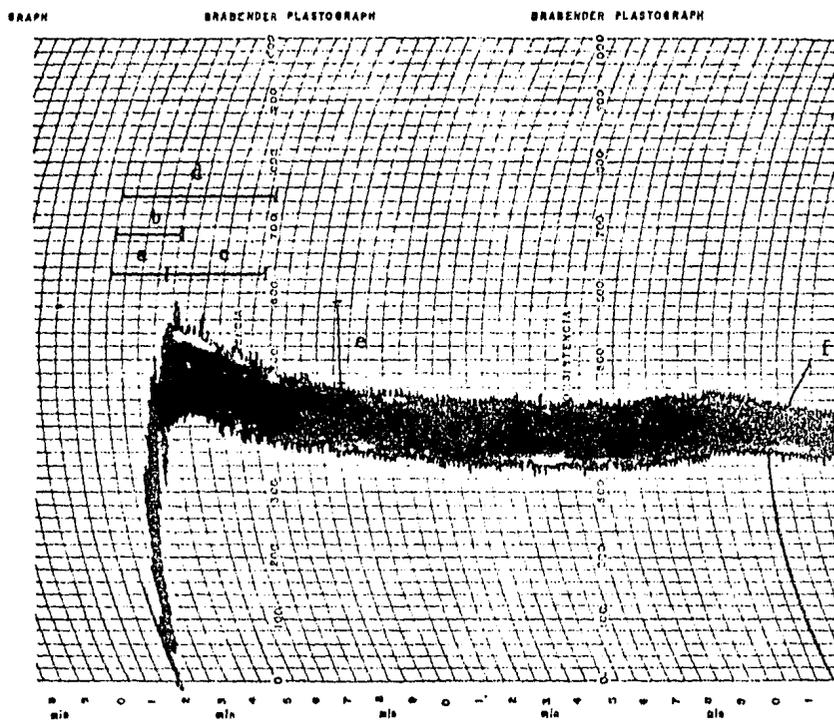
Como se puede ver, la gráfica número 1 muestra mayor extensibilidad que la gráfica número 2, debido a que la extensibilidad es una característica de las harinas extraídas de trigos suaves.

Por otro lado la gráfica número 1 muestra menor tenacidad que la gráfica número 2, ya que las harinas extraídas de trigos duros son más tenaces que las harinas suaves.

Las gráficas de farinos que se presentan a continuación nos darán a diferenciar una harina suave de una harina dura, ya que el farinógrafo mide y registra la resistencia al mezclado de una masa, además de determinar la estabilidad y otras características de la masa durante el mezclado, siendo éstas diferentes para una harina suave que para una harina dura.

La gráfica número 3 representa la harina utilizada en la elaboración de masas para obleas y la gráfica número 4 a la harina de trigos duros.

a) CONSISTENCIA	1'45"
b) DESARROLLO	2'10"
c) ÉSTABILIDAD	2'55"
d) ELASTICIDAD	4'40"
e) INDICE DE TOLERANCIA	125 U.B.
f) DECAIMIENTO	110 H.B.



GRAFICA N° 4

Interpretación de la curva:

a) Consistencia.- Es el tiempo transcurrido desde el comienzo de la adición de el agua, hasta el primer cruce de la curva con la línea de 500 U.B.

b) Desarrollo.- Es el tiempo transcurrido entre la primera adición de agua y el punto máximo de consistencia antes de empezar a decaer; en caso de que la curva se mantenga en el punto máximo por varios minutos, se toma el punto central de la parte plana. Si la curva tiene dos picos se toma el segundo para calcular el desarrollo.

c) Estabilidad.- Es la diferencia de tiempo entre el punto donde la curva intersecta por primera vez la línea de 500 U.B. y el punto donde la curva toca por última vez la misma línea.

d) Elasticidad.- Es el tiempo transcurrido desde el inicio de la curva hasta el último punto en que toca la línea de 500 U.B.

e) Índice de tolerancia.- Es la diferencia en unidades brabender entre el punto más alto de la curva y el punto más alto de la misma curva 5 minutos después.

f) Decaimiento.- Es la diferencia en unidades brabender entre la línea de 500 U.B. y el centro de la curva después de 20 minutos de haber agregado el agua.

Los puntos más importantes para el comparativo de la gráfica número 3 y la gráfica número 4 son los siguientes:

a) Consistencia, b) Desarrollo, c) Estabilidad, d) Elasticidad.

La harina para elaboración de obleas muestra mayor consistencia al amasado que la harina de trigos duros.

El desarrollo de la masa es más rápido en la harina de trigos duros debido a la cantidad y características del gluten, además de que es más estable al amasado debido a la fuerza en la estructura del gluten, ya que el gluten de la harina para elaboración de obleas es más débil y suave, por lo tanto con menor estabilidad (6).

La elasticidad de la harina de trigos duros es mayor, debido principalmente a la dureza y estabilidad al amasado.

i. Amilograma: 370 U.B.

El amilograma determina la actividad diastásica y el almidón dañado de la harina. Es medido en unidades brabender.

La actividad diastásica se refiere a la presencia de las enzimas alfa-amilasa y beta-amilasa, las cuales desdoblan el almidón de trigo básicamente en maltosa y dextrinas (3).

Un amilograma es alto, cuando la actividad diastásica de una harina es baja, por el contrario cuando un amilograma es bajo su actividad diastásica es alta. El amilograma tiene relación con el grado de separación de una harina, mientras la separación es más corta, su actividad diastásica y la cantidad de almidón dañado es menor, por lo tanto su amilograma es alto. Por esta razón se encuentran harinas con diferentes

amilogramas, aunque éstas sean extraídas del mismo trigo.

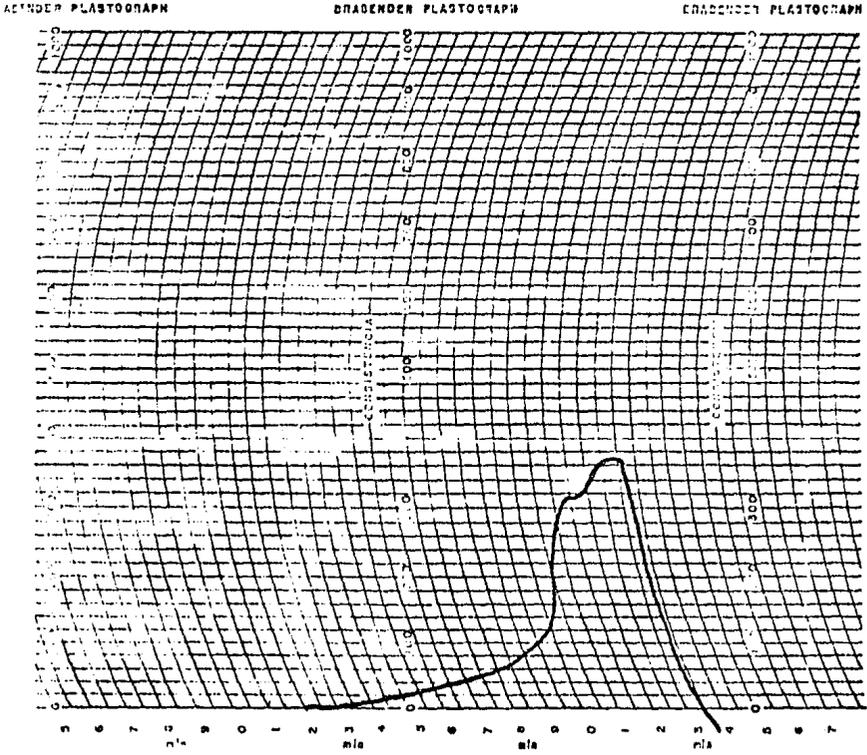
Amilograma	
Harina de 1ª extracción	alto
Harina de 2ª extracción	bajo

Si una harina con actividad diastásica alta fuese utilizada en la elaboración de obleas, se tendrán problemas de viscosidad alta, masa pegajosa debido a la maltosa y dextrinas desdobladas y la textura del producto será dura, áspera y con problemas de llenado y pegado en placas.

El amilógrafo determina la actividad enzimática de la alfa-amilasa por medio de la viscosidad de la harina en función de un incremento constante de temperatura. Esto es representado en una gráfica mediante una curva. La sección inicial de la curva, representa el período en el cual los gránulos de almidón empiezan a hincharse, siendo aún insuficiente este cambio como para registrar un aumento en la viscosidad. Pero como la temperatura aumenta gradualmente a una razón de 1.5°C por minuto, el hinchamiento de los gránulos se vuelve más pronunciado aumentando la resistencia a la torción y consecuentemente la viscosidad se incrementa hasta llegar a la viscosidad máxima donde los gránulos de almidón son desintegrados (18).

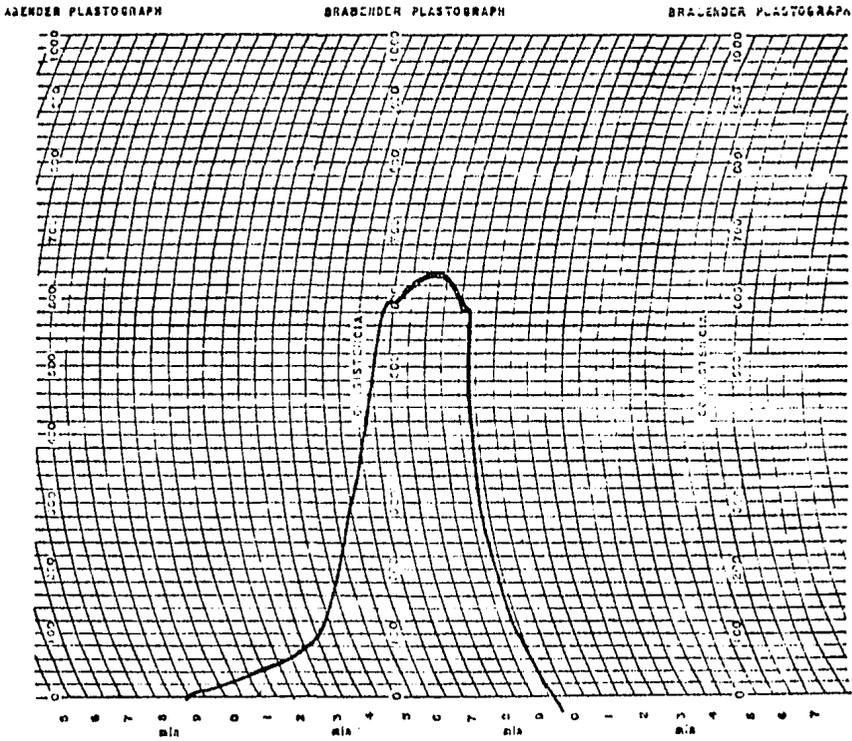
En seguida se presentan los amilogramas de la harina utilizada para la elaboración de masas para obleas (gráfica número 5) y de la harina de trigos duros (gráfica número 6).

AMILOGRAMA 370 U.B.



GRAFICA N° 5

AMIOGRAMA 640 U.B.



GRAFICA N° 6

j. Color: 94 agtron (mínimo)

Es un indicador que nos determina el grado de separación de una harina. Su principio se basa en el de la reflexión de la luz; mientras su valor es alto significa que la harina es blanca y cuando es bajo, crema. La escala del reflectómetro va del 0 al 100 en unidades agtron.

