



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**FORMULACIÓN Y PROCESAMIENTO DE ADEREZOS BAJOS
EN GRASAS Y CALORÍAS QUE POSEAN UNA VIDA DE
ANAQUEL LARGA**

Juan Pablo Granados Meléndez

Asesorado por: Inga. Ms. Sc. Hilda Palma

Guatemala, febrero de 2010.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN Y PROCESAMIENTO DE ADEREZOS BAJOS EN
GRASAS Y CALORÍAS QUE POSEAN UNA VIDA DE ANAQUEL
LARGA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN PABLO GRANADOS MELÉNDEZ

ASESORADO POR: INGA. MS. SC. HILDA PALMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

Decano	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Vocal I	Inga. Glenda Patricia García Soria
Vocal II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
Vocal III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
Vocal IV	Br. Luis Pedro Ortiz De León
Vocal V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
Secretaria	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Examinador	Ing. Jaime Domingo Carranza González
Examinador	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
Examinador	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
Secretaria	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS:

Por su amor y sus bendiciones brindadas en este tiempo que tengo de vida.

MIS PADRES:

Por su amor, apoyo, sostén, entendimiento y colaboración en estos años de estudio y culminación de mi carrera.

MI HERMANO:

Por su compañía, amistad y juegos que hemos compartido en estos 21 años que llevamos juntos.

MI NOVIA:

Por su apoyo incondicional en estos años de estudio, su amor y comprensión.

MIS AMIGOS Y AMIGAS:

Por su amistad en todos estos años que tengo de conocerlos y por todos los momentos que hemos compartido, tanto en la Universidad, en la colonia y otros lugares.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios:

Por darme estos años de vida y permitirme gozar con las personas que ha puesto en mi camino.

La Universidad de San Carlos de Guatemala:

Por ser mi Alma Mater y brindarme todo el conocimiento necesario para desenvolverme como profesional y crecer como persona.

Inga. Hilda Palma:

Por su colaboración y asesoramiento en este trabajo de investigación.

Ing. Rodolfo Estrada, Licda. Dalia Menchú, Ing. Julio López, Ing. Sergio Perdomo:

Por su amistad, confianza puesta en mí y colaboración en la fase experimental.

Licda. Ana María de Carías, Licda. Carolina Sandoval, Licda. María Vásquez, Licda. Lidia Sánchez, Inga. Mariela Escobar y Francisco Castillo:

Por la confianza puesta en mí, el conocimiento que han compartido conmigo en este tiempo y el apoyo brindado tanto en el trabajo como en la fase experimental.

Mis padres Lauro Granados y Gladys Meléndez, mi hermano José Lauro, mi novia Claudia:

Por su apoyo y estímulo en los momentos alegres y tristes, por enseñarme a perseverar y siempre aspirar a más. ¡¡¡Este logro es nuestro!!!

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
HIPÓTESIS.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MARCO TEÓRICO	
1.1. Aderezos.....	1
1.1.1. Definición.....	1
1.1.2. Clasificación.....	1
1.1.3. Proceso Industrial.....	3
1.1.3.1. Equipos utilizados.....	3
1.2. Alimentos.....	9
1.2.1. Conservación y procesamiento de los alimentos.....	9
1.2.2. Propiedades de los alimentos.....	12
1.2.3. Análisis Bromatológico.....	14
1.2.4. Análisis Microbiológico.....	21
1.3. Material de empaque.....	27
1.3.1. Clasificación.....	27
2. METODOLOGÍA	
2.1. Recursos humanos.....	29
2.2. Recursos físicos.....	29

2.3. Materiales y equipos.....	29
2.4. Reactivos.....	30
2.5. Procedimientos.....	30
2.5.1. Condiciones experimentales de formulación.....	30
2.5.2. Condiciones de almacenamiento de los aderezos....	30
2.5.3. Fase de formulación.....	31
2.5.3.1. Determinación de aderezos.....	31
2.5.3.2. Análisis Bromatológico.....	31
2.5.3.3. Análisis Microbiológico.....	32
2.5.4. Fase de definición del proceso.....	32
2.5.4.1. Capacidad de producción.....	32
2.5.4.2. Proceso de producción y dimensionamiento del equipo.....	33
3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
3.1. Fase de formulación.....	35
3.2. Fase de definición del proceso.....	39
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	53
APÉNDICES.....	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Rendimiento de una bomba	7
2.	Bomba rotatoria de tornillo	8
3.	Equipo Soxhlet	17

TABLAS

I	Colonias a examinar para pruebas de Termonucleasa y Coagulasa	24
II	Propiedades y desventajas de los materiales de empaque	28
III	Propiedades Fisicoquímicas de los aderezos	37
IV	Análisis Microbiológico de los aderezos	38
V	Cantidades necesarias de materia prima para satisfacer diferentes demandas de producción	39
VI	Densidades de materias primas	40
VII	Volumen y dimensiones de los tanques de almacenamiento de las materias primas	41
VIII	Dimensiones de la marmita	42
IX	Velocidad promedio de los fluidos	45
X	Trabajo real, teórico y eficiencia de las bombas	45
XI	Potencia y caída de presión de las bombas	46
XII	Costo de los equipos e inversión total	47

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Nombre	Definición
%	Porcentaje	Relación de una medida en una proporción tomando el 100 como el absoluto.
°C	Grados Celsius	Escala y unidad de medición de Temperatura
cal	Calorías	Unidad de medición de energía
g	Gramos	Unidad de medición de masa
mg	Miligramo	Unidad de medición de masa, una milésima parte de un gramo.
ml	Mililitro	Unidad de medición de volumen, una milésima parte de un litro.
Ufc	Unidad Formadora de Colonia	Unidad de medición microbiológica
pH	Potencial de Hidrógeno	Logaritmo inverso de la concentración de iones de Hidrógeno y que indica la acidez o basicidad de un compuesto.
ppm	Partes por millón	Medida de concentración que se obtiene de la división de miligramos de muestra por kilogramo de solución.

Símbolo	Nombre	Definición
π	Letra pi del alfabeto Griego	Constante cuyo valor aproximado es 3.1416
m	Metro	Unidad de medición de distancia
m³	Metro cúbico	Unidad de medición de volumen
α	Letra Alfa del alfabeto Griego	Constante utilizada en el flujo de fluidos cuyo valor depende del tipo de flujo.
ρ	Letra Ro del alfabeto Griego	Símbolo que se utiliza para representar la densidad de un fluido.
Δ	Letra Delta del alfabeto Griego	Símbolo utilizado para indicar el cambio o variación de una medida.
η	Letra Eta del alfabeto Griego	Símbolo utilizado para representar la eficiencia de un equipo.
“	Pulgadas	Unidad de medición de distancia
E	Exponencial	Se utiliza para indicar cantidades muy grandes o muy pequeñas en notación científica.
Q	Quetzal	Símbolo para representar la moneda de Guatemala, el Quetzal.

Símbolo	Nombre	Definición
\pm	Más menos	Se utiliza para indicar un rango en una medición.
L	Litros	Unidad de medición de volumen
w	Watts	Unidad de medición de potencia
hp	Horse Power	Unidad de medición de potencia
m²	Metro Cuadrado	Unidad de medición de área
J	Joules	Unidad de medición de energía
Pa	Pascal	Unidad de medición de presión
psi	Libras por pulgada cuadrada	Unidad de medición de presión
M	Molar	Unidad de medición de la concentración y que se define como moles de soluto dividido litros de solución.
mm	Milímetros	Unidad de medición de distancia, es la milésima parte de un metro.

GLOSARIO

- Ácido:** Sustancia que al disociarse produce cationes hidrógeno en disolución acuosa. Cualquier compuesto químico que puede ceder protones.
- Actividad enzimática:** Se refiere a las reacciones químicas que producen o que aceleran las enzimas.
- Adiabático:** Se refiere al proceso en el cual no hay intercambio de calor entre el sistema y el entorno.
- Aerobiosis:** Vida en el aire o en el oxígeno molecular libre.
- Alcalinizar:** Dar carácter alcalino a una solución aumentando el pH de la misma.
- Alícuota:** Volumen o cantidad de masa que se va a emplear en una prueba de laboratorio.
- Área:** Extensión o superficie comprendida dentro de una figura de dos dimensiones, expresada en unidades de medida denominadas superficiales.
- Base:** Sustancia que en disolución acuosa aporta iones OH^- al medio. Aquella sustancia capaz de aceptar un protón (H^+).

Caída de presión: Pérdida de la presión entre dos puntos de tubería, situados a ambos lados de una válvula, debido al rozamiento hidráulico.

Caloría: Unidad de energía no perteneciente al Sistema Internacional de Unidades. Aunque debe ser sustituida por el Joule del Sistema Internacional, la caloría permanece en uso debido a su utilización generalizada para expresar el poder energético de los alimentos.

Camisa o chaqueta de vapor:

Cámara que recubre la marmita y que contiene vapor para transferir calor hacia el interior de la marmita.

Carga estática: Diferencia en la elevación en los puntos de descarga y de succión de la bomba.

Conservación: Mantener las propiedades y cualidades de un alimento para que sea apto para consumo humano.

Cualitativo: Propiedad de un compuesto o alimento que describe una cualidad del mismo, pero no se puede cuantificar.

Cuantitativo: Propiedad de un compuesto o alimento cuantificable por medio de equipos especiales.

Descomposición: Ruptura de moléculas largas formando así moléculas más pequeñas o átomos.

Emulsión:	Mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea. Un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase continua o fase dispersante).
Emulsionante:	Aditivos alimentarios encargados de facilitar el proceso de emulsión de los ingredientes.
Energía:	Capacidad para realizar un trabajo.
Entalpía:	Magnitud termodinámica que expresa una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema.
Fosfolípido:	Tipo de lípidos polares compuestos por un glicerol, al que se le unen dos ácidos grasos (1,2-diacilglicerol) y un grupo fosfato.
Fricción:	Fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra (<i>fuerza de fricción dinámica</i>) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (<i>fuerza de fricción estática</i>).
Grasa:	Término genérico para designar varias clases de lípidos, aunque generalmente se refiere a los acilglicéridos, ésteres en los que uno, dos o tres ácidos grasos se unen a una molécula de glicerina, formando monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos respectivamente.
Hidrólisis:	Reacción química entre agua y otra sustancia, como sales.

Inhibidor

enzimático: Moléculas que se unen a enzimas y disminuyen su actividad.

Materia prima: Material o materiales extraídos de la naturaleza que nos sirven para transformar la misma y construir bienes de consumo.

Micrón: Prefijo utilizado para cuantificar una dimensión en el orden de una millonésima parte.

Microorganismo: Ser vivo que solo puede visualizarse con el microscopio.

Preservación: Conservación o protección contra un daño o peligro.

Propiedades

reológicas: Propiedades que poseen los materiales que son capaces de fluir y que son estudiadas por la reología.

Quelante: Sustancia que forma complejos con iones de metales pesados.

Quelato: Compuestos complejos formados por la unión de un agente quelante y iones de metales pesados.

Reología: Estudio de la deformación y el fluir de la materia. Parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir.

