



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Facultad de Química

Proyecto de un Programa de Estudio para la  
Materia de Textura y Reología de Alimentos,  
a Nivel de Licenciatura.

## Trabajo Monográfico

Que para obtener el título de:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P r e s e n t a :

Ma. Cecilia Hernández Avila

México, D. F.

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

- I.- Introducción y Generalidades
  
- II.- Programa del Curso
  - II.1 Nombre de la Asignatura
  - II.2 Duración
  - II.3 Objetivos Generales
  - II.4 Objetivos Específicos y Contenido
  
- III.-Otras Características del Curso
  - III.1 Metodología de lo Enseñanza
  - III.2 Evaluación de los Resultados del Curso
  - III.3 Requisitos para Llevar el Curso
  
- IV.- Programa de Prácticas
  
- V.- Conclusiones y Recomendaciones
  
- VI.- Bibliografía

## I N T R O D U C C I O N Y G E N E R A L I D A D E S . -

Para fines de cierto tipo de análisis socioeconómico, existen varias maneras de clasificar a los países de la Comunidad Internacional. Entre ellas existe una forma específica que los divide según su grado de desarrollo. En base a esta premisa dicha clasificación denomina a unos países desarrollados, a otros en vías de desarrollo y al resto subdesarrollados.

Dentro del primer grupo quedan incluidos los países que han logrado obtener para la mayor parte de sus habitantes, la satisfacción suficiente de sus requerimientos primarios, a base de un crecimiento agronómico e industrial. En el segundo grupo de países se considera a los que a pesar de haber podido desarrollar una agroindustria determinada, aún tienen grandes núcleos de población con carencias marcadas. Nuestro país se encuentra dentro de este grupo de países. Finalmente los subdesarrollados se caracterizan por tener grandes deficiencias.

Dentro de las necesidades humanas es evidente que la alimentación tiene un papel prioritario. En nuestro país el problema alimentario presenta graves características, dado que, solo 17 a 20% de la población se alimenta adecuadamente; 30% consume una dieta de subsistencia y el 50% restante, que consume una dieta suficiente en calorías, tiene su alimentación mal balanceada, deficiente en nutrimentos básicos.

Sabemos que la insuficiente alimentación da lugar a un estado de desnutrición crónica que se expresa sobretudo por defectos de crecimiento y desarrollo, y disminuida resistencia a las situaciones de "stress", lo que contribuye al aumento de mortalidad general.

Esta situación alimentaria del país es causa de muchos problemas médico-sanitarios que afligen a nuestra población.

Se piensa que la situación nutricional expuesta anteriormente, tiene fundamentalmente una raíz económica, a su vez el problema económico está siempre ligado otros de tipo cultural o técnico, susceptibles en parte, de ser resueltos por la acción educativa; para lo cual se hace necesario contar con personal específico, que planifique adecuadamente esta acción, de acuerdo a las necesidades del país; por consiguiente es urgentemente necesario adoptar todas las medidas posibles para que las escuelas formadoras de Nutricionistas, Tecnólogos en Alimentos, Ingenieros Bromatólogos, Dietistas, etc., coordinen entre sí sus programas académicos, a fin de aumentar la eficacia de los mismos, de acuerdo a los requerimientos del país.

La Facultad de Química de la U.N.A.M., preocupada por responder a esta necesidad, está desarrollando una carrera destinada a preparar profesionistas especializados en el campo de la Bromatología. Dentro de esta acción es necesaria la elaboración de programas de estudio para poder así planificar adecuadamente el contenido académico de esta carrera.

Esta tesis tiene como objetivo proponer un programa de estudio para la materia de TEXTURA Y REOLOGIA DE ALIMENTOS a nivel de licenciatura.

Textura es el conjunto de características físicas presentes en los alimentos que el consumidor experimenta principalmente por su sentido del tacto, a través de sus dedos y muy particularmente en su boca. Estas características pueden dividirse en dos grupos, primarias: firmeza, cohesión, viscosidad, elasticidad, y adhesividad; y secundarias como: fracturabilidad, masticabilidad, gomosidad, etc. Estas características pueden considerarse también, como las propiedades reológicas de las sustancias que requieren una fuerza más intensa que la fuerza de gravedad para empezar a fluir. La textura de los alimentos es una característica sensorial de calidad y es una consecuencia de su microestructura, la cual a su vez se ve a-

fectada por su composición química y las fuerzas internas o externas que actúan sobre ella.

Como ya mencionamos anteriormente la textura de los alimentos se percibe principalmente por el sentido del tacto; esta percepción comienza en los dedos, como cuando se hace la evaluación de la firmeza de una manzana, o la suavidad de un durazno, o el grado de jugosidad de un elote; y se completa en la boca, donde se evalúa la masticabilidad, el grado de fibrosidad o arenosidad, la gomosidad, etc., que caracterizan a cada tipo de alimento.

El tacto es uno de los sentidos más complejos, debido a que recibe una mezcla de estímulos. Por medio del tacto se revelan la densidad, textura, tamaño, temperatura y dureza de las partículas. Los receptores del sentido del tacto son estimulados por cambios que ocurren fuera del cuerpo; son receptores de contacto, ya que la fuente productora del estímulo está en contacto directo con el órgano receptor. La piel tiene varios tipos de receptores sensitivos, cada uno de los cuales tiene su propio nervio. Estos receptores están distribuidos sobre la piel de manera puntiforme y dan origen a cuatro tipos de sensaciones: calor, frío, presión y dolor. La sensación que está más relacionada con la textura es la sensación de presión. El estímulo para la sensación de presión es la deformación de la piel, por una diferencia de presiones. El Corpúsculo de Pacini, receptor especializado a los cambios de presión, es muy excitable, responde a una compresión mecánica que deforma su cápsula en 0.2 micras; de aquí que pequeños cambios en la textura de los alimentos sean fácilmente percibidos por el consumidor.

La Discriminación Táctil, es la capacidad para distinguir dos sensaciones como diferentes cuando ambas se presentan muy próximas entre sí. En la lengua reside la capacidad discriminativa máxima, mientras que en la espalda es mínima. Esta propiedad de la lengua recalca la importancia que tiene una textura uniforme en la calidad de un producto alimenticio.

Las yemas de los dedos y los labios tienen la sensibilidad táctil máxima, y son precisamente las partes del cuerpo en donde se lleva a cabo la evaluación de la textura.

Reología, es una palabra de raíces griegas "RHEOS" (fluir) y "LOGOS" (ciencia); pero a pesar de sus raíces etimológicas, dentro de su campo incluye el estudio de las deformaciones elásticas y otros fenómenos que no están asociados necesariamente con el flujo. La reología es la rama de la física que estudia el flujo y deformación de la materia.

Si tomamos objetos diferentes como un lápiz, un pedazo de plastilina y un poco de agua, y los dejamos caer sobre la superficie de una mesa, los tres objetos sufren la acción de la fuerza de gravedad y se comportarán de forma idéntica durante la caída; la diferencia en su comportamiento no se manifiesta sino hasta el momento en que chocan con la superficie de la mesa: el lápiz rebotará ligeramente, la plastilina permanece en la mesa y el agua se esparce sobre la superficie de la mesa y al alcanzar la orilla cae. De estos comportamientos diferentes la mecánica no nos puede decir nada y es aquí donde la reología hace su aparición.

Las diferencias descritas anteriormente pueden expresarse de una manera cualitativa, afirmando que el lápiz es un sólido elástico, la plastilina un sólido plástico y el agua un líquido.

Para facilitar el estudio del comportamiento reológico de los diferentes materiales se han propuestos tres tipos de cuerpos ideales; que pueden ser considerados como prototipos reológicos:

A) cuerpos elásticos, son aquellos que siguen la ley de Hook, según la cual la deformación producida es proporcional a la fuerza aplicada; y que recobran su forma original una vez que la fuerza deja de actuar. No sufren una deformación permanente, si la fuerza aplicada no rebasa

el límite elástico del material en cuestión; si este límite es rebasado el cuerpo puede convertirse en un cuerpo plástico y sufrir una deformación permanente o fracturarse.