Cuando el valor de una harina es bajo, significa que su contenido en minerales y proteínas es alto, por el contrario si es alto significa que su contenido en minerales y proteínas es bajo. Como se dijo anteriormente, los minerales y proteínas se concentran en las capas externas del grano, ésto nos da una idea del grado de separación de una harina. Aunque lo anterior no es cuantitativo, es de gran ayuda para mejorar la calidad de extracción durante la molienda del trigo.

Las harinas de 1ª extracción, siempre son más blancas y su valor es alto, debido a que la separación es más corta. Las harinas de 2ª extracción siempre son de valor más bajo, debido a que la harina que se obtiene es siempre de las capas más externas del grano (7).

Si una harina con valor considerablemente más bajo al estándar es utilizada en la elaboración de masas para obleas, causará problemas como viscosidad alta (por mayor contenido de proteínas), porcentaje de absorción alto, masa pesada, oblea dura, pesada y áspera.

Por esta razón es importante para los molineros, controlar los grados de extracción de las harinas, mediante

el indicador de color.

k. Factor de esparcimiento galletero: 10.2 (mínimo)

El factor de esparcimiento, se refiere a una prueba de horneado que sufre la masa para determinar su esponjamiento. Esta prueba es útil para evaluar si una harina es apta para sufrir una leudación máxima (9).

Las harinas de trigos suaves tienen un factor de esparcimiento mayor que las harinas de trigos duros, debido a que las harinas de trigos suaves tienen:

- Más bajo contenido de proteínas.
- Una mínima cantidad de almidón dañado.
- Esparcimiento máximo.
- Tolerancia al amasado relativamente baja.
- Granulación más fina.
- Gluten más blando.

Si una harina con un factor de esparcimiento bajo es utilizada en la elaboración de obleas, se tendrá que agregar mas cantidad de agentes leudantes para lograr la textura y volumen adecuados de la obles. Además se notará que la oblea saldrá un poco pesada, dura, áspera y con problemas de llenado de placas.

Mientras mayor sea el factor de esparcimiento, se obtendrán obleas con una textura más suave y fina, con buen volumen.

2.1.2 Fécula de maíz

Es un producto extraído a partir del grano de maíz. La extracción se lleva a cabo mediante un proceso de molienda; posteriormente el almidón es arrastrado por medio de agua, la cual se separa por decantación, secando el almidón precipitado (8).

Las características de la fécula de maíz son:

- No es dulce, sino neutro.
- Insoluble en agua fría y alcohol.
- Forma pastas y geles en agua caliente.
- Por su viscosidad se emplea para espesar alimentos.
- Se puede hidrolizar en dextrinas y maltosas por acción enzimática.

Los gránulos de fécula de maíz son insolubles en agua fría; cuando se calientan con agua la absorben y se hinchan; este proceso se conoce con el nombre de gelatinización (12). El engrosamiento de los gránulos de la fécula dentro de las células, contribuye a formar cuerpos rígidos y tenaces (8).

Sus especificaciones son las siguientes:

Humedad:	11.5 - 12.5 %
Proteína:	0.4 % (máximo)
Cenizas:	0.5 % (máximo)
Grasa:	0.9 % (máximo)
pH:	5.0 ± 0.5

SO ₂	150 p.p.m. (máximo)
Solubilidad:	Insoluble en agua fría y alcohol.
Organoléptico:	Deberá tener color, olor y sabor - característico, así como una tex-- tura rechinante al apretarse con - los dedos.
Granulación:	Malla # 20 : 2.3 % Malla # 24 : 16.5 % Recibidor : 79.4 %

En el proceso de elaboración de obleas, la fécula de maíz es utilizada para reducir el contenido de proteínas en la carga total, a la vez que ayuda a inhibir el desarrollo del gluten regulando la viscosidad de la masa.

La fécula le imparte a la oblea consistencia, evitando que se despostille o se quiebre en el manejo, además le imparte buena textura. Es un agente que absorbe humedad para lograr una viscosidad adecuada para el transporte de la masa.

Un exceso de fécula de maíz en la masa de obleas, ocasionará en el producto una textura dura y áspera al tacto, con peso de más. Si no se usara la fécula, se obtendría una oblea frágil, quebradiza y con peso de menos.

Por otro lado, es importante el control de la humedad de la fécula de maíz, ya que si es notablemente mayor a lo especificado, la oblea saldrá incompleta debido a que se depositarán menos sólidos en las placas (8).

Na ₂ CO ₃	0.9 % máximo.
Solubilidad	1 gr./10 ml. de agua.
Mat. no volátil	63.1 %.
Mat. insoluble	0.01 % máximo.
Granulometría	Malla # 100 = 24.0 % máx. Malla # 160 = 12.0 % máx. Malla # 200 = 16.0 % máx. Recibidor = 45.0 % mín.
Organoléptico	Color y olor característico que se compara contra un estandar. Libre de contaminación.

b. Bicarbonato de amonio (NH₄HCO₃).

Produce un gas leudal y no requiere catalizador para hacerlo reaccionar, además actúa principalmente en el horneo y no en el mezclado. Su sobreuso puede ser desagradable (19).

Su reacción es la siguiente:



Sus especificaciones son:

Solubilidad	5 gr./120 ml. de agua.
Nitrógeno	17.0 ± 1 %.
Amoniaco	21.0 ± 1 %.
Mat. no volátil	0.1 % máx.
Mat. insoluble	0.005 % máx.
Organoléptico	Color y olor característico que se compara contra un estandar. Libre de contaminación.

2.1.4 Agua

Es utilizada como vehículo disolvente de los ingredientes agregados para la elaboración de masas para obleas.

Si se tiene una alta proporción de agua, se depositará el mismo volumen de masa en las placas, quedando menos sólidos remanentes y por tanto el peso de la oblea será menor. Si se tiene una baja proporción de agua en la masa, se tendrá un peso mayor en la oblea.

Una dureza extrema en el agua (50 - 100 p.p.m.), no favorece al proceso, ya que se obtiene una masa densa, pesada y pegajosa, que da como resultado una oblea dura, pesada, con textura áspera que tenderá a pegarse en las placas.

Es deseable agua suave, ya que se estabiliza la viscosidad de la masa, además de que la oblea se obtiene dentro de las especificaciones de calidad.

Cuando el pH del agua es altamente alcalino, la viscosidad de la masa es alta, dando los mismos problemas que con el agua dura. Si por el contrario el pH es ácido, su viscosidad bajará, obteniéndose un producto quebradizo, con textura débil que dará problemas en el manejo operativo de producción (8).

Por otro lado, la temperatura del agua es muy importante para el proceso. El agua debe ser utilizada a una temperatura de $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$, ya que a esta temperatura se estabiliza la viscosidad de la masa, evitando el desarrollo del gluten y el engrosamiento del almidón. Si el agua fuera utilizada a una

temperatura considerablemente mayor, el gluten se desarrollará y los granos de almidón se hincharán, aumentando la viscosidad de la masa (8).

Sus especificaciones son:

Alcalinidad	220 p.p.m. máximo.
Cloro libre	0.2 - 0.6 p.p.m.
Dureza total	18 p.p.m.
Fosfatos	0.0
Cloruros	625 p.p.m.
Sulfitos	0.0

2.1.5 Manteca

a. Manteca para elaboración de obleas

Es un producto extraído del frijol de soya o del coco. Su uso principal en las masas para obleas es actuar como cobertura sobre las proteínas gliadina y glutenina, evitando el desarrollo del gluten durante el amasado, además ayuda a lograr un equilibrio en la viscosidad al inhibir el desarrollo del gluten (8).

Por otro lado, actúa como lubricante dentro de la masa, ya que evita que la oblea se pegue en las placas y sea expulsada sin ninguna dificultad (2).

b. Manteca para relleno

La grasa que se utiliza en el proceso de elaboración de cremas, permanece plástica a través de una amplia escala de

temperaturas, por lo cual da una grasa suave, tersa y a la vez fácil de manejar en la operación de embarrado. Esto tiene relación con el grado de insaturación de la grasa, ya que una grasa insaturada da una grasa suave, tersa y con punto de fusión bajo (8).

Si se utilizara una grasa con punto de fusión alto, su manejo sería difícil debido a su dureza, además de que la sensación en el paladar sería cebosa, quedando sólidos de grasa sin disolver.

La grasa para relleno puede ser 100 % de soya, 100 % de coco o 50 % soya - 50 % coco.

Sus especificaciones al igual que la de la manteca para obleas son:

Punto de fusión	42 ± 1°C.
Punto de congelación	31 ± 1°C.
Índice de peróxido	0.4 % (máximo).
% A.G.L.	0.06 % (máximo).
% de aire	15 - 18 %.
% de humedad	0.0
Olor, sabor y color	característico.
Turbidez	negativa.

2.1.6 Azúcar blanca

La sacarosa que normalmente se denomina azúcar es el edulcorante base de la industria galletera. Por esta razón es utilizada en cremas por su poder edulcorante. El azúcar blanca

debe ser tamizada, para obtener una mejor textura en la crema.

Las especificaciones del azúcar utilizado en la elaboración de cremas son:

Pureza	99.8 % mínimo.
Humedad	0.20 % máximo.
Cenizas	0.05 % máximo.
Solubilidad	1 gr./0.5 ml. de agua fría. 1 gr./170 ml. de alcohol. 1 gr./0.2 ml de agua caliente.
Transmitancia	95 % mín. (sol. al 50 %).

2.1.7 Lecitina

La lecitina es uno de los pocos agentes naturales comestibles que posee tensión interfásial y es soluble en aceite, por ello se aplica mucho como agente humectante en sistemas que contienen aceites y grasas. Por esta razón se utiliza en cremas, ya que la mantiene con una textura tersa y manejable para el proceso de embarado (2).

La lecitina proporciona más absorción y da como resultado una crema más tersa y suave, que es menos susceptible al endurecimiento, haciendo posible una reducción en el contenido de grasa.

Cualquier exceso de lecitina en cremas para obleas, traerá problemas en el proceso de embarado, ya que la crema se suavizará demasiado, provocando variaciones en el peso. La

falta de lecitina traerá como consecuencia un manejo difícil en la empaquetadora, pegándose el sandwich formado, además de que la crema se endurecerá y se convertirá en polvo al pasar el tiempo, viéndose disminuida la vida de anaquel del producto.

Sus especificaciones son las siguientes:

Humedad	1.0 % máximo.
Nitrógeno	0.8 %.
Fósforo	2.1 %.
Solubles en acetona	37.0 %.
Insolubles en éter	0.2 % máximo.

2.1.8 Emulsificante comercial

Aunque el sistema de las cremas no es agua-aceite, se requiere formar un producto donde los ingredientes deben estar en atracción homogénea.

El emulsificante comercial ayuda, al igual que la lecitina, a que el azúcar y la grasa se enlacen, evitando el desmoronamiento del azúcar.

El emulsificante comercial es un diglicérido formado por los ácidos grasos láctico y esteárico (2).

Sus especificaciones son:

Apariencia	polvo higroscópico color café claro.
Nº ácido	70 - 95

Nº éster	135 - 165
Nº saponificación	210 - 250
Humedad	1.5 % máximo.
Punto de fusión	47 - 53°C.

2.1.9 Sal refinada

La sal es un realzador de sabor, que además alarga la vida de los sabores utilizados, permitiendo que éstos se mantengan firmes en la crema (4).

