



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

ESTUDIO TÉCNICO DE LA HARINA DE GARBANZO
COMO EMULSIONANTE NATURAL POR SU ALTO
CONTENIDO DE LECITINA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A:

ROSAURA PALMA PICAZO

DIRECTOR DE TESIS:

I.Q. CONSUELO MATÍAS GARDUÑO



CIUDAD DE MÉXICO

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR
PRESENTE.

Comunico a usted que al alumno(a) **Palma Picazo Rosaura** con número de cuenta **41000459-5** de la carrera **Ingeniería Química**, se le ha fijado el día **26** del mes de **Agosto** de **2016** a las **11:00 horas** para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE	I.Q. FRANCISCO JAVIER MANDUJANO ORTIZ
VOCAL	I.Q. CONSUELO MATÍAS GARDUÑO
SECRETARIO	I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
SUPLENTE	DR. NÉSTOR NOÉ LÓPEZ CASTILLO
SUPLENTE	M. EN C. CESAR SAÚL VELASCO HERNÁNDEZ

[Firma]
[Firma]
[Firma]
[Firma]
[Firma]

El título de la tesis que se presenta es: "Estudio técnico de la harina de garbanzo como emulsionante natural por su alto contenido de lecitina".

Opción de Titulación: Convencional

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México, D. F. a 03 de Agosto de 2016.

[Firma]
DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NUÑEZ
DIRECTOR



ZARAGOZA
DIRECCIÓN
Vo.Bo. *[Firma]*
I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
JEFA DE LA CARRERA DE I.Q.

RECIBÍ:
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES
Y DE GRADO

AGRADECIMIENTOS

El pertenecer a la Universidad Nacional Autónoma de México es un logro, el cual marca mi vida y con ello todo lo experimentado durante la carrera.

Doy todo mi agradecimiento a mis padres por estar conmigo durante esta travesía, por las palabras que me fortalecían cada momento y por ser parte de mi motivación para lograr este sueño.

A toda mi familia que siempre me alentaban a seguir a delante.

A todos mis amigos que conocí en la facultad que me han demostrado su apoyo en todos los sentidos y por los gratos recuerdos que se fueron construyendo.

A la ingeniera Consuelo Matías Garduño que con su orientación, tiempo y paciencia se pudo lograr esta tesis.

A los profesores que me formaron como ingeniera, a mis sinodales, y a todas las personas que fueron parte de este proyecto.

Gracias.

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis papás Juana y Cruz, que sin su ayuda y apoyo en cada momento no hubiera sido posible llegar hasta este momento.

Rosaura

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	IV
OBJETIVO GENERAL.....	VI
OBJETIVOS PARTICULARES	VI
JUSTIFICACIÓN	VII
CAPÍTULO I GENERALIDADES	
1.1 Tipos de mezclas homogéneas.....	1
1.1.1 Soluciones.....	1
1.1.2 Dispersiones coloidales	2
1.1.3 Suspensiones	4
1.2 Definición de emulsión.....	9
1.2.1 Propiedades de las emulsiones	10
1.2.2 Estabilidad de emulsiones	13
1.2.3 Desestabilización de las emulsiones.....	14
1.2.4 Formación de una emulsión	15
1.3 Tipos de emulsiones.....	16
1.4 Definición de emulsionante	18
1.4.1 Características de los emulsionantes	19
1.4.2 Clasificación y designación de los emulsionantes	19
1.4.3 Tipos de emulsionantes.....	21
1.5 Antecedentes del uso de las emulsiones y emulsionantes.....	28
1.6 Usos y aplicaciones de los emulsionantes.....	29
1.6.1 Industria alimenticia	29
1.6.2 Industria asfáltica.....	30
1.6.3 Industria cosmética.....	31
1.6.4 Industria de pinturas	31

1.6.5 Industria farmacéutica.....	33
1.6.6 Insecticidas	33
1.7 Tendencia de los emulsionantes en la química industrial	34
1.8 Garbanzo	34
1.8.1 Tipos de garbanzo.....	35
1.8.2 Valor nutricional del garbanzo	36
1.8.3 Propiedades funcionales del garbanzo.....	38
1.8.4 Cultivo del garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	38
1.8.5 Características para el cultivo del garbanzo	39
CAPÍTULO 2 ASPECTOS DE MERCADO	
2.1 Definición del producto.....	42
2.1.1 Productos en el mercado y puntos de venta	43
2.1.2 Perfil del consumidor/comprador	44
2.1.3 Segmentación del mercado	44
2.1.4 Canales de distribución.....	45
2.2 Expectativas del consumidor.....	45
2.3 Propuesta del nuevo producto.....	51
2.3.1 Harina de garbanzo.....	52
2.3.2 Beneficios de la harina de garbanzo	53
2.3.3 Usos de la harina de garbanzo.....	55
2.3.4 Almacenamiento de la harina de garbanzo.....	55
2.4 Importación y exportación del garbanzo	56
2.5 Balanza comercial.....	57
CAPÍTULO 3 ASPECTOS TÉCNICOS	
3.1 Análisis de procesos	60
3.1.1 Descripción de los procesos.....	60
3.1.2 Criterio de selección del proceso.....	62
3.2 Descripción del procesos seleccionado.....	62
3.2.1 Diagrama de bloques para la obtención de harina de garbanzo.....	63
3.2.2 Diagrama de flujo del proceso.....	64
3.2.3 Balance de masa	65
3.3 Cédulas de requerimiento.....	66

3.3.1 Cédulas de requerimiento de las materias primas	66
3.3.2 Cédulas de requerimiento de servicios	66
3.3.3 Cédulas de requerimiento de equipo	66
3.3.4 Cédulas de requerimiento de personal	69
3.4 Localización de la planta	70
3.4.1 Macrolocalización de la planta	70
3.4.2 Microlocalización de la planta	71
3.4.1 Plano de localización de la planta (PLG)	74
3.5 Metodología experimental para obtener harina de garbanzo	75
3.6 Metodología experimental de muestras.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
ANEXOS	
CODEX ALIMENTARIUS NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS	90
NORMA DEL CODEX PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA CODEX STAN 175-1989	91
NORMA DEL CODEX PARA DETERMINADAS LEGUMBRES CODEX STAN 171-1989 (Rev. 1-1995) .	96
VALUACIÓN PARA LA REMUNERACIÓN ECONÓMICA DEL PERSONAL	101
GLOSARIO.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Combinaciones que forman una solución.....	2
Tabla 2. Ejemplos de sistemas coloidales.....	3
Tabla 3. Composición del aceite de soja.....	23
Tabla 4. Ejemplos de productos alimenticios en los que se genera una emulsión.....	30
Tabla 5. Valor nutricional del garbanzo en 100 g de sustancia.....	37
Tabla 6. Propiedades funcionales proteínicas y su interacción con diferentes componentes alimenticios.....	38
Tabla 7. Países productores del garbanzo.....	39
Tabla 8. Datos de producción del garbanzo en México.....	39
Tabla 9. Características de la harina de garbanzo.....	42
Tabla 10. Presentaciones de la harina de garbanzo en el mercado (Elaboración propia).....	44
Tabla 11. Composición de la harina de garbanzo y harina de trigo por cada 100 g.....	54
Tabla 12. Exportaciones del garbanzo (Tons y miles de euros).....	57
Tabla 13. Importaciones y exportaciones del garbanzo.....	57
Tabla 14. Balanza comercial del garbanzo (Millones de dólares).....	58
Tabla 15. Variación porcentual anual de la balanza comercial del garbanzo.....	58
Tabla 16. Precios aproximados del garbanzo.....	59
Tabla 17. Datos de las corrientes del balance de masa.....	65
Tabla 18. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del agua simple.....	80
Tabla 19. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del zumo de limón.....	81
Tabla 20. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del zumo de tamarindo.....	81
Tabla 21. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del zumo sintético (tang).....	81
Tabla 22. pH de las diferentes muestras.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emulsión (fase dispersa y fase continua).....	9
Figura 2. Tipos de emulsión.....	17
Figura 3. Granos de Cicer arietinum.....	35
Figura 4. Tipos de garbanzo a) Garbanzo desi b) Garbanzo kabuli.....	36
Figura 5. Cultivo del garbanzo.....	40
Figura 6. Harina de garbanzo.....	42
Figura 7. Presentaciones de harina de garbanzo.....	43
Figura 8. Canal de distribución directa.....	45
Figura 9. Mapa del Distrito Federal y área metropolitana.....	46
Figura 10. Mapa del Distrito Federal.....	70
Figura 11. Mapa de la ubicación (aérea).....	72
Figura 12. Muestras de izquierda a derecha: 1. Harina de garbanzo y zumo de fruta 2. Zumo de fruta 3. Agua simple y harina de garbanzo.....	78
Figura 13. Muestra visual de la característica emulsionante entre la lecitina extraída de la soja y la lecitina contenida en el garbanzo en forma de harina.....	79
Figura 14. Tendencia de la densidad del agua simple.....	82
Figura 15. Tendencia de la densidad del zumo de limón.....	83
Figura 16. Tendencia de la densidad del zumo de tamarindo.....	83
Figura 17. Tendencia de la densidad del zumo sintético (tang).....	84

RESUMEN

El garbanzo es una leguminosa poco consumida en la población mexicana, sin embargo, es la tercera más importante a nivel mundial y México es uno de los principales países que exporta el garbanzo hacia la UE, donde la utilizan en su alimentación cotidiana. El garbanzo es bajo en grasas, rico en fibras, minerales, proteínas, carece de gluten y contiene un alto porcentaje de lecitina. Debido a ello se propone el uso del garbanzo como harina para aprovechar la característica emulsionante en los zumos de frutas (naturales y sintéticos); por lo que se desarrolló un estudio técnico, en el que se analizaron procesos para la obtención de la harina de garbanzo y así seleccionar el más adecuado de acuerdo a los diversos recursos para estructurar el DFP, el balance de masa, cédulas de requerimientos y la ubicación de la planta con el fin de obtener la máxima ganancia o el mínimo costo unitario por la producción de la harina de garbanzo, así como el PLG.

De manera experimental se pudo observar la propiedad emulsionante de la harina de garbanzo en zumos de frutas (naturales y sintéticos), donde se visualizó que le da cuerpo a la bebida no alterando el sabor original y dando al paladar una sensación agradable.

Una de las características de la suspensión (zumos de frutas) es la densidad, la cual se obtuvo de las diferentes muestras que se realizaron para ver su comportamiento emulsionante en el zumo de fruta. Debido a estas pruebas experimentales se puede considerar que la lecitina que contiene la harina de garbanzo proporciona las características emulsionantes.

INTRODUCCIÓN

Las suspensiones son mezclas heterogéneas formadas por un sólido en polvo o pequeñas partículas no solubles (fase dispersa) que se distribuyen en un medio líquido (fase dispersante o dispersora). Para que las partículas se mantengan en suspensión se suelen emplear tensoactivos o agentes dispersantes como en el caso de las emulsiones.

Los zumos de frutas son una suspensión que a nivel industrial se le adiciona una tercera sustancia para mantenerla estable. El producto más utilizado con este fin es la lecitina, emulsionante que comúnmente se obtiene a partir de la soja, con este proyecto de tesis se pretende aprovechar la lecitina que contiene el garbanzo en forma de harina, para implementarlo a la industria alimenticia.

La harina de garbanzo es un producto utilizado en la alimentación del medio oriente y como complemento de la harina de trigo. Tiene muchos beneficios nutritivos además de que no contiene gluten, por lo que se utiliza de diversas formas en la preparación de alimentos y postres. En este caso se propone utilizarlo como emulsionante, específicamente en el zumo de frutas (naturales y sintéticos) para darle cuerpo y estabilidad a la bebida.

Para la obtención de este producto a nivel industrial se muestra el estudio de mercado y técnico. En el estudio de mercado, se determinó los canales de distribución y los consumidores potenciales de la harina de garbanzo mientras que en el estudio técnico, se identificó los requerimientos necesarios para el desarrollo del producto al igual que las operaciones unitarias que se llevan a cabo en el proceso.