B) Cuerpos plásticos, se describen como materiales que no sufren deformación alguna, hasta que se alcanza un determinado límite. Bajo la acción de un esfuerzo pequeño no ocurre ninguna deformación, si se aumenta la fuerza ejercida el material comenzará a fluir, y continuará fluyendo bajo el mismo esfuerzo hasta que éste sea removido, conservando toda la deformación producida de una manera permanente.

C) Flúidos Newtonianos, son aquellos que presentan una velocidad de flujo constante bajo la aplicación de una presión constante; en un rango estrictamente proporcional a cada presión aplicada. Se consideran flúidos no Newtonianos, aquellos materiales que fluyen bajo la aplicación de una presión aún pequeña, pero cuyo rango de flujo no es proporcional a la presión aplicada. De estos dos tipos de materiales, solo los flúidos Newtonianos se consideran como prototipo reológico.

Cuando una fuerza actúa sobre un material elástico lo deforma temporalmente, cuando actúa sobre un material plástico lo deforma permanentemente, y cuando actúa sobre un líquido lo hace fluir.

La reología está íntimamente ligada a las fuerzas, deformaciones y al tiempo. La temperatura es también un factor importante que frecuentemente aparece en las ecuaciones reológicas.

Podemos afirmar que materiales como el acero, la plastilina y el agua tienen propiedades reológicas diferentes, las cuales se manifiestan como una deformación elástica o temporal en el acero; una deformación permanente en la plastilina y un flujo en el agua. Si consideramos tres esferas, siendo cada una de los materiales mencionados anteriormente, y les aplicamos una presión normal e idéntica en todos los puntos de su superficie, llamada presión isotrópica, el diámetro de cada esfera disminuye ligeramente



pero no habrá deformación ni distorsión en ninguna de ellas; de aquí se deduce el primer axioma de la reología: "Bajo presión isotrópica, todos los materiales se comportan de la misma manera; son pura y simplemente elásticos."

Las propiedades reológicas fundamentales son: elasticidad, plasticidad, viscosidad y límite elástico; a partir de estas propiedades pueden derivarse otras, llamadas secundarias o complejas que resultan de la combinación de las primarias o fundamentales. Existen además otras propiedades reológicas a las que se les ha llamado tecnológicas, para las cuales se han desarrollado métodos de medición específicos, entre estas propiedades están: penetración, ductilidad, tixotropía, etc.

Un cuerpo perfectamente elástico o de Hook, tiene elasticidad y límite elástico, pero no tiene viscosidad. ' Un cuerpo perfectamente plástico o de St. Venant, tiene elasticidad y plasticidad, pero tampoco tiene viscosidad.' Un líquido Newtoniano, tiene viscosidad pero no tiene elasticidad ni límite elástico. "En realidad todos los materiales poseen todas las propiedades reológicas, aunque en diferentes grados"; y este constituye el segundo axioma reológico.

Como es sabido por los geólogos hasta las rocas fluyen, pero mucho más lentamente que el agua; y aunque menos sabido, pero no por ello menos cierto, también los líquidos viscosos poseen elasticidad, y en la realidad no existe un límite rígido entre los sólidos y los líquidos; y como dijo Heráclito (495 A.C.), (pata rhei) "todo fluye".

La materia comienza a fluir o a deformarse, solo cuando experimenta la acción de una fuerza, que puede ser aplicada deliberadamente, (como el amasado de una masa), o accidental (como el dejar caer un huevo); y existe desde luego la fuerza de gravedad que ocasiona que los cuerpos "suaves" fluyan y pierdan su forma.

Uno de los tipos de cuerpos más comunes es el plasto-visco-elástico, llamado también de Bingham, cuya ecuación

de flujo puede considerarse como:

$$V = \mu (P - p)$$

donde:

V = rango de flujo

P = presión aplicada

p = presión necesaria para que comience el flujo.

$\mu$  = (movilidad) pendiente de la curva lineal de flujo.

Esta ecuación, no obstante que resulta sobresimplificada, significa realmente, que en un capilar el rango de cizallamiento es proporcional, no, como en los fluidos Newtonianos a la fuerza de cizallamiento, sino al exceso de presión sobre un determinado límite. Ahora para un flujo laminar en un capilar de radio "R" y longitud "L" la presión no es constante a través del tubo, sino que varía desde PR/2L en las paredes, hasta llegar a cero en el centro. El rango de cizallamiento varía en la misma proporción. Esto significa que la presión aumenta, se alcanza el esfuerzo crítico, primero en las paredes, y la región de flujo laminar se extiende gradualmente hacia el centro conforme la presión se aumenta. La curva de flujo no es una línea recta que haga intersección con el eje de la presión pero se dobla hacia el origen. La ecuación para expresar matemáticamente el flujo de un cuerpo tipo Bingham a través de un capilar de radio "R" y longitud "L" es:

$$Q = \frac{\mu \pi R^4}{8L} \left( \frac{P}{3} - \frac{4}{3} p + \frac{p^4}{3P^3} \right)$$

donde:

Q = flujo por unidad de tiempo

$\mu$  = pendiente de la curva

P = presión aplicada

$p$  = presión necesaria para que comience el flujo.

Durante las pruebas reológicas una muestra es jalada, empujada o forzada a fluir en una dirección determinada, digamos el (plano  $x$ ), y no se aplican fuerzas perpendiculares en los planos "y" y "z"; aunque las deformaciones pueden ocurrir en los tres planos; por ejemplo: si tomamos un cilindro de mantequilla y lo comprimimos entre dos placas paralelas, no solo pierde altura, sino que también aumenta su diámetro. Estas fuerzas individuales llamadas tracciones tienen magnitud y dirección, son vectores y pueden producir sobre una partícula un triple efecto: translación, rotación y deformación.

No obstante en el manejo ordinario de los alimentos las fuerzas se ejercen en todas direcciones, como en el caso de batir mantequilla. Queda claro, por lo tanto, que los conceptos de viscosidad como presión/el rango de flujo; y módulo elástico como presión/rango de deformación, resultan sobre-simplificados para describir el "estado de tensión" de un cuerpo, el cual depende necesariamente de un cierto número de fuerzas ejercidas en los tres planos. Si tomamos un cubo cuyos lados sean de una unidad de área, (por conveniencia), cada par de caras opuestas ( $x, y, z$ ) pueden someterse a fuerzas que actúen en los tres planos, y que sean perpendiculares entre sí; si consideramos por ejemplo la cara "x" puede haber una componente normal de alguna fuerza, que sea perpendicular a dicha cara, a la cual llamaremos  $p_x$  y dos fuerzas de cizallamiento, una en la dirección "y" y otra en la dirección "z" ( $p_{xy}; p_{xz}$ ). Las tres fuerzas normales  $p_x, p_y, p_z$ ; si son iguales entre sí constituyen lo que se llama una presión hidrostática, que alterará el volumen, pero no la forma del cubo. La alteración del volumen por unidad de presión hidrostática, nos da el índice de compresibilidad de la muestra.