Sus especificaciones son:

NaCl	99.5 % mínimo.
Ca ⁺⁺	0.01 % máximo.
Mg ⁺⁺	0.001 % máximo.
SO ₄ ⁼	0.20 % máximo.
Humedad	0.20 % máximo.
Densidad aparente	1.15 gr./l.
Granulometría	Malla # 100 = 90 %
KIO ₃	15 - 30 p.p.m.
Mat. insoluble en agua	0.05 % máximo.

2.1.10 Colores y sabores

Los colores son utilizados principalmente para impartirle al producto el color respectivo a la oblea y a la crema, dependiendo del sabor a preparar. Esto mejora la apariencia del producto terminado.

Los sabores son líquidos usados para impartir el sabor característico deseado. Estos pueden ser aceites esenciales o emulsiones, dependiendo del origen y del proceso de obtención.

La cocoa es utilizada en las cremas de chocolate para impartirle su sabor característico.

Las especificaciones de la cocoa son:

E. coli	negativo.
pH	5.0 - 5.5
Humedad	menos del 4 %
Grasa	12 - 14 %
Granulometria	Malla # 206 = 94-96 %.

2.2 Descripción general del proceso de elaboración de la galleta tipo gaufrette

OBLEA.- Es producida mediante la mezcla de varios ingredientes para así producir una masa, la cual se transfiere por medio de dosificación a las placas del horno. La temperatura del horneado es de 150-200°C.

CREMA.- Se obtiene mediante un proceso de cremado, donde los ingredientes utilizados le proporcionan sabor, textura y color a la crema.

HORNOS.- Tienen como función darle cocimiento adecuado a la oblea. El tiempo de cocimiento es de 2-2.15 minutos.

Todos los hornos cuentan con 4 quemadores superiores y 4 inferiores. El combustible utilizado es gas natural.

Cada horno contiene un soplador de aire, colocado paralelamente al tubo dosificador de masa. Este soplador, por medio de presión de aire desprende las obleas del horno y el chicharrón formado durante el horneado.

RECIBIDOR.- Cada horno posee un receptor de oblea, el cual cuenta con 3 pares de poleas con sus bandas respectivas, que al girar dirigen la oblea hacia la banda transportadora.

BANDA TRANSPORTADORA.- Esta banda transporta la oblea hasta la máquina embarradora. Durante el transporte, la oblea es enfriada casi a la temperatura ambiente, disipándose la humedad que contiene al salir del horno.

EMBARRADORA.- La embarradora posee un rol mayor, el cual unta la crema por contacto con la oblea. Además contiene un rol menor que proporciona la crema necesaria al rol mayor. La manera de regular la cantidad de crema que se debe aplicar, se lleva a cabo por medio de una cuchilla, la cual se mueve por medio de unas perillas que están en sus extremos, regulando la amplitud de la cuchilla con respecto al rol mayor. La amplitud debe ser uniforme a lo largo de este rol, para que la cantidad de crema untada sea uniforme en toda la oblea.

FORMADORA DE SANDWICH.- Trabaja por medio de una fotocelda que acciona a la embarradora para que ésta se levante de su nivel y así deje pasar una oblea sin que sea embarrada. A su vez acciona la fotocelda de la formadora de sandwich para que sus brazos se cierren, dejando caer una oblea sobre otra que ha sido untada, formando así el sandwich.

ROL COMPACTADOR.- Su función principal es la de comprimir el sandwich formado, para que la crema se adhiera con más fuerza a la oblea.

BANDA TRANSPORTADORA.- Transporta los sandwiches formados hacia las máquinas cortadoras, las cuales son alimentadas manualmente. El sandwich es enfriado a la temperatura ambiente durante el tiempo de transporte.

CORTADORA.- Corta el sandwich formado por medio de alambres inoxidable. El corte se efectúa en un movimiento horizontal y en otro vertical, de tal manera que forme la galleta del tamaño requerido.

MAQUINAS FORRADORAS.- Su función es formar paquetes con las galletas, de modo que el paquete este completamente cerrado para evitar que la oblea absorba humedad.

El material utilizado para empaque es el polipropileno, el cual al pasar por las mordazas recibe un calentamiento que sella al momento que la mordaza ejecuta el corte.

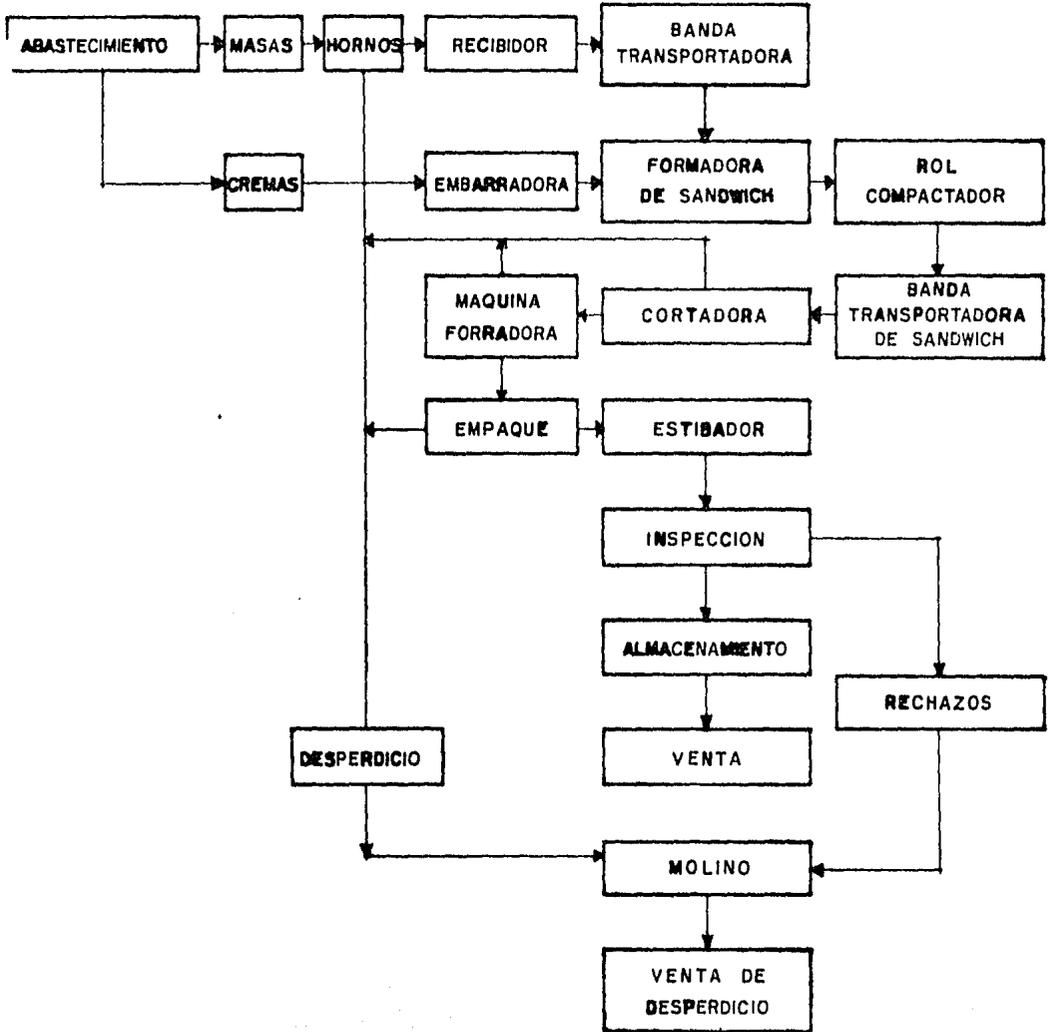
CONTROL DE CALIDAD.- Se encarga de que la producción que entra a bodega se encuentre dentro de las especificaciones establecidas en el producto, asegurando así que la producción tenga buena calidad.

Para cumplir esta función, existe la inspección del producto terminado, la cual se realiza mediante un sistema de muestreo al azar. Se toman 3 cartones por cada tarima de producto terminado, el primer cartón se toma de la parte de abajo, el segundo del centro y el tercero de la parte superior de la tarima. Esto se hace para darle seguimiento a la producción y que el muestreo sea representativo. Si de 3 cartones 2 están fuera de las especificaciones, la tarima es rechazada.

En cualquiera de los casos este muestreo puede llevarse a cabo varias veces a petición del Jefe de Producción, si éste tiene dudas del muestreo.

ALMACENAMIENTO.- Los productos elaborados, después de ser empacados y estibados son almacenados, primeramente en el Departamento de Producción mientras se autoriza su pase a bodega. La producción autorizada para bodega, debe pasar en el mismo turno que se produjo.

2.3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO.



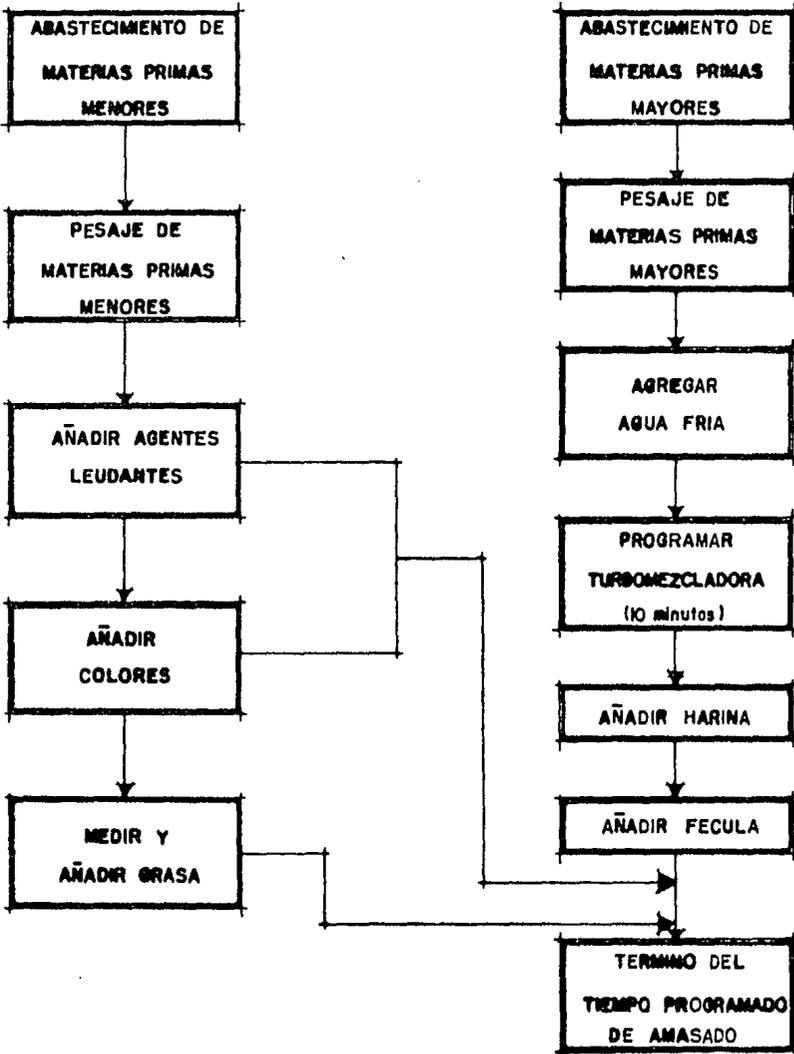
3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Proceso de elaboración de masas para obleas

1. Abrir la llave de agua fría para que sea descargada en la turbomezcladora. El agua es medida por medio de una lamini-lla que se encuentra soldada en el interior de la turbo-mezcladora, la cual indica el nivel al que debe llegar el agua descargada. Cuando la cantidad de agua sea la requeri-da, cerrar la llave de paso.
2. Pesar los agentes leudantes y el color respectivo.
3. Programar el tiempo total de amasado, colocando manualmente el tiempo requerido en el reloj marcador. En seguida se debe encender la turbomezcladora, empezando a transcurrir el tiempo programado (10 minutos).
4. Agregar la harina a la turbomezcladora, en forma manual y lentamente, evitando la formación de grumos.
5. Pesar y agregar la fécula necesaria de acuerdo a la formu-lación.
6. Agregar los agentes leudantes y el color respectivo.
7. Agregar la grasa.
8. Dejar agitando hasta que el tiempo total programado sea consumido, apagándose automáticamente la turbomezcladora.
9. Abrir la compuerta de la turbomezcladora, descargándose la masa en los depósitos de alimentación de los hornos.