Con el análisis de estos aspectos se llevó a cabo de manera experimental la obtención de la harina de garbanzo, tomando como base un kilogramo de esta leguminosa. La harina obtenida se sometió a unas pruebas donde el componente en el que se realizaron fue el zumo de fruta que se obtuvo del tamarindo y limón,

para el zumo artificial se utilizó el tang. Cabe mencionar que también se llevó a cabo las pruebas con agua simple, para tener un parámetro base.

Una vez finalizada la parte experimental, se reportan los datos de cada muestra con los cuales se puede ver el comportamiento de acuerdo a la variación de concentración de la harina de garbanzo que para la conclusión de este trabajo se señalan algunas recomendaciones para trabajos futuros, donde se puede tomar como base la presente investigación.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico de la harina de garbanzo, tomando en cuenta sus propiedades emulsionantes para implementarlo en la industria alimenticia como una alternativa de la lecitina de soja.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un estudio de mercado para determinar el enfoque del producto a desarrollar.
- Determinar el procedimiento para obtener harina de garbanzo, analizando cada una de las operaciones unitarias.
- Analizar los usos y aplicaciones que tiene la harina de garbanzo en la industria alimenticia.

JUSTIFICACIÓN

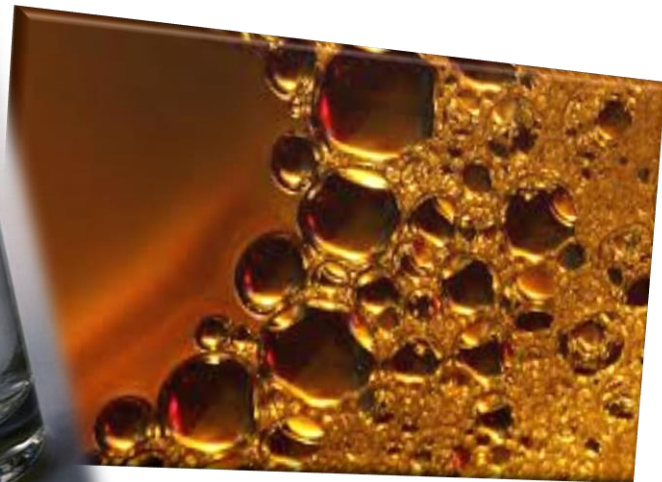
El uso de mezclas homogéneas en la industria alimenticia es muy amplia, las suspensiones es un ejemplo de este tipo de mezclas, la cual se puede encontrar en productos elaborados a base de fruta, ya que son sistemas a base de agua, caracterizados por contener partículas suspendidas que conforman a la fase dispersa.

El estudio de las suspensiones, específicamente de los zumos de frutas se ha enfocado a la inestabilidad que presentan debido a que las partículas que se encuentran suspendidas en ellos tienden a sedimentarse en el fondo del recipiente que los contiene, para evitar esta inestabilidad se le adiciona algún tipo de emulsionante.

Debido a las características que proporciona el emulsionante en las bebidas se propone el uso de la lecitina, emulsionante que contiene el garbanzo de forma natural. Para aprovechar la característica emulsionante de esta leguminosa, el garbanzo es transformado en harina, la cual se puede adicionar a los zumos de frutas (naturales y sintéticos). En el presente trabajo se desarrolla el método de obtención de la harina de garbanzo para su uso en la industria alimenticia.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES



1.1 Tipos de mezclas homogéneas

Las mezclas son el resultado de la unión de dos o más sustancias (elementos o compuestos) que al hacerlo conservan sus propiedades individuales. Aquella mezcla donde sus componentes no se pueden diferenciar a simple vista, se llama mezcla homogénea. Existen tres clases: soluciones, dispersiones coloidales y suspensiones. Su diferencia fundamentalmente es el tamaño de las partículas presentes; esta sola diferencia provoca cambios interesantes e importantes en las propiedades.

1.1.1 Soluciones

En las soluciones, las partículas dispersas son las más pequeñas. Una solución es una mezcla homogénea en la cual las partículas del disolvente y del soluto son de tamaño atómico, iónico o molecular ordinarios. Tienen pesos fórmula no mayores a unos cuantos cientos y diámetro que van de 0.0001 a 0.001 μm .

Por lo general, se piensa que las soluciones son líquidas, pero en principio, el disolvente puede estar en cualquier estado (sólido, líquido o gaseoso); lo mismo pasa con el soluto. En la Tabla 1 se da una lista de las diversas combinaciones que puedan formar una solución. Las soluciones, generalmente son transparentes, se puede ver a través de ellas, aunque a menudo poseen color. Los solutos no se sedimentan bajo la influencia de la gravedad y no pueden ser separados de las soluciones mediante papel filtro.

Tabla 1. Combinaciones que forman una solución.

Tipos de soluciones	Ejemplos comunes
Gaseosa	
Gas en gas	Aire
Líquido en gas	(si están presentes gotas, es un sistema coloidal)
Sólido en gas	(si están presentes partículas, es un sistema coloidal)
Líquidas	
Gas en líquido	Bebidas carbonatadas (dióxido de carbono en agua)
Líquido en líquido	Vinagre (ácido acético en agua), gasolina
Sólido en líquido	Azúcar en agua, agua de mar
Sólidas	
Gas en sólido	Aleación de paladio e hidrógeno
Líquido en sólido	Tolueno en caucho (cemento de caucho)
Sólido en sólido	Carbono en hierro (acero)

Fuente: Holum,2001

1.1.2 Dispersiones coloidales

En las dispersiones coloidales, los tamaños de las partículas son más grandes. Una dispersión coloidal es una mezcla homogénea en la cual las partículas dispersas son agrupamientos muy grandes de iones o moléculas; o son realmente macromoléculas que tienen pesos fórmula de miles y cientos de miles. Las partículas dispersas tienen diámetros en el intervalo de 0.001 a 1 μ m.

En la Tabla 2 se dan algunos ejemplos de diversos coloidales; entre éstas se incluyen muchas sustancias conocidas como crema batida, leche, aire con polvo, y jaleas.

Tabla 2. Ejemplos de sistemas coloidales

Tipo	Fase dispersa	Medio dispersante	Ejemplos
Espuma	Gas	Líquido	Jabonadura, crema batida
Espuma sólida	Gas	Sólido	Piedra pómez, malvavisco
Aerosol líquido	Líquido	Gas	Neblina, ciertos contaminantes del aire
Emulsión	Líquido	Líquido	Crema, mayonesa, leche
Emulsión sólida	Líquido	Sólido	Mantequilla, queso
Humo	Sólido	Gas	Polvo en el smog
Sol	Sólido	Líquido	Almidón en agua, jaleas, pinturas
Sol sólido	Sólido	Sólido	Aleaciones de metales, perlas

Soles son los que adoptan una forma semisólida, semirrígida (postres de gelatina, jaleas de fruta) son llamadas geles.

Fuente: Holum, 2001

Cuando las dispersiones coloidales están en estado fluido, líquido o gas, las partículas dispersas, aunque sean grandes, no lo son tanto como para ser atrapadas por un papel filtro común durante la filtración. Sin embargo, sí tienen el tamaño necesario para reflejar y difundir la luz. La difusión de la luz mediante una dispersión coloidal es conocida como efecto de Tyndall.

Las grandes partículas dispersas en una dispersión coloidal fluida, sedimentan bajo la influencia de la gravedad, pero este proceso puede tomar tiempo, que puede variar, dependiendo del sistema. Uno de los factores que mantienen dispersas a las partículas es el constante golpeo que reciben por parte de las moléculas del disolvente. Este movimiento de las partículas coloidales se llama movimiento Browniano.

1.1.3 Suspensiones

Las suspensiones son mezclas heterogéneas formadas por un sólido en polvo o pequeñas partículas no solubles (fase dispersa) que se distribuyen en un medio líquido (fase dispersante o dispersora). En las suspensiones, las partículas dispersas o suspendidas son de un diámetro promedio de más de $1\mu\text{m}$, se separan bajo la influencia de la gravedad.

El factor más importante a controlar en una suspensión es la velocidad de sedimentación, el volumen de sedimento formado y la facilidad de redispersión del mismo. Para que las partículas se mantengan en suspensión se suelen emplear tensoactivos o agentes dispersantes como en el caso de las emulsiones. En una suspensión, las sustancias que la forman se pueden separar por varios métodos como: decantación, filtración o centrifugación.¹

Algunos ejemplos de suspensiones coloidales en las diferentes industrias son:

- Jugo de frutas: se puede separar por decantación (si se deja un tiempo se observa como la pulpa de la fruta se deposita en el fondo) o por filtración con un colador.
- Harina suspendida en agua: se separa por decantación o por un filtro fino.
- Medicamentos en sobre: se deben agitar para que no se depositen en el fondo del vaso.
- Maquillaje en polvo: mezcla de varias sustancias diferentes en polvo.
- Cremas exfoliantes: mezcla formada por pequeños granos sólidos suspendidos en una crema.
- Acuarela: el papel actúa como un filtro donde se depositan las partículas de color.
- Insulina
- Penicilina
- Amoxisilina
- Lechada de cal

¹ (Químicas, 2015)

Algunas de las características de una suspensión son:

- Las partículas de por lo menos un componente pueden verse individualmente con un microscopio de bajo poder (sobre $1\mu\text{m}$).
- La inestabilidad de la suspensión está bajo la influencia de la gravedad.
- Es una mezcla homogénea solo si se agita la suspensión.
- Son opacas, pero puede haber suspensiones translúcidas.

Los principales factores que afectan el comportamiento de una suspensión son:

Concentración de las partículas

En una suspensión de partículas coloidales suspendidas en un fluido newtoniano, la concentración de partículas se incrementa, la viscosidad de la suspensión crece, ya que el volumen de la fase dispersa aumenta y el volumen de la fase continúa disminuye. El efecto de la concentración en las propiedades reológicas se debe a la interacción hidrodinámica (las partículas están tan cerca que el arrastre sobre una, es influenciado por una segunda partícula cercana), y/o por interacciones coloidales partícula-partícula.

Forma de las partículas

A medida que la forma de las partículas es menos similar a una esfera, a la misma concentración, la viscosidad de la suspensión se incrementa. En general, las suspensiones alimenticias no tienen formas simples o regulares. En partículas no esféricas como esferoides rígidos en suspensiones diluidas, la orientación de las partículas depende del balance entre difusión browniana y las fuerzas hidrodinámicas, debido a que las fuerzas hidrodinámicas son proporcionales a la viscosidad del medio y tiende a alinear el eje mayor con el flujo, mientras el movimiento Browniano tiende a aleatorizar la orientación.²

² (Ponce de León , 2013)

Tamaño de partícula

En las suspensiones, las partículas dispersas o suspendidas son de un diámetro promedio de más de 1 μm , las partículas de mayor tamaño son más resistentes al flujo que las pequeñas a una misma concentración.³ Cuando el tamaño de partícula no es homogéneo, las partículas más pequeñas se acomodan entre las más grandes, por lo que la fracción de espacios vacíos en el sistema disminuye. Como resultado, la viscosidad de una suspensión que tiene una gran distribución de tamaños es menor que aquella de una suspensión con partículas cuyas dimensiones son similares entre sí, a la misma concentración. Además, la rotación de las partículas se incrementa con el tamaño de la partícula en fluidos de baja viscosidad y disminuye en fluidos de alta viscosidad. La rotación de la partícula también disminuye conforme aumenta la viscoelasticidad del medio de suspensión.

Viscosidad de la suspensión

La viscosidad de una suspensión se ve afectada por la fracción de volumen de los sólidos en suspensión de acuerdo con la siguiente ecuación derivada originalmente por Einstein y ampliado por Thomas.

$$\frac{n_s}{n_0} = 1 + 2.5\phi + 10.05\phi^2 + 0.00273e^{16.6\phi}$$

donde, n_s es la viscosidad de la suspensión y n_0 es la viscosidad del disolvente, y $\phi = (1 - \mathcal{E})$, donde ϕ es la fracción de volumen sólido y \mathcal{E} es la porosidad. Esta ecuación se ha encontrado para ser válida para $\phi < 0.6$, aunque esta ecuación indica que el aumento de la viscosidad de una suspensión no depende del tamaño de partícula, se ha encontrado que la forma de las partículas y la hidratación pueden tener un efecto en la viscosidad mediante el aumento de la fracción de volumen efectivo de los sólidos en la suspensión. Cuando algún disolvente está fuertemente unido a las partículas debido a la solvatación, se reduce la porosidad de las suspensiones. Las partículas son pequeñas y tienen una forma elíptica, el movimiento Browniano de las partículas hará que ocupe un volumen mayor.