Puede demostrarse que un par de fuerzas de cizallamiento simétricas, por ejemplo:  $p_{xy}$  y  $p_{yx}$  son idénticas lo que nos deja solamente con tres componentes de fuerzas

de cizallamiento ( $p_{xy}$ ,  $p_{yz}$ ,  $p_{xz}$ ). Estas seis componentes, tres normales y tres de cizallamiento, describen el "estado de tensión" de la muestra. De la misma manera se tienen seis componentes para expresar el "estado de deformación elástica" de un cuerpo ( $e_x$ ,  $e_y$ ,  $e_z$ ,  $e_{xy}$ ,  $e_{yz}$ ,  $e_{xz}$ ). Como podemos dividir cada una de las componentes de la tensión por cada una de las componentes de la deformación elástica, resultan 36 módulos elásticos y viscosidades; afortunadamente pueden hacerse una serie de simplificaciones, que reducen el número de posibilidades a 21; y los líquidos y algunos sólidos son isotrópicos, es decir, que tienen las mismas propiedades en todos los planos, lo cual reduce el número de constantes a dos. No obstante algunos sólidos requieren más de dos constantes pero menos de 21, por ejemplo, la madera presenta diferentes propiedades a lo largo de la veta, que a través de ésta, pero las propiedades son las mismas en direcciones perpendiculares a través de la veta; este tipo de sistemas requieren 9 constantes.

La ecuación reológica de un material expresa el "estado de tensión" "T" en términos del vector de desplazamiento "u" o la velocidad "v" a través de la deformación " $D_{ij}$ " o el flujo " $f_{ij}$ ". Cuando la deformación es infinitesimal ( $d_{ij}$ ).

$$d_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{du_i}{dx_j} + \frac{du_j}{dx_i} \right) \quad (1)$$

$$f_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{dv_i}{dx_j} + \frac{dv_j}{dx_i} \right) \quad (2)$$

Cuando las fuerzas externas cesan de actuar, parte de la deformación se recupera. Esta parte es elástica y se llama deformación elástica ( $e_{ij}$ ). La deformación elástica infinitesimal puede calcularse mediante la ecuación (1) cuando el desplazamiento " $u_i$ " es tal que se recupera cuando se elimina la fuerza.

En todos estos prototipos complejos debemos considerar que los rangos de deformación elástica, plasticidad, viscosidad y límite elástico cambian con el tiempo y la historia de la muestra; por ejemplo en el caso de las jaleas, sus constantes elásticas y viscosas dependen de que la muestra haya sido o no, perturbada antes de determinarlas (tixotropía); y las propiedades reológicas de muchos alimentos cambian durante el almacenamiento y durante los procesos a los cuales se someten.

Aunque últimamente los principios fundamentales de la reología se están utilizando para el estudio de pinturas, tintes, pastas moldeables, materiales de pavimentación, cosméticos y otros productos de uso diario, la reología no ha sido todavía lo suficientemente utilizada en la Industria Alimenticia. Varios autores admiten la importancia que presenta la reología dentro de esta industria, y sugieren su aplicación en la formulación para que se obtengan productos de mayor valor nutricional y que le sean más placenteros al consumidor, así como para el control de calidad de muchos productos alimenticios como: catsup, jugos, cremas, frutas en conserva, jaleas, mayonesa, gelatinas, helados, aceites, grasas, masas, quesos, etc. Es indispensable que los fabricantes de alimentos estén capacitados para obtener productos de una determinada textura: así como, para que estas cualidades puedan lograrse de nuevo en cualquier otro proceso de fabricación donde la reología cambie. La medición de la textura puede hacerse no solo en el producto terminado sino también en las materias primas, para lograr un mejor control de calidad de las mismas; así como en el producto en diferentes etapas de su fabricación, para poder predecir la textura final. Esta medición puede utilizarse como un índice de la cantidad de algún ingrediente que deba agregarse a la composición de algún producto, por ejemplo la cantidad de sólidos totales; de la duración y cantidad de calor aplicada durante el proceso; y de la velocidad de llenado del producto. En la actualidad en muchas industrias la valoración

de la textura del material corre a cargo de alguna persona experta, la cual manualmente juzga el "tacto", por ejemplo en la fruta; y el "cuerpo", por ejemplo en el vino; que presenta un producto durante el proceso de su fabricación. Sin embargo se reconoce la variabilidad de estos procedimientos subjetivos realizados en diferentes momentos y bajo condiciones ambientales distintas. Las principales objeciones a estos métodos son: el hecho de que son apreciaciones subjetivas, la falta de comparación y que no son válidos para poder discernir las diversas propiedades físicas que van implícitas en el total de la consistencia o textura de un producto. Ahora bien, si estas características físicas se estudian objetivamente mediante los métodos analíticos reológicos, se dispondrá de una valiosa información para lograr la elaboración de productos alimenticios de mayor valor nutricional y cuya textura los haga más deseables al consumidor.

Entre los distintos productos alimenticios, podemos encontrar algunos que son físicamente homogéneos, cuya velocidad de flujo es proporcional a la fuerza por unidad de área, necesaria para que la sustancia fluya, la cual se denomina fuerza o esfuerzo de cizallamiento; al representar gráficamente la velocidad de flujo frente a la fuerza de cizallamiento se obtiene una línea recta que pasa por el origen, este tipo de productos, como ya se mencionó anteriormente pertenecen al grupo de cuerpos Newtonianos, y tienen un valor de viscosidad constante, bajo condiciones de temperatura y presión determinadas; para tales productos la textura queda perfectamente definida al expresar su viscosidad. Entre este tipo de alimentos se encuentran: el agua, jarabes, algunos aceites, etc. La mayoría de los productos alimenticios no son físicamente homogéneos, y su velocidad de flujo no es directamente proporcional a la fuerza de cizallamiento, y las gráficas obtenidas para este tipo de productos, no son rectas o no pasan por el origen o ambas cosas; estos productos se denominan cuerpos no newtonianos.

nos, y su textura debe expresarse en función de sus propiedades reológicas, las cuales varían con la temperatura, concentración y tipos de fuerza que reciben.

Muy pocos son los alimentos que pasan directamente de la cosecha a la cocina; y menos aún los que llegan directamente al consumidor. Algunas frutas se comen crudas sin haber sufrido procesamiento alguno, pero muchas de ellas como la manzana, se almacenan en la actualidad, bajo condiciones científicamente controladas. El pescado todavía puede comerse recién pescado, pero no a escala comercial. Las condiciones de almacenamiento son muy importantes, y durante los procesos de enlatado ocurren problemas reológicos frecuentemente.

Los cereales, como el trigo y la carne de todos tipos mejoran su calidad con el añejamiento cuando se almacenan adecuadamente.

En la actualidad no solo deben controlarse adecuadamente las condiciones de almacenamiento, sino también los procesos artificiales que aceleran la "maduración".

El almacenamiento es solo la primera etapa por la que pasan los alimentos durante su procesamiento; por ejemplo, el trigo debe tratarse hasta que alcance una consistencia adecuada, para lograr así una molienda eficiente; y la harina debe madurarse, ya sea por añejamiento natural o artificial, y en ocasiones tratarse con aditivos especiales, antes de que esté en condiciones de llegar al proceso de panificación.

En las diversas etapas por las que pasan los alimentos, se pueden hacer dos consideraciones principales de naturaleza muy distinta: a) la significancia de las propiedades mecánicas y b) los efectos indirectos en los cuales las propiedades reológicas reflejan las condiciones químicas, entre otras, en las que se encuentran los alimentos.

Estos dos principios fundamentales se encuentran bien ilustrados en la industria panificadora, donde la dureza adecuada del grano de trigo es muy importante pa-

ra lograr separar el endospermo del salvado, en el "rompimiento"; donde las condiciones coloidales del complejo proteínico del trigo, reflejadas tanto en la dureza del grano, como posteriormente en las propiedades reológicas de la masa, son vitalmente importantes para la obtención de una hogaza de pan, de volúmen, textura y migas de buena calidad.