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE MASAS PARA OBLEAS



3.3 Propiedades fisicoquímicas de la masa

Densidad 1.30 - 1.40 gr./l.

pH 7.0 - 7.8

% de sólidos 40.0 %.

3.4 Condiciones de operación

Temperatura del agua $15 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tiempo total de amasado 10 minutos.

Temperatura final de la masa 20°C .

3.5 Transporte de la masa hasta los hornos

1. Abrir la compuerta de la turbomezcladora para que la masa - sea descargada a los depósitos.
2. Abrir las válvulas de la tubería de los depósitos, circulando la masa hasta la bomba.
3. Encender la bomba.
4. Transportar la masa hasta la tubería que alimenta la tolva del horno. Esta tubería contiene una válvula de paso, que cuando la masa es bombeada se abre para que la masa caiga por gravedad a la tolva, la cual contiene un colador metálico que ayuda a evitar el paso de grumos formados en la masa.

La masa que se encuentra en la tolva se bombea hasta los

tubos dosificadores que estan ensamblados en los hornos, dosificando la masa a cada una de las placas del horno.

5. Cerrar la válvula de alimentación cuando la tolva se encuentre completamente llena, recirculándose la masa hasta los depósitos, para que sea nuevamente transportada hacia los hornos.

3.6 Equipo necesario para la elaboración de masas

1. Turbomezcladora.
2. Báscula para pesar fécula.
3. Báscula para el pesaje de ingredientes menores.
4. Bomba para masas.
5. Recipiente para medir grasa.
6. Recipiente para pesar fécula.
7. Recipiente para pesar ingredientes menores.

3.7 Control de las variables del proceso

1. Verificar que el cocimiento de la oblea sea uniforme evitando que salga cruda o quemada. Para evitar esta variación en el cocimiento, se debe regular la temperatura, abriendo o cerrando manualmente las válvulas de gas y aire, o regulando la velocidad del horno.
2. Verificar el peso de la oblea de acuerdo al estándar. Si

el peso es menor, se debe aumentar la cantidad de masa dosificada. Por el contrario si el peso es mayor se deberá disminuir la cantidad de masa dosificada.

3. Cuidar que no se peguen las obleas en las placas del horno. Esto puede deberse al sobrecalentamiento de las placas o a falta de calor.

Para evitar la variación anterior se puede hacer lo siguiente:

Si la oblea sale cruda:

- a. Aumentar la temperatura del horno.
- b. Agregar mas grasa en cada amase.
- c. Agregar grasa líquida en las placas.

Si la oblea sale quemada:

- a. Disminuir la temperatura del horno.
- b. Agregar grasa líquida en las placas.

4. Destapar las boquillas del tubo dosificador y lavarlo con agua, cuando la masa no fluya libremente por el tubo, evitando que se tapen.

Las causas de que las boquillas se tapen pueden ser:

- a. Tiempo de amasado mayor al estándar, ocasionando el desarrollo del gluten y aumento en la viscosidad de la masa.

- b. Temperatura del agua utilizada mayor al estándar, ocasionando el desarrollo del gluten y la hidratación de los gránulos del almidón, dando como resultado un aumento en la viscosidad de la masa.

- c. Limpieza inadecuada del tubo dosificador.
- d. Coladores metálicos de la tolva del horno que no fueron colocados para evitar el paso de grumos al tubo dosificador.
- e. Mayor porcentaje de proteínas en la harina utilizada en la elaboración de masas, aumentando la viscosidad de la masa.
- f. Mayor porcentaje de absorción en la harina utilizada en la elaboración de masas, aumentando la viscosidad de la masa y propiciando la formación de grumos.

Las posibles soluciones pueden ser:

- a. Disminuir ligeramente el tiempo de amasado para evitar el desarrollo del gluten.
 - b. Utilizar el agua a una temperatura de 10 - 12°C.
 - c. Lavar el tubo dosificador cuando menos una vez por turno.
 - d. Colocar los coladores metálicos previamente limpios, antes de llenar la tolva con la masa preparada.
 - e. Aumentar ligeramente la cantidad de agua en cada amase.
5. Si la oblea sale incompleta se debe deshechar. Este problema puede deberse a la falta de masa dosificada o a la mala calibración de las placas, por lo que se deberá revisar varias vueltas la placa o placas que den obleas incompletas y así estar seguros si el problema es debido a la calibración de las placas o a la falta de masa dosificada.

6. Mantener lleno el depósito de almacenamiento de masa, para evitar demoras en la producción.
7. Cuando la oblea sale muy delgada, con peso de menos y frágil, puede deberse a falta de fécula.
8. Si la oblea sale dura, con textura rasposa, peso de más y con alta resistencia al corte, puede deberse a un bajo contenido de proteínas en la harina utilizada. Este problema se puede solucionar, disminuyendo de 1 a 2 Kg. de fécula y agregando de 20 a 40 gr. más de bicarbonato de sodio, además de disminuir el tiempo de amasado.
9. Aumentar la cantidad de masa dosificada a las placas del horno, si la oblea sale incompleta y con peso de menos.
10. Disminuir la cantidad de masa dosificada a las placas del horno, si se obtiene mucho chicharrón y peso de más en la oblea.
11. Agregar un poco más de bicarbonato de sodio cuando la oblea salga cruda. Esto siempre y cuando la relación de porcentaje de sólidos del amase, viscosidad, cantidad de masa dosificada y calibración de placas esten en condiciones óptimas.
12. Si la oblea sale quemada, puede deberse a que el amase contiene un alto porcentaje de agua y su contenido de sólidos esta por debajo del estándar, debiéndose agregar más harina para regular el porcentaje de sólidos.
13. Si la oblea sale delgada, es necesario agregar más bicarbonato de sodio para que la oblea esponje.

NOTA.- Las variaciones anteriores son si suceden siempre y cuando los hornos esten trabajando a una velocidad normal y con una temperatura adecuada. Si no es así, las variaciones de la oblea no son debido a los amases preparados, sino a que las condiciones de operación del equipo no son las adecuadas.

14. Cuando existen variaciones en el color del producto, se puede deber a las siguientes causas:

a. A un sobrecalentamiento de las placas del horno, provocando que la oblea salga quemada o con un tono más oscuro, siendo necesario ajustar la temperatura del horno para uniformar el color de la oblea.

b. Un error en el pesaje del color a utilizar.

c. A una mala disolución del color, dando un color claro. Esto se podrá solucionar dando más tiempo de amasado para disolver el color, sin afectar la textura de la masa.

d. Un error en el pesaje de agentes leudantes, ocasionando una variación en el pH y por tanto en el color de la oblea.

3.8 Proceso general de encendido de hornos

1. Quitar el tubo dosificador del horno, lavarlo con agua y volver a colocarlo en su lugar, ajustándolo correctamente.
2. Oprimir el botón de arranque de las cadenas del horno y encender los extractores para eliminar los gases de combustión formados.

3. Una vez que las placas se ponen en movimiento, abrir las válvulas de gas y aire y encender el horno manualmente con una antorcha. Ajustar en forma manual el flujo de gas y aire para lograr una óptima combustión, obteniéndose una llama completamente azul.
4. Cuando las placas se estén calentando, lubricar con grasa para relleno para evitar que las obleas se peguen.
5. Regular la temperatura de los hornos en forma manual, disminuyendo o aumentando el flujo de aire-gas.
6. Una vez que los hornos alcanzan la temperatura adecuada, oprimir el botón de arranque de la bomba de la masa para que fluya por la tubería que va a cada uno de los hornos.

Se deben hacer pruebas de cocimiento para saber si la temperatura del horno es la adecuada para obtener la oblea de acuerdo a las especificaciones.

7. Regular la velocidad de los hornos en forma manual.
8. Cuando se desea parar el equipo por fallas mecánicas, falta de masa, etc., se deben cerrar completamente las válvulas de aire y gas, dejando que se enfrien las placas en movimiento. Ya que se enfriaron, oprimir el botón para parar el horno.
9. Para regular la cantidad de masa dosificada, se debe ajustar manualmente la abertura de la llave. Este ajuste se deberá hacer con mucho cuidado para evitar obleas incompletas o producción excesiva de chicharrón.

3.9 Condiciones de operación de los hornos

Tiempo de cocimiento	2 minutos aprox.
Temperatura de la masa al dosificar	18°C.
Temperatura del horno	250 - 280°C.

3.10 Especificaciones de la oblea

Peso de 10 obleas	600 ± 20 gr.
pH	7.8 - 8.4
Dimensiones	Largo = 46.6 cm. Ancho = 29.2 cm. Alto = 0.4 cm.
Humedad	2.0 ± 0.5 %

3.11 Proceso de elaboración de cremas

1. Marcar al medidor de grasa la cantidad requerida en la formulación y colocar el tubo en la tina que sirve para transportar la grasa a la cremadora.
2. Abrir la válvula para que la grasa sea descargada a la tina, cuando esté llena, cerrar la válvula y agregar la grasa a la cremadora, y así sucesivamente hasta completar la cantidad requerida en la formulación.
3. Agregar a la cremadora los ingredientes menores tales como

sabores, realzadores de sabor, etc., dependiendo de la crema a producir.

4. Agregar la mitad de la lecitina.
5. Encender la cremadora para homogenizar los ingredientes. El tiempo aproximado es de 2 minutos.
6. Apagar la cremadora y agregar un bulto de azúcar en forma manual y lentamente. Creinar durante 2 minutos aproximadamente para que el azúcar se incorpore a los demás ingredientes.
7. Agregar los bultos restantes de azúcar de acuerdo a la formulación, siguiendo el procedimiento anterior.
8. Cuando todo el azúcar es agregado a la cremadora y se ha incorporado a los demás ingredientes, agregar la mitad de la lecitina restante y seguir cremando. Cuando la crema toma una textura adecuada, se debe cerrar la compuerta de la cremadora y abrir la válvula de aire para que se incorpore a la crema. La cremadora sigue funcionando hasta que la crema es totalmente alimentada a las embarradoras de cada uno de los hornos.
9. La crema se transporta por tubería hasta cada una de las máquinas embarradora. La presión de aire que alimenta a la cremadora, ayuda a que la crema se transporte libremente por la tubería y así alimenta a cada una de las máquinas embarradoras.