³ (Holum, 2001)

En estos casos, la viscosidad de la suspensión será mayor de lo esperado de una masa equivalente de una partícula esférica o no solvatada.

La viscosidad se define como la proporcionalidad entre una tensión aplicada de cizallamiento, T , y la velocidad de cizallamiento observado, γ , como sigue:

$$n = \frac{T}{\gamma}$$

Si una formulación en suspensión se comportó como un fluido newtoniano, la viscosidad sería constante independientemente de la tensión de cizallamiento aplicada. Sin embargo, las suspensiones, en particular las formuladas con polímeros aumentan la viscosidad, si no se comportan como un fluido newtoniano, de modo que la viscosidad debe ser medida con referencia a la velocidad de cizallamiento o tensión de corte utilizado para obtener la viscosidad. Se recomienda que la viscosidad de una suspensión debe caracterizarse con la medición del alto cizallamiento y cizallamiento bajo, como mínimo.

Para formulaciones que muestran diferencias muy grandes entre su alta cizalla y baja viscosidad de cizallamiento, se recomienda que todo el perfil de velocidad de cizallamiento sea evaluado.

Entre otros factores que afectan la reología de las suspensiones coloidales son la presión y la temperatura, ya que al incrementa la presión, la fase sólida se ve afectada en la reducción de la fracción de espacios vacíos; y la viscosidad de la fase líquida disminuye al incrementar la temperatura. El efecto de la temperatura en la fase sólida de la suspensión se evidencia con la variación de la fracción de espacios vacíos, especialmente para suspensiones que contienen partículas compresibles.⁴

Densidad de la suspensión

La densidad, es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia. La densidad se puede calcular después

⁴ (Swarbrick, 2013)

de medir la masa y el volumen del objeto debido a que está definida como la masa por volumen.⁵ En el sistema SI, la unidad de densidad es kg/m³.

El término densidad de los sólidos o de las partículas se refiere a la densidad de una unidad individual. Esta unidad puede o no contener poros internos. La densidad de los sólidos se define como la masa de las partículas dividida entre el volumen de las partículas, y tendrá en cuenta la presencia de tales poros.

Para material granulado (tal como guisantes, alubias, trigo, harina y polvos), leche, café y almidón, pueden interesar conocer la densidad de las partículas individuales o unidades, o bien la densidad del conjunto del material, que incluye el volumen vacío entre las unidades individuales.

En la teoría, si la composición del alimento es conocida, la densidad, ρ_f puede estimarse mediante la expresión:

$$\rho_f = \frac{1}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \frac{m_3}{\rho_3} + \dots + \frac{m_n}{\rho_n}}$$

donde, ρ_f es la densidad del alimento, m_1 a m_n son las fracciones individuales de los componentes de 1 a n y ρ_1 a ρ_n son las densidades de los componentes de 1 a n (n es el número de componentes).

Si las densidades y las fracciones en volumen son conocidas, la densidad puede obtenerse a partir de la expresión:

$$\rho_f = V_1\rho_1 + V_2\rho_2 + V_3\rho_3 + \dots + V_n\rho_n$$

donde, V_1 a V_n son las fracciones en volumen de los componentes de 1 a n y ρ_1 a ρ_n son las densidades de los componentes de 1 a n .

Las densidades de los sólidos pueden determinarse por el principio de flotación, utilizando líquidos de densidades conocidas.⁶

⁵ (Serpil & Servet, 2009)

⁶ (Lewis, 1993)

1.2 Definición de emulsión

La emulsión se puede definir como aquella operación en la que dos líquidos normalmente inmiscibles se mezclan íntimamente, uno de los líquidos (la fase discontinua o interna) se dispersa en forma de pequeñas gotas o glóbulos en el otro (fase continua o externa)⁷, como se puede ver en la Figura 1. Una emulsión por definición es un sistema termodinámicamente inestable, debido a la inmiscibilidad de los líquidos.

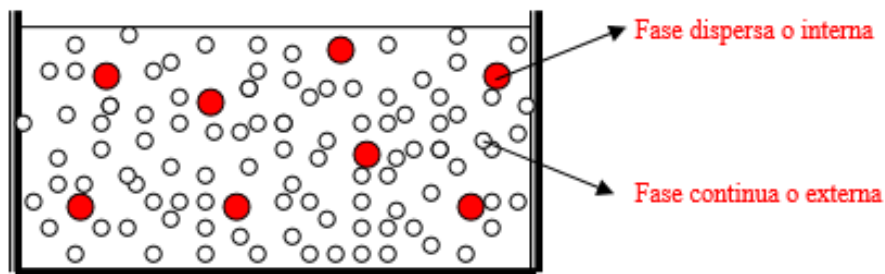


Figura 1. Emulsión (fase dispersa y fase continua). (Hernández García, 2008)

En la mayoría de las emulsiones los dos líquidos utilizados son agua y aceite, aunque, rara vez agua pura y aceite puro. La fase acuosa puede consistir en una solución de sales, azúcar u otros productos orgánicos o coloidales (sustancias hidrofílicas). La fase de aceite pueden ser hidrocarburos, ceras, resinas u otras sustancias que se comporten como aceites (sustancias hidrófobas). Para poder preparar la emulsión estable es preciso añadir una tercera sustancia conocida como agente emulsionante.

Al mezclar agua y aceite se puede producir dos tipos de emulsiones. El aceite se convierte en la fase dispersa, dando una emulsión de aceite en agua (O/W). El agua es la fase dispersa, produciendo una emulsión de agua en aceite (W/O). Entre los factores que influyen sobre el tipo de emulsión formada cuando se mezcla aceite y agua se encuentra: el tipo de agente emulsionante utilizado, las proporciones relativas de las fases y el método de preparación de la emulsión.

⁷ (Butters, Cower, & Brennan , 1970)

1.2.1 Propiedades de las emulsiones

Las emulsiones son esencialmente sistemas heterogéneos inestables; son en parte dispersiones, en parte coloides. Las propiedades de una emulsión frecuentemente dependen en gran parte de su composición y de su modo de preparación.⁸ Estas propiedades físicas son también las verdaderas consideraciones que rigen la estabilidad del sistema, que son generalmente las siguientes:

1.2.1.1 Viscosidad

La viscosidad es la propiedad que caracteriza la resistencia de un fluido al desplazarse. La viscosidad de una emulsión depende de numerosos factores, algunos de carácter físico y otros de tipo fisicoquímico. Los principales factores que influyen en el comportamiento reológico de una emulsión son el contenido de fase interna; el tamaño, forma y distribución de tamaño de partícula; la viscosidad de la fase continua; la temperatura; la viscosidad de la fase dispersa; los efectos electro viscosos y la formulación fisicoquímica.

La viscosidad de las emulsiones puede ser afectada de manera sorprendente por cambios relativamente mínimos en la naturaleza y en la concentración del emulsionante. La viscosidad de las emulsiones está directamente ligada a la estructura y a la relación en volúmenes de las fases dispersa y continua.

Una viscosidad elevada disminuye la frecuencia de colisiones entre los glóbulos dispersados y, por tanto, la energía de colisión por lo que resulta ser favorable a la estabilidad de la emulsión.

Esta propiedad que caracteriza la resistencia de un fluido a desplazarse; en una emulsión depende de numerosos factores que por lo general son de carácter fisicoquímico,⁹ como son:

⁸ (Becher, 1972)

⁹ (Blanco Salgado & Maldonado Hernández , 2011)

Viscosidad de la fase continúa .Una viscosidad alta en la fase externa disminuye el coeficiente de difusión y la frecuencia de colisión de las gotas, por lo que se incrementa la estabilidad de la emulsión.

Viscosidad de la fase discontinua. Juega un papel importante solo si existe un movimiento de convección dentro de las gotas. Este movimiento es por lo general despreciable, en particular la viscosidad de la fase interna es mucho mayor que la viscosidad de la fase externa.

Sin embargo, se debe tener bien claro que a menor viscosidad de la fase interna (menor diámetro de las gotas) se puede producir un efecto de aumento aparente de la viscosidad de la emulsión cuando disminuye la viscosidad de la fase interna, no por la baja viscosidad de la fase interna sino por el menor tamaño de las gota de la emulsión.

Concentración. Al aumentar la concentración del emulsificante, disminuye el tamaño de gotas de la emulsión.

Color. Generalmente se observan que las emulsiones tienen un color blanco cremoso, sin embargo, puede haber excepciones. Por un lado, están las emulsiones cuya fase dispersa tienen partículas tan pequeñas que la emulsión se ve transparente, debido a que tienen el mismo índice de refracción. Actualmente hay un caso especial en que, si los dos líquidos tienen el mismo índice de refracción pero distinto poder óptico dispersante, se observan emulsiones de colores.

1.2.1.2 Tamaño de gota

El tamaño de gotas y su distribución tiene una influencia sobre la viscosidad de las emulsiones. Gotas muy pequeñas menores de 10 μm generalmente producen emulsiones más estables. Una amplia distribución de tamaños de partículas resulta, en general, una emulsión menos estable.

Cuando menor es el tamaño de gota, mayor la viscosidad. Cuando más amplia la distribución de tamaño de gota, menor la viscosidad.

1.2.1.3 Conductividad y conductancia

Cuando se aplica una diferencia de potencial entre dos electrodos situados en una solución electrolítica, los iones están atraídos por los electrodos (de carga opuesta) y se genera una corriente eléctrica, cuya intensidad depende de dos factores:

- La resistencia eléctrica del medio.
- La geometría de las celdas y los electrodos.

Por lo anterior, la conductividad de las dos fases que conforman una emulsión es, en general, muy diferente puesto que la fase acuosa contiene siempre algo de electrolito disuelto. Por otra parte, la conductividad de la emulsión depende esencialmente de la naturaleza de la fase continua, puesto que es esta la fase la que va a transportar las cargas. En efecto, la fase dispersa no tiene continuidad entre los electrodos.

Por lo tanto, una emulsión de fase acuosa con electrolito O/W posee una alta conductividad, mientras que una emulsión fase externa orgánica W/O posee una baja conductividad. Estas características permiten deducir inmediatamente el tipo de una emulsión de un dato de conductividad.¹⁰

1.2.1.4 pH (Potencial de hidrógeno)

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio (H_3O^+) presentes en determinadas sustancias.

Actualmente se reconoce la importancia que tiene el pH en las emulsiones. Las buenas emulsiones pueden ajustarse a un pH determinado para lograr un efecto deseado. Estas pueden o no tener amortiguadores de pH. Los productos emulsificantes no iónicos pueden estar en el rango de pH de 3 a 10, dependiendo de su naturaleza.

¹⁰ (Salger, 1999)

1.2.1.5 Tamaño de la partícula

El tamaño de partícula se expresa como el diámetro de los glóbulos en la fase interna, este tamaño no es uniforme y la clasificación de las emulsiones depende del tamaño de partícula. Una emulsión fina contiene partículas que son de diámetro pequeño y las emulsiones comunes u ordinarias contienen glóbulos grandes. El intervalo de tamaño de los glóbulos depende del tipo y la concentración del emulsionante, del tratamiento mecánico al que fue sometida la emulsión, del orden de adición de los ingredientes y del tipo de almacenamiento. La mayor parte de las emulsiones disponibles comercialmente tienen un tamaño de partícula de (0.25 μm - 50 μm).¹¹

1.2.2 Estabilidad de emulsiones

La estabilidad de la emulsión se refiere a la capacidad de una emulsión para resistir el cambio en sus propiedades con el tiempo, lo que se refiere a la resistencia que presentan a la separación de su fase acuosa y oleica. La degradación de las emulsiones se efectúa generalmente en tres etapas: sedimentación, floculación y coalescencia. Las emulsiones pueden ser estabilizadas disminuyendo la tensión interfasial en la interfase aceite-agua o incrementando la carga interfasial de las películas de surfactante que rodean las gotas. El concepto de estabilidad de la emulsión está relacionado a la separación del sistema disperso bajo ciertas circunstancias. La única manera absoluta de definir la estabilidad de la emulsión es contar el número de gotas en el sistema y evaluar cómo éstas cambian a lo largo del tiempo. Sin embargo, esto es poco práctico debido a que la mayoría de las técnicas de medición de estabilidad requieren dilución o alguna modificación de la emulsión.