- Solvente:** Sustancia que permite la dispersión de otra en su seno. Es el componente de la mezcla que se encuentra en mayor proporción.
- Viscosidad:** Es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.
- Vitamina:** Son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, que al ingerirlas de forma equilibrada y en dosis esenciales puede ser trascendental para promover el correcto funcionamiento fisiológico.
- Volumen:** Magnitud definida como el espacio ocupado por un cuerpo.
- Zoonosis:** Enfermedad que puede transmitirse de otros animales vertebrados a seres humanos o viceversa.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realizaron diferentes formulaciones de aderezos con el objetivo de encontrar dos que tuvieran un contenido energético y de grasas y que por consiguiente pudieran ser considerados dietéticos. También se utilizó BHT en todos los aderezos, y se separaron muestras que tuvieran EDTA y Lecitina como preservantes adicionales para determinar con cuál de éstos se mantenía la estabilidad de los aderezos por más tiempo. Al cabo de cuarenta días se realizaron las pruebas bromatológicas y microbiológicas necesarias para indicar la calidad de los aderezos y sus propiedades.

Los resultados obtenidos por las pruebas de los análisis bromatológicos y microbiológicos demuestran que estos aderezos si poseen las propiedades buscadas de bajo contenido energético y bajo contenido de grasas y que poseen una vida de anaquel larga.

HIPÓTESIS

Es posible desarrollar una formulación de aderezos bajos en grasa y calorías con una vida de anaquel de un año.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Desarrollar aderezos con bajo contenido energético y de grasas con larga vida de anaquel para su producción industrial enfocada a restaurantes de comida rápida.

ESPECÍFICOS:

1. Evaluar las formulaciones de aderezos que cumplan con el bajo contenido energético y de grasas por medio de análisis bromatológicos.
2. Evaluar las formulaciones para determinar su vida de anaquel y utilizar aquellas con vida de anaquel adecuada para su comercialización.
3. Realizar un análisis de costos del equipo necesario para la producción industrial de estos aderezos.

INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos es en la actualidad una de las más amplias en Guatemala y se mantiene en constante crecimiento y adaptación, a fin de satisfacer las necesidades del consumidor.

En los últimos años ha ido en aumento la cantidad de personas que buscan cuidar su salud a través de una mejor alimentación, por lo que el siguiente trabajo de investigación busca satisfacer esta necesidad encontrando formulaciones de aderezos que puedan ser utilizados como complemento de ensaladas para que su alimentación pueda cumplir con la necesidad de favorecer a la salud del consumidor.

En la industria alimenticia siempre se busca un alimento no perecedero, es decir, que pueda ser utilizado por un tiempo prolongado. Por lo mismo otro de los objetivos de este trabajo de investigación es el de encontrar una formulación de un aderezo que además de ser dietético tenga una vida de anaquel larga.

Los datos obtenidos de las pruebas realizadas se procesarán para su posterior interpretación y determinación de las formulaciones que cumplan con los requisitos establecidos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Aderezos

1.1.1. Definición

Aderezo es un condimento o conjunto de ingredientes que se usan para sazonar las comidas o realzar su sabor. Se utilizan para dar gusto y sabor a los alimentos o potenciar los naturales mediante la utilización de otros productos alimenticios.

1.1.2. Clasificación

Los aderezos para las ensaladas se pueden clasificar en dos grupos:

A) Simple o común: El aderezo simple o común es aquel que se realiza a base de sal, vinagre, limón y aceite. En algunos países se utiliza la pimienta conjuntamente con la sal.

Vinagre: El vinagre es el principal ingrediente de los aderezos simples. Existen diferentes clases de vinagre, entre los que se pueden mencionar:

- Vinagre de vino: Se obtiene a partir del vino blanco o tinto.
- Vinagre balsámico: Es el vinagre más noble que existe. Se deja reposar por lo menos durante 3 años en barriles de roble.

- Vinagre aromatizado: Le proporciona a muchas ensaladas un toque especialmente aromático, sin embargo tiene un sabor neutro.

Otros aceites finos:

- Aceite de Soja: Se extrae de las alubias de soja y su sabor es neutro.
- Aceite de girasol: Tiene también un aroma maravilloso e intenso.
- Aceite de oliva: Proviene de toda la zona mediterránea. Existen tres niveles diferentes de calidad. Aceite de oliva virgen extra, le sigue el aceite de oliva virgen y finalmente, el aceite de oliva. El aroma y el carácter son distintos, según la procedencia.

B) Compuesto o salsa clásica: Admiten gran creatividad y variedad; destacan como las más utilizadas las siguientes:

- Vinagreta: Es una salsa emulsionada que contiene como ingrediente principal cualquier líquido ácido como el vinagre, aunque a veces se puede utilizar el zumo de limón, y se acompaña mediante una mezcla de un medio graso como puede ser un aceite o una nata agria, mayonesa, o yogurt natural.
- Mayonesa: Salsa fría preparada con yema de huevo y aceite, batidos.
- De crema
- De yogurt
- Mostaza a la crema
- De chile

1.1.3. Proceso Industrial

Los productos como mayonesas, aderezos y salsas consisten fundamentalmente en una fase de aceite, una fase acuosa y un emulsionante. Luego de ser mezcladas, ambas fases forman una emulsión aceite en agua.

El emulsionante se utiliza para la estabilización en los límites de las fases.

El proceso de producción industrial se puede resumir básicamente en tres etapas, bodega de materia prima, sistema de emulsificación y bodega de producto terminado.

- a) Bodega de materia prima: Consiste en tanques de almacenamiento para cada uno de los ingredientes o materia prima de la que está formado el producto.
- b) Sistema de emulsificación: Aquel en el que se agregan las materias primas y se realiza el proceso de emulsificación para obtener el producto final.
- c) Bodega de producto terminado: Esta es en la cual se almacena el producto terminado y empacado para su posterior distribución.

1.1.3.1. Equipo utilizado

En este proceso se utilizan diversos equipos como lo son las marmitas, bombas, molinos coloidales y equipos de dosificación.

Marmitas: Es un sistema de calentamiento indirecto muy utilizado en la industria alimentaria, en especial para el procesamiento de frutas y hortalizas. Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar.

El calentamiento se puede realizar de dos formas diferentes. Una que consiste en hacer circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por una caldera; esta es denominada marmita de vapor. Otra manera es calentar el agua que se encuentra en la cámara de calefacción por medio de resistencias eléctricas; la cual es denominada marmita eléctrica.

Generalmente las marmitas poseen forma semiesférica y pueden estar provistas de un agitador mecánico y un sistema de volteo para facilitar la salida del producto. Las marmitas pueden ser abiertas o cerradas. En las abiertas el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en la cerrada se emplea vacío. El uso de vacío facilita la extracción de aire del producto a procesar y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, lo cual evita o reduce la degradación de aquellos componentes del alimento que sean sensibles al calor.

La sección interna de la marmita, así como el tubo de descarga, el sistema de agitación y la tapadera deben ser construidos en acero inoxidable. Mientras que la base que sostiene la semiesfera, así como la tubería para vapor pueden ser construidos en materiales metálicos más económicos, ya que éstas no tienen contacto directo con el alimento.

Cabe hacer notar que la marmita de vapor debe contar con una válvula de seguridad, la cual debe revisarse constantemente para asegurarse del correcto funcionamiento de la misma.

Molinos Coloidales: Un molino coloidal homogeniza al punto de formar una partícula muy pequeña, del orden del micrón, distribuyéndolas de manera uniforme. Subdivide la partícula de grasa o crema, dispersándola en un medio acuoso. Las mezclas basadas en cremas, obtienen un aspecto más brillante y consistente. Potencia los agentes de batido, emulsiones para el cutis, jarabes, helados, mayonesa, salsas tipo ketchup, mostaza, etc.

Los molinos coloidales se utilizan generalmente para fabricar emulsiones. Hay diferentes tipos de molinos coloidales y sus principales características son:

El cabezal del molino coloidal consta de un cuerpo dentro del cual se encuentran alojados un Rotor y un Estator. La parte móvil denominada Rotor se monta sobre el eje del motor y la parte fija, el Estator, se desliza dentro del cuerpo del molino. Se puede lograr la regulación del espacio que separa el rotor del estator por medio del volante de regulación. Girando este volante en un sentido u otro produce un desplazamiento del estator con relación al rotor lográndose así un mayor o menor espacio entre estas piezas. Siendo el estator y el rotor cónicos hermanados, la aproximación entre ambos debe ser lo más ajustada posible para obtener el mejor resultado de la emulsión.

Los motores coloidales utilizan un motor trifásico, y pueden variar en capacidad. También funciona como bomba de trasvasado, porque posee alabes rectos en la parte inferior del rotor.

Equipos de Dosificación: Los equipos de dosificación se refieren a aquellos utilizados para regular el flujo de materiales (*materia prima o producto terminado*) hacia las diferentes etapas del proceso de producción. Las bombas se encuentran entre los equipos utilizados para la dosificación de materia. Además se encuentran las válvulas y los medidores de flujo que son utilizados no para dosificar sino para controlar que el flujo de materia se encuentre en el intervalo deseado.

Bombas: Son dispositivos o aparatos que brindan energía desde una fuente a un fluido incompresible para extraerlo, elevarlo o inyectarlo en un lugar diferente al que se encuentra inicialmente.

Bomba centrífuga: Las bombas centrífugas constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, porque es la más adecuada para manejar más cantidad de líquido que la bomba de desplazamiento positivo.

Una bomba centrífuga transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio en la energía cinética y potencial requerida para ejecutar la acción de bombeo (*acción por la cual se le brinda energía a un fluido para que efectúe un trabajo*). La cantidad de energía que se aplica por libra de líquido es independiente de la densidad del mismo. Por lo tanto, en una bomba dada que funcione a cierta velocidad y que maneje un volumen definido de líquido, la energía que se aplica y se transfiere al líquido es la misma para cualquier líquido sin que importe su densidad.

Para entregar un volumen dado de líquido en el sistema, la bomba debe aplicar, al líquido, una energía formada por los siguientes componentes:

- a) Carga estática (*diferencia en la elevación en los puntos de descarga y de succión de la bomba*).
- b) Diferencia de presiones en las superficies de los líquidos.
- c) Carga de fricción (*la carga necesaria para contrarrestar las pérdidas por fricción ocasionadas por el flujo de líquido en la tubería, válvulas, etc.*).
- d) Pérdidas en la entrada y la salida

La viscosidad del líquido que se trabaja influye en el rendimiento de la bomba. Esto se debe a que dos de las principales pérdidas en una bomba centrífuga las ocasionan la fricción del líquido y la fricción de disco; y éstas varían según la viscosidad del líquido, por lo cual tanto la capacidad de carga como la salida mecánica difieren de los valores que tienen cuando se bombea agua.

En la figura que se presenta a continuación se ilustra el rendimiento de una bomba probada, primero, con agua, (*viscosidad = 32 Segundos Saybol*

Universal o SSU) y luego con una serie de líquidos con viscosidades entre 100 y 4000 SSU. Se aprecia que para el momento en que la viscosidad llega a 2000 SSU, el rendimiento de la bomba se habrá reducido a tal grado que una bomba de desplazamiento positivo resultaría más económica para esa aplicación.