Un problema reológico que puede ser tomado como típico entre aquellos que surgen durante la elaboración de productos alimenticios, es el de la elaboración y manejo mecánico de la mantequilla. Mulder en (1956) propuso una teoría para explicar el manejo mecánico de la mantequilla que involucra considerablemente a la reología. Esta teoría está basada en una fórmula propuesta por Smoluchowski; para contar el número de colisiones entre partículas de tamaño uniforme en una dispersión, bajo condiciones de flujo laminar. El número de colisiones por segundo (n), está dado por:

$$n = \frac{4}{3} a D^3 \frac{dv}{dx}$$

donde:

a = número de partículas por ml

D = diámetro de las partículas

dv/dx = gradiente de velocidad

Mulder discute esta fórmula en relación a la colisión y fusión de las partículas de agua presentes en la mantequilla. Desafortunadamente el número de partículas de agua, contadas microscópicamente no es proporcional al contenido total de humedad de una muestra de mantequilla. De tal manera que si reducimos el contenido total de humedad de 16% a 9%, el número de partículas de agua por  $\text{cm}^3$ , se reduce de 1709 a  $1387 \times 10^4$ . La situación se complica aún más debido al rango tan amplio en que oscila el tamaño de las partículas; por lo que, no toda colisión da como resultado una fusión; la cual ocurrirá solamente si la fuerza de la colisión es suficiente, y esto a su



vez depende del gradiente de velocidad. Las partículas más pequeñas resultan ser más difíciles de deformarse o fusionarse, debido a su gran tensión superficial.

Mulder y sus colaboradores solo llegaron a desarrollar una teoría semicuantitativa, para calcular el contenido de humedad de una muestra de mantequilla a partir del número y tamaño de sus partículas de agua.

Las mantequillas pueden manejarse mecánicamente con un rodillo o a través de discos perforados, y se ha observado que el contenido de humedad, tanto total como libre, depende del manejo mecánico al cual son sometidas.

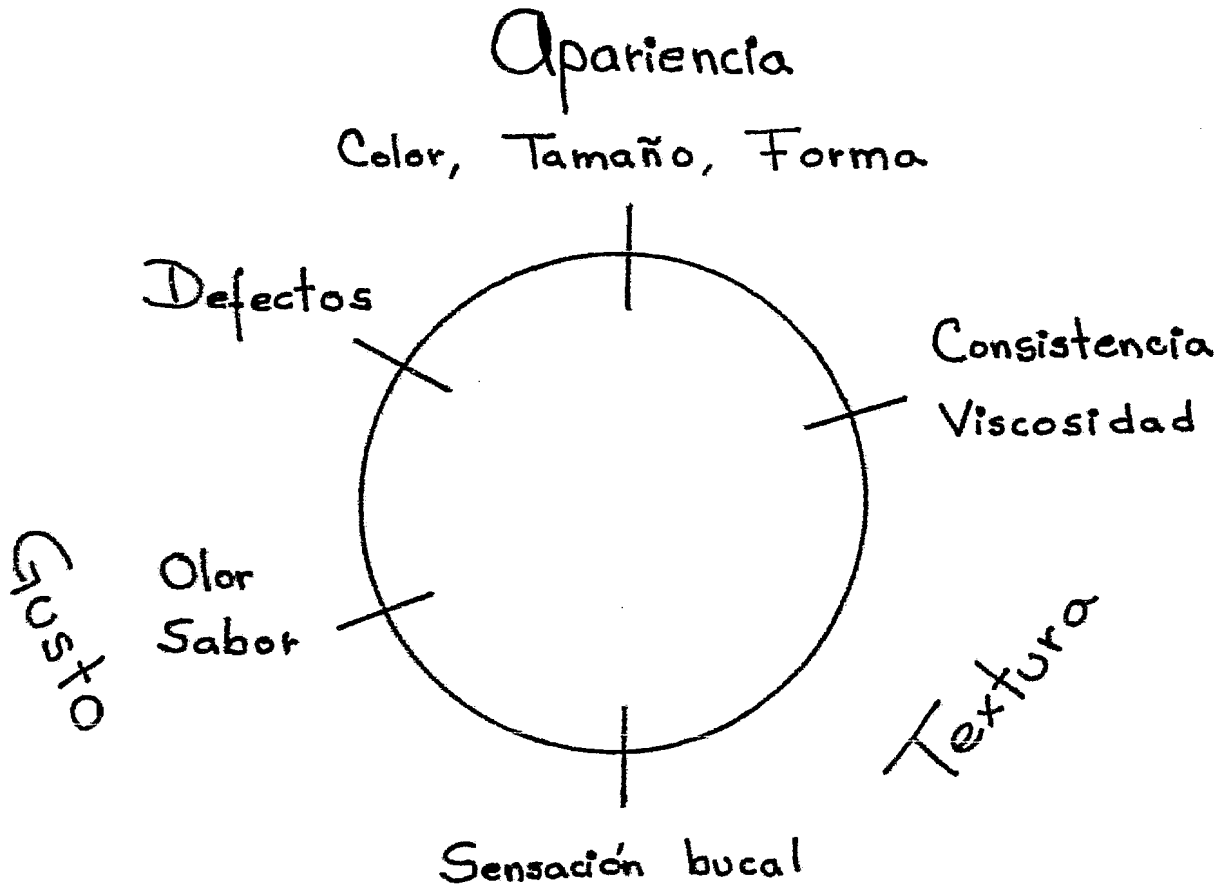
En estudios más recientes se discute la efectividad de varios tipos de manejo mecánico para mantequillas en relación a los tres principales objetivos que pretenden lograrse a través de esta etapa en el proceso de elaboración de la mantequilla; los cuales son: unificar los granulos en una masa homogénea; lograr el contenido de humedad adecuado y distribuir la humedad en pequeñas partículas, que sean invisibles a simple vista.

A través de lo escrito anteriormente se ha venido analizando la importancia que tiene la aplicación de los fundamentos de la reología, para la obtención de productos alimenticios con texturas más deseables; lo que redundará necesariamente en una mejor calidad de los mismos.

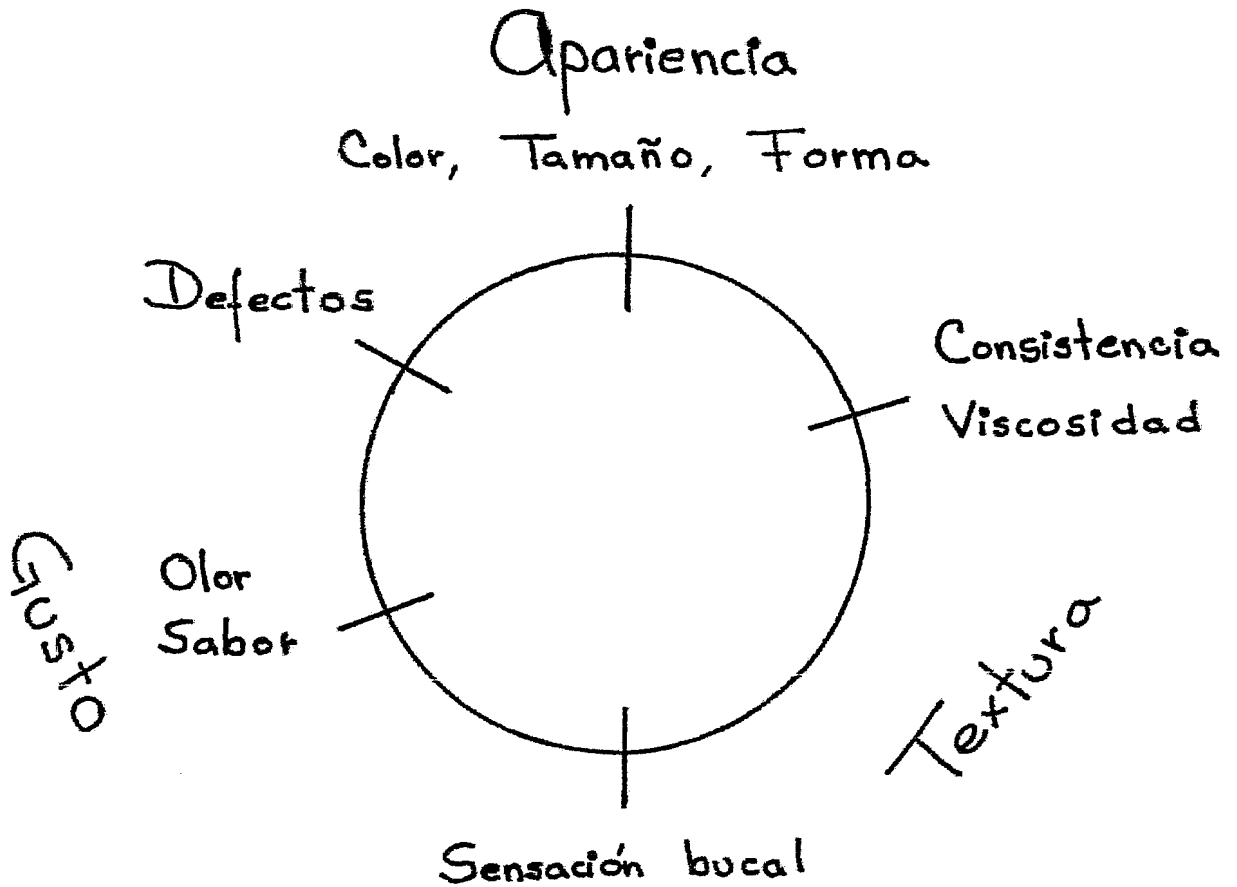
La calidad de un producto es evaluada por el consumidor de una manera sensorial. El propósito de estudiar los atributos sensoriales u organolépticos de los alimentos, es el de determinar cuáles son los que el consumidor prefiere, para elaborar un producto que satisfaga estas preferencias, dentro de las condiciones de producción más económicas sin detrimento de su valor nutricional.