La estabilidad de una emulsión se evalúa por medidas de velocidad de floculación o separación utilizando tensión interfasial, medición del tamaño promedio de gota y/o potencial zeta. La estabilidad de la emulsión también puede medirse usando el tiempo requerido para observar la separación de fases de la emulsión. Aquí, la

¹¹ (Angulo de la Rosa, 2013)

estabilidad de una emulsión se evalúa principalmente con respecto al tiempo que permanece sin mostrar separación de fases cuando está sometida a condiciones similares a las que estaría sujeta en su aplicación, lo cual se relaciona en general con el volumen de las fases separadas.

Uno de los factores más importantes para la estabilidad de una emulsión es la presencia de un surfactante; esto permite controlar los fenómenos involucrados en la etapa de floculación, cuya escala de tiempo puede variar de una fracción de segundo a varios años. El surfactante puede reducir la tensión interfasial haciendo más fácil la formación de pequeñas gotas, así como formar una película delgada alrededor de las gotas de la fase dispersa, impidiendo la coalescencia entre ellas. En los sistemas estabilizados por agentes emulsionantes pueden intervenir dos mecanismos para retrasar la coalescencia de las gotas de la emulsión, la repulsión electrostática entre superficies cargadas en un electrolito (por ejemplo, fuerzas de doble capa), y repulsión estérica asociada a barreras físicas, tales como capas adsorbidas de partículas coloidales o macromoléculas, en las superficies de las gotas.

1.2.3 Desestabilización de las emulsiones

Las emulsiones son termodinámicamente inestables y tienden a desestabilizarse por uno o más de los tres mecanismos siguientes:¹²

Formación de nata o sedimentación: se produce bajo la acción de las fuerzas gravitatorias entre fases que tienen distinta densidad. La velocidad de sedimentación de una partícula esférica en un líquido viscoso está dada por la ley de Stokes:

$$v = \frac{2gr^2(d_1 - d_2)}{9\eta_2}$$

¹² (Borda, 2011)

donde, v es la velocidad de sedimentación, g la aceleración de la gravedad, r radio de la gotita, d_1 densidad de la esfera, d_2 densidad del líquido y n_2 viscosidad del líquido.

Cuando los glóbulos forman agregados, su comportamiento con respecto a esta ecuación se desvía. En una emulsión O/W la densidad del aceite (d_1) es la más pequeña, de aquí que ocurra la sedimentación hacia arriba (formación de nata).¹³

Floculación o agregación: una vez producida la floculación, los glóbulos grasos se mueven como un conjunto. La floculación no implica una ruptura de la película interfásica que rodea normalmente cada glóbulo y, por lo tanto, no implica un cambio en el tamaño de los glóbulos originales. La principal causa de la floculación es la carga electrostática inadecuada de la superficie del glóbulo.

Coalescencia: implica la ruptura de la película interfásica, el agrupamiento de los glóbulos, y la reducción del área interfásica. En los casos extremos, existirá una interfase plana entre la fase lipídica homogénea y la fase líquida homogénea. El contacto entre los glóbulos es una etapa previa a la coalescencia, y esto puede producirse mediante la floculación, formación de nata o sedimentación, y/o movimiento browniano.

Para obtener emulsiones estables debe contrarrestarse la tendencia espontánea a minimizar el área interfásica a través de la coalescencia, lo que generalmente se consigue adicionando emulsionantes, que comúnmente son compuestos activos superficialmente que se adsorben en la interfase disminuyendo la tensión interfásica, ofreciendo una resistencia física a la coalescencia y, a veces, aumentando la carga superficial.

1.2.4 Formación de una emulsión

Para obtener una emulsión se necesita aceite, agua y un emulsionante (es decir, un surfactante) y energía (generalmente energía mecánica). Fabricar las gotas es fácil; romperlas en otras más pequeñas es difícil. Las gotas resisten la deformación y la rotura. Se necesita, por ello, un considerable consumo de

¹³ (Becher, 1972)

energía. La energía necesaria se puede reducir si se reduce la tensión interfasial, añadiendo un emulsionante, aunque este no sea el papel fundamental del mismo. La energía necesaria para formar y romper las pequeñas gotas se suministra mediante una agitación intensa. La agitación puede generar fuerzas de cizalla suficientemente intensas si la fase continua es muy viscosa, como suele suceder al fabricar emulsiones W/O, lo que resulta en pequeñas gotas con diámetro de hasta unos pocos micrómetros (que no es un diámetro muy pequeño). En una emulsión de O/W, la viscosidad de la fase continua tiende a ser baja; para romper las pequeñas gotas se requieren fuerzas de inercia producidas por las rápidas e intensas fluctuaciones de presión debidas al flujo turbulento. El instrumento de elección es un homogeneizador de alta presión, que puede producir gotitas de hasta 0.2 μm . Cuando se utilizan agitadores de alta velocidad, agitaciones rápidas y prolongadas, o agitaciones en volúmenes reducidos, las gotitas son menores; sin embargo, no se pueden obtener diámetros medios inferiores a 1 o 2 μm . Durante el proceso de formación de la emulsión, además de rotura de las gotitas, el emulsionante tiene que ser transportado a las nuevas interfases creadas. El emulsionante no es transportado por difusión sino por convección; el transporte es muy rápido. La intensa turbulencia determina frecuentemente colisiones entre las gotas. Si las gotas no están en ese momento suficientemente recubiertas por el surfactante, pueden coalescer de nuevo. Estos procesos ocurren numerosas veces hasta que se alcanza más o menos un estado estacionario en el que la rotura y la coalescencia acaban equilibrándose.¹⁴

1.3 Tipos de emulsiones

En la mayoría de las emulsiones los dos líquidos involucrados son el agua (W) y el aceite (O).¹⁵ Los tipos de emulsiones son de acuerdo a la fase dispersa, por lo que se pueden describir los siguientes:

Emulsión de aceite en agua (O/W): emulsión que contiene gotas de aceite dispersas en agua, conocida como emulsión normal para todas las aplicaciones,

¹⁴ (Borda, 2011)

¹⁵ (Del Valle Delgado Parra, 2007)

con excepción de la producción del petróleo, en la cual se denomina emulsión inversa.

Emulsión de agua en aceite (W/O): emulsión que contiene gotas de agua dispersas en aceite. Esta es la emulsión normal para los petroleros e inversa para las demás aplicaciones en el aceite, conocida como emulsión normal.

Emulsión múltiple (W/O/W u O/W/O): es aquella en la que existen simultáneamente ambos tipos de emulsiones. Lo que se quiere decir con esto es que una gota de aceite puede estar suspendida en una fase acuosa que a su vez incluye una gotita de agua, originando así lo que podría considerarse como una emulsión W/O/W.¹⁶ En la Figura 2 se pueden observar algunos de los diferentes tipos de emulsiones de acuerdo a esta clasificación.

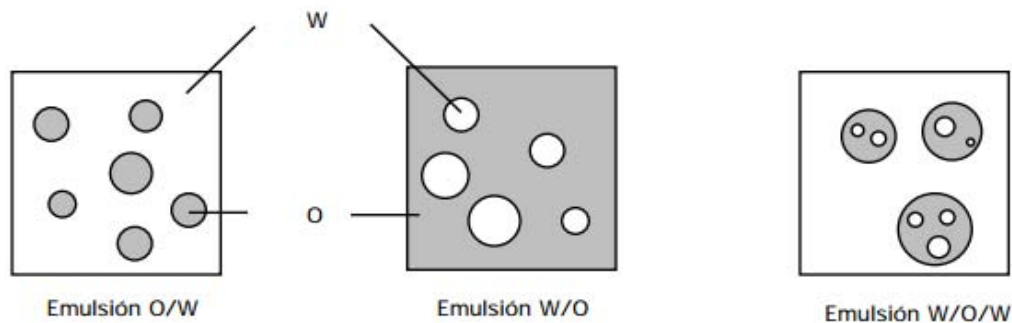


Figura 2. Tipos de emulsión. (Salager, 1999).

Macroemulsiones: emulsiones que poseen un tamaño de gota en el rango de 1-200 μm , el cual puede eventualmente extenderse en casos especiales al rango entre 0.1-500 μm , microscópicamente visibles. Estas son las emulsiones más comunes en la industria petrolera.

Microemulsiones: emulsiones que poseen un tamaño de partículas dispersas en la fase continua comprendido entre 0.01-0.5 μm ; esta dispersión no es realmente una emulsión, sino una sola fase.

¹⁶ (Becher, 1972)

La diferencia esencial entre emulsiones y microemulsiones, además de su tamaño de partícula, es su estabilidad; las emulsiones son cinéticamente estables mientras que las microemulsiones son termodinámicamente estables.

1.4 Definición de emulsionante

Los emulsionantes también llamados emulgente o agente emulsificante, son una sustancia que mantiene la consistencia y la textura deseada de algún producto, y que al añadirse a una emulsión logra estabilizarla. Lo consigue impidiendo que las pequeñas gotitas se unan a otras, estas sustancias cuyas moléculas contienen tanto grupo hidrófilo o “que tiene afinidad por el agua” como un grupo hidrófobo o “que repele al agua”. El grupo hidrófilo es polar y es atraído hacia el agua, en tanto que el grupo hidrófobo no polar, que frecuentemente es una cadena hidrocarbonada, es atraído al aceite. Así en una emulsión agua en aceite, el emulsionante es adsorbido de tal modo que las “cabezas” polares de las moléculas del mismo se encuentren en el agua y las “colas” no polares sobresalen del aceite.

Los emulsionantes de uso alimentario son ésteres incompletos de ácidos grasos y polialcoholes o ácidos orgánicos solubles en agua.¹⁷ En los sistemas alimentarios sus funciones son:

- Favorecer la estabilidad de la emulsión controlando la agregación de los glóbulos de grasa.
- Mejorar la estructura esponjosa reduciendo la tendencia al endurecimiento de los productos de panadería y repostería.
- Reforzar la consistencia de la masa de harina de trigo al interactuar con el gluten.
- Mejorar la consistencia de los productos grasos controlando la cristalización de la grasa.

¹⁷ (Borda, 2011)

1.4.1 Características de los emulsionantes

El emulsionante es un agente activo de superficie o surfactante. Las moléculas del surfactante son anfipáticas, es decir, una parte de su molécula es hidrofílica o soluble en agua y la otra es lipofílica o soluble en aceite. Los surfactantes estabilizan las emulsiones por migración a la interfase aceite-agua y forman una película interfasial alrededor de las gotas. Las moléculas de surfactante se alinean ellas mismas en la interfase polar hidrofílica, en la fase acuosa y la no polar hidrofóbica, en la fase aceite. Esta película estabiliza la emulsión debido a las siguientes causas ¹⁸:

- Ser solubles al menos una de las fases del sistema.
- La concentración en la interfase debe ser mayor que la disuelta en el líquido.
- Formar una capa monomolecular en la fase interna.
- Formar micelas a una determinada concentración.