Figura 1. Rendimiento de una Bomba

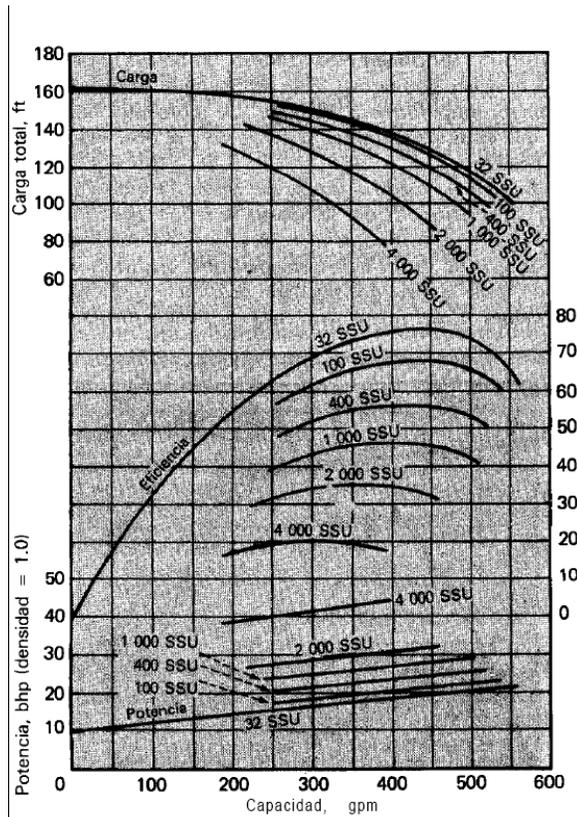


Fig. 24 La viscosidad del líquido influye en el rendimiento de las bombas centrífugas

Fuente: *BOMBAS. Selección, uso y mantenimiento. Pág. 8*

Bombas Rotatorias: En Hydraulic Institute Standards' se describe una bomba rotatoria como "una bomba de desplazamiento positivo consistente en una cámara donde están colocados engranes, excéntricas, tornillos, aspas (*alabes*), émbolos o elementos similares accionados por la rotación relativa del eje (*árbol*)

de propulsión y la carcasa y que no tiene válvulas separadas para admisión y descarga”.

Las más comunes son la de engranes y la de tornillo o de cavidad progresiva. La bomba rotatoria más interesante es la de tornillo, que consta de un rotor que gira dentro de un estator con lo cual se forman cavidades en el sentido de descarga para mover pasta aguada. Estas bombas pueden incluir trituradores.

Figura 2. Bomba Rotatoria de Tornillo

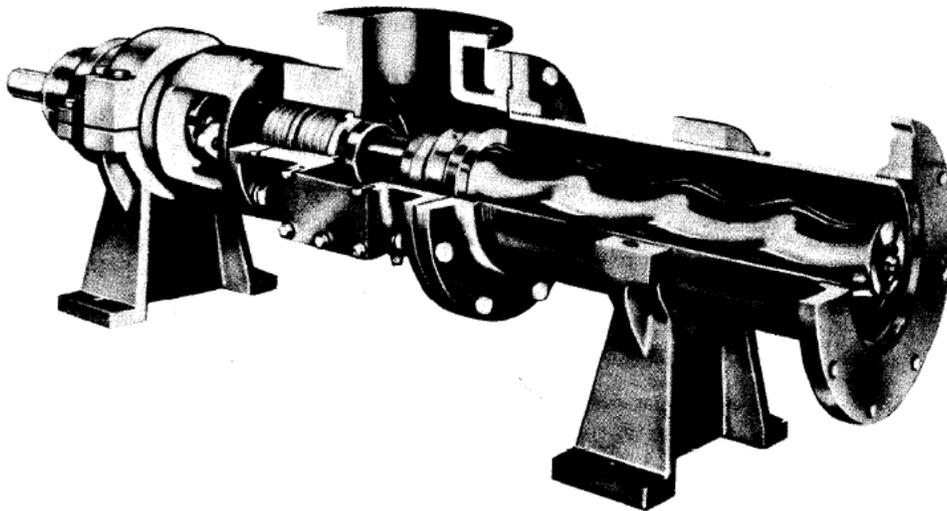


Fig. 4 La más utilizada de las bombas rotatorias es la de tornillo que puede estar equipada con un triturador especial

Fuente: BOMBAS. Selección, uso y mantenimiento. Pág. 271.

1.2. Alimentos

1.2.1. Conservación y procesamiento de alimentos

El procesamiento de alimentos se refiere al refinamiento, preservación, mejoramiento de los productos, almacenamiento, manejo, empaçado o envasado del mismo. Dentro del procesamiento se puede incluir la recepción y almacenamiento de materias primas o materiales parcialmente procesados y preparación de los mismos. El objetivo del procesamiento de los alimentos es extender la vida útil de las mercancías crudas mediante el uso de varios métodos de preservación.

Conservación de alimentos: El objetivo de la conservación de alimentos es evitar que sean atacados por microorganismos que originan la descomposición o evitar o retardar el proceso de descomposición que pudiera tener el alimento por otra vía.

La conservación de alimentos implica el mantenimiento de las cualidades nutritivas del alimento durante bastante tiempo.

Existen diferentes técnicas de conservación de alimentos, entre las cuales podemos mencionar:

Liofilización: Es un método de conservación de alimentos en el cual se deseca mediante el vacío. El alimento liofilizado sólo tiene un 2% de agua. Después de una rehidratación, su valor nutritivo y sus propiedades organolépticas son prácticamente las mismas que las del alimento fresco.

Este procedimiento es utilizado sobre todo en la leche infantil, sopas, café e infusiones.

Deshidratación: Consiste en eliminar el agua que contiene el alimento, bien de una forma natural o por la acción del hombre en la que se ejecuta la transformación por desecación simple al sol o por medio de una corriente a gran velocidad de aire caliente.

Pasteurización: Es un proceso de conservación que consiste en calentar el alimento a 72°C durante 15 ó 20 segundos y enfriarlo rápidamente a 4°C. Este tipo de procedimiento se utiliza sobre todo en la leche y en bebidas aromatizadas con leche, así como en zumos de frutas, cervezas y algunas pastas de queso. Estos productos se envasan en cartón parafinado o plastificado y en botellas de vidrio.

Los alimentos pasteurizados se conservan sólo unos días ya que aunque los gérmenes patógenos se destruyen, se siguen produciendo modificaciones físicas y bacteriológicas.

Esterilización: Consiste en colocar el alimento en un recipiente cerrado y someterlo a elevada temperatura durante bastante tiempo, para asegurar la destrucción de todos los gérmenes y enzimas. Cuanto más alta sea la temperatura de esterilización menor será el tiempo. A 140°C el proceso solo dura unos segundos.

El valor nutritivo de las conservas, debido a las condiciones de fabricación y el reducido tiempo de calor, es bastante óptimo, ya que no existe alteración de proteínas, carbohidratos ni lípidos. La vitamina C de las verduras se conserva en más del 50% y en el 95% en las frutas y zumos de frutas.

Las vitaminas del grupo B se preservan en un 80% y las vitaminas liposolubles A, D, E y K, sensibles a la luz y al aire, quedan protegidas en los recipientes opacos y herméticos (*los envases de vidrio, debido a que dejan pasar los rayos ultravioletas, perjudican a las vitaminas en su conjunto*).

Conservación en frío: La congelación de los alimentos retrasa el deterioro de los mismos y prolonga su seguridad evitando que los microorganismos se desarrollen y ralentizando la actividad enzimática que hace que los alimentos se echen a perder. Cuando el agua de los alimentos se congela, se convierte en cristales de hielo y deja de estar a disposición de los microorganismos que la necesitan para su desarrollo. No obstante, la mayoría de los microorganismos (*a excepción de los parásitos*) siguen viviendo durante la congelación, por lo que se debe tener cuidado al manipular los alimentos tanto antes como después del congelado.

Conservantes Químicos: Según el “Código Alimentario Español” se entiende por aditivo alimentario a aquellas sustancias que se añaden intencionalmente a los productos alimenticios sin el propósito de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración, conservación y/o para mejorar su adaptación al uso que se destinen.

Los Conservantes son aquellos aditivos que como su nombre lo indica, actúa como protector del alimento de las alteraciones biológicas naturales, como fermentación, ranciedad y putrefacción.

EDTA: El EDTA es un agente quelante, es decir un compuesto químico capaz de fijar o secuestrar iones metálicos formando compuestos estables llamados quelatos. En la actualidad la moderna tecnología de fabricación que implica rodillos de metal, mezcladoras y contenedores de alimentos, deja trazas de contaminación por metales en los alimentos. El EDTA (*ácido etildiamino tetraacético*) atrapa las impurezas metálicas, que de lo contrario provocarían rancidez y la ruptura de los colores artificiales.

Lecitina: Es el nombre común para un determinado grupo de fosfolípidos. La lecitina se utiliza en los alimentos como emulgente de las grasas. Como suplemento nutricional es una fuente natural de muchos fosfóricos nutrientes.

Los fosfolípidos son componentes importantes que se encuentran en la estructura de todas las membranas celulares. Las membranas de las células que regulan los nutrientes que pueden penetrar o no en la célula, están compuestos en gran medida de lecitina.

La lecitina se obtiene a partir del aceite extraído de los granos de soja. Los ácidos grasos esenciales de la lecitina facilitan la solubilización y el transporte del colesterol. Además parece tener una acción selectiva sobre las lipoproteínas que transportan el colesterol en la sangre: reduce los niveles altos de LDL a la vez que eleva el nivel de las HDL.

BHT: El Butilhidroxitolueno es muy soluble en aceite y resiste bien el calor. Es más efectivo en la grasa animal que en los aceites vegetales. Tiene el inconveniente de tener un olor desagradable. Es un aditivo que no es mutagénico y es capaz de modificar la acción de ciertos carcinógenos. El BHT a dosis muy altas produce lesiones hemorrágicas en ratas y ratones, pero no en otras especies de animales; lo cual puede ser fundamentalmente a que interfiere con el metabolismo de la vitamina K.

1.2.2. Propiedades de los alimentos

Los alimentos poseen diferentes cualidades o propiedades que son adquiridas por las materias primas que conforman el producto. Estas propiedades pueden ir desde brindar sabor hasta ayudar en la conservación del producto por más tiempo. Pueden intervenir también como inhibidores del crecimiento de microorganismos perjudiciales para la salud del ser humano.

La mayoría de los ingredientes utilizados en la preparación de los aderezos brindan 3 características principales, las cuales son: la apariencia, el sabor y el olor. Estas 3 características son muy importantes porque dan la primera impresión al consumidor y de esto depende que lo siga adquiriendo y por consiguiente siga su venta.