3.12 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
1.-	Abastecimiento de Materias Primas mayores.	
2.-	Almacenar Materias Primas mayores.	
3.-	Abastecimientos de Materias Primas menores.	
4.-	Almacenar Materias Primas menores.	
5.-	Pesar Materias Primas menores.	
6.-	Transportar Materias Primas ya pesadas al área de preparación.	
7.-	Pesar Materias Primas mayores.	
8.-	Abrir la llave del agua fría y agregarla a la turbomezcladora	
9.-	Medir el agua e inspeccionar que sea la requerida.	
10.-	Programar el tiempo total de amasado en el reloj marcador (10 minutos).	
11.-	Encender la turbomezcladora.	
12.-	Agregar manualmente en forma lenta un bulto de harina	
13.-	Inspeccionar que no se formen grumos.	
14.-	Agregar la fécula requerida en la formulación.	

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
15.-	Añadir los agentes leudantes y el color respectivo.	8
16.-	Agregar la grasa líquida.	9
17.-	Se deja amasar hasta que pare automáticamente la turbomezcladora.	10
18.-	Abrir la compuerta de descarga de la amasadora.	11
19.-	Descargar masa a los depósitos.	4
20.-	Abrir las válvulas de la tubería de los depósitos que van hasta la bomba.	12
21.-	Encender la bomba alimentadora de masa.	13
22.-	Bombear masa hasta los tubos alimentadores.	5
23.-	Lavar la tolva de masa y su malla metálica.	2
24.-	Ensamblar tolva y malla limpia en el horno.	14
25.-	Desensamblar el tubo dosificador de masa.	15
26.-	Lavarlo perfectamente.	16
27.-	Inspeccionar que quede bien limpio.	2
28.-	Abrir la llave del tubo alimentador de masa para llenar la tolva.	17
29.-	Regular manualmente la alimentación continua de masa a la tolva.	18

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
30.-	Inspeccionar que la tolva y el tubo dosificador queden bien ensamblados.	
31.-	Oprimir el botón de arranque de las cadenas del horno.	
32.-	Encender los extractores para eliminar gases de combustión.	
33.-	Abrir las válvulas de aire-gas.	
34.-	Encender manualmente los quemadores.	
35.-	Verificar que queden todos encendidos.	
36.-	Lubricar las placas del horno.	
37.-	Regular la temperatura del horno.	
38.-	Encender el botón de arranque del dosificador de masa.	
39.-	Realizar pruebas de cocimiento y hacer ajustes de velocidad y temperatura.	
40.-	Verificar que las obleas salgan bien cocidas o que no se quemen.	
41.-	Pesar las Materias Primas menores para cremas.	
42.-	Transportar las Materias Primas ya pesadas al área de preparación.	
43.-	Marcar al medidor de grasa la cantidad requerida en la formulación.	
44.-	Descargar la grasa medida a una tina.	

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
45.-	Transportar la grasa a la cremadora.	
46.-	Cerrar la válvula del depósito de grasa.	
47.-	Agregar los ingredientes menores.	
48.-	Agregar la mitad de la lecitina requerida en la formulación.	
49.-	Encender la cremadora y homogenizar, durante 2 minutos aproximadamente.	
50.-	Agregar lentamente el azúcar y homogenizar hasta incorporar completamente.	
51.-	Verificar la textura de la crema.	
52.-	Anadir la mitad de la lecitina restante.	
53.-	Verificar textura y consistencia de la crema.	
54.-	Ajustar la crema con mas lecitina, si es que está dura.	
55.-	Cuando se tenga una textura adecuada cerrar la compuerta de la cremadora.	
56.-	Alimentar 3-4 Kg/cm ² de aire a la cremadora.	
57.-	Se sigue cremando hasta que la crema sea totalmente descargada a las máquinas embarradoras.	
58.-	Transportar por la tubería la crema preparada.	
59.-	Abrir la válvula para descargar crema a las máquinas embarradoras.	

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
60.-	Encender la máquina embarradora y el sistema de bandas de los bornos.	
61.-	Transporte de las obleas hasta la máquina embarradora.	
62.-	Aplicación de la crema a la oblea realizándose los ajustes necesarios.	
63.-	Verificar la cantidad de crema embarrada.	
64.-	Hacer ajustes en el embarrado cuando existan variaciones de peso.	
65.-	Colocar automáticamente la tapa para formar el sandwich.	
66.-	Transportar el sandwich hasta el rol compactador.	
67.-	Compactar el sandwich.	
68.-	Los sandwiches se transportan por una banda cerca de la máquina cortadora.	
69.-	Transportar manualmente los sandwiches a la máquina cortadora.	
70.-	Alimentar manualmente los sandwiches a la cortadora.	
71.-	Cortar los sandwiches para formar galletas.	
72.-	Alimentar manualmente galleta a las cadenas de la máquina.	
73.-	Abastecimiento del material de empaque.	
74.-	Almacenar en el área de producción el material de empaque.	

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
75.-	Transportar los rollos de polipropileno a la máquina forradora.	
76.-	Transportar cartón y bolsas de polietileno al área de grapado y empapelado.	
77.-	Colocar el sello en la máquina forradora y verificar su colocación.	
78.-	La máquina forradora sella y forma el paquete.	
79.-	Inspeccionar que el paquete esté bien sellado.	
80.-	Grapar el cartón.	
81.-	Empapelar el cartón grapado.	
82.-	El cartón empapelado se coloca en la banda para su uso.	
83.-	Los paquetes formados se empaacan en el cartón.	
84.-	Doblar las solapas del cartón y engomarias.	
85.-	Cerrar el cartón.	
86.-	Ponerle al cartón el sello del día de elaboración.	
87.-	Estibar el cartón en tarimas.	
88.-	Control de Calidad inspecciona el producto terminado.	
89.-	Pasas a bodega la tarima de producción aceptada.	

Nº	DESCRIPCION	SIMBOLO
90.-	Almacenar el producto terminado.	
91.-	Embarcar.	
92.-	Producción rechazada por mal empaçado: se hacen las correcciones necesarias.	
93.-	Producto rechazado por mala elaboración: se saca el producto.	

N O M E N C L A T U R A	
OPERACION	
INSPECCION	
TRANSPORTE	
ALMACENAMIENTO	
OPERACION COMBINADA	

R E S U M E N	
Nº OPERACIONES TOTALES	54
Nº INSPECCIONES TOTALES	18
Nº TRANSPORTES TOTALES	10
Nº ALMACENAMIENTOS TOTALES	4
Nº OPERACIONES COMBINADAS	7
GRAN TOTAL	93

3.13 Desarrollo experimental para la obtención de la fórmula modificada

Mediante el seguimiento de los pasos del proceso de elaboración de masas para obleas (inciso 3.1), se probaron 16 formulaciones diferentes, 10 de ellas basadas en la adición de óxido de magnesio (MgO) y un emulsificante comercial a la fórmula estándar.

La introducción de óxido de magnesio (MgO) a la fórmula estándar, se basó principalmente a su utilización en una patente alemana para elaboración de obleas (14) y a su uso en varios trabajos relacionados con la galleta gaufrette (5, 22 23), siendo su función principal, dar un pH adecuado a la masa, mejorando el color y la textura de la oblea.

El emulsificante comercial fué utilizado, debido a que es uno de los más modernos que se aplican en la industria de las galletas, como acondicionador de masa, como agente de batido y como agente de aereación, lo cual redundo en el aumento de volumen y mejora notablemente la textura del producto final, además de que evita que la oblea se pegue en las placas del horno.

Las 6 restantes formulaciones se basaron en la fórmula estándar, solamente las cantidades de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) se vieron modificadas.

Las modificaciones de las formulaciones para elaboración de obleas fueron las siguientes:

Tabla N° 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bicarbonato de sodio (NaHCO ₃)	0.167%	0.167%	0.185%	0.185%	0.185%	0.185%	0.200%	0.200%	0.200%	0.200%
Bicarbonato de amonio (NH ₃ HCO ₃)	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%	0.009%
Oxido de magnesio (MgO)	0.004%	0.005%	0.005%	0.009%	0.009%	0.011%	0.009%	0.009%	0.011%	0.011%
Emulsificante ---		0.074%	0.074%	0.074%	0.120%	0.120%	0.074%	0.120%	0.120%	0.140%

NOTA: 0.004% de óxido de magnesio es el mínimo recomendado en la patente (14).
 0.074% del emulsificante comercial es el mínimo recomendado por los fabricantes (2).

Tabla N° 2

	11	12	13	14	15	16
Bicarbonato de sodio (NaHCO ₃)	0.185%	0.185%	0.200%	0.220%	0.230%	0.240%
Bicarbonato de amonio (NH ₃ HCO ₃)	0.018%	0.027%	0.027%	0.037%	0.046%	0.055%

A cada una de las formulaciones anteriores se les determinó pH de la masa directamente con potenciómetro, pH de la oblea la cual fué licuada con agua destilada y medido el pH con potenciómetro, humedad de la oblea (1) y peso de la oblea por medio de una balanza granataria.

Estas pruebas se realizaron inmediatamente después de su elaboración (ver tabla N° 1 de resultados).

De las 16 formulaciones se escogieron 2 que cumplieron con los estándares de calidad (ver tabla N° 2 de resultados).

Se corrió un lote de la oblea con crema de la fórmula estándar y de cada una de las 2 nuevas formulaciones encontradas como mejores, para cada uno de los 4 sabores (fresa, vainilla, chocolate y naranja) y se empacaron con la envoltura de polipropileno normalmente usada.

Tanto las 2 nuevas formulaciones como el estándar, fueron almacenadas a condiciones normales por 60 días, que es el promedio de vida útil fijado en este trabajo para la galleta. Para saber si las nuevas formulaciones eran mejores que el estándar, se realizó una evaluación sensorial, cuya hoja tenía el siguiente formato:

NOMBRE _____ FECHA _____

INSTRUCCIONES:

Marque con una cruz el término que le parezca más apropiado en comparación con el estándar.

APARIENCIA	TEXTURA	COLOR
<input type="checkbox"/> totalmente diferente (+)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (+)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (+)
<input type="checkbox"/> muy diferente (+)	<input type="checkbox"/> muy diferente (+)	<input type="checkbox"/> muy diferente (+)
<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (+)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (+)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (+)
<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (+)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (+)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (+)
<input type="checkbox"/> igual	<input type="checkbox"/> igual	<input type="checkbox"/> igual
<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (-)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (-)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (-)
<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (-)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (-)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (-)
<input type="checkbox"/> muy diferente (-)	<input type="checkbox"/> muy diferente (-)	<input type="checkbox"/> muy diferente (-)
<input type="checkbox"/> totalmente diferente (-)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (-)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (-)
SABOR	BRILLO	OLOR
<input type="checkbox"/> totalmente diferente (+)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (+)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (+)
<input type="checkbox"/> muy diferente (+)	<input type="checkbox"/> muy diferente (+)	<input type="checkbox"/> muy diferente (+)
<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (+)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (+)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (+)
<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (+)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (+)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (+)
<input type="checkbox"/> igual	<input type="checkbox"/> igual	<input type="checkbox"/> igual
<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (-)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (-)	<input type="checkbox"/> ligeramente diferente (-)
<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (-)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (-)	<input type="checkbox"/> moderadamente diferente (-)
<input type="checkbox"/> muy diferente (-)	<input type="checkbox"/> muy diferente (-)	<input type="checkbox"/> muy diferente (-)
<input type="checkbox"/> totalmente diferente (-)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (-)	<input type="checkbox"/> totalmente diferente (-)

Esta hoja fué dada a 7 jueces entrenados, los cuales cada 10 días durante los 60 días de almacenaje, evaluaron cada formulación con sus 4 sabores para cada una de las diferentes características a evaluar con respecto a la formulación estándar, cuyo tiempo de elaboración era igual al de las 2 nuevas formulaciones.