1.4.2 Clasificación y designación de los emulsionantes

Las formas de clasificar a los emulsionantes son diversas. La clase más importante es la de los materiales activos en la superficie (tensoactivos) ya que representan el principal tipo usado en la industria. La clasificación se fundamenta en el poder de disociación del emulsionante en presencia de un electrolito y de sus propiedades fisicoquímicas. Existen dos categorías principales:¹⁹

1.4.2.1 Iónicos

Los emulsionantes iónicos tienen fuerte afinidad por el agua, motivada por su atracción electrostática hacia los dipolos del agua, puede arrastrar consigo a las soluciones de cadenas de hidrocarburos. Dentro de los que se ionizan en agua, se encuentran:

¹⁸ (Hernández García, 2008)

¹⁹ (Blanco Salgado & Maldonado Hernández , 2011)

a) Emulsionante aniónicos

Son aquellos que en solución, al ionizarse, el grupo hidrófobo queda cargado negativamente. Están constituidos por una cadena alquílica lineal o ramificada que va de 10 a 14 átomos de carbono, y en su extremo polar de la molécula se encuentra un anión. Se caracterizan por la existencia en su molécula de cationes orgánicos e inorgánicos (Na^+ , K^+ , Ca^+ , NH_4^+ etc.) y una parte hidrofílica que contiene los grupos aniónicos ($-\text{COO}^-$, $-\text{SO}_3^-$, $-\text{O}-\text{PO}_3^-$ etc.) unido a la fracción orgánica. Son de importancia por su empleo en la elaboración de detergentes de uso doméstico e industrial, ejemplo de ellos sería el dodecil sulfato de sodio.

b) Emulsionante catiónicos

Son aquellos que en solución se ionizan, quedando el grupo hidrófobo cargado positivamente. Son compuestos de por lo menos una cadena de 8 a 25 átomos de carbono, son derivados de ácidos grasos o de un derivado petroquímico y un nitrógeno cargado positivamente, el anión suele ser un Cl^- , Br^- , OH^- , $-\text{SO}_4^-$, $-\text{SO}_2^-$, etc. La mayoría están constituidos por una cadena larga de sales de amonio cuaternario o sales de alquilaminas. La cadena larga es el grupo hidrofóbico y el grupo hidrófilo pequeño y altamente ionizado lo constituye el nitrógeno cuaternario. Su importancia industrial radica en su eficiencia bactericida, germicida, algicida, etc. Como representante de este grupo se encuentra el bromuro de cetil amonio; en general son compuestos cuaternarios de amonio o una amina grasa en medio ácido.

c) Emulsionante anfotéricos

Presentan en su molécula grupos catiónicos y aniónicos, formados por una cadena de grasa y un nitrógeno cuaternario, contenido en un radical aniónico, son productos estables en sistemas ácidos y alcalinos. Su importancia industrial se orienta hacia el área cosmética, por su buena tolerancia cutánea y en la elaboración de limpiadores alcalinos e inhibidores de corrosión.

1.4.2.2 No iónico

Los emulsionantes que no se ionizan, se solubilizan mediante un efecto combinado de un cierto número de grupos solubilizantes débiles (hidrófilos) como el éter e OH⁻. Son derivados polioxietilenados y polioxipropilenados, y obtenidos del sorbitán y alcalonamidas grasas. Tienen la ventaja de que son estables frente a la mayoría de los productos químicos en las concentraciones usuales de empleo, al no ionizarse en agua no forman sales con los iones metálicos y son igualmente efectivos en agua blanda o dura. Su naturaleza química los hace compatibles con otros emulsificantes (catiónicos o aniónicos). Sus características los hacen realmente valiosos como materias primas, son base para la elaboración de diversos productos de industria: látex, textiles, procesos de metales, pinturas en emulsión, petróleo, limpiadores etc.

1.4.3 Tipos de emulsionantes

Los emulsionantes actúan disminuyendo la tensión interfasial entre las dos fases inmiscibles; y adsorbiéndose rápidamente a la interfase de las gotas de fase dispersa, a continuación se menciona una clasificación de los emulsionantes más comunes de acuerdo a su naturaleza:

1.4.3.1 Naturales

Estos tipos de agentes se presentan en estado puro, tal y como se encuentra en la naturaleza, tienen el efecto deseable de aumentar materialmente la viscosidad de la formación de nata. Sin embargo, frecuentemente tiene desventajas de ser bastantes caros, sujetos a hidrólisis y sensibilidad a variaciones de pH. Las emulsiones naturales un vez secas, y con el paso del tiempo, son prácticamente insolubles en agua.²⁰

²⁰ (Torrejón, 2010)

❖ Lecitina

La lecitina es un fosfolípido conocido como fosfatidilcolina. La molécula de lecitina contiene glicerol y ácidos grasos, como los glicéridos. Lo más importante, es que tienen una carga eléctrica o extremo polar (el + y - en la parte inferior) y en la parte superior una descarga o un extremo no polarizado fácil de disolver en el agua. La parte sin carga y/o sin polares en la parte superior son compatibles con la grasa o hidrofílicos y fáciles de disolver en la grasa o el aceite. El extremo polar de estas moléculas similares son compatibles con el agua o hidrofílicas y se disuelven en el agua fácilmente. El resultado de la mezcla agua-aceite es que el emulsionante disuelve parte de sí en el agua y la otra parte en el aceite. Si el aceite es sacudido en exceso de agua, el aceite formará pequeñas gotas. Luego los extremos no polarizados de las moléculas de lecitina se ubican dentro de las gotas de grasa y los extremos polares sobresalen a la superficie de las gotas dentro de la fase del agua. Esto tiene el efecto en torno a las gotitas de aceite con una superficie de carga eléctrica. Tales gotas se repelen entre sí en lugar de tener la tendencia a unirse y separarse como una capa de aceite. La emulsión es, por lo tanto, estabilizada. Tal fenómeno es común en alimentos que contienen agua y aceite. La lecitina y otros emulsionantes fosfolípidos se presentan en tejidos de animales, plantas, leche, yema de huevo, en diversos granos, frutos secos y semillas.

Cada vez se encuentran más usos de la lecitina en la industria, se destaca su uso en aceites comestibles refinados como antioxidante, para aumentar la calidad de la formación de crema, en la industria del chocolate, en lubricantes minerales, textiles, gasolina, margarina, jabones, cosméticos, manteca de cerdo, pinturas, productos de panadería, helado, emulsiones asfálticas, la medicina, etc.²¹ El mono y diglicéridos, también son emulsionantes altamente efectivos, como son ciertas proteínas.

La lecitina comercial, proviene casi en su totalidad de la soja, se extrae de la semilla con disolventes, pero su composición es variable y siempre contiene un

²¹ (Bennett, 1947)

porcentaje apreciable de aceite de soja. Su composición media es la mostrada en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición del aceite de soja.

Componente	Porcentaje (%)
Aceite de semilla de soja	35
Lecitina química (fosfatidil colina)	18
Cefalina (fosfatidil etanolamina)	15
Fosfoinositol	11
Otros fosfolípidos y lípidos polares	09
Carbohidratos (esterol, glucósidos)	12

Fuente: Ranken, 1993

La lecitina se utiliza mucho en la industria alimentaria como emulsionante y actúan disminuyendo la tensión superficial en la interfase sólido/líquido.²² Es un estabilizante eficaz de la emulsión O/W y tiene una gran variedad de aplicaciones.

❖ Pectina

Es un polisacárido que se presenta en las plantas superiores. Las pectinas son importantes por su enorme poder gelante en concentraciones inferiores al 1% en peso. Las pectinas pueden provocar la gelación de jugos de frutas, formando jaleas. Esta acción, junto a su capacidad para actuar como agente emulsiónate, ha dado lugar a la producción comercial en gran escala.

La pectina está presente en los frutos y vegetales no maduros principalmente en forma de su precursor protopectina.

❖ Goma arábica

La más antigua y mejor conocida de todas las gomas naturales es la goma arábica, esta es una exudación gomosa seca obtenida de varias especies de árboles de acacia de la familia de las leguminosas. La goma aparece entre las grietas o rajaduras de los troncos de los árboles que exudan en forma de esferitas.

²² (Ranken, 1993)

La goma arábica se describe como una mezcla de sales de calcio, magnesio y potasio de ácido arábico. Es un agente emulsionante muy efectivo debido a su función de coloide protector que ha encontrado amplio uso en la preparación de emulsiones alimenticias de aceite en agua. Es un agente emulsionante estable con la mayor parte de los aceites en un amplio rango de pH y en presencia de electrolitos, sin la necesidad de un agente estabilizante secundario.

❖ Metilcelulosa

La metilcelulosa es un aditivo alimentario que se prepara a partir de la celulosa, principal polisacárido de la madera y las estructuras vegetales. Es por lo tanto, un compuesto completamente natural que tiene la particularidad de no ser absorbido por nuestro organismo, por lo que su uso en la cocina se limita exclusivamente al cambio de textura de los alimentos. Y es que la metilcelulosa es un gelificante, espesante, emulsionante y estabilizador en diversos productos alimentarios de confitería, repostería, productos panaderos, sopas, salsas entre otros. Se disuelve fácilmente en agua fría pero no en agua caliente. Y según se juegue con las temperaturas, conseguiremos efectos distintos. Al revés que otros hidrocoloides, en caliente se solidifica y al enfriarse se vuelve a “disolver”. Es por lo tanto, ideal para crear y servir geles calientes. Su resistencia al calor es tal que incluso se pueden freír gelatinas hechas con este compuesto, lo que abre la puerta a todo tipo de experimentos curiosos.

1.4.3.2. Semisintéticos

❖ Goma xantana

La goma xantana es un polisacárido que se extrae de una bacteria, generalmente se presenta a manera de polvo color crema, el cual puede disolverse con mucha facilidad en agua caliente o fría. Es industrialmente producido por la fermentación de cultivos puros del microorganismo *Xanthomonas campestris*. El cultivo de *Xanthomonas campestris* es rigurosamente controlado en sus diferentes etapas de fermentación, el caldo se esteriliza para prevenir la contaminación bacteriana, y la goma xantana se recupera mediante precipitación con alcohol, secado y su

posterior molienda hasta convertirla en polvo fino color crema, el cual puede disolverse con mucha facilidad en agua.

También es conocido como “glutamato monosódico industrial”. En el procesamiento de alimentos, se utiliza como aditivo alimentario, espesante y emulsionante. Estas soluciones son pseudo-plásticas, extraordinariamente resistentes a la pérdida de viscosidad causada por prolongadas fuerzas de corte aplicadas a las soluciones, comparado con otros espesantes. Produce soluciones de viscosidad relativamente alta a concentraciones bajas, es estable en un amplio rango de acidez y resiste muy bien los procesos de congelación y descongelación. Se agrega a los alimentos para controlar la reología del producto final. La goma xantana es muy útil como agente espesante. Éstos son sustancias que al agregarse a una mezcla aumentan su viscosidad sin modificar sustancialmente sus otras propiedades, como el sabor. Proveen cuerpo, aumentan la estabilidad y facilitan la formación de suspensiones y generalmente se utilizan en la industria alimenticia para productos como: helados, gelatinas, cremas corporales, maquillaje y salsas.

1.4.3.3. Sintéticos

Los emulsionantes utilizados en la alimentación se encuentran en algunos de los ingredientes básicos como ya se ha mencionado en la lecitina de soja, la yema de huevo y la caseína de la leche. Los emulsionantes pueden obtenerse de fuentes naturales, sin embargo, estos emulsionantes naturales a veces están limitados en cierto modo en su aplicación por la gran variedad de problemas tecnológicos que se presentan en la industria alimentaria. Por eso, en los últimos años han aparecido gran cantidad de productos sintéticos, algunos diseñados para aplicaciones específicas. Estos compuestos sintéticos son sometidos a un riguroso examen toxicológico antes de permitir su introducción como aditivo alimenticio.²³

²³ (Ranken, 1993)

❖ Monoglicéridos y diglicéridos

Los monoglicéridos y diglicéridos de los ácidos grasos son un aditivo clasificado dentro de los aditivos emulsionantes. También tienen propiedades desespumantes y evitan el endurecimiento de los productos horneados. Se obtiene artificialmente a partir de la lecitina de soja.

Cabe destacar que no se considera que un alimento que contenga este aditivo mantenga las propiedades nutricionales de la lecitina de soja.