Los ingredientes también influyen en la información nutricional del producto terminado. Si se utiliza materia prima que posea un alto contenido en grasas, el producto terminado poseerá también un alto contenido en grasas. Ya que lo que se busca es un aderezo con bajo contenido en grasas y con bajo contenido energético, es importante que los ingredientes posean estas características.

Otra función que pueden cumplir los ingredientes, tales como el vinagre y el aceite, es la de conservadores. El vinagre por ejemplo, está elaborado con ácido acético, el cual es utilizado para dar sabor, controlar la acidez de los alimentos además de poseer una efectiva acción antimicrobiana. Esta última ayuda también a que el producto tenga una mayor vida, ya que prolonga la descomposición bacteriana.

Vida de anaquel de los alimentos

Los alimentos sufren numerosos cambios durante su procesamiento y almacenaje, los cuales pueden influenciar negativamente los atributos de calidad de los mismos. Al sobrepasar el período de almacenaje, uno o más atributos de calidad pueden alcanzar un estado de inacceptabilidad. Es en ese momento cuando el alimento ya no se considera adecuado para el consumo y se dice que ha llegado al fin de su vida útil o vida de anaquel.

Una práctica común para evaluar la vida de anaquel de un producto dado es determinar el cambio de calidad de una o varias características, como sabor, textura, apariencia, color, rancidez, etc., en un período de tiempo.

1.2.3 Análisis bromatológico

La palabra bromatología proviene del griego brom-atos que significa alimento y logía, estudio. Entonces la bromatología es una disciplina científica que estudia íntegramente los alimentos. Con éste se pretende hacer el análisis químico, físico, higiénico, hacer el cálculo de las dietas y ayudar a la conservación y el tratamiento de los alimentos.

La bromatología se divide en dos ramas, la antropobromatología y la zoobromatología. De estas dos ramas la de mayor interés en este estudio es la primera, ya que esta se encarga del estudio de los alimentos destinados para consumo humano.

Con ayuda del análisis bromatológico se puede conocer la composición cualitativa y cuantitativa de un determinado alimento, así como de sus materias primas; se puede ver su estado higiénico y toxicológico; analizar si el alimento o materias primas cumplen con lo establecido por el productor, además de ver si tiene alteraciones o contaminante.

El análisis bromatológico incluye: a) análisis microbiológico; b) análisis toxicológico; c) análisis químico y; d) evaluación organoléptica.

ANÁLISIS QUÍMICO

Determinación del contenido energético

El contenido energético de un alimento es la energía que brinda a la persona que lo consume. Este contenido tiene unidades de energía, siendo en este caso mayormente utilizadas las unidades de calorías (*cal*). También se utilizan las kilocalorías (*kcal*), que algunas veces y de forma incorrecta son escritas o abreviadas con mayúsculas, como Calorías (*Cal*). Para realizar esta prueba se utiliza una bomba calorimétrica adiabática a volumen constante. En

ella se coloca una cantidad de muestra y se obtiene su entalpía de combustión, que en este caso es su contenido energético. Este valor se obtiene en unidades de cal/g, por lo que al tener el tamaño de una porción del alimento se puede calcular el contenido energético de esa porción.

Cabe hacer notar que para analizar los alimentos en una bomba calorimétrica primero deben secarse, ya que la mayoría contiene una gran cantidad de agua, lo cual afectaría el procedimiento de combustión.

Determinación de proteínas

Las proteínas son macromoléculas compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Las proteínas constituyen alrededor del 50% del peso seco de los tejidos y no existe proceso biológico alguno que no dependa de la participación de este tipo de sustancias. Además de su significado nutritivo las proteínas juegan un papel importante en las propiedades organolépticas de los alimentos. Las proteínas ejercen una influencia controladora en la textura de los alimentos provenientes de fuentes animales. Las proteínas existen en los alimentos en combinación física o química con carbohidratos o lípidos. Las glucoproteínas y las lipoproteínas afectan las propiedades reológicas de las soluciones alimenticias o poseen aplicaciones técnicas como emulsificantes comestibles.

El método actual para el análisis de proteínas es conocido como método Kjeldahl, el cual se basa en analizar nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos, obteniendo nitrógeno de la muestra. El resultado del análisis representa el contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos.

Determinación de grasas

Las grasas son una clasificación de los lípidos. Los lípidos son junto con las proteínas y carbohidratos los principales componentes estructurales de los alimentos. Las grasas son compuestos orgánicos clasificados como ésteres que poseen un átomo de carbono unido por un doble enlace a un átomo de oxígeno, también posee un enlace a una cadena de carbonos denominada como R y el último enlace se da a un átomo de oxígeno que a su vez se encuentra enlazado a una cadena de carbonos (R'), que puede ser o no igual a R.

Para la determinación de las grasas se pueden utilizar diferentes métodos, los cuales se pueden agrupar en 3 categorías: a) extracción con solventes; b) extracción húmeda sin solventes y; c) métodos instrumentales.

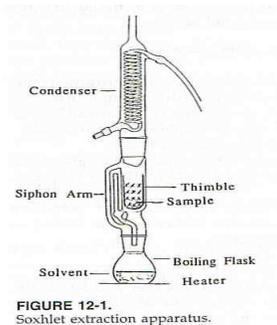
El método a utilizar se clasifica en la primera categoría, y es el método de extracción soxhlet. En los métodos de esta categoría la muestra debe prepararse antes de realizar la extracción, y en el caso de los alimentos, éstos deben ser secados hasta mantener un peso constante. Además de esto el solvente debe cumplir con ciertos criterios para su aplicación en la extracción.

Estos criterios son:

- No deben ser inflamables.
- No deben ser tóxicos es estado líquido y gaseoso.
- Deben penetrar inmediatamente las partículas de la muestra.
- Deben evitar el fraccionamiento y
- Deben ser baratos y no higroscópicos.
- Deben tener alto poder disolvente para lípidos, pero no para proteínas, aminoácidos ni carbohidratos.
- Deben evaporarse rápido y no dejar residuo
- Deben tener un punto bajo de ebullición.

Para la extracción de las grasas por el método soxhlet se utiliza un equipo que se conecta a un balón y a un condensador, como se muestra en la figura a continuación:

Figura 3. Equipo Soxhlet.



El proceso de extracción comienza al calentar el solvente y llevarlo hasta su punto de ebullición; el vapor entonces llega al condensador y cae en forma de gotas al dedal (*donde se colocó la muestra*) hasta llenar esta área. De esta forma continúa el procedimiento hasta que dicha área se rebalse con el solvente, que a su vez se encuentra extrayendo los lípidos. De esta forma se completa un ciclo. El tiempo de extracción o el número de ciclos puede variar de una muestra a otra, pero es recomendable que el equipo trabaje por lo menos hasta completar 2 ó 3 ciclos. Por último el balón que contenía el solvente se seca y se enfría para pesarlo. El peso del balón con la grasa menos el peso del balón vacío será la cantidad de grasa que posee por cantidad de muestra.

Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos o glúcidos son conocidos como azúcares y su función es la de proporcionar energía. Los glúcidos totales es el conjunto de glúcidos fácilmente solubilizables que pueden existir en un alimento, principalmente glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, dextrina y almidón, sin incluir los polisacáridos que forman la llamada fibra o residuo celulósico.

Los glúcidos totales pueden determinarse por hidrólisis intensa como sigue: Se toman aproximadamente 3g del producto y se calientan directamente en un refrigerante de reflujo con una mezcla de 200ml de agua y 14ml de HCl concentrado durante dos horas y media. Se deja enfriar y se agrega un poco de $\text{Al}(\text{OH})_3$, se alcaliniza levemente con NaOH. Luego se traslada a un matraz de 500ml y se afora con agua, filtrando la solución obtenida. Por último a 50ml de este filtrado se le agregan 25ml de Fehling I y 25ml de Fehling II (*estas dos son dos soluciones, una de sulfato de cobre (II) y la otra de hidróxido de sodio y tartarato de sodio y potasio, respectivamente; se guardan separadas hasta el momento de su utilización para evitar la precipitación del hidróxido de cobre (II)*). Después de esto se emplea el método de Munson y Walker, el cual es utilizado para la determinación de azúcares reductores y totales, y consiste en agregar a la muestra agua, el reactivo de Carrez I (*el cual es una solución de acetato de zinc crist. 1M – 21,9%, adicionado de 3ml de ácido acético glacial*) y el reactivo de Carrez II (*ferrocianuro de potasio crist. 0,25M – 10,6%*). Al agregarlos se agitan bien y luego se filtra. Con una alícuota de este filtrado se determinan los azúcares directamente reductores. Para determinar los azúcares totales, se toma una alícuota del filtrado y se le agrega HCl conc. y se calienta en baño de María a 70°C por 5 minutos. Se deja enfriar la muestra y se le adiciona NaOH hasta que la solución sea ligeramente ácida y se afora a 100ml. A continuación se colocan en dos matraces 25ml de Fehling I, 25ml de Fehling II, 50ml de agua destilada y una alícuota del filtrado con los azúcares reductores. En el segundo matraz se agregan los mismos líquidos, excepto el filtrado, que se sustituye con una alícuota del hidrolizado para los azúcares totales.

Los dos matraces se calientan para que las soluciones ebullean al mismo tiempo. La solución caliente se filtra a través de un crisol filtrante u otro dispositivo de filtración al vacío. El producto se lava con agua caliente, un poco de alcohol y luego éter. Se seca el crisol, se enfría en un desecador y se pesa como óxido cuproso. El valor obtenido se compara con la tabla de Munson y

Walker, la cual se encuentra en mg, para conocer el equivalente de glucosa (*La tabla se presenta en el apéndice A*).

Determinación de sodio

El sodio es un metal alcalino de la familia IA que se encuentra en el organismo humano en forma del catión Na^+ . El sodio es el principal catión del plasma (*el plasma sanguíneo es la fracción líquida y acelular de la sangre, en la que están inmersos los elementos formes: eritrocitos, leucocitos y plaquetas. Es el componente mayoritario de la sangre.*), la presión osmótica del plasma se correlaciona con la concentración de Na^+ en el mismo. La cantidad de sodio requerida por el organismo diariamente equivale a 400 mg/día, donde el exceso del mineral se excreta por los riñones en la orina o el sudor. El exceso de sodio tiene consecuencias que van desde la hipertensión, los problemas cardiovasculares, edemas hasta los cálculos.

Todos los alimentos ya contienen en estado crudo o no elaborado sustancias minerales; los de origen vegetal las absorben principalmente del suelo y las de origen animal, las reciben de las hierbas que ingieren.

La determinación del sodio se realiza dependiendo del estado del alimento. Para bebidas o alimentos líquidos, su determinación se realiza por fotometría o por espectrofotometría de absorción atómica, realizando la dilución de la muestra con agua bidestilada para aproximarse a la concentración y viscosidad de la solución patrón. Si la muestra es sólida que puede ser sometida a molienda fina y homogenización por un rallado o una mezcladora eléctrica, se efectúa una extracción por agitación durante 15 minutos en una solución acuosa de oxalato de amonio.