Se dieron valores de 0 al término igual al estándar, -1 si era ligeramente diferente (-), -2 moderadamente diferente (-), -3 muy diferente (-), -4 totalmente diferente (-), +1 ligeramente diferente (+), +2 moderadamente diferente (+), +3 muy diferente (+) y +4 totalmente diferente (+).

Por medio del método de rango (13) se analizaron los resultados obtenidos (ver tablas de resultados N° 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

4. RESULTADOS

4.1 Fisicoquímicos

Los resultados obtenidos de las 16 formulaciones fueron:

Tabla N° 1

Fórmula	pH masa	pH oblea	Humedad oblea	Peso oblea
estándar	7.3	8.1	2.2 %	60.3 gr.
1	7.0	7.9	1.9 %	57.3 gr.
2	7.1	7.9	1.9 %	57.9 gr.
3	7.1	7.9	2.0 %	58.2 gr.
4	7.1	8.0	2.0 %	58.4 gr.
5	7.2	8.0	2.1 %	59.0 gr.
6	8.2	9.0	2.8 %	64.3 gr.
7	7.2	8.0	2.1 %	59.2 gr.
8 (F ₂)	7.5	8.2	2.3 %	60.5 gr.
9	8.3	9.2	2.9 %	65.3 gr.
10	8.3	9.3	3.1 %	66.1 gr.
11	7.0	7.8	1.8 %	55.0 gr.
12	7.0	7.9	1.9 %	57.2 gr.
13	7.1	7.9	1.9 %	57.9 gr.
14	7.2	8.0	2.0 %	59.1 gr.
15 (F ₁)	7.4	8.1	2.2 %	60.4 gr.
16	7.8	8.4	2.5 %	61.9 gr.

F₁ = fórmula 1 F₂ = fórmula 2

De acuerdo a la tabla N° 1, los valores de pH de la masa, pH de la oblea, humedad de la oblea y peso de la oblea que se

acercaron mas al estándar y que además dieron una oblea completa, con características organolépticas adecuadas y que no variaron en nada el proceso normal de obtención de la oblea fueron las siguientes:

Tabla N° 2

	15 (F ₁)	8 (F ₂)
Bicarbonato de sodio (NaHCO ₃)	0.230 %	0.200 %
Bicarbonato de amonio (NH ₃ HCO ₃)	0.046 %	0.009 %
Oxido de magnesio (MgO)	---	0.009 %
Emulsificante	---	0.120 %

4.2 Sensoriales

A continuación se presentarán las tablas de los resultados obtenidos del análisis por el método de rango a un 99% de confiabilidad.

La palabra "si" corresponderá a que si existe diferencia significativa entre las formulaciones a comparar, y "no" si no la hay. Además de que si existe diferencia significativa, se especificará cual de las 2 formulaciones es mejor, ésto se señalará con la clave de la fórmula y el signo (+).

En seguida de las tablas, se presentan las gráficas que indican el comportamiento de las 2 nuevas formulaciones con respecto al tiempo para cada una de las características a evaluar y en comparación con la fórmula estándar, cuyo valor según la escala arbitraria es 0.

Tabla N° 3

1ª evaluación

	F_{std} y F_1	F_{std} y F_2	F_1 y F_2
Apariencia			
Fresa	si F_1 (+)	si F_2 (+)	si F_2 (+)
Chocolate	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Vainilla	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Naranja	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Textura			
Fresa	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Chocolate	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Vainilla	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Naranja	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Color			
Fresa	si F_1 (+)	si F_2 (+)	si F_2 (+)
Chocolate	no	si F_2 (+)	no
Vainilla	no	si F_2 (+)	no
Naranja	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Sabor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no
Brillo			
Fresa	si F_{std} (+)	si F_{std} (+)	no
Chocolate	no	si F_{std} (+)	si F_1 (+)
Vainilla	si F_{std} (+)	si F_{std} (+)	no
Naranja	si F_{std} (+)	si F_{std} (+)	no
Olor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no

F_{std} = fórmula estándar F_1 = fórmula 1 F_2 = fórmula 2

Tabla N° 4

2ª evaluación

	F_{std} y F_1	F_{std} y F_2	F_1 y F_2
Apariencia			
Fresa	si F_1 (+)	si F_2 (+)	si F_2 (+)
Chocolate	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Vainilla	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Naranja	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Textura			
Fresa	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Chocolate	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Vainilla	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Naranja	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Color			
Fresa	si F_1 (+)	si F_2 (+)	si F_2 (+)
Chocolate	no	si F_2 (+)	no
Vainilla	no	si F_2 (+)	no
Naranja	si F_1 (+)	si F_2 (+)	no
Sabor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no
Brillo			
Fresa	si F_{std} (+)	si F_{std} (+)	no
Chocolate	no	si F_{std} (+)	si F_1 (+)
Vainilla	si F_{std} (+)	si F_{std} (+)	no
Naranja	si F_{std} (+)	si F_{std} (+)	no
Olor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no

F_{std} = fórmula estándar F_1 = fórmula 1 F_2 = fórmula 2

Tabla N° 5

3ª evaluación

	F _{std} y F ₁	F _{std} y F ₂	F ₁ y F ₂
Apariencia			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Textura			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Color			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	no	si F ₂ (+)	no
Vainilla	no	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Sabor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no
Brillo			
Fresa	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Chocolate	no	si F _{std} (+)	si F ₁ (+)
Vainilla	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Naranja	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Olor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no

F_{std} = fórmula estandar F₁ = fórmula 1 F₂ = fórmula 2

Tabla N° 6

4ª evaluación

	F _{std} y F ₁	F _{std} y F ₂	F ₁ y F ₂
Apariencia			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Textura			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Color			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	no	si F ₂ (+)	no
Vainilla	no	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Sabor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no
Brillo			
Fresa	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Chocolate	no	si F _{std} (+)	si F ₁ (+)
Vainilla	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Naranja	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Olor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no

F_{std} = fórmula estandar F₁ = fórmula 1. F₂ = fórmula 2

Tabla N° 7

5ª evaluación

	F _{std} y F ₁	F _{std} y F ₂	F ₁ y F ₂
Apariencia			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Textura			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Color			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	no	si F ₂ (+)	no
Vainilla	no	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Sabor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no
Brillo			
Fresa	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Chocolate	no	si F _{std} (+)	si F ₁ (+)
Vainilla	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Naranja	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Olor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no

F_{std} = fórmula estándar F₁ = fórmula 1 F₂ = fórmula 2

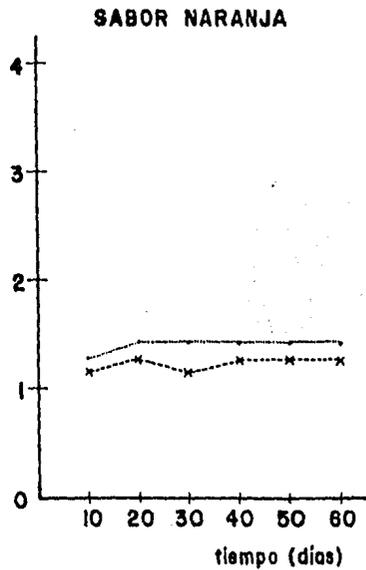
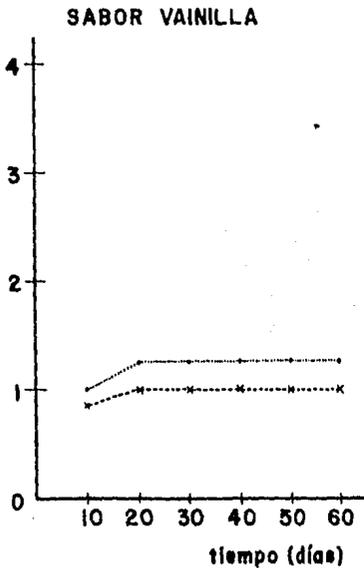
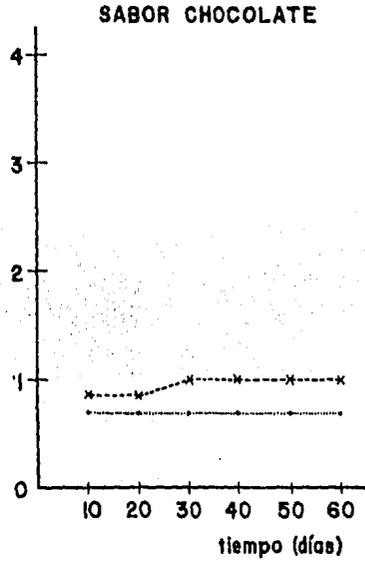
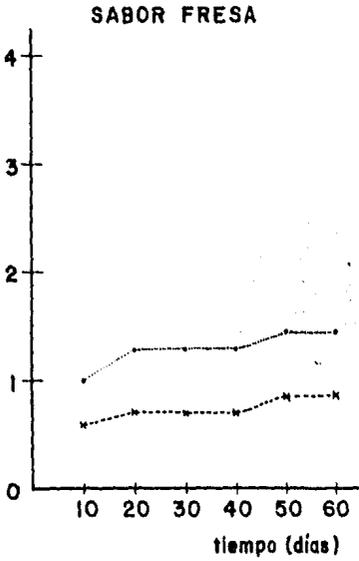
Tabla N° 8

6ª evaluación

	F _{std} y F ₁	F _{std} y F ₂	F ₁ y F ₂
Apariencia			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Textura			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Chocolate	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Vainilla	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Color			
Fresa	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	si F ₂ (+)
Chocolate	no	si F ₂ (+)	no
Vainilla	no	si F ₂ (+)	no
Naranja	si F ₁ (+)	si F ₂ (+)	no
Sabor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no
Brillo			
Fresa	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Chocolate	no	si F _{std} (+)	si F ₁ (+)
Vainilla	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Naranja	si F _{std} (+)	si F _{std} (+)	no
Olor			
Fresa	no	no	no
Chocolate	no	no	no
Vainilla	no	no	no
Naranja	no	no	no