Las propiedades organolépticas de los alimentos se clasifican de acuerdo a los sentidos mediante los cuales son percibidas. Normalmente estas propiedades pueden ser

percibidas al mismo tiempo por más de un sentido, y no ' existe entre ellas una línea divisoria perfectamente definida, por lo cual se tiene la costumbre de representar las en un círculo donde interaccionan unas con otras.



percibidas al mismo tiempo por más de un sentido, y no ' existe entre ellas una línea divisoria perfectamente definida, por lo cual se tiene la costumbre de representar las en un círculo donde interaccionan unas con otras.



La textura es una de las características más importantes de los alimentos. El consumidor elige muchas veces determinado alimento, basándose principalmente en la calidad de su textura; y cuando se le pide que indique, cuál es la sensación que recibe a través de su sentido del gusto, describe algunas de las características que forman parte de la textura. Fisiológicamente podemos hablar de dos tipos de sensaciones, pero en la práctica encontramos que las respuestas a estas sensaciones están íntimamente ligadas en la mente del consumidor, y que éste no separa las características que propiamente pertenecen a la textura, de las que forman parte del sabor.

La importancia que se le da a la textura, cuando se evalúa organolépticamente la calidad de un producto, varía en los distintos tipos de alimentos. Hay productos como las frutas en conserva y las jaleas, en los que la puntuación correspondiente a la evaluación de la textura ocupa el 40% de la puntuación total que se les asigna. En otros productos como jugos y mermeladas tiene un valor de 20%; pero siempre se considera un factor muy importante en la calidad de un alimento; e incluso existen productos alimenticios cuya aceptación por parte del público disminuye considerablemente debido a que no tienen una textura agradable y uniforme que produzca una sensación bucal placentera.

En México existen varios tipos de productos de imitación de alimentos naturales, como los productos elaborados de harina de soya, que pueden utilizarse como sustitutos de los productos cárneos, cuyo valor nutricional es similar al de los productos naturales y cuyos precios son más económicos; y sin embargo no tienen mucha aceptación porque su textura no se asemeja lo suficiente a la del producto natural que pretenden substituir.

En cierto sentido puede afirmarse que todos los problemas reológicos conciernen primordialmente al fabricante de alimentos, en menor grado al cocinero, y solo de una manera indirecta al consumidor, el cual tiende a

rechazar los productos alimenticios reológicamente no satisfactorios. Existen tres razones primordiales por las que puede decirse que el consumidor está consciente de las condiciones reológicas de los alimentos:

- 1) Puede ser crítico o apreciativo del comportamiento mecánico de los alimentos; la mantequilla puede estar muy dura para untarse, o un pan demasiado desmenuzable; un caramelo puede tardar demasiado en desintegrarse en la boca o pegarse en los dientes; o la carne puede estar correa, lo que dificulta su cortado y el masticarla confortablemente.
- 2) Puede tener también ciertos prejuicios infundados tales como: la leche no puede ser "buena" a menos que muestre una línea de crema; o una jalea es necesariamente de mejor calidad cuando es ópticamente clara.
- 3) O simplemente preferir, sin hacer mayor raciocinio, una determinada consistencia o la apariencia resultante de una determinada consistencia de algún producto en particular.

Como hemos podido ver a lo largo de lo escrito anteriormente, a excepción de alimentos como el agua, jaras, vinos y algunos aceites; todos los alimentos deben estudiarse desde un punto de vista reológico; por lo que se hace indispensable para los profesionistas de la Bromatología, comprender profundamente las propiedades reológicas que constituyen la textura de los alimentos, así como las bases científicas para poder obtenerlas y evaluarlas, lo cual constituye el campo de estudio de la TEXTURA Y REOLOGIA DE ALIMENTOS.

## I NOMBRE DE LA ASIGNATURA.-

Textura y Reología de Alimentos.

## II DURACION.-

El curso se imparte en un semestre, con tres horas semanales de teoría, es decir 51 horas; y 32 horas de laboratorio, que corresponden a 16 sesiones de dos horas cada semana. En ambos casos se ha considerado un margen para exámenes parciales y ajustes.

## III INTRODUCCION.-

Textura es el conjunto de características físicas presentes en los alimentos que el consumidor experimenta principalmente por el sentido del tacto, a través de los dedos y muy particularmente en la boca. La textura es una característica sensorial de la calidad de los alimentos y una consecuencia de su microestructura.

La palabra "reología" viene del griego "RHEO" que significa fluir y "LOGOS" que significa ciencia; ciencia que se ocupa del estudio del flujo de los líquidos y la deformación de los sólidos.

Para poder comprender la textura de los distintos productos alimenticios se hace necesario el estudio de sus propiedades reológicas.

Este curso tiene como objetivo principal el estudio de las propiedades reológicas que constituyen la textura de los alimentos.

Siendo la textura una de las características organolépticas fundamentales de los alimentos; se hace indispensable para el Ingeniero Bromatólogo adquirir el criterio acerca de la textura más deseable en los grupos de alimentos más importantes así como las bases científicas para obtenerla.

Las propiedades reológicas de los alimentos se ven afectadas por los cambios que sufren al ser almacenados o procesados. Durante este curso se estudiará cuáles son estos cambios y qué efecto producen en la textura de los

alimentos con el fin de favorecer aquellos que tienen un efecto positivo y contrarrestar los que producen efectos negativos.

El curso pretende también familiarizar al alumno con diferentes métodos para poder evaluar la textura de los alimentos más importantes.

El curso se desarrollará en forma teórico-práctica, y es básicamente un curso de aplicación de los fundamentos científicos que el alumno debe haber adquirido a través del estudio de las materias que se requieren como antecedentes académicos.