Determinación de colesterol

El colesterol es un compuesto químico monoatómico. Es un esteroide que hace parte de los alcoholes, convirtiéndose en un esteroil. Esta sustancia

se encuentra en la bilis, el cerebro y en el plasma de la sangre principalmente. En la medicina el conocer sus niveles es de vital importancia ya que esta sustancia es quien genera enfermedades tales como la arterosclerosis.

El colesterol se puede presentar de dos formas en el organismo humano. La primera como HDL (*High Density lipoprotein, por sus siglas en inglés*), lipoproteínas de alta densidad, porque contiene más proteína que grasa. Esta también es conocida como colesterol bueno ya que ejerce el papel de protector del organismo limpiando los vasos sanguíneos de la segunda forma de colesterol presente en los alimentos. La segunda forma es como LDL (*Low Density Lipoprotein*), lipoproteínas de baja densidad, donde hay más grasa que proteínas. Es el famoso colesterol malo, ya que se deposita en las paredes de los vasos sanguíneos, formando arteriosclerosis (*Endurecimiento de las paredes de los vasos*), dificultando el bombeo de la sangre al cuerpo.

El método más utilizado de análisis de colesterol en alimentos es el de Liebermann-Burchard, con el cual se determina la presencia o ausencia de colesterol y sus derivados por medio de una identificación colorimétrica. Para aplicar este método se prepara la muestra tomando 1.5g de esta, agregándole 10ml de cloroformo y agitando hasta que quede homogéneo. Se vierten 7ml de la mezcla en un tubo de centrifuga y se procede a centrifugar a máxima velocidad entre 5 y 10 minutos. Al terminar de centrifugar, se toma 1ml de la solución y se coloca en un tubo de ensayo. Nuevamente se agregan 10ml de cloroformo y se agitan; se añaden 15 gotas de anhídrido acético, 1ml de H₂SO₄ concentrado y se agita suavemente con la mano. El resultado de la prueba se evalúa como se dijo anteriormente por medio del color. Si el color es azul-verdoso, este indica colesterol puro; si es rojo-café la prueba es positiva indicando la presencia de ergosterol, aunque con menor proporción de colesterol en su contenido. En el caso de no presentar color alguno, esto indica la total ausencia de colesterol en el alimento.

1.2.4. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar la carga microbiana. Por tanto no se puede lograr un aumento de la calidad microbiológica mediante este análisis, sino que se debe determinar en la industria cuáles son los puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana (*los llamados Puntos Críticos del Proceso*). La prevención, por tanto, está en evitar manufacturar productos de baja calidad microbiológica y no en comprobar la calidad de los ya elaborados.

En el análisis microbiológico los microorganismos detectados pueden utilizarse como marcadores y pueden ser de dos tipos: a) microorganismos índices, que son aquellos cuya presencia alertan de la posible presencia de un microorganismo patógeno relacionado ecológicamente con él (*por ejemplo: E. coli índice de S. typhi*) y; b) microorganismos indicadores, aquellos cuyo número indica un tratamiento inadecuado o una contaminación posterior del alimento analizado. Un microorganismo analizado puede actuar como índice e indicador simultáneamente, incluso en un mismo alimento.

Recuentos de microorganismos viables “totales”

Los recuentos “totales” expresan el número por gramo o por mililitro de unidades formadoras de colonias (*ufc*), de alimentos obtenidos en determinadas condiciones de cultivo en medio sólido incubado en aerobiosis. No existe ninguna relación directa entre la flora aerobia y la posible presencia en los alimentos de microorganismos patógenos de procedencia intestinal, ni tampoco de otros agentes de infecciones e intoxicaciones alimentarias de diversa procedencia.

Un recuento alto de *ufc* en un alimento indica que, probablemente, ha estado conservado en condiciones que permitan el desarrollo de microorganismos. La simplicidad de la técnica hace que el

recuento de la placa en flora aerobia sea viable para un paso inicial frecuente en el análisis microbiológico de los alimentos.

Determinación de coliformes y E. coli

Coliforme designa un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y alimentos. Coliforme significa con forma de coli.

Las propiedades bioquímicas que poseen en común las bacterias coliformes son:

- Son aerobias o anaerobias facultativas
- Son bacilos Gram negativos
- Son oxidasa negativos
- No son esporógenas
- Fermentan la lactosa a 35°C en 48 horas, produciendo ácido láctico y gas.

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efecto de emplearlos como indicadores de contaminación. Entonces se distinguen de la forma siguiente: a) coliformes totales, que comprenden la totalidad del grupo y, b) coliformes fecales, aquellos de origen fecal.

Las investigaciones ecológicas han puesto de manifiesto que E. coli procede del intestino del hombre y de los intestinos de animales de sangre caliente. Del origen fecal del E. coli, se concluye que si esta bacteria se encuentra en algún alimento, ello indica que han tenido lugar una contaminación de origen fecal.

La determinación de E. coli en los alimentos no presenta problemas analíticos especiales. La utilización del agar de MacConkey a $44 \pm 0,1$ °C en anaerobiosis es el método de elección de estas colonias.

Determinación de *Staphylococcus aureus*

El *Staphylococcus aureus* es una bacteria esférica (*coco*) que cuando se le observa en el microscopio aparece en pares, cadenas cortas y en racimos. Estos microorganismos son Gram-positivos. Algunas cepas son capaces de producir unas toxinas termoestables capaces de causar la intoxicación estafilocócica. Cuando estas enterotoxinas estafilocócicas son ingeridas por el hombre, aparecen bruscamente náuseas, vómitos, malestar general, diarreas y en casos graves postración, calambres y shock por la caída brusca de la presión arterial.

En el análisis microbiológico para este microorganismo es necesario primero determinar la presencia de este en el alimento; de ser positivo se analizan las colonias para evaluar si poseen la enterotoxina. Para esto, la muestra se cultiva en distintas diluciones en placas de agar Baird-Parker. Las colonias de *Staphylococcus aureus* se distinguirán por ser negras, circulares, brillantes, convexas, lisas, de diámetro de 1 a 2mm y muestra una zona opaca y un halo claro alrededor de la colonia. Dependiendo de la cantidad de colonias que hayan en las placas, así será la cantidad de colonias a evaluar, de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla I. Colonias a examinar para pruebas de Termonucleasa y Coagulasa.

Número de colonias sospechosas en placa	Número de colonias a examinar
Menos de 50	3
51 a 100	5
101 a 150 o más	7

Para la evaluación de éstas, las colonias serán sembradas en tubos con caldo de infusión cerebro-corazón; dejando incubar a 35°C durante 24 horas. Al pasar el tiempo de incubación se separan 0.3ml y se pasan a un tubo de 10mm * 75mm, para la prueba de Termonucleasa. El resto del cultivo se utiliza para la prueba de Coagulasa.

La prueba de Coagulasa consiste, como su nombre lo indica, en coagular las enterotoxinas presentes en la muestra (*en caso que hubieren*). Se considera positiva la prueba si hay formación de coagulo. Para esto se usa plasma de conejo y una solución salina estéril.

La prueba de Termonucleasa consiste en calentar la muestra separada de cada cultivo agregándola en un caldo de infusión cerebro-corazón. Después de haber calentado la muestra, se agrega aproximadamente 0.1ml de ésta en cajas de Petri con azul de toluidina-DNA con ayuda de una pipeta de Pasteur estéril, haciendo un pequeño orificio en el medio. La prueba se considera positiva si hay un cambio de color del medio de azul al rosado brillante.

Determinación de Salmonella

La Salmonella es un microorganismo patógeno perteneciente al grupo de Enterobacterias, bacilo, Gram-negativo, aerobio, no esporulado, que forman colonias típicas en medios selectivos sólidos.

La salmonellosis es una zoonosis de distribución mundial. La tasa de incidencia de la infección es mayor en los lactantes y en niños de corta edad. Es una enfermedad fundamentalmente de origen alimentario, la fuente más frecuente de infección son los alimentos contaminados. También puede ocurrir la transmisión de persona a persona.

Los criterios para la identificación bioquímica de Salmonella son relativamente estándar, sin embargo puede haber variaciones en los medios de cultivo y algunas pruebas bioquímicas. Como una alternativa se están introduciendo cada vez más los métodos moleculares; que permiten un

diagnóstico más rápido y pueden ser más simples de realizar, pero tienen la desventaja que son caros.

Para los alimentos se deben tomar 25 gramos del alimento a evaluar y se colocan en el caldo de enriquecimiento. En el procedimiento se incluye el aislamiento de la *Salmonella*, para reducir el riesgo de obtener resultados falsos; se realiza un pre-enriquecimiento no selectivo de la muestra y luego se utiliza una combinación de dos medios selectivos de enriquecimiento y su subsiguiente aislamiento en dos medios sólidos selectivos.

A continuación se describe el procedimiento y los medios recomendados para cada etapa:

- Pre-enriquecimiento en medio no selectivo (*buffer peptona*)
- Enriquecimiento selectivo en caldo tetracionato (*Müller-Kauffmann*) y en caldo soja peptona Rappaport Vassiliadis (*RVS*)
- Subcultivo en agar xilosa-lisina-desoxicolato (*XLD*) y en agar verde brillante (*BGA*) u otro medio sólido selectivo.

Al utilizar *XLD* como medio, las colonias de *Salmonella* presentarán un color rojo con centro negro. Mientras que si se utiliza *BGA* las colonias serán de color rosado pálido.

Determinación de mohos y levaduras

Los mohos y las levaduras crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo, en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, crecen con mayor rapidez que las bacterias, determinando por ello importantes pérdidas por la alteración de frutas frescas y jugos, vegetales, quesos, alimentos sazonados y encurtidos. Además, existe el peligro potencial de producción de micotoxinas por parte de los mohos.

Las levaduras crecen más rápidamente que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. Mientras que los mohos son casi siempre aerobios estrictos, las levaduras generalmente crecen tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, aunque con mayor rapidez y hasta poblaciones más elevadas en presencia de este gas. La fermentación es completamente un proceso anaeróbico.

Para estudiar los mohos se usan los mismos métodos generales de cultivo que para las bacterias. Si se quiere aislar los mohos, resulta muy práctico usar un medio de cultivo que favorezca su desarrollo pero que no sea óptimo para las bacterias. Medios ácidos (*pH* 5-6) con concentraciones relativamente elevadas de azúcar son tolerados por los mohos pero inhiben el crecimiento de muchas bacterias.

Hay 3 tipos generales de medios de cultivos para los mohos, los cuales son:

1. Medios naturales, como pedazos o infusiones de frutas o vegetales.
2. Medios de cultivos preparados con peptonas, extractos de plantas, agar y otros compuestos de composición desconocida o variable.
3. Medios de cultivos sintéticos de composición química definida.

Para el recuento de mohos y levaduras se puede utilizar el método por Siembra en Placa en Todo el Medio. En este método se utilizan cajas de Petri de vidrio o de plástico en las cuales se agregan diferentes diluciones realizadas de la muestra; a continuación se añaden entre 10 y 15ml de agar oxitetraciclina gentamicina extracto de levadura glucosa. Se incuban las cajas de Petri entre 20 y 24°C durante 3 a 5 días. Por último se procede a contar el número de colonias formadas.