F_{std} = fórmula estándar F₁ = fórmula 1 F₂ = fórmula 2

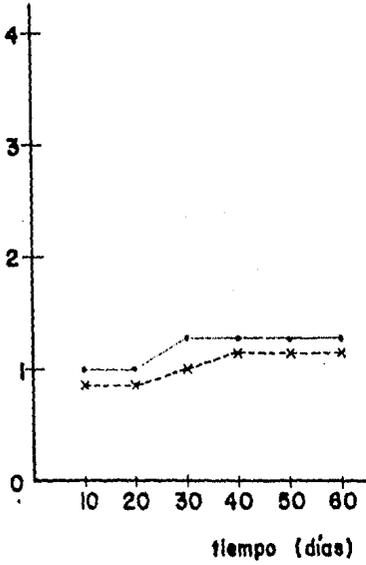
APARIENCIA



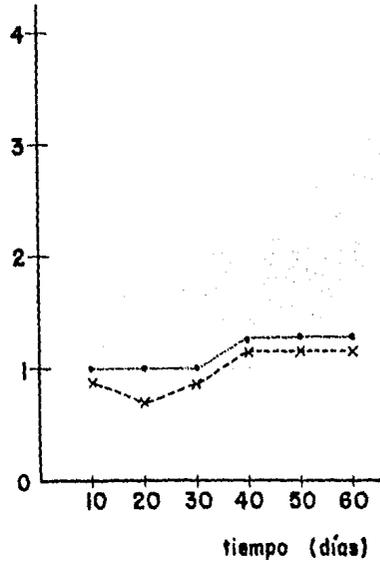
-----x----- = F₁
..... = F₂

TEXTURA

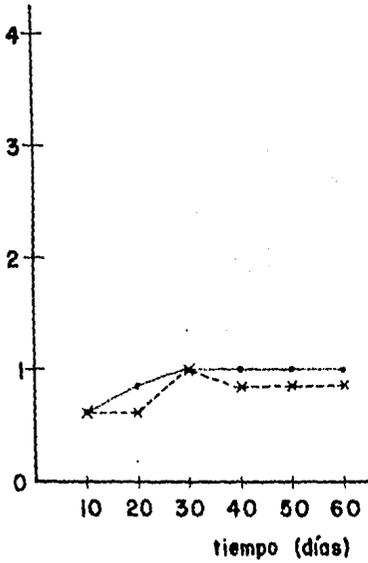
SABOR FRESA



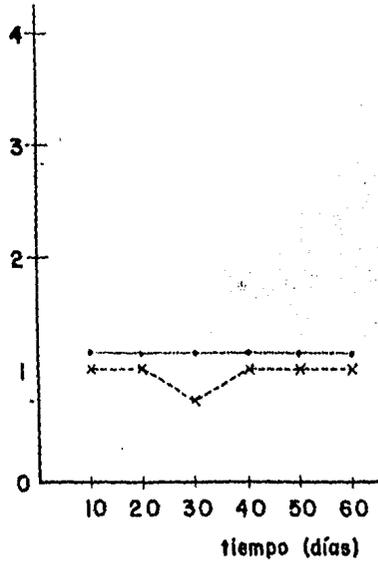
SABOR CHOCOLATE



SABOR VAINILLA



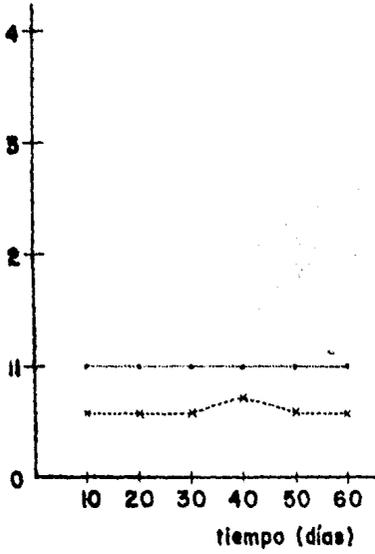
SABOR NARANJA



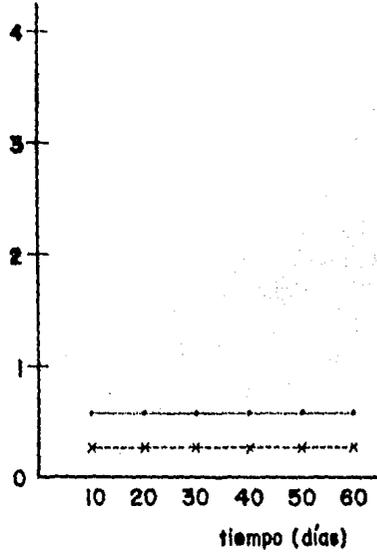
x-----x = F₁
•-----• = F₂

COLOR

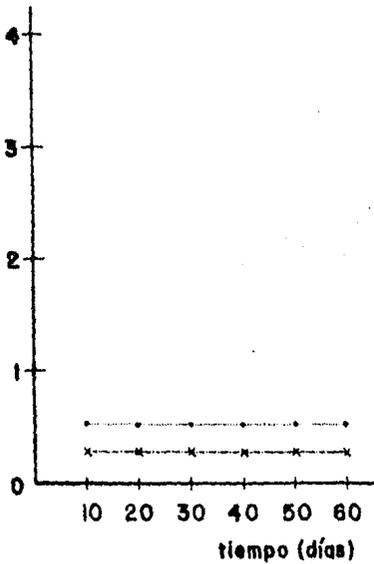
SABOR FRESA



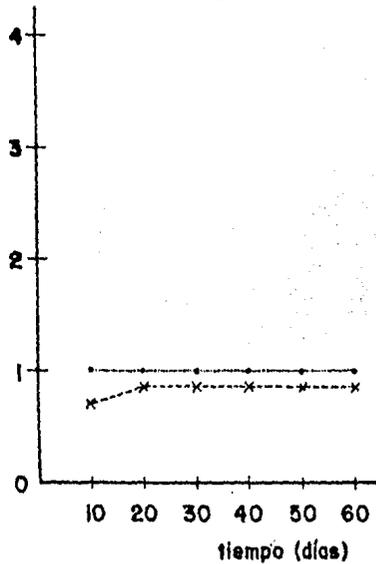
SABOR CHOCOLATE



SABOR VAINILLA

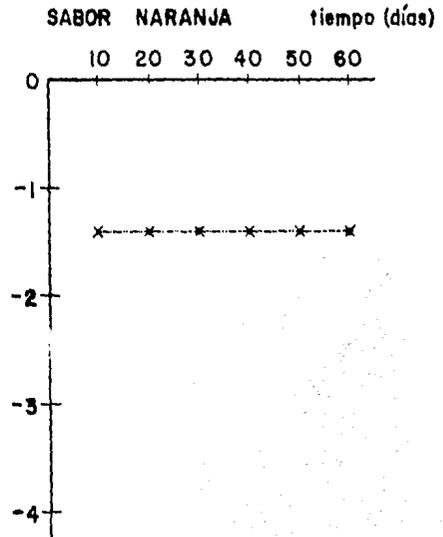
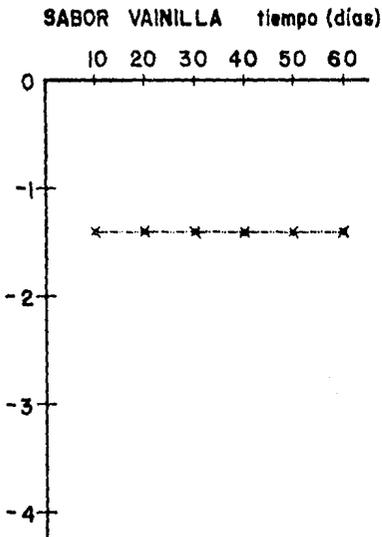
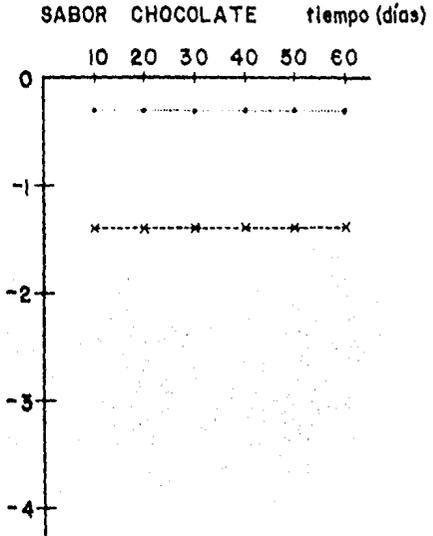
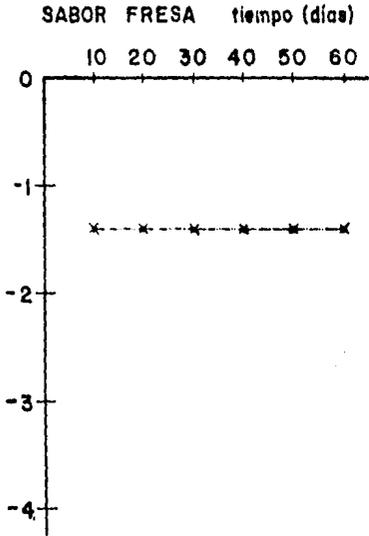


SABOR NARANJA



x---x = F₁
—•— = F₂

BRILLO



x---x = F₁
•---• = F₂

Para sabor y olor las gráficas no se presentan, debido a que las calificaciones promedio dadas por los jueces fueron igual al estándar.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

Como se dijo con anterioridad, si se recapitulan los pasos necesarios desde que un campesino siembra un grano de trigo hasta el consumo de una galleta se comprenderá que en medio hay un largo proceso a base de tecnología, y es precisamente esa tecnología la que debe irse modificado de acuerdo a las necesidades actuales de la industria galletera.

Es por lo anterior que se han tratado de mejorar las características físicas y organolépticas de la galleta tipo gaufrette, obteniéndose de entre 16 posibles formulaciones, 2 que cumplieron con los objetivos principales de este trabajo.

Las 14 formulaciones restantes fueron rechazadas por diferentes causas.

Las formulaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 7 no cumplieron con los estándares de calidad especificados, además de que la oblea salió incompleta debido a la falta de gas leudal.

En las formulaciones 6, 9 y 10 el exceso de óxido de magnesio (MgO), produjo un aumento en el pH tanto de la masa como de la oblea, ocasionando variación en el color y un aumento en el peso y porcentaje de humedad de la oblea, lo anterior debido a que la viscosidad es mayor mientras más básico es el pH.

La formulación 8 (F₂) fué la que cumplió con los estándares de calidad, debido a que se encontró la cantidad

adecuada de óxido de magnesio (MgO), bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y emulsificante que dieron un pH básico estable y una oblea completa con peso adecuado, además de que el color mejoró notablemente.

Las formulaciones 11, 12, 13 y 14 presentaron peso de menos y algunas de ellas salieron incompletas (11 y 12), debido a la falta de CO_2 proporcionado por los agentes leudantes y a un pH casi neutro que disminuyó la viscosidad de la masa, siendo el porcentaje de humedad más bajo al estándar.

La formulación 15 (F_1) si cumplió con los estándares de calidad, además de que la oblea que se obtuvo fué completa y con una textura más dura, ésto debido a que se encontró un balance entre el bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y el bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3), que produjeron la cantidad de CO_2 adecuada para dar una oblea completa, con peso adecuado y con un pH básico que mejoró la textura y color de la oblea.

La formulación 16 presentó un ligero aumento en el peso y un pH alto, debido a un exceso de los agentes leudantes. Además con los 60 gr. de bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) agregados a esta formulación el sabor de la oblea fué ligeramente desagradable.

Como ya se mencionó con anterioridad, fueron escogidas 2 formulaciones, debido a que cumplieron con los estándares de calidad establecidos por una marca comercial conocida, además de que la textura y el color obtenidos, principalmente en F_2 fué notablemente mejor que el de la fórmula estándar.

El proceso no se vió modificado para ninguna de las 2 nuevas formulaciones, más aún la cantidad de chicharrón producido durante el horneado se vió disminuída, además de que el desperdicio por manejo se redujo grandemente.