#### IV OBJETIVOS GENERALES DE APRENDIZAJE.-

Al término de este curso, el alumno estará capacitado para:

- 1) Explicar los conceptos reológicos más importantes.
- 2) Categorizar e interrelacionar las propiedades reológicas que constituyen la textura de los alimentos.
- 3) Analizar e interpretar los efectos que tienen en la textura de los alimentos, su microestructura y los cambios ocurridos en ella a través de diferentes condiciones y/o procesos.
- 4) Explicar la forma de obtener y conservar una textura deseable en los grupos de alimentos más importantes.
- 5) Evaluar la textura.
- 6) Diseñar y aplicar adecuadamente un sistema para realizar mediciones de textura en diferentes productos alimenticios; instrumentales, sensoriales o mixtos.
- 7) Seleccionar y aplicar adecuadamente diferentes aditivos a los productos alimenticios, con el fin de mejorar su textura o contrarrestar el efecto negativo de algún proceso.
- 8) Desarrollar una textura deseable semejante a la natural en algún producto manufacturado.
- 9) Evaluar la importancia de la calidad de la textura en la aceptación de los productos alimenticios.

V CONTENIDO.-

Unidad I.- INTRODUCCION Y GENERALIDADES.- (6 horas)

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

- Identificar el campo de estudio de la materia, y relacionarla con otras disciplinas científicas en las cuales se apoya.
- Definir los conceptos reológicos más importantes.
- Definir las propiedades reológicas fundamentales.
- Describir las formas físicas en que se presentan los sistemas comestibles.
- Definir física y sensorialmente las propiedades reológicas que constituyen la textura de los alimentos.
- Interrelacionar dichas propiedades.

Contenido.-

- 1.1 Definición de Textura y Reología de Alimentos. Campo de estudio de la materia.
- 1.2 Importancia económica y tecnológica de la materia.
- 1.3 Relaciones de la Textura y Reología de Alimentos con las disciplinas en las cuales se apoya, y con las materias aplicativas en las que se requiere.
- 1.4 Conceptos reológicos. Modelos reológicos.
  - 1.41 Propiedades reológicas fundamentales y derivadas.
- 1.5 Formas físicas en que se presentan los sistemas comestibles.
  - 1.51 Emulsiones. Definición. Propiedades.
  - 1.52 Estructuras celulares. Definición. Propiedades.
  - 1.53 Estructuras fibrosas. Definición. Propiedades.
  - 1.54 Otras formas.
- 1.6 Definición de textura y factores que la determinan.
  - 1.61 Microestructura. Composición química. Fuerzas internas y externas.
- 1.7 Propiedades físicas que constituyen la textura de alimentos.



- 1.71 Primarias: dureza, cohesión, viscosidad, elasticidad, adhesión.
- 1.72 Secundarias: fracturabilidad, masticabilidad, gomosidad, arenosidad, etc.
- 1.73 Definiciones físicas y sensoriales.
- 1.74 Unidades en las cuales se expresan.

Unidad II.- SISTEMAS DE DETERMINACION DE TEXTURA.-

(4 horas)

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

- Describir y organizar los elementos con los que debe contar un sistema de medición de textura.
- Clasificar y explicar diferentes técnicas, tanto instrumentales como sensoriales, destinadas a medir la textura de los alimentos.
- Efectuar adecuadamente las técnicas instrumentales y sensoriales para la determinación de la textura.
- Efectuar sistemáticamente la validación de los datos.

Contenido.-

- 2.1 Elementos de un sistema de medición de textura.
- 2.2 Mecanismo productor de la deformación. Características. Representatividad. Tipos de fuerza que producen.
- 2.3 Sistema registrador de las variables presentes.
  - 2.31 Registro de la fuerza aplicada. Usos. Ventajas y desventajas de los métodos mecánicos, electro mecánicos y sensores electromagnéticos.
  - 2.32 Registro de la deformación producida. Usos. Ventajas y desventajas de los métodos directos e indirectos.
  - 2.33 Registro del tiempo.
  - 2.34 Tipos de registradores.
- 2.4 Celdas para realizar pruebas de textura.
- 2.5 Instrumentos utilizados para evaluar la textura de los alimentos.
  - 2.51 Instrumentos de movimiento lineal. Prensa de

- corte de Kramer, texturómetro, medidor de dureza para chfcharos; instrumentos para pruebas de penetración, cortado, tensión y compresión.
- 2.52 Instrumentos de movimiento giratorio: viscosímetros, batidoras, medidores de consistencia, extrusores, dinamómetros electrónicos.
- 2.6 Importancia de la confiabilidad de los datos obtenidos.
- 2.61 Calibración.
- 2.62 Factores que pueden provocar errores.
- 2.63 Características de las curvas obtenidas, según el tipo de prueba realizada.
- 2.7 Perfil texturométrico instrumental.
- 2.8 Evaluación sensorial. Fundamentos. Métodos y técnicas. Ventajas y desventajas.
- 2.9 Perfil texturométrico sensorial.

Unidad III.- TEXTURA DE FRUTAS Y VERDURAS.- (4 horas)

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

- Explicar la textura de frutas y verduras en función de su microestructura.
- Explicar en que forma se ve modificada la textura de frutas y verduras, tanto en productos frescos como procesados.
- Aplicar diferentes técnicas tanto instrumentales como sensoriales para determinar adecuadamente la textura de frutas y verduras.

Contenido.-

- 3.1 Microestructura de la parte comestible de frutas y verduras.
- 3.2 Relación de los cambios químicos de los compuestos prácticos con la textura de los productos agrícolas.

3.3 Cambios producidos en la textura de frutas y verduras.

3.31 Productos frescos. Cambios físicos y fisiológicos que ocurren durante la maduración y el almacenamiento.

3.32 Productos procesados. Cambios producidos a través de los procesos de: calentamiento, congelación, deshidratación y fermentación láctica.

3.4 Técnicas instrumentales y sensoriales utilizadas para evaluar la textura de frutas y verduras: Pruebas de penetración, extrusión y firmeza.

#### Unidad IV.- TEXTURA DE LA MASA Y PRODUCTOS HORNEADOS.-

( 4 Horas)

##### Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

-Explicar y relacionar las propiedades reológicas de la masa, tanto con la calidad final de los productos horneados, como con las propiedades de la harina de la cual procede.

-Aplicar adecuadamente diferentes métodos para medir las propiedades reológicas de la masa.

-Relacionar los cambios producidos en la textura del pan con las modificaciones ocurridas en su microestructura.

##### Contenido.-

4.1 Efectos causados en la microestructura de las harinas cuando se hidratan y se manejan mecánicamente.

4.2 Propiedades reológicas de la masa.

4.3 Métodos empleados para medir las propiedades reológicas de la masa, basados en las tres fases que constituyen el proceso de elaboración del pan.

4.31 Batido de la masa. (farinógrafos, mixógrafos.)

4.32 Transformación de la masa a través de la maduración y fermentación. (extensógrafos, alveógrafos)

- 4.33 Gelatinización a través del horneado. (viscosímetros, amilógrafos.)
- 4.4 Relaciones entre las propiedades reológicas de la masa, y la calidad final de los productos horneados.
- 4.5 Relaciones de las propiedades reológicas de la masa y las propiedades de la harina de la cual procede.
- 4.6 Cambios producidos en la textura del pan debidas a modificaciones ocurridas en el almidón contenido en las migas.
- Modificaciones ocurridas en el glútem.
- Redistribución de la humedad.

Unidad V.- TEXTURA DE GRASAS Y PRODUCTOS GRASOS.-

(2 horas )

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

-Explicar la textura de las grasas en función de su estructura molecular, su contenido de sólidos grasos y la temperatura.

-Emplear adecuadamente diferentes métodos tanto instrumentales como sensoriales, para evaluar la textura de las grasas.

Contenido.-

- 5.1 Estructura molecular de las grasas.
- 5.2 Relación entre el contenido de sólidos grasos y la firmeza de las grasas.
- 5.3 Cambios ocurridos en la firmeza de las grasas al variar la temperatura.
- 5.4 Métodos instrumentales y sensoriales para evaluar la textura de las grasas. Penetrómetros, extrusión, pruebas de untado.