1.3. Material de empaque

El material de empaque es un medio para proteger el producto de agentes físicos, mecánicos, térmicos, químicos y biológicos. Además el empaque posee la función comercial, es decir que por medio del empaque se puede dar a conocer el producto; y social, ya que en él se puede encontrar información útil y necesaria en la sociedad, como lo es la información nutricional y la lista de ingredientes del producto.

1.3.1. Clasificación

El empaque en un producto puede clasificarse en tres subgrupos, los cuales son:

- a) Empaque primario: aquel que tiene contacto directo con el producto.
- b) Empaque secundario: el material en contacto con el empaque primario.
- c) Empaque terciario: el que tiene contacto con el empaque secundario.

El empaque puede estar elaborado con diferentes materiales, entre los cuales se pueden mencionar: naturales, papel y cartón, metálicos, vidrio, plásticos y materiales complejos. A continuación se muestra una tabla en la cual se mencionan las propiedades y desventajas de algunos materiales:

Tabla II. Propiedades y desventajas de los materiales de empaque

Material	Propiedades	Desventajas
Papel y Cartón	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Flexibilidad ➤ Bajo Costo ➤ Facilidad de Impresión ➤ Inocuidad ➤ Liviano ➤ Reciclable 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Alta capacidad de deterioro. ❖ Fácil Combustión ❖ Gran capacidad de absorción de agua ❖ Alta permeabilidad ❖ Baja resistencia a los choques y cambios de presión
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inactividad Química ➤ Claridad y transparencia ➤ Impermeabilidad ➤ Rigidez ➤ Resistencia a la presión interna ➤ Resistencia térmica y mecánica ➤ Bajos Costos ➤ Versatilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Fragilidad ❖ Alta densidad ❖ Baja conductividad térmica

2. METODOLOGÍA

2.1. Recursos humanos

- ☞ Investigador: Juan Pablo Granados Meléndez
- ☞ Asesora: Inga. Química Ms. Sc. Hilda Palma

2.2. Recursos físicos

- Laboratorio de Fisicoquímica, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Bromatología, Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Microbiología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Mejora & Cambio, Industrias Licoreras de Guatemala.

2.3. Materiales y equipo

- ✓ Beacker de vidrio de 450 mL.
- ✓ Beacker de vidrio de 250 mL.
- ✓ Decantador de 250 mL.
- ✓ Vidrio de Reloj
- ✓ Balanza marca Sartorius con capacidad máxima de 2,100 gramos y desviación de 0.01g
- ✓ Balanza analítica

- ✓ Frascos de vidrio como material de empaque
- ✓ Cámara digital Sony de 6 Mega pixeles
- ✓ Incubadora
- ✓ Papel filtro
- ✓ Plancha con agitación
- ✓ Pipeta de Mohr de 1 mL
- ✓ Bureta de 25 mL

2.4. Reactivos

- Butilhidroxitolueno (BHT)
- Acido etildiamino tetraacético (EDTA)

2.5. Procedimientos

2.5.1. Condiciones experimentales de formulación

Para realizar la formulación de los aderezos se trabajará en condiciones de presión y temperatura estándar, utilizando materias primas que sean bajas en calorías y grasas. Las materias primas serán colocadas en un recipiente y serán mezclados y agitados para obtener un producto homogéneo y que mantenga sus características por tiempo prolongado.

2.5.2. Condiciones de almacenamiento de los aderezos

Los aderezos seleccionados se mantuvieron a temperatura ambiente (20°C) y a en un ambiente de humedad controlada de 40%.

2.5.3. Fase de formulación

2.5.3.1. Determinación de aderezos

En la primera parte de la formulación se buscaron diferentes recetas de aderezos de entre las cuales se destacaban aquellas que sus ingredientes fueran bajos en grasa y calorías, por lo cual se eliminaron todas aquellas que tuvieran mayonesa como ingrediente. Algunas de las recetas tenían ingredientes que podían descomponerse fácilmente por lo cual se buscaron alternativas de ingredientes procesados y se cambiaron por los naturales. Por último se cambió el azúcar natural por azúcar artificial, cero en calorías. Con estas modificaciones se realizó una conversión de medidas y se realizó la formulación trabajando como porcentaje en pesos para realizar cálculos para diferentes tamaños de lotes.

De los aderezos buscados se tomaron cinco, los cuales se elaboraron y se dejaron a temperatura ambiente por quince días, durante los cuales se evaluaron diferentes propiedades de éstos, tales como sabor, olor, apariencia y estabilidad. Al terminar ésta etapa se seleccionaron los dos aderezos que tuvieron mejores resultados, es decir que tenían mejor sabor, olor, apariencia y su estabilidad se mantuvo por mayor tiempo.

2.5.3.2. Análisis bromatológico

Al determinar los aderezos a utilizar se realizaron las preparaciones de los mismos y se mantuvieron a temperatura ambiente durante 40 días, al cabo de los cuales se llevaron al laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria en donde se realizaron las pruebas de determinación de calorías y de Extracto Etéreo (grasas) y Proteínas, con lo cual se establecen las propiedades fisicoquímicas de ambos aderezos.

2.5.3.3. Análisis microbiológico

Los aderezos seleccionados se llevaron después de 40 y 60 días para realizar los análisis microbiológicos de Recuento Total de Bacterias, de coliformes, Escherichia coli y Mohos y levaduras, para determinar de esta forma la Vida de Anaquel del producto.

2.5.4. Fase de definición del proceso

Después de realizar las pruebas y comprobar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de los aderezos se realizaron los cálculos para una planta de producción de aderezos, así como las dimensiones y capacidades de producción de los equipos necesarios en una línea de producción de aderezos.

La línea de producción se sobredimensionará para que sea capaz de seguir trabajando aún cuando la demanda del producto haya aumentado.

2.5.4.1. Capacidad de producción

La capacidad de producción de la línea se calculará en base a una demanda de 15,000 kg/día de aderezo y con un sobre dimensionamiento del 25% para una demanda a futuro de aderezos.

Al tener la base de producto que queremos por día, se calculó la cantidad de aderezo por hora y la cantidad de materia prima para cubrir esta demanda; así como la cantidad de materias primas a utilizar por mes.

2.5.4.2. Proceso de producción y dimensionamiento del equipo

El proceso de producción de los aderezos se lleva a cabo en 3 etapas, las cuales se describen a continuación:

Bodega de materia prima: Para la bodega de materia prima se utilizarán tanques para cada una de las materias primas y que posean el volumen necesario para contener una materia prima por 2 ó 3 días. Es por esto que se podrían utilizar hasta 2 tanques de almacenamiento por cada materia prima.

Sistema de emulsificación: En esta etapa se encuentran la mayoría de equipos, los cuales trabajan en el siguiente orden:

➤ **Marmitas**

En las marmitas se llevará a cabo la mezcla y calentamiento de las materias primas para eliminar la presencia de microorganismos patógenos en el producto final. Deben poseer el volumen suficiente para contener las materias primas suficientes para la demanda de producto estimado más un porcentaje de sobre diseño para soportar un aumento en la demanda de producto.

➤ **Molinos Coloidales**

Los molinos coloidales son utilizados para homogenizar una mezcla formando una partícula muy pequeña y distribuyéndola uniformemente. Al igual que las marmitas, éstos deben poseer la capacidad de procesamiento para un porcentaje mayor que el de la demanda de producción.

➤ Bombas

Las bombas serán utilizadas para desplazar las materias primas líquidas y el producto final de un punto a otro por lo cual deberán de tener la capacidad de mover un fluido viscoso y de elevarlo lo suficiente para que alcance el extremo superior de un tanque de almacenamiento.

Bodega de Producto Terminado: La bodega de producto terminado al igual que la de materia prima deberá poseer la capacidad de contener la capacidad de producción de la línea de al menos una semana y para cada producto que en este caso serán dos aderezos.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Fase de formulación

En la fase de formulación se buscaron diferentes formulaciones de aderezos que pudieran ser utilizados como dietéticos, por lo cual se eliminaron aquellos que tuvieron como una de las materias primas la mayonesa. Se eligieron 5 formulaciones para trabajar, las cuales se describen a continuación con la cantidad necesaria de materia prima por kilogramo de aderezo:

A) Aderezo de miel y limón

- Aceite vegetal dietético 350 gramos
- Miel 350 gramos
- Limón 200 gramos
- Mostaza dijon 100 gramos

B) Vinagreta de vino tinto

- Aceite vegetal dietético 300 gramos
- Vinagre de vino tinto 300 gramos
- Azúcar dietética 300 gramos
- Mostaza dijon 90 gramos
- Orégano seco 5 gramos
- Pimienta negra 5 gramos

C) Vinagreta de vino blanco

- Aceite vegetal dietético 475 gramos
- Vinagre de vino blanco 475 gramos

- Ajo deshidratado en polvo 10 gramos
- Azúcar dietética 25 gramos
- Sal 10 gramos
- Pimienta negra 5 gramos

D) Vinagreta de eneldo

- Aceite vegetal dietético 650 gramos
- Vinagre de vino tinto 150 gramos
- Azúcar dietética 125 gramos
- Eneldo seco 50 gramos
- Sal 5 gramos
- Cebolla en polvo 5 gramos
- Ajo en polvo 5 gramos
- Mostaza 5 gramos
- Pimienta negra 5 gramos

E) Aderezo light

- Aceite vegetal dietético 350 gramos
- Mostaza 200 gramos
- Azúcar dietética 50 gramos
- Vinagre 200 gramos

Se realizaron prototipos de los cinco aderezos y se almacenaron a temperatura ambiente, observando sus propiedades organolépticas y estabilidad. Después de quince días los aderezos con mejores resultados organolépticos y de estabilidad fueron el Aderezo Light y el Aderezo de Miel y Mostaza. Ambos aderezos fueron evaluados sensorialmente por 17 personas y obtuvieron una nota de 8 (“Me gusta mucho”) en una evaluación de aceptación

de 9 puntos por lo que se demuestra su aceptación al consumidor. (Ver Apéndice B)

Una vez seleccionados los aderezos se elaboraron nuevos prototipos de éstos, añadiéndoles aditivos que ayudarán a mantener su estabilidad y evitar su descomposición, brindándoles una mayor vida de anaquel. Los aditivos utilizados fueron BHT y EDTA en una concentración de 50 ppm, para ambos aditivos. Estos aderezos se almacenaron nuevamente a temperatura ambiente durante un período de 40 días, después de los cuales se realizaron pruebas bromatológicas donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla III. Propiedades fisicoquímicas de los aderezos

ADEREZO	CONTENIDO ENERGÉTICO (kcal / kg)	PROTEÍNAS (%)	EXTRACTO ETÉREO (%)
Light	5.086	1.37	29.33
Miel y Mostaza	4.125	0.65	10.61

Con los resultados obtenidos se demuestra que los aderezos poseen las características buscadas de ser bajos en grasa y calorías; este requisito se puede demostrar según la Norma Mexicana NOM-086-SSA1 versión de 1994 que especifica las características de un alimento con menor contenido energético. Ambos aderezos entran en la categoría de Productos sin Energía, ya que poseen menos de 5 kcal / porción, donde una porción de aderezo corresponde a 100 gramos del mismo.