En cuanto a la evaluación sensorial realizada, encontramos lo siguiente:

Apariencia. Podemos ver que para los 4 sabores, si existe diferencia significativa entre las 2 nuevas formulaciones y la fórmula estándar, lo que nos indica que la adición de óxido de magnesio (MgO) y emulsificante para una formulación y el aumento de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) para la otra contribuyeron en una textura más dura y un color más uniforme y característico de la oblea, lo anterior debido a un ligero cambio en el pH del sistema.

Entre las 2 nuevas formulaciones, encontramos que solamente el sabor fresa presentó diferencia significativa, siendo F_2 la que mejor apariencia presentó, lo anterior debido a que el pH ligeramente más básico de F_2 estabiliza al colorante utilizado en la elaboración del sabor fresa (rojo 3).

Los demás sabores no presentaron diferencia significativa entre las 2 nuevas formulaciones, siendo sus calificaciones más o menos constantes con el transcurso del tiempo.

Para apariencia, las calificaciones más altas fueron para los sabores fresa y naranja de la formulación F_2 .

Textura. Vemos que para los 4 sabores evaluados, existe

una positiva diferencia significativa entre las 2 nuevas formulaciones y el estándar, ésto debido, al igual que en la apariencia, a las modificaciones hechas a la fórmula estándar.

En F_1 el aumento de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) elevaron ligeramente el pH de la masa y de la oblea en relación con la fórmula estándar, siendo esto lógico de suponer si consideramos el carácter básico de estos agentes leudantes. Este ligero aumento de pH contribuyó en obtener una viscosidad mayor que la presentada por la fórmula estándar, debido al parecer a que mientras el pH es más básico la proteína tiende a retener más agua debido a la facilidad que tienen de interaccionar con las moléculas de este disolvente a través de puentes de hidrógeno. La formación de estos puentes de hidrógeno también se favorecen a bajas temperaturas, lo que trae consigo un aumento en la hidratación de las proteínas y por tanto una mayor viscosidad de la masa y una textura más dura de la oblea. Es por esto que la temperatura del agua utilizada en el proceso de elaboración de obleas deber ser baja. Lo mismo ocurrió con F_2 .

Comentarios realizados por los mismos jueces, decían que evaluaron como mejor la textura ligeramente más dura obtenida en las 2 nuevas formulaciones, debido a que conocen la gran cantidad de desperdicio que se produce por la textura débil y frágil que presenta la galleta con fórmula estándar, además de que aunque para ellos la diferencia era notoria, no lo era

tanto como para que el consumidor se diese cuenta de ella y su consumo fuese imposible.

En general, entre las 2 nuevas formulaciones no hubo diferencia significativa para los 4 sabores y en las 6 evaluaciones realizadas. Solamente en la 3ª evaluación, para el sabor naranja si se presentó diferencia significativa, considerándose esta evaluación como un error de los jueces.

Las calificaciones promedio dadas por los jueces, fueron más o menos las mismas para los 4 sabores, lo que nos indica que la textura se mejoró de igual manera en todos los sabores y para las 2 nuevas formulaciones.

Color. El color es uno de los principales problemas que presenta la oblea de la fórmula estándar, debido a una falta de uniformidad en el color, principalmente en el sabor fresa, lo anterior debido a que el color utilizado en la elaboración de este sabor, según las especificaciones dadas por los fabricantes es más estable a un pH básico.

Entre F_1 y la fórmula estándar se presentó diferencia significativa para los sabores de fresa y naranja, siendo el color de F_1 más uniforme debido a un pH más básico, proporcionado por el aumento de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3).

Entre F_2 y la fórmula estándar, si hubo diferencia significativa para todos los sabores, siendo F_2 la que mejores colores obtuvo. Lo anterior se debe a que el óxido de magnesio

(MgO) proporcionó un pH ligeramente más básico en todos los sabores.

Entre F_1 y F_2 solo existió diferencia significativa para el sabor fresa, siendo el color de F_2 más uniforme y característico del sabor fresa; ésto debido a que como ya se dijo con anterioridad, el colorante utilizado para la elaboración del sabor fresa es mas estable a pH alcalino.

Las calificaciones más altas proporcionadas por los jueces fueron para los sabores fresa y naranja de F_2 , lo que justifica que en la apariencia ocurra lo mismo.

Algo muy importante que se pudo observar durante el trabajo experimental, fué que al utilizar el óxido de magnesio (MgO) en la formulación el pH de la masa y la oblea era más estable, siendo casi constante para todos los sabores. En cambio en la formulación donde las cantidades de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) se vieron modificados, el pH de la masa y la oblea variaba ligeramente aún para el mismo sabor. Lo anterior puede ser una de las causas de que el color en F_2 sea más uniforme y característico.

En la fórmula estándar, la variación de pH era mayor para los 4 sabores y aún para un mismo sabor, tendiendo casi siempre hacia un pH casi neutro, lo que explica que la oblea tuviera una textura más débil.

Sabor y Olor. En cuanto al sabor y al olor, como era de suponerse no se vieron afectados, debido a que éstos son

impartidos principalmente por la crema, la cual no se vió modificada.

Lo anterior indica que el aumento de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) en F_1 y la adición de óxido de magnesio (MgO) y emulsificante en F_2 , no modificaron en nada el sabor de la oblea.

Brillo. El brillo fué una de las características que se perdió en las 2 nuevas formulaciones, debido al aumento de agentes leudantes y por la adición de óxido de magnesio (MgO) y emulsificante, lo que indica que el pH mientras más básico es, hace perder esta característica. Solamente para el sabor chocolate de F_1 el brillo se conservó, debido a que al parecer, la cocoa proporcionó un cierto brillo, aunque no igual al de la oblea de la fórmula estándar.

Realizando una apreciación general de todo el análisis realizado, podemos ver, que las 2 nuevas formulaciones mejoraron en mucho a la fórmula estándar, a excepción del brillo que se perdió totalmente, pero que en sí, no es una característica que importe tanto como por ejemplo la textura que causa pérdidas por manejo, o también el color que mejora la apariencia de la galleta, y por ser ésta más atractiva, puede repercutir en una mayor aceptación por parte del consumidor.

De las 2 nuevas formulaciones, F_2 fué la que mejor aceptación obtuvo por parte de los jueces, además de que cumplió con los objetivos principales de este trabajo.

6. CONCLUSIONES

1. La adición de óxido de magnesio (MgO) a la fórmula estándar, ayudó en mucho a mejorar la textura y el color de la galleta, manteniendo un pH estable para los 4 sabores, en especial en el sabor fresa donde se presentaban mayores problemas con el color.
2. El aumento de los agentes leudantes normalmente utilizados, además de mejorar el color de la oblea, produjeron una textura más fuerte y resistente que la presentada por la oblea de la fórmula estándar.
3. Al utilizar la cantidad adecuada de óxido de magnesio (MgO) en una de las 2 nuevas formulaciones, el pH fué más estable tanto en la masa como en la oblea, siendo casi constante para todos los sabores. En cambio en la formulación donde las cantidades de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y bicarbonato de amonio (NH_3HCO_3) se vieron modificadas, el pH varió ligeramente, aún para el mismo sabor.
4. Los cambios realizados a la fórmula estándar, no trajeron consigo en ningún momento modificaciones del proceso normal de obtención de obleas.
5. La cantidad de desperdicio producido por manejo, se vió reducido grandemente, dando un rendimiento de producción más alto.
6. El cumplimiento de los estándares de calidad establecidos

por una marca comercial conocida, aseguran la obtención de una oblea con las características adecuadas, ya que como se pudo observar, si alguno de ellos no se cumple, las características finales de la oblea se ven afectadas negativamente.

7. Después de los 60 días de almacenamiento, la galleta no sufrió cambio alguno, siendo casi constante su comportamiento durante el curso de las 6 evaluaciones y para los 4 sabores, lo que indica que su vida útil es mayor a ese período, aunque para efectos de evaluación se hayan fijado 60 días.
8. El brillo fué una de las características que se perdió totalmente en las 2 nuevas formulaciones a excepción del sabor chocolate de F₁, lo que demuestra que el aumento de agentes leudante, o la adición de óxido de magnesio (MgO) y emulsificante hace que se pierda esta característica que en sí, no es tan importante como la textura y el color, que redundan en un mayor rendimiento y una mejor apariencia de la galleta.
9. El sabor y el olor de la galleta no se vieron modificados en lo absoluto, lo que indica que no hubo interacción entre la crema y los ingredientes que se adicionaron o variaron en las 2 nuevas formulaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14.004, XIII ed. 1980.
2. Arancia. Arancia en la Panificación. 1984.
3. De Man, J. M., Voisey, P. W. Rheology & Texture in Food Quality. The AVI Pu. Co. Inc. U.S.A. 1979.
4. Fleischmann, D. Curso de Panificación. 2ª ed. 1972.
5. Gabor, E., Kacsér, L. Untersuchungen der Rheologischen Eigenschaften von Wafflefüllungen. Bäcker und Konditor 30 (4) 119-120. 1982.
6. Galnares, C. A. Apuntes de Tecnología de Cereales. Sept. 1983 - Marzo 1984.
7. Galnares, C. A. Comunicación verbal. 1985.
8. Galletera Mexicana S. A. Manual de Obleas con crema. 1984.
9. Gonzáles, X. Comunicación verbal. 1985.
10. Guinet, R. Flour for Wafers. Revue des Fabricants de Confiturerie, Chocolaterie, Confiturerie, Biscuiterie 53 (2) 29-34. 1978.
11. Inglett, G. Wheat: Production and Utilization. The AVI Pu. Co. Inc. U.S.A. 1974.
12. Kent, N. L. Tecnología de los Cereales. 1ª ed. en lengua

- española. Editorial Acribia. Zaragoza. 1971.
13. Kramer, A., Twigg, T. Quality Control for the Food Industry. Vol. I. The AVI Pu. Co. Inc. U.S.A. 1974.
 14. Lengler, H., Born, E. Verfahrenen zum Herstellen Sofort Verarbeitbarer, Viskositätsstabiler Waffelteige. German Democratic Republic Patente 145696. 1981.
 15. Matz, S. A., Matz, A. Cookie and Craker Technology. The AVI Pu. Co. Inc. Second Edition. U.S.A. 1972.
 16. Matz, S. A. Cereal Technology. The AVI Pu. Co. Inc. U.S.A. 1970.
 17. Pomeranz, Y. Wheat: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemist, Inc. U.S.A. 1978.
 18. Probst, S. A. Departamento de Farinología. Resultados no publicados. 1978.
 19. Pyler, E. J. Baking Science and Technology. Vol. I. Siebel Pu. Co. Second Edition. U.S.A. 1973.
 20. Stevens, D. J. The Role of Starch in Baked Goods. I. The Structure of Wafer Biscuit Sheets and its Relation to Composition. Stärke 28 (1) 25-29. 1979.
 21. Vargas G. L. Factores Culturales en la Alimentación. Cuadernos de Nutrición 7 (4) 17-32. 1984.
 22. Waehner, F. Dough Preparation in Modern Wafer Manufacturing

Plants. Panadero Latinoamericano 29 (2) 8, 10-12. 1974.

23. Wudewig. H. Einfluß der Massenbeschaffenheit un der Lockerung auf die Blattqualität von Flachwaffeln. Zucker - und Süßwarenwirtschaft 33 (11) 374-377. 1980.