Unidad VI.- TEXTURA DE PRODUCTOS LACTEOS.- (8 horas)

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno

estará capacitado para:

- Explicar los cambios ocurridos en la microestructura de los productos lácteos.
- Relacionar la microestructura y la textura de los productos lácteos, con el proceso mediante el cual son obtenidos.
- Identificar y describir cuáles son las características que constituyen la textura de los diferentes productos lácteos.
- Seleccionar y aplicar adecuadamente distintas técnicas instrumentales y sensoriales, para medir la textura de los productos lácteos.

Contenido.-

- 6.1 Cambios ocurridos en la microestructura de las leches en polvo, debidas a las técnicas de deshidratación utilizadas.
- 6.2 Efectos producidos en la microestructura del queso al usar diferentes enzimas proteolíticas, tanto de origen animal como fúngico.
- 6.3 Cambios en el comportamiento reológico de la mantequilla debidos a cambios de temperatura y manejo mecánico.
- 6.4 Cambios producidos en la microestructura de helados debidos a variaciones en el contenido de grasa, contenido de aire y temperatura.
- 6.5 Características que constituyen la textura de los diferentes productos lácteos.
  - 6.51 Leche y crema.
  - 6.52 Mantequilla.
  - 6.53 Queso. Natural y procesado.
  - 6.54 Helados.
  - 6.55 Yoghurt.
- 6.6 Técnicas instrumentales y sensoriales empleadas para medir la textura de los diferentes productos lácteos.

Unidad VII.- TEXTURA DE LA CARNE.-

(6 horas)

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

- Explicar los cambios producidos en la microestructura de los tejidos musculares por los efectos ante y post mortem.
- Relacionar la estructura y composición de los tejidos musculares con la textura de la carne.
- Explicar los cambios producidos en la textura de la carne, debidos a la temperatura a la cual ocurre el rigor mortis, el añejamiento y la manera de cortar las fibras musculares; así como por el proceso de cocción.
- Seleccionar y aplicar adecuadamente diferentes técnicas instrumentales y sensoriales para realizar la medición de la textura de la carne.

Contenido.-

- 7.1 Efectos ante y post-mortem en la microestructura de los tejidos musculares.
- 7.2 Cambios producidos en la textura de la carne debidos a diferentes factores:
  - 7.21 Temperatura a la cual ocurre el rigor-mortis.
  - 7.22 Suspensiones usadas para tratar la carne en canal.
  - 7.23 Añejamiento de la carne.
  - 7.24 Manera de cortar las fibras musculares.
  - 7.25 Proceso de cocción.
- 7.3 Técnicas utilizadas para evaluar la textura de la carne.
  - 7.31 Métodos subjetivos. Fundamentos. Ventajas y desventajas.
  - 7.32 Métodos objetivos. Instrumentales y químicos. Fundamentos. Ventajas y desventajas.

Unidad VIII.- TEXTURA DE LAS EMULSIONES COMESTIBLES.-

(4 horas)

Objetivos Específicos.-

Al término de esta unidad el alumno

estará capacitado para:

-Explicar las propiedades de los diferentes tipos de emulsiones comestibles.

-Explicar la influencia de la coagulación; tamaño y distribución de las gotas; procedimiento seguido para preparar la emulsión; pH; y el tipo de emulsificante empleado; sobre las propiedades que constituyen la textura de las emulsiones comestibles, así como de sus interacciones.

-Seleccionar y aplicar adecuadamente diferentes técnicas para medir la textura de las emulsiones comestibles.

Contenido.-

8.1 Estructura de las emulsiones comestibles.

8.2 Factores que determinan la textura de las emulsiones.

8.21 Coagulación. (floculación, coalescencia)

8.22 Tamaño y distribución de las gotas.

8.23 Procedimiento seguido para preparar la emulsión.

8.24 pH.

8.25 Emulsificantes. Constitución química y concentración.

8.3 Métodos empleados para evaluar la textura de las emulsiones.

Unidad IX.- TEXTURA DEL ALMIDÓN.- (6 horas )

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para:

-Explicar y relacionar la estructura de gránulos de almidón con diferentes contenidos de amilosa y amilopectina con las propiedades reológicas de los almidones.

-Identificar cuáles son los factores que determinan la textura del almidón.

-Aplicar los conocimientos sobre los factores que del almidón para su empleo en distintos tipos de productos.

-Determinar la viscosidad de almidones con microestructuras diferentes.

Contenido.-

- 9.1 Estructura del gránulo de almidón.
  - 9.11 Características de la amilosa.
  - 9.12 Características de la amilopectina.
- 9.2 Factores que determinan la textura de los almidones.
  - 9.21 Fuente de la cual proceden.
  - 9.22 Contenido de amilosa y amilopectina.
  - 9.23 Modificaciones químicas y físicas destinadas a aumentar o disminuir la rigidez de los gránulos de almidón.
  - 9.24 Condiciones bajo las cuales se cocina: pH y temperatura.
- 9.3 Medición de la viscosidad en almidones con microestructuras diferentes.

Unidad X.- TEXTURA DE PRODUCTOS MANUFACTURADOS.-

(4 horas )

Objetivos Específicos:

Al término de esta unidad el alumno estará capacitado para;

-Explicar las propiedades reológicas deseables e indeseables de los productos naturales que se desea imitar, con el fin de reproducirlas o suprimirlas respectivamente.

-Explicar las características de los productos manufacturados más usados y los factores que determinan su textura.

Contenido.-

- 10.1 Estructura de los productos manufacturados más comunes.
  - Factores que determinan su textura.
- 10.2 Oleomargarinas.
- 10.3 Leches, (substitutos)
- 10.4 Substitutos de crema para café.
- 10.5 Imitaciones de jugos cítricos.
- 10.6 Imitaciones de productos cárneos.



Unidad XI.- FUNCION DE LOS ADITIVOS EN LA TEXTURA DE LOS  
ALIMENTOS.- (2 horas)

Objetivos Específicos.-

Al término de esta unidad el alumno  
estará capacitado para:

-Explicar la influencia de diferentes tipos de aditivos  
en la textura de los productos alimenticios, a los cua -  
les se agregan.

-Seleccionar y aplicar adecuadamente aditivos que mejoren  
la textura de los alimentos.

Contenido.-

11.1 Fosfatos.

11.2 Gomas.

11.3 Agentes tensoactivos.

11.4 Enzimas.

11.5 Criterios para seleccionar los aditivos.

#### VI BIBLIOGRAFIA BASICA.-

DeMan, J.M.; Voisey, P.E.; Rasper, V.F.; Stanley, D.W.;  
Rheology and Texture in Food Quality.  
1st. Ed. The Avi Publishing Company, Inc.  
United States of America (1976)

#### VII METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA.-

El curso es teórico-práctico y se mantendrá el encuadre de esta disciplina continuamente.

Se usarán exposiciones orales de las clases teóricas, apoyadas con material audiovisual, fomentando la participación activa de los alumnos; para lo cual se harán investigaciones bibliográficas previas sobre algunos temas, para poder llevar a cabo técnicas dirigidas como: Rejilla, Corrillos, Phillips 6'6, Debates, Banco de Preguntas y Respuestas, etc,

Se harán de diez a doce ejercicios de laboratorio generales y un proyecto final que consistirá en resolver un problema de textura; este proyecto se desarrollará durante las cinco últimas semanas del semestre y tendrá las siguientes etapas: 1) Identificación del problema; 2) Revisión bibliográfica; 3) Pruebas preeliminares; 4) Ajustes y evaluación sensorial; 5) Conclusiones y resultados.