Hay dos tipos de monoglicéridos: 1- monoglicérido, 2- monoglicérido y los ácidos grasos que pueden ser de diferentes longitudes de cadena y diferentes grados de saturación. La parte alcohólica de la molécula es hidrofílica, la parte de ácido graso es lipofílica. Los monoglicéridos son emulsionantes mucho más eficaces que los diglicéridos, y como se producen algunos diglicéridos y triglicéridos en la síntesis de los monoglicéridos, se tiene que recurrir a las técnicas de destilación para separar y concentrar los monoglicéridos. Son una sustancia hidrosoluble, que son utilizadas en los alimentos como: chocolates, confituras, mermeladas, gelatinas, nata, embutidos y sustancias hidrosolubles.

❖ Ésteres

Los ésteres proceden del glicerol y de un ácido carboxílico de peso molecular medio o elevado.

Las grasas, que son ésteres sólidos, y los aceites, que son líquidos, se denominan frecuentemente glicéridos. Emulsionantes, estabilizantes y mejorantes de la fluidez preparados a partir del ácido láctico, glicerol, propilenglicol y cualquiera de los distintos ácidos grasos. Son sólidos cerosos que se dispersan en agua.

Los Ésteres de Glicerol y Ácidos Grasos del Ácido Diacetil Tartárico (DATEM) son aditivos ampliamente utilizados en la industria de alimentos empleados como emulsionantes y estabilizantes. Entre las aplicaciones más comunes se encuentran: pan y productos de panificación, manteca vegetal, productos lácteos y derivados, helados y sorbetes.

❖ Tartrato de estearilo

Emulsionante y estabilizante, compuesto formado por ácido esteárico (ácido graso procedente del sebo) y ácido tartárico (producto natural presente frutas), que resulta en una mezcla de varios componentes. El origen del ácido esteárico puede ser de grasa vegetal o animal, sin embargo, en la práctica casi siempre se utiliza aceite vegetal. Es utilizado en productos de panadería.

❖ Sucroglicéridos

Son sustancias sintéticas, obtenidas haciendo reaccionar sacarosa (azúcar común) con ésteres metílicos de los ácidos grasos, cloruro de palmitoilo o glicéridos, extrayendo y purificando después los derivados. Son surfactantes no iónicos, ampliamente utilizados como emulsionantes. También se han utilizado como detergentes biodegradables. Tienen el inconveniente de que a temperaturas elevadas se destruyen por caramelización o por hidrólisis. Se utilizan sobre todo en pastelería, repostería y elaboración de galletas, a concentraciones, en turroneos y mazapanes, así como en salsas, en margarinas y otros preparados grasos, en productos cárnicos tratados por el calor y en helados.

❖ Disfosfatos

Los difosfatos son compuestos de gran uso en la industria de alimentos por la versatilidad de sus propiedades funcionales. Entre los usos más comunes se encuentran: pasteles, pastas, dulces, galletas dulces, productos cárnicos, ingredientes de repostería y mezclas, productos avícolas, botanas de papa y otros productos a base de ella.

La química responsable del amplio abanico de propiedades funcionales de los fosfatos no se conoce por completo, pero sin duda se relaciona con la acidez de los protones asociados a los fosfatos y con la carga existente sobre los iones fosfato.

1.5 Antecedentes del uso de las emulsiones y emulsionantes

Las emulsiones se han conocido de diferente forma, desde hace millones de años, un indicio en la antigüedad de las emulsiones es el hecho que el físico griego Galeno (131- 201 A.C.) fue aparentemente la primera persona en registrar el poder emulsionante de la cera de abejas, por lo que se le atribuye también la invención de la crema para el cutis.²⁴ Las emulsiones de cosméticos representan los miembros más viejos de la clase, como son las cremas emolientes. Hasta hace no muchos años, la formulación de emulsiones de cosméticos era un arte cuyo ejercicio estaba limitado a unos pocos. Hoy en cambio, se está generalizando mediante estudios que sirven de orientación.

La teoría de las emulsiones se ha desarrollado de una manera azarosa, es en parte una consecuencia de la química coloidal clásica y por otra un desarrollo de las artes antiguas, ejemplo de ello es la técnica del temple al huevo, que es un técnica pictórica, su característica particular es la emulsión agua y aceite.

El disolvente del pigmento es el agua y el aglutinante, la yema de huevo. Una vez seco; produce un acabado fino. Como ventaja de esta técnica es que los colores no cambian con el paso del tiempo.

Uno de los trabajos más antiguos sobre el efecto de los agentes emulsionantes se registra en 1910, cuando Ostwald realizó la distribución importante entre la forma normal de emulsión aceite en agua y la forma entonces anormal agua en aceite. Se reconoció inmediatamente que el tipo de emulsión que resultaba en un sistema dado dependía ampliamente de la elección del agente emulsionante.²⁵

²⁴ (Bancroft, 1926)

²⁵ (Becher, 1972)

1.6 Usos y aplicaciones de los emulsionantes

El estudio de las emulsiones es de gran interés, hay una inmensa cantidad de productos que utilizamos a diario que dentro del proceso para obtenerlos se genera algún tipo de emulsión, debido a esto es necesario colocar un emulsionante para estabilizarla.

Ejemplo de ello son las cremas para el cuidado personal, pintalabios, algunos alimentos y productos agroquímicos como los insecticidas y pesticidas.

La leche, no es más que diminutas gotas o glóbulos de grasa estabilizados por una película de proteínas y fosfolípidos suspendidos en una fase acuosa, y la mantequilla en cambio, gotas de agua dispersas en grasas. En el sector de los cosméticos, las cremas hidratantes, protectoras para los rayos UV, etc., son también emulsiones de partículas aceitosas dispersas en agua. En el sector farmacéutico, las emulsiones pueden servir para encapsular los fármacos activos y después liberarlos cuando se encuentran en la corriente sanguínea.

1.6.1 Industria alimenticia

Mientras se prepara la comida, generalmente se necesita combinar ingredientes que aun siendo naturales son incompatibles, para obtener una mezcla agradable y consistente. Cada uno de los componentes (ya sea carbohidratos, proteína, aceite o grasa, agua, aire, etc.), tienen sus propias propiedades y algunas veces son incompatibles unos con los otros, por ejemplo, el agua y el aceite. Para lograr la mezcla de dos componentes incompatibles, se utilizan los emulsionantes. Estos actúan para mezclar los componentes. Los productos que guardan glóbulos de grasa dispersados en el agua, o gotas de agua dispersadas en grasa son emulsionantes.²⁶

Los emulsionantes son aditivos utilizados para varios propósitos en la producción de alimentos, incluyendo la mejora de la textura, el volumen y la homogeneidad

²⁶ (Desrosier, 1983)

de los productos. En la Tabla 4 se mencionan algunos ejemplos de estos productos.

Tabla 4. Ejemplos de productos alimenticios en los que se genera una emulsión

Producto alimenticio	Tipo de emulsión	Características
Mayonesas y cremas para ensaladas	O/W	Como emulsionante se emplea la lecitina que contiene la yema de huevo.
Helado	O/W	La emulsión se enfría a una temperatura que congela parcialmente la mezcla; al mismo tiempo que se le incorpora aire por batición.
Margarina	W/O	Al ser una emulsión plástica, la margarina consta casi siempre de una fase acuosa dispersada en una fase grasa continua que comprende una mezcla de aceites vegetales y/o grasas de tal naturaleza, su composición mantienen al producto en forma de emulsión sólida a las temperaturas que prevalecen.

Fuente: Elaboración propia

1.6.2 Industria asfáltica

Las emulsiones asfálticas constituyen otro de los procedimientos que se usan para fluidificar el cemento asfáltico y hacer aplicaciones en frío. Son emulsiones generalmente del tipo de aceite en agua, en que la fase dispersa o interna es el asfalto, en forma de pequeños glóbulos y fase continua o externa es el agua.

Si se mezclan y agitan asfaltos fundidos y agua caliente, se obtiene una emulsión, pero tan pronto se deja en reposo, las partículas de asfalto comienzan a unirse, haciéndose cada vez más grandes, hasta que se produce la ruptura de la emulsión, es decir, la separación del asfalto y el agua. Con el fin de evitar esta separación del asfalto y el agua es necesario el empleo de un tercer componente llamado emulsionante.

1.6.3 Industria cosmética

La función de los emulsionantes es probablemente la más importante para la formulación de cosméticos, debido a que las emulsiones presentan ventajas considerables sobre otros tipos de preparaciones: son fáciles de aplicar, relativamente económicas (gracias a su gran proporción de agua) y permite el uso simultáneo de sustancias hidrosolubles y liposolubles. Sin embargo, aún hay una razón más importante: el manto hidrolipídico que protege la piel es una emulsión.

Los surfactantes intervienen de dos maneras en la formación de emulsiones; por una parte reducen la tensión superficial (cantidad de energía necesaria para crear un área interfasial unida) entre los líquidos inmiscibles y por otro lado, forman una película interfasial entre el líquido disperso (fase interna) y el medio continuo (fase externa), actuando como una barrera protectora que retarda o impide la separación de dos líquidos inmiscibles. El tipo de emulsiones son W/O o O/W, dependiendo del tipo de surfactante utilizado, de la naturaleza química de los otros constituyentes del sistema y de la proporción relativa de las fases inmiscibles. Su aspecto y sus propiedades reológicas dependen del diámetro medio de las gotas dispersas ($0.50 \mu\text{m} < d < 100 \mu\text{m}$) y de la proporción relativa de las fases.

1.6.4 Industria de pinturas

Genéricamente, los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas pueden agruparse en cuatro categorías de materias primas: pigmentos, aglutinantes, solventes y aditivos menores.

Los pigmentos son productos en polvo, insolubles por si solos en el medio líquido de la pintura; sus funciones son suministrar color y poder cubrirlo, contribuir a las propiedades anticorrosivas del producto y darle estabilidad frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos. Entre los pigmentos más utilizados en la fabricación de pinturas se encuentran variados compuestos a base de cromo y plomo, zinc en polvo, dióxido de titanio, sulfato de bario, negro de humo, aluminio en polvo y óxido de hierro, como ejemplos dentro de la formulación de las pinturas se encuentran también las llamadas "cargas", que cumplen el objetivo de

extender el pigmento y contribuir con un efecto de relleno. Entre estos materiales se encuentran sustancias de origen mineral como baritas, tizas, caolines, sílice, micas, talcos, entre otros, y de origen sintético como creta, caolines tratados y sulfato de bario precipitado.

Los agentes aglutinantes son sustancias normalmente orgánicas, cuya función principal es dar protección; se pueden utilizar en forma sólida, disueltos o dispersos en solventes orgánicos volátiles, en solución acuosa o emulsionados en agua. Estas sustancias comprenden los aceites secantes, resinas naturales y resinas sintéticas. Entre los aceites secantes, el más utilizado es el aceite de linaza. Las resinas naturales en su mayoría son de origen vegetal, con excepción de la goma laca; actualmente, su uso ha declinado considerablemente debido al desarrollo de un gran número de resinas sintéticas. Estas últimas normalmente se utilizan en combinación con los aceites antes mencionados siendo más resistentes al agua y agentes químicos. Entre las resinas sintéticas más utilizadas se encuentran las resinas alquídicas, acrílicas, fenólicas, vinílicas, epóxicas, de caucho clorado, de poliuretano y de silicón. De todas éstas, la primera es la más utilizada.

Las sustancias secantes permiten controlar la rapidez de secado. Normalmente se utilizan sales orgánicas de elementos metálicos (cobalto, manganeso, plomo, calcio, zinc, hierro, vanadio, cerio y zirconio). Las sustancias plastificantes, por su parte, proporcionan flexibilidad y adherencia a los recubrimientos de superficie. Se clasifican en: aceites vegetales no secantes (derivados del aceite de ricino), monómeros de alto punto de ebullición (ftalatos) y polímeros resinosos de bajo peso molecular (poliéster). Las sustancias antisedimentantes previenen o disminuyen la precipitación de los pigmentos, reduciendo la fuerza de atracción entre partículas (lecitina) o formando geles (estearato de aluminio o anhídrido de silicio). Las materias primas utilizadas en las industrias nacionales son similares a las de uso común a nivel mundial. Respecto de los solventes, el aguarrás se utiliza de preferencia en las pinturas de tipo decorativas, en tanto que en las pinturas de tipo industrial se utilizan productos más específicos.

La práctica de usar agua en las pinturas no es nueva, ya que los griegos y los egipcios usaban soluciones de agua de caseína de leche desnatada como vehículo para los pigmentos. La caseína tratada con cal apagada puede ser emulsificada con agua. Los pigmentos fueron dispersados en este sistema de emulsión. Más tarde se usó yemas y claras de huevo como materiales enlazadores o aglutinantes.²⁷

En la actualidad, la industria de pinturas tiene una gran importancia ya que el desarrollo que ha tenido en los últimos 30 años ha sido realmente importante. Las pinturas emulsionadas a base de látex han alcanzado en los últimos 5 años gran desarrollo y su uso se ha generalizado grandemente debido a las ventajas que tiene como pintura para decoración de interiores, tales como su rápido secado, capacidad, lavabilidad y gran variedad de colores atractivos que últimamente se han logrado crear.

1.6.5 Industria farmacéutica

El tipo de emulsión empleada en la industria farmacéutica es W/O, O/W, o múltiple, está condicionado a la vía de administración del producto medicinal. Para la administración parenteral, se puede utilizar cualquier tipo de emulsión, excepto por vía intravenosa que se encuentra limitada al uso exclusivo de emulsiones de fase externa acuosa, sean simples o múltiples. Para la administración oral son usadas preferentemente las emulsiones de tipo O/W, y en la administración tópica cualquier tipo de emulsión. La biocompatibilidad de los medicamentos administrados en una emulsión depende de diversos factores: repartición de los principios activos entre las fases inmiscibles, tamaño de las partículas de la fase dispersa, viscosidad de la fase externa, etc.

1.6.6 Insecticidas

Los pulverizadores agrícolas están formados de una solución del agente tóxico en un disolvente orgánico, en el que se añade un emulsionante soluble en aceite.

²⁷ (Generalidades sobre pinturas emulsionadas)

Para el empleo, el agua se añade al concentrado, y la emulsión deseada (normalmente O/W) se prepara por mezcla manual.

De forma clara, para formar una emulsión en estas condiciones, se ha de tener un cuidado considerable en la elección del emulsionante. En particular, puesto que se pueden emplear agua de todo tipo de dureza, se requiere un agente insensible al calcio.²⁸

1.7 Tendencia de los emulsionantes en la química industrial

Los métodos y principios generales utilizados como antecedentes de las emulsiones han ayudado para la determinación del uso de los diversos emulsionantes existentes tanto en la naturaleza, como de forma sintética. En la actualidad existen diversas ramas de la industria que ocupan emulsiones; entre ellas la industria cosmética, de pinturas, pulverizadores agrícolas, en los alimentos, medicinas, los asfaltos, en los textil, por mencionar algunas. Cada día, las emulsiones predominan en las diversas ramas de la industria, con ello el uso de emulsionantes, sustancia que tiene por objetivo estabilizar una emulsión y que cada día se van buscando mejoras y alternativas de los emulsionantes ya existentes.

1.8 Garbanzo

El Garbanzo (*Cicer arietinum*), es una planta que se cultiva especialmente en España, donde es muy gustado y consumido por los habitantes de aquella nación. De allí fue traído a América; Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Puebla, estados que cultivan esta leguminosa para la alimentación del hombre.²⁹

En la Figura 3 se muestra los granos de garbanzo, tercera leguminosa alimenticia más importante a nivel mundial. Este alimento es bajo en grasas además es rico en proteínas, hidratos de carbono, fibras, minerales, y vitaminas; pero esta leguminosa tiene además efectos beneficiosos para la salud, debido a la presencia

²⁸ (Becher, 1972)

²⁹ (Escobar)

de determinados compuestos distintos a los nutrientes clásicos. A lo anterior, hay que añadir que su carencia de gluten lo hace apto para el consumo por enfermos celíacos.



Figura 3. Granos de *Cicer arietinum*. (Granos y Cereales La perla, 2015)

1.8.1 Tipos de garbanzo

Existen dos tipos de garbanzo: kabuli y desi. Morfológicamente son distintos; kabuli forma vainas relativamente largas, sus semillas son grandes, menos arrugadas, de color blanco o crema. El tipo desi, son semillas pequeñas y de color marrón, contiene una capa áspera con una angularidad pronunciada y la superficie fuertemente estriada. La cubierta de las semillas de tipo desi es considerablemente más gruesa que la de los tipos kabuli pero de ambos tipos hay buena adherencia del recubrimiento de la semilla y los cotiledones.

Las características físicas del grano de garbanzo dependen de la variedad y de las condiciones ambientales durante su desarrollo. El conocimiento de las propiedades físicas es indispensable para el adecuado diseño del equipamiento, para el manejo, transporte y acondicionamiento de los granos. En un estudio realizado en el 2005 se reportó datos de diámetro perpendicular (7.5 ± 0.07 mm) y diámetro paralelo al cotiledón (9.47 ± 0.14) para el grano tipo kabuli.³⁰ Se realizaron mediciones de las dimensiones de longitud (7.92-8.14mm), ancho

³⁰ (Ravi, 2005)

(6.10-6.37 mm) y grosor (6.43-6.84 mm) para el grano de garbanzo tipo kabuli, por lo que se concluye que las características físicas están en función de la variedad del grano en estudio.

Los tipos de garbanzo que se producen en México provienen inicialmente de la región mediterránea (Francia, España e Italia) y asiática (India y Afganistan); las primeras se destinan al consumo humano (kabuli) y las segundas al forrajero (desi). En la Figura 4 se muestran estos dos tipos de garbanzo donde las principales diferencias son el color y el tamaño.³¹



Figura 4. Tipos de garbanzo a) Garbanzo desi b) Garbanzo kabuli. (Aguilar & Ruiz, 2013).

1.8.2 Valor nutricional del garbanzo

Los garbanzos son legumbres con muchas propiedades nutricionales. La composición química del garbanzo muestra contenido de grasa y fibra, la cantidad de proteínas permanece alrededor del 22%. La proteína del garbanzo posee un contenido relativamente alto de lisina, lo cual es importante dada la escasez de este aminoácido esencial en la mayor parte de las proteínas de origen vegetal.³² Desde el punto de vista de la nutrición, éste grado puede considerarse como una buena fuente de calorías y de proteínas de alta calidad, como se muestra en la Tabla 5.

³¹ (Aguilar & Ruiz, 2013)

³² (Ramírez, 1992)

Tabla 5. Valor nutricional del garbanzo en 100 g de sustancia.

Composición	Garbanzo
Agua	11.53 g
Calorías	364 Kcal
Grasas	6.04 g
Proteínas	19.30 g
Hidratos de carbono	60.66 g
Fibra	17.4 g
Potasio	875 mg
Sodio	24 mg
Fósforo	366 mg
Calcio	105 mg
Cobre	0.847 mg
Magnesio	115 mg
Manganeso	2.204 mg
Hierro	6.24 mg
Zinc	3.43 mg
Selenio	8.02 mcg
Vitamina C	4.0 mg
Vitamina B1(Tiamina)	0.477 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.212 mg
Niacina	1.54 mg
Folacina	557 mcg
Vitamina A	67 IU
Vitamina E	0.820 mg

mg-miligramo, mcg-micro gramo, IU-unidades internacionales para las vitaminas.

Fuente: Botanical, 2015

1.8.3 Propiedades funcionales del garbanzo

Las propiedades funcionales se definen como “cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afectan y modifican algunas características de un alimento y que contribuye a la calidad final del producto”. En la Tabla 6, se agrupan las propiedades funcionales más importantes de las proteínas que afectan a la apariencia, el color, la jugosidad, sensación en la boca y la textura de una gran variedad de alimentos, así como en las operaciones de corte, picado, mezcla, formación de masa, fibras y el transporte de materiales alimenticios.

Tabla 6. Propiedades funcionales proteínicas y su interacción con diferentes componentes alimenticio.

Propiedad	Función
Agua	Interacciones con lípidos o gases
Humectación	Capacidad emulsionante
Hidratación	Estabilización
Rehidratación	Capacidad espumante
Retención de agua	Estabilización de espuma

Fuente: Sirkorski, 2007

1.8.4 Cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum*)

El origen del cultivo del garbanzo se localiza en el Suroeste de Turquía. Desde allí se extendió muy pronto hacia Europa (especialmente por la región mediterránea) y más tarde a África (fundamentalmente Etiopía), América (especialmente México, Argentina y Chile) y Australia. Se ha comprobado la existencia de 40 especies de garbanzos extendiéndose desde Oriente Medio, Turquía, Israel y Asia Central.

De los más de 10 millones de hectáreas que se siembran de garbanzos en el mundo, aproximadamente 7 millones se cultivan en la India, seguido de Pakistán y Turquía. En Latinoamérica la mayoría del cultivo se produce en México. En Europa los principales productores son España, Italia y Portugal. En la Tabla 7, se muestran los principales países productores del garbanzo en el mundo.

Tabla 7. Países productores del garbanzo

Países	Producción año 2001 (millones de toneladas)
India	3.870.000
Turquía	540.000
Pakistán	387.100
México	200.000
Irán	158.000
Etiopía	135.000
España	50.300
Egipto	15.315
Nepal	12.148
Italia	4.703
Perú	4.500
Chile	3.689
Portugal	1.500
Argentina	1.200

Fuente: Industria de los cereales y derivados, 2015

De acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), los datos registrados de la producción del garbanzo en México son las mostradas en la Tabla 8.

Tabla 8. Datos de producción del garbanzo en México

Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Valor de la producción (miles de pesos)	Principales estados productores
114376	142782	578829	Baja california, Guanajuato Michoacán, Sinaloa y Sonora

Fuente: FAO, 2015

1.8.5 Características para el cultivo del garbanzo

El garbanzo es una planta resistente a la sequía. Aunque la semilla del garbanzo crece con la humedad acumulada en el suelo de la lluvia, el grano responde positivamente a un riego suplementario. El riego en general mejora la nodulación e incrementa el rendimiento y el número de vainas. A partir de 10°C el garbanzo es

capaz de germinar, aunque la temperatura óptima de germinación oscila entre 25-35°C. Si las temperaturas son más bajas se incrementa el tiempo de germinación. El garbanzo se adapta a climas templados -fríos e incluso cálidos –secos.³³ Con respecto a los suelos, el garbanzo es un cultivo bastante rústico y resistente a la sequía, el frío y el calor excesivo, prospera mejor es suelos fértiles. También se adapta a diferentes condiciones de suelo. Pero se desarrolla mejor en migajones profundos libres de excesivas concentraciones de sales solubles. En la Figura 5 se muestra como es el cultivo del garbanzo.



Figura 5. Cultivo del garbanzo. (El agro, 2012)

Los suelos óptimos para el garbanzo son los de textura franco limosa, considerándose los suelos arcillosos desfavorables para el cultivo, por su alta capacidad de retención de humedad y consecuentemente su mayor propensión a pudriciones de raíz y amarillamiento de forraje. Es requisito indispensable que los suelos tengan un buen drenaje, los suelos con alto contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) no son muy favorables ya que los granos provenientes de estos suelos son de difícil cocimiento. Puede desarrollarse en suelos con pH de 5.5 a 8.0.³⁴ Es conviene no repetir su cultivo sobre el terreno por lo menos hasta que pasen cuatro años.

En África se suele sembrar a final de noviembre y principios de diciembre. En Asia se suele sembrar durante el mes de octubre. En la región mediterránea se puede

³³ (Industria de los cereales y derivados)

³⁴ (Sánchez Domínguez, 1998)

sembrar durante el otoño, aunque normalmente se suele realizar en primavera. La fecha de siembra recomendada es del 25 de noviembre al 25 de diciembre. En octubre también se puede obtener altos rendimientos y buena calidad del grano.³⁵ Un retraso en la época de siembra puede dar lugar a una reducción del crecimiento y desarrollo de la planta, afectando a la floración y como consecuencia una reducción de la cosecha. La densidad de siembra depende de las condiciones ambientales y el tipo de planta, normalmente se suele emplear 33 plantas/m², aunque si la planta se localiza en un clima desfavorable y varía la disponibilidad de humedad en el suelo, su crecimiento se verá afectado. En sistemas de regadío la densidad de siembra puede llegar hasta 50 plantas/m². Después de la siembra conviene pasar el rulo, para mejorar el contacto de la semilla con el terreno y para dejar el suelo completamente llano para facilitar la recolección.

En algunos países la recolección es manual, cortando las plantas por encima del nivel del suelo o de la raíz, se apilan en montones y se dejan secar durante una semana, antes de ser trilladas. En otros países la recolección es mecanizada mediante cosechadoras, éstas se adaptan de forma que se parta la menor cantidad posible de grano. Antes del almacenamiento los garbanzos deben tener una humedad del 8-15% y deben conservarse en un lugar seco y ventilado. En algunos países como México, Marruecos y España, las semillas son clasificadas por su tamaño.³⁶

³⁵ (INIA, 1983)

³⁶ (Industria de los cereales y derivados)

CAPÍTULO 2

ASPECTOS DE MERCADO



2.1 Definición del producto

Para definir el producto a desarrollar en este proyecto se realizaron algunas encuestas representativas sobre el consumo del garbanzo, leguminosa poco consumida por la población. Una forma de poder implementar su uso debido a su alto porcentaje de lecitina en la industria es como emulsionante, principalmente para los zumos de frutas naturales y sintéticas (tang), por lo que se determinó realizar harina de garbanzo para poder aprovechar esta característica que proporciona la leguminosa de forma natural. En la Tabla 9 se mencionan algunas de las características que tendrá la harina de garbanzo como producto final y en la Figura 6 se puede observar su aspecto y coloración.

Tabla 9. Características de la harina de garbanzo

Coloración	Crema obscuro
Olor	Característico a garbanzo
Textura	Fina
Usos	<ul style="list-style-type: none">* Como emulsificante en bebidas.* Complemento de la harina de trigo para realizar pasteles, tartas, panes, postres tipo natilla.* Para la elaboración de alimentos como pizzas y pastas.* Sustituto de la harina de cereal en dietas sin gluten.
Beneficio	No contiene gluten

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Harina de garbanzo. (Palma, 2016)

La presentación de la harina de garbanzo será de 25 Kg, debido a que los consumidores serán las industrias productoras de bebidas. El embalaje que almacenara este producto consta de un saco de papel con válvula, es decir que el saco esta cosido y pegado con adhesivo por la parte inferior y el sellado de esté es seguro. El saco es resistente al rasgado y rotura. En la Figura 7 se presenta el diseño del embalaje que contendrá el producto final.



Figura 7. Presentación de la harina de garbanzo. (Palma, 2016)

2.1.1 Productos en el mercado y puntos de venta

La mayoría de las empresas que producen la harina de garbanzo a escala son en Europa, que es donde se consume con mayor frecuencia dentro de su alimentación.

Los productos que se encuentran en el mercado en el país son de manera artesanal, no existe una empresa a nivel industrial que produzca la harina de garbanzo. Para la obtención del producto es directamente con el fabricante.

En la Tabla 10 se describen las diferentes presentaciones y precios de referencia de la harina de garbanzo que se pueden encontrar en el mercado.

Tabla 10. Presentaciones de la harina de garbanzo en el mercado

Presentación	Precio a la venta
Bolsa de 100 gr	\$20
Bolsa de 200 gr	\$32

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se puede determinar que el mercado para producir esta harina es amplio, ya que es muy poca la competencia que existe.

Uno de los principales competidores de la lecitina contenida en la harina de garbanzo es la lecitina derivada de la soja, que tiene un precio aproximado en el mercado de \$208 por kilogramo³⁷. La harina de garbanzo se pudiera dar al consumidor hasta 50% menos de lo que vale la lecitina de soja.

2.1.2 Perfil del consumidor/comprador

Debido a que el garbanzo cuenta con la propiedad emulsionante que posee la lecitina y su uso está dirigido para darle cuerpo y estabilidad a una bebida que involucre algún tipo de zumo de fruta (natural y sintético), se determina que el principal consumidor de la harina de garbanzo será la industria alimenticia, específicamente la encargada de producir bebidas las cuales cuentan con los suficientes recursos para poder adquirir este producto.

2.1.3 Segmentación del mercado

La segmentación del mercado debe ser estratégica, por lo cual la distribución del producto que se oferta será en el Distrito Federal y el área metropolitana, lugares donde se centran industrias productoras de bebidas, las cuales serán los consumidores de la harina de garbanzo, como emulsionante.

³⁷ (DROGUERIA COSMOPOLITAN)

2.1.4 Canales de distribución

Debido a que la presentación de la harina de garbanzo es un saco de 25 Kg y el consumidor será la industria de bebidas, la distribución será de forma directa, como se puede ver en la Figura 8. Es decir, que no habrá ningún intermediario para la obtención del producto.



Figura 8. Canal de distribución directa. (Elaboración propia)

2.2 Expectativas del consumidor

Con las encuestas realizadas se pudo conocer las expectativas del consumidor acerca de los productos alimenticios que más consume la población en varios puntos del Distrito Federal y zona metropolitana (Figura 9). La variación de edad fue en un rango de 14 a 80 años y de ambos sexos.

La población fue de 100 encuestados, de las cuales 40% de ellas se aplicaron en zonas del D.F. como: Azcapotzalco, Coyoacán, Iztapalapa, Xochimilco, Tláhuac, Iztacalco, Cuauhtémoc, Benito Juárez y el resto en Valle de Chalco, Chimalhuacán, Ixtapaluca, La paz, Chicoloapan, Nezahualcóyotl que pertenecen al área metropolitana.

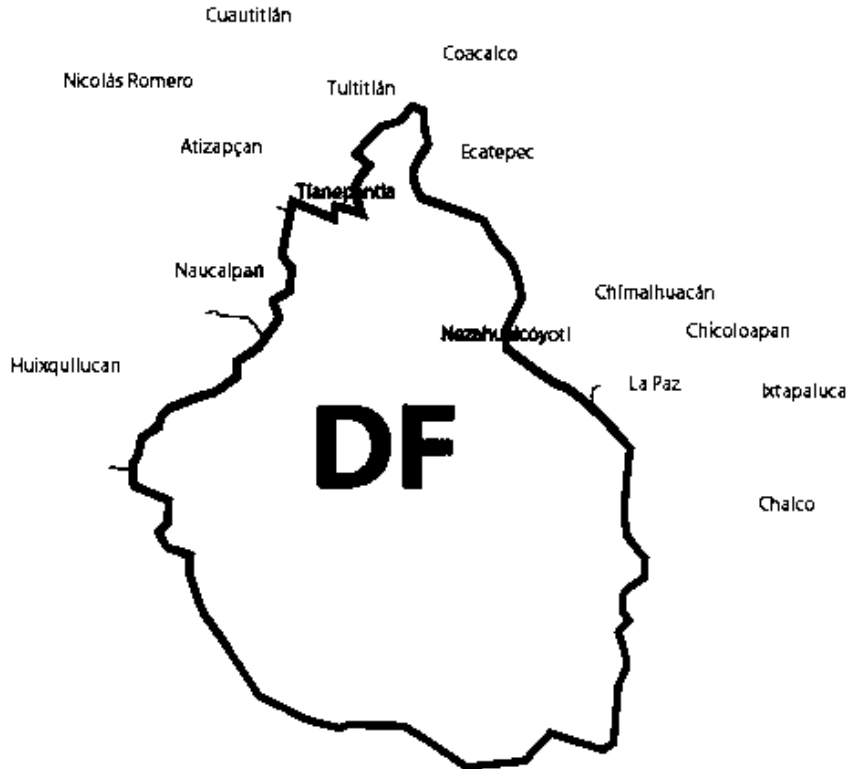
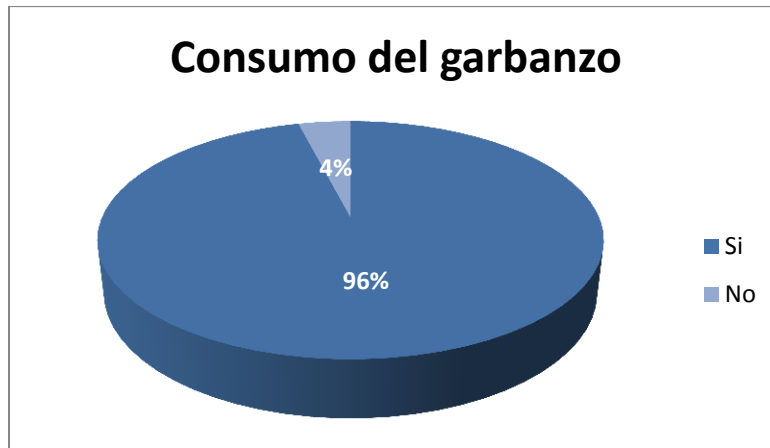


Figura 9. Mapa del Distrito Federal y área metropolitana. (Picasso Flores, 2009)

A continuación se desarrollan las doce preguntas que forman parte del cuestionario que se aplicó a un grupo de personas, teniendo como objetivo realizar un sondeo de ciertos productos alimenticios que tienen mayor impacto, cuáles son los factores de consumo que predominan, que tan común es usado el garbanzo en la población encuestada y cuál es su forma de emplearlo en los alimentos.

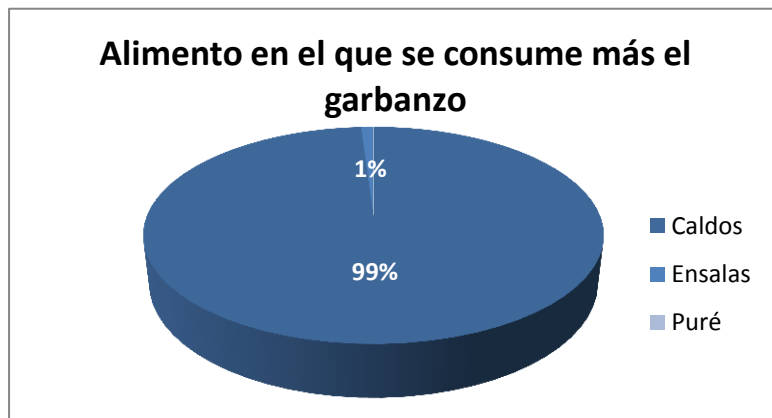
El conocer cuántas personas han consumido el “tang” para la preparación de agua implica dirigir de manera más concreta el producto a desarrollar y ver qué tan viable sería adicionar un producto en polvo que forme parte de una bebida, la cual produzca una sensación agradable al paladar un vez que se prueba.

1. Consumo del garbanzo en la población encuestada



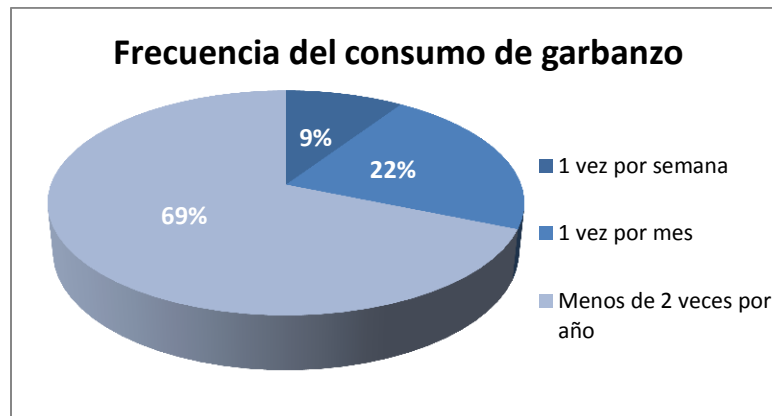
Fuente: Elaboración propia

2. Tipo de preparación alimenticia en la que se ha consumido más el garbanzo