También se realizaron pruebas microbiológicas para determinar si el producto poseía una vida de anaquel larga, por lo cual se realizaron éstas a los 40 y 60 días. Los resultados de estas pruebas se muestran a continuación:

Tabla IV. Análisis microbiológico de los aderezos

ADEREZO	RECuento TOTAL DE BACTERIAS (UFC/G)	RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/G)	RECuento DE COLIFORMES TOTALES (UFC/G)	E. COLI (UFC/G)
Light (40 días)	<10	<10	Negativo	Negativo
Light (60 días)	<10	<10	<10	Negativo
Miel y Mostaza (40 días)	<10	<10	Negativo	Negativo
Miel y Mostaza (60 días)	<10	<10	<10	Negativo

Con los resultados obtenidos se aprecia que el producto posee una vida de anaquel larga ya que después de dos meses en evaluación el producto ha mantenido sus propiedades y no presenta contaminación microbiológica. El producto puede mantenerse en estantes durante un mayor tiempo; el cual inclusive puede aumentar si el aderezo se mantiene en refrigeración.

3.2. Fase de definición del proceso

Para la fase de definición del proceso se describirán los equipos utilizados en el proceso de producción y las propiedades o características que deben cumplir para cubrir la necesidad para la que van a ser instalados. Se supondrá una demanda actual de 15,000 kg/día de aderezo y se esperará un aumento en esta demanda de 25% en los próximos 10 años, por lo cual los equipos a utilizar deben de ser calculados con sobredimensionamiento para cubrir esta demanda.

Tanques de Almacenamiento de Materia Prima

Las materias primas se describen a continuación, así como las cantidades necesarias para una producción de 15,000 kg/día y para una producción de 18,750 kg/día (*aumento del 25% en la demanda*) y tener un espacio suficiente para satisfacer esta demanda de producción por cuatro días.

Tabla V. Cantidades necesarias de materia prima para satisfacer diferentes demandas de producción

MATERIA PRIMA	CANTIDAD POR DÍA PARA 15,000 KG/DÍA	CANTIDAD POR DÍA PARA 18,750 KG/DÍA
Aceite Light	10,500 kg	13,125 kg
Mostaza	6,000 kg	7,500 kg
Sucralosa	750 kg	937.5 kg
Vinagre	3,00 kg	3,750 kg
Miel	5,250 kg	6562.5 kg
Jugo de Limón	3,000 kg	3,750 kg
Mostaza Dijon	1,500 kg	1,875kg

Los Tanques de Almacenamiento serán utilizados en el caso de materias primas líquidas. Los tanques de almacenamiento de las materias primas serán calculados en volumen, por lo cual es necesario conocer la densidad de las materias primas, a continuación se muestra una tabla con las densidades de las materias primas líquidas de los aderezos que se trabajaron:

Tabla VI. Densidades de materias primas

Materia Prima	Densidad (g/ml)
Aceite Light	0.9
Vinagre	1.008
Miel	1.41
Jugo de Limón	1.035

Entonces, se multiplica la masa necesaria diariamente de la materia prima por cuatro días que debería ser la capacidad que debería ser capaz de contener el tanque, y esto se multiplica por el inverso de la densidad, en kilogramos por metro cúbico, para obtener el volumen necesario teórico del tanque en metros cúbicos. Ya que se tiene el volumen del tanque se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \pi * r^2 * h \quad \text{[Ecuación No. 3.1]}$$

Donde r es el radio y h es la altura del tanque. También se considerará que la altura del tanque debe ser el triple del diámetro del cilindro. A estos datos teóricos se les adicionará aproximadamente un 10% en cada dimensión para que el tanque no se encuentre a tope en caso se almacenara la cantidad máxima de materia prima que se había calculado. Los resultados de volumen, altura y diámetro de los tanques para las diferentes materias primas se exponen en la tabla a continuación:

Tabla VII. Volumen y dimensiones de los tanques de almacenamiento de las materias primas

Materia Prima	Volumen (m ³)	Diámetro Teórico (m)	Altura Teórica (m)	Diámetro Práctico (m)	Altura Práctica (m)
Aceite Light	58.33	2.92	8.75	3.10	9.50
Vinagre	3.72	1.16	3.49	1.25	3.75
Miel	4.65	2.00	6.00	2.25	6.50
Jugo de Limón	1.16	0.79	2.37	1.00	2.50

En el caso del Aceite Light y de la Miel se pueden utilizar dos tanques de almacenamiento que sean la mitad del tamaño del tanque original, en lugar de un solo tanque.

Marmitas

Las marmitas son equipos de forma similar a los tanques de almacenamiento, con la diferencia que éstos además poseen agitadores y sistemas de calentamiento. En las marmitas se llevará a cabo una premezcla de las materias primas para luego pasar a un molino coloidal donde se terminará de llevar a cabo el proceso de mezcla y disminución del tamaño de partícula. El proceso de premezclado se efectuará durante media hora por lo cual el volumen de la marmita deberá ser el del total de la masa de las materias primas a utilizar en el producto dividido la densidad del producto; además de ser capaz de satisfacer la demanda de producto por día. Entonces necesitaremos un volumen igual a:

$$V = m / d \quad \text{[Ecuación No. 3.2]}$$

$$V = 18,750 \text{ kg} / 900 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 20.833 \text{ m}^3$$

Con este valor se procede a encontrar las dimensiones de la marmita suponiendo una forma cilíndrica y que el diámetro es 1/3 de la altura de la marmita. Utilizando la **Ecuación No. 3.1** se obtienen los siguientes valores para la altura y el diámetro de la marmita:

Tabla VIII. Dimensiones de la marmita

VOLUMEN (m ³)	DIÁMETRO (m)	ALTURA (m)
20.833	1.75	5.00

En este caso, al igual que con los tanques de agitación se pueden considerar dos marmitas que posean la mitad de cada dimensión y que en combinación cumplan con el volumen buscado. Es decir, se podrían considerar dos marmitas que posean un diámetro de 1.00 metro y una altura de 2.50 metros.

Molino Coloidal

Como su nombre lo indica, la función del molino coloidal es disminuir el tamaño de partícula y crear un coloide. Es un equipo que posee una tolva donde se almacena una parte del producto a procesar y que es de forma cónica, la cual se conecta con un sistema de rotor/estator, que se encarga de crear una gran dispersión de partículas. Para esta etapa del proceso de producción se utilizará un Molino Coloidal con capacidad de producción de hasta 5,000 litros por hora. La tolva que posee este tipo de molino es de 40 litros. Si el volumen se toma en cuenta como un cono cortado, se pueden encontrar las dimensiones de la tolva con la siguiente ecuación:

$$V = 1/3 * \pi * h * (R^2 + r^2 + R*r) \quad \text{[Ecuación No. 3.3]}$$

Donde V es el volumen de la tolva, h es la altura de la misma, r es el radio menor y R es el radio mayor. Si suponemos que el radio mayor es el doble del radio menor y que el radio menor es de 10.5 cm, entonces podemos encontrar la altura de la tolva, como sigue:

$$\begin{aligned} V &= \pi * h * ((0.21^2) + (0.105^2) + (0.105*0.21)) = 0.04 \\ h &= (0.04 * 3) / (\pi * 0.077175) \\ h &= 0.4949 \text{ m} \end{aligned}$$

Bombas

Las bombas son dispositivos que se utilizan para desplazar un fluido de un lugar a otro. En este caso se necesitarían bombas para desplazar las materias primas, tales como la miel, el aceite, el vinagre, y el jugo de limón. Para el caso de las bombas hay que considerar la densidad, viscosidad, la distancia y la altura a la que se transportarán.

Para mover las materias primas líquidas se utilizará una bomba centrífuga. La distancia a la que será transportada cada materia prima será del tanque de almacenamiento a la marmita donde se realizará el pre-mezclado, la altura a la que se elevarán las materias primas será del suelo a la altura de la marmita. Por último habrá que considerar también la densidad de dichas materias primas, la cual se aprecia en la Tabla No. 3.4. Para el cálculo de la potencia teórica que debe poseer cada bomba centrífuga se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$v = \frac{\dot{V}}{A} \quad \text{[Ecuación No. 3.4]}$$

$$\frac{1}{2\alpha}(V_{2prom}^2 - V_{1prom}^2) + g(Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + W_s = 0 \quad \text{[Ecuación No. 3.5]}$$

$$W_T = \frac{W_s}{\eta} \quad \text{[Ecuación No. 3.6]}$$

$$Pot = W_T * \dot{m} \quad \text{[Ecuación No. 3.7]}$$

$$\Delta P = W_s * \rho \quad \text{[Ecuación No. 3.8]}$$

Donde, v = velocidad del flujo (m/s), V = flujo volumétrico (m³/s), A = Área de la tubería por donde fluye la materia prima (m²), α = factor de corrección que depende del tipo de flujo y no posee dimensionales, g = gravedad (m/s²), Z = altura del punto de medición (m), P = Presión en el punto de medición (Pa), ρ = densidad del fluido (g/m³), W_s = Trabajo real ejecutado por la bomba (J), W_T = Trabajo teórico que realiza la bomba (J), η = eficiencia de la bomba sin dimensionales, Pot = Potencia que realiza la bomba (watts), \dot{m} = flujo másico del fluido y ΔP = Caída de presión que debe soportar la bomba (Pa).

Todos los fluidos, con excepción de la miel, se utilizarán tuberías de 1" de diámetro nominal y Número de Cédula 40. Para la miel se utilizará una tubería de 2" de diámetro nominal y Número de Cédula 40. En el caso de la miel se utilizará una tubería de mayor diámetro para que la bomba que se utilice sea de mayor potencia y sea menor el consumo de energía provocado por la misma. Los valores obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Tabla IX. Velocidad promedio de los fluidos

Fluido	Flujo Volumétrico (m³/s)	Diámetro Nominal Tubería (pulgadas)	No. de Cédula	Área Transversal (m²)	Velocidad del Fluido (m/s)
Miel	1.077E-4	2	40	21.65E-4	0.0497
Jugo de Limón	8.386E-5	1	40	5.574E-4	0.15
Aceite Vegetal	3.3756E-4	1	40	5.574E-4	0.6056
Vinagre	8.611E-5	1	40	5.574E-4	0.1545

Tabla X. Trabajo real, teórico y eficiencia de las bombas

Fluido	Eficiencia de la Bomba	Trabajo Real de la Bomba (J)	Trabajo Teórico de la Bomba (J)
Miel	70%	49.0012	70.0017
Jugo de Limón	70%	49.0112	70.0016
Aceite Vegetal	70%	49.1834	70.2620
Vinagre	70%	49.0119	70.0170

Tabla XI. Potencia y caída de presión de las bombas.

FLUIDO	POTENCIA DE LA BOMBA (WATTS)	POTENCIA DE LA BOMBA (HP)	CAÍDA DE PRESIÓN DE LA BOMBA (PA)	CAÍDA DE PRESIÓN DE LA BOMBA (PSI)
Miel	10.63	0.014	69090	10.0207
Jugo de Limón	6.076	0.008	50715	7.3556
Aceite Vegetal	21.3456	0.0286	44265.06	6.4201
Vinagre	6.0775	0.008	49403.99	7.1655

Con los resultados obtenidos en la Tabla XI se aprecia que las bombas necesarias para poder transportar las materias primas de un lugar a otro no tienen que ser de gran capacidad, reduciendo los costos de inversión inicial y el gasto de energía eléctrica sería relativamente bajo. También se puede apreciar que la caída de presión que deben vencer es baja para poder realizar su trabajo de transporte, por lo que con bombas de baja y mediana presión se puede lograr este objetivo.

Empacadora

La empacadora a utilizar será una que trabaja con flujos y que empaca el producto final en sobres de 35mm por 80mm y es capaz de sellar hasta 290 paquetes por minuto.

Ya que se tienen los datos de los equipos a utilizar, se indica el valor de la inversión con respecto a equipo que se debe de realizar para trabajar en una planta de producción de aderezos. Los costos de los equipos se mencionan a continuación:

Tabla XII. Costo de los equipos e inversión total

Equipo	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Marmita de 1,000 L de capacidad	4	Q.150,000.00	Q.600,000.00
Tanque de Almacenamiento de 20,000 L de capacidad	5	Q.960,000.00	Q.4,800,000.00
Tanque de Almacenamiento de 5,000L de capacidad	1	Q.338,000.00	Q.338,000.00
Bomba Centrífuga de 1 hp y caudal de 7080 L/hora	4	Q.2,360.00	Q.9,440.00
Molino Coloidal con capacidad de trabajo de 4,000 L/hora	1	Q.9,500.00	Q.9,500.00
Empacadora con capacidad de 290 paquetes por minuto	1	Q.172,500.00	Q.172,500.00
		Costo Total	Q.5,929,440.00

CONCLUSIONES

1. Los aderezos Light y de miel y limón son aderezos que se encuentran en la categoría de sin energía, ya que poseen menos de 5 kcal/porción y su contenido de grasa es menor al 30%.
2. Con el análisis microbiológico realizado a los aderezos se concluye que los mismos poseen una vida de anaquel mayor a dos meses.
3. Del análisis sensorial realizado a los aderezos se concluye que tienen buena aceptación con el público ya que ambos obtuvieron un punteo de ocho, que corresponde a una valoración de “Me gusta mucho”.
4. La inversión total de los equipos necesarios para el funcionamiento de una planta de producción de aderezos y que pueda satisfacer una demanda de 18,750 kg / día según el estimado de una cadena de restaurantes de comida rápida en la ciudad capital es de Q.5,929,440.00.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de mercado para determinar la factibilidad de este proyecto.
2. Diseñar, construir y montar los equipos en lugar de comprarlos a alguna empresa para reducir los costos de inversión.
3. Almacenar los aderezos en refrigeración para ampliar la vida de anaquel de los mismos.
4. Buscar nuevas formulaciones de aderezos dietéticos para diversificar su producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kenneth J. "BOMBAS. Selección, uso y mantenimiento". Editorial McGraw Hill. Páginas 71-117 y 153-210.
2. Parker-Pope, Tara, "No sólo es cuánto Comemos, sino cómo Comemos", **Revista Industria y Alimentos** (35): 18-25. 2007.
3. Velásquez Álvarez, Joaquín. **Aditivos para los Alimentos**. Universidad Interamericana de Puerto Rico.
<http://ponce.inter.edu/cai/reserva/jvelazquez/aditivos.html>. (septiembre 2008)
4. Raquel Terragno, Maria Ines Caffer y otros. **Salmonella, pruebas Microbiológicas**.
<http://www.panalimentos.org/salmsurv/docs/manual/PARTE%201.pdf>.
(septiembre 2008)
5. Jorge L. Castillo T. UNELLEZ. **Staphylococcus aureus**.
<http://www.monografias.com/trabajos15/micrococcaceae/micrococcaceae.shtml>.
(agosto 2008)
6. Elpidio González, Rostar Ingeniería. **Molino Coloidal**.
<http://www.rostar.com.ar/Contenido/MOLINO.HTM>. (octubre 2008)
7. **Equipos industriales para producción de aderezos**.
<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Equipos/EQP15.htm>. (octubre 2008)

APÉNDICE A

TABLA DE MUNSON -Y WALKER, en mg

<i>Cu</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. invert</i>	<i>Cu2O</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. invert</i>									
111	50,2	51,4	161	72,8	75,1	211	95,9	99,1	261	119,4	124,2	311	143,4	149,6
112	50,6	51,8	162	73,2	75,5	212	96,4	99,6	262	119,9	124,7	312	143,9	150,1
113	51,1	52,3	163	73,7	76,0	213	96,9	100,1	263	120,4	125,2	313	144,4	150,6
114	51,5	52,8	164	74,2	76,5	214	97,4	100,6	264	120,9	125,7	314	144,9	151,2
115	52,0	53,2	165	74,6	76,9	215	97,8	101,1	265	121,4	126,2	315	145,4	151,7
116	52,4	53,7	166	75,1	77,4	216	98,3	101,6	266	121,8	126,7	316	145,8	152,3
117	52,9	54,2	167	75,6	77,9	217	98,7	102,1	267	122,3	127,2	317	146,3	152,8
118	53,3	54,7	168	76,0	78,4	218	99,2	102,6	268	122,8	127,8	318	146,8	153,3
119	53,8	55,2	169	76,5	78,9	219	99,7	103,1	269	123,3	128,3	319	147,3	153,9
120	54,2	55,7	170	77,0	79,4	220	100,1	103,6	270	123,7	128,8	320	147,8	154,4
121	54,7	56,1	171	77,4	79,9	221	100,6	104,1	271	124,2	129,3	321	148,2	154,9
122	55,1	56,5	172	77,9	80,4	222	101,1	104,6	272	124,7	129,8	322	148,7	155,4
123	55,6	57,0	173	78,3	80,9	223	101,5	105,1	273	125,2	130,3	323	149,2	155,9
124	56,0	57,5	174	78,8	81,4	224	102,0	105,6	274	125,6	130,8	324	149,7	156,5
125	56,5	58,0	175	79,3	81,9	225	102,5	106,1	275	126,1	131,3	325	150,2	157,0
126	56,9	58,5	176	79,7	82,4	226	103,0	106,6	276	126,6	131,8	326	150,7	157,5
127	57,4	59,0	177	80,2	82,8	227	103,5	107,1	277	127,1	132,3	327	151,2	158,0
128	57,8	59,4	178	80,7	83,3	228	103,9	107,6	278	127,6	132,8	328	151,7	158,6
129	58,3	59,9	179	81,1	83,8	229	104,4	108,1	279	128,0	133,3	329	152,2	159,1
130	58,7	60,3	180	81,5	84,3	230	104,8	108,6	280	128,5	133,8	330	152,7	159,6
131	59,2	60,8	181	82,1	84,7	231	105,3	109,1	281	129,0	134,4	331	153,2	160,1
132	59,6	61,3	182	82,5	85,2	232	105,8	109,6	282	129,4	134,9	332	153,6	160,7
133	60,1	61,8	183	82,9	85,7	233	106,3	110,1	283	129,9	135,4	333	154,1	161,2
134	60,5	62,3	184	83,4	86,2	234	106,8	110,6	284	130,4	135,9	334	154,6	161,8
135	61,0	62,7	185	83,9	86,6	235	107,2	111,1	285	130,8	136,4	335	155,1	162,3
136	61,5	63,2	186	84,4	87,1	236	107,7	111,6	286	131,3	136,9	336	155,6	162,8
137	61,9	63,7	187	84,8	87,6	237	108,2	112,1	287	131,8	137,4	337	156,1	163,4
138	62,4	64,1	188	85,3	88,1	238	108,6	112,6	288	132,3	137,9	338	156,6	163,9
139	62,8	64,6	189	85,7	88,5	239	109,1	113,1	289	132,8	138,4	339	157,1	164,4
140	63,3	65,1	190	86,2	89,0	240	109,6	113,6	290	133,2	138,9	340	157,6	165,0
141	63,7	65,6	191	86,6	89,5	241	110,0	114,2	291	133,7	139,4	341	158,0	165,5
142	64,2	66,0	192	87,1	90,0	242	110,5	114,7	292	134,2	140,0	342	158,5	166,0
143	64,6	66,5	193	87,6	90,4	243	111,0	115,2	293	134,7	140,5	343	159,0	166,5
144	65,0	67,0	194	88,0	90,9	244	111,4	115,7	294	135,2	141,0	344	159,5	167,0
145	65,5	67,5	195	88,5	91,4	245	111,9	116,2	295	135,6	141,5	345	160,0	167,5

<i>Cu</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. Invert</i>	<i>Cu2O</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. invert</i>	<i>Cu2O</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. invert.</i>	<i>Cu2O</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. invert</i>	<i>Cu2O</i>	<i>Glucosa</i>	<i>Azúc. invert</i>
146	66,0	67,9	196	88,9	91,9	246	112,4	116,7	296	136,1	142,0	346	160,5	168,0
147	66,4	68,4	197	89,4	92,3	247	112,8	117,2	297	136,6	142,5	347	161,0	168,6
148	66,9	68,9	198	89,9	92,8	248	113,3	117,7	298	137,1	143,0	348	161,5	169,1
149	67,4	69,3	199	90,3	93,3	249	113,8	118,2	299	137,6	143,5	349	162,0	169,6
150	67,8	69,8	200	90,8	93,8	250	114,2	118,7	300	138,1	144,0	350	162,4	170,1
151	68,2	70,3	201	91,3	94,2	251	114,7	119,2	301	138,5	144,5	351	162,9	170,6
152	68,7	70,8	202	91,7	94,7	252	115,2	119,7	302	139,0	145,0	352	163,4	171,2
153	69,2	71,2	203	92,2	95,2	253	115,6	120,2	303	139,5	145,5	353	163,9	171,7
154	69,6	71,7	204	92,7	95,7	254	116,1	120,7	304	140,0	146,1	354	164,4	172,3
155	70,0	72,2	205	93,2	96,2	255	116,6	121,2	305	140,5	146,6	355	164,9	172,8
156	70,5	72,7	206	93,6	96,6	256	117,0	121,7	306	14,0	147,1	356	165,4	173,3
157	71,0	73,2	207	94,1	97,1	257	117,5	122,2	307	141,5	147,6	357	165,9	173,9
158	71,4	73,6	208	94,5	97,6	258	118,0	122,7	308	142,0	148,1	358	166,4	174,4
159	71,9	74,1	209	95,0	98,1	259	118,5	123,2	309	142,5	148,6	359	166,9	174,9
160	72,3	74,6	210	95,5	98,6	260	119,0	123,7	310	143,0	149,1	360	167,4	175,4

APÉNDICE B

**ANÁLISIS SENSORIAL
EVALUACIÓN DE ACEPTACIÓN O PREFERENCIA**

APÉNDICE C

RESULTADOS ANÁLISIS