#### VIII EVALUACION DE LOS RESULTADOS DEL CURSO.-

Para evaluar el curso se dará una calificación a las actividades realizadas en las clases teóricas, que tendrá un valor de 60%, en la calificación final y estará integrada por: 3 exámenes parciales acumulativos, con un valor de 18% cada uno.

Participación en las investigaciones bibliográficas y en las discusiones dirigidas, que tendrá un valor de 6%.

La calificación del trabajo de laboratorio tendrá un valor de 40% en la calificación final, y estará integrada por:

El interés demostrado durante el desarrollo de la práctica, la participación en la discusión de resultados y el contenido de los reportes de cada práctica realizada, que tendrá un valor de 20%.

El desarrollo del proyecto mencionado anteriormente, que tendrá un valor de 20%

Para poder exentar la materia se requiere una calificación de 9, y tener un 90% de asistencias.

Para poder tener derecho a exámen final se requiere tener un 80% de asistencias y haber presentado el proyecto final de laboratorio con un reporte escrito del mismo.

Durante el desarrollo del curso se hará una evaluación continua del contenido del mismo, que permita seguir una actualización constante de acuerdo a los requerimientos del país.

#### IX REQUISITOS PARA LLEVAR EL CURSO.-

El alumno que pretenda cursar la materia de TEXTURA Y REOLOGIA DE ALIMENTOS, debe tener como antecedentes académicos: Álgebra, Cálculo Físico, Química General, Química Orgánica, Balance de Materia y Energía, Equilibrio Fisicoquímico, Química de Alimentos, Biología Celular.

PROGRAMA DE PRACTICAS.-

- 1) Determinación de las propiedades reológicas primarias y secundarias de diferentes sistemas comestibles.
- 2) Determinación de las propiedades reológicas primarias y secundarias de un alimento sometido a diferentes procesos y/o condiciones.
- 3) Manejo, registro de datos e interpretación de resultados; obtenidos de la prensa de corte de Kramer.
- 4) Determinación sensorial de las propiedades reológicas primarias y secundarias en diferentes alimentos.
- 5) Realización de pruebas de extrusión, penetración y firmeza en frutas y verduras frescas y sometidas a diferentes procesos.
- 6) Evaluación de las propiedades reológicas de la masa, siguiendo las tres fases que constituyen el proceso de elaboración del pan.
- 7) Determinación de la firmeza de las grasas obtenidas a diferentes temperaturas y por distintas mezclas.
- 8) Determinación de la textura en helados, variando las condiciones en que son preparados.
- 9) Determinación de la textura en quesos procesados y naturales.
- 10) Determinación sensorial de la textura de los productos cárneos, sometidos a diferentes tratamientos.
- 11) Modificaciones químicas en gránulos de almidón con el fin de obtener diferentes texturas.

- 12) Elaboración de un perfil texturométrico instrumental y sensorial en un producto de elección libre, y comparación de los mismos.
  
- 13) Proyecto práctico final, que consistirá en resolver el problema de una textura indeseable o imitar la ' textura del algún producto natural. Este proyecto se llevará a cabo durante las últimas cinco semanas del semestre, siguiendo las etapas mencionadas anteriormente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

1) Basándonos en la importancia que tiene la textura en la aceptación de los alimentos, podemos concluir que un estudio profundo de ésta y de las propiedades reológicas que caracterizan a los productos alimenticios más importantes debe formar parte de la preparación académica de los profesionistas de la Bromatología.

2) Al analizar el contenido del curso de REOLOGIA Y TEXTURA DE ALIMENTOS, se concluye que debe situarse dentro del plan curricular del quinto semestre de la carrera de Ingeniero Bromatólogo; para facilitar que el alumno ya haya cursado las materias que se requieren como antecedentes académicos.

3) El curso de REOLOGIA Y TEXTURA DE ALIMENTOS proporcionará al alumno el criterio sobre la textura más deseable, y las bases científicas para obtenerla y conservarla, el cual podrá aplicar en los cursos de TECNOLOGIA DE LECHEs, TECNOLOGIA DE CEREALES, TECNOLOGIA DE CARNES, DESARROLLO DE ALIMENTOS y CONTROL DE CALIDAD.

En cuanto al personal docente destinado a impartir este curso, sería muy conveniente, contar con personal que tenga una parte activa dentro de la Industria Alimenticia, que le permita compartir con los alumnos sus experiencias prácticas sobre la aplicación de los principios fundamentales de la reología y su relación con la textura de los alimentos, durante su elaboración y control de calidad de los mismos. Dicho personal debe estar capacitado para:

Impartir una enseñanza dinámica y concreta.

Adquirir experiencia práctica.

Aplicar el método pedagógico de descubrimiento, no de repetición.

Desarrollar su capacidad de reflexión en forma continua y crítica.

Poner énfasis en el aspecto aplicativo de la ense-

fianza a problemas concretos.

El personal docente preparado dentro de este marco conceptual proyectará su actividad en los siguientes aspectos:

Evitará la simple transmisión de información y promoverá en el estudiante la adquisición de conocimientos organizados en forma coherente, aplicables de inmediato a problemas específicos.

Contribuirá a desarrollar en los jóvenes las capacidades inductiva, deductiva y creativa; así como un espíritu crítico.

Utilizará el método científico como elemento importante de la formación profesional del alumno.

El laboratorio donde se pretenden realizar las prácticas correspondientes al curso de TEXTURA Y REOLOGIA DE ALIMENTOS, debe contar con los elementos mínimos para que el alumno pueda realizar trabajos a partir de los cuales comprenda, evalúe y reproduzca la textura de distintos productos alimenticios. Entre estos elementos se debe contar principalmente con instrumentos destinados a medir la textura de diversos alimentos, como: viscosímetros convencionales y rotatorios como el de Stomer o el de Brookfield, penetrómetros, prensa de corte de Kramer, fibrómetros, tenderómetros, etc. Los mismos alumnos podrán diseñar algunos instrumentos para hacer sus propias determinaciones, a partir de mecanismos sencillos capaces de aplicar fuerzas de compresión, tensión, corte o cizallamiento; estableciendo previamente sus puntos de referencia.

Sería conveniente poder usar también, algún equipo que permita reproducir algunas de las condiciones por las que pasan los alimentos durante el proceso de su elaboración o almacenamiento, como: batidoras, refrigeradores, extrusores, centrifugas, autoclaves, etc.

Por último se recomienda que se haga una evaluación constante del curso que permita una actualización continua del mismo de acuerdo a los requerimientos genera -

les del país y a los particulares de la región en la ' cual se imparte, para lograr un proceso dinámico y continuo con objetivos bien definidos, que contribuya así' a resolver las exigencias que plantea el desarrollo so cial.



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

A.N.U.I.E.S.  
Manual de Didáctica General  
México, 1979; A.N.U.I.E.S., 2a. Ed.  
pp.56 - 65, 72 - 86

Advances in Food Research, Vol II  
Edited by: Chichester, C. O. and Mrack, E.M.  
Academic Press Inc., Publishers  
New York and London (1958)  
pp. 1 - 56

Advances in Food Research, Vol VIII  
Edited by: Mrack, E.M. and Stewart, G.F.  
New York and London (1962)  
pp. 368 - 373, 401 - 406

Batchelor, G.K.  
An Introduction to Fluid Dynamics  
Cambridge University Press (1974)  
pp. 5 - 11

Chehaybar, E.  
Técnicas para el Aprendizaje Grupal  
U.N.A.M., Centro de Investigaciones y Servicios Educativos.  
Impreso en México, (1982)

Condon and Odishaw  
Handbook of Physics  
McGraw Hill Book Co., Inc.  
New York, Toronto and London (1958)  
pp. 3,40 a 3,49

DeMan, J.M., Voisey, P.W., Rasper, V.F., Stanley, D.W.  
Rheology and Texture in Food Quality  
1st. Ed., The Avi Publishers Company, Inc. (1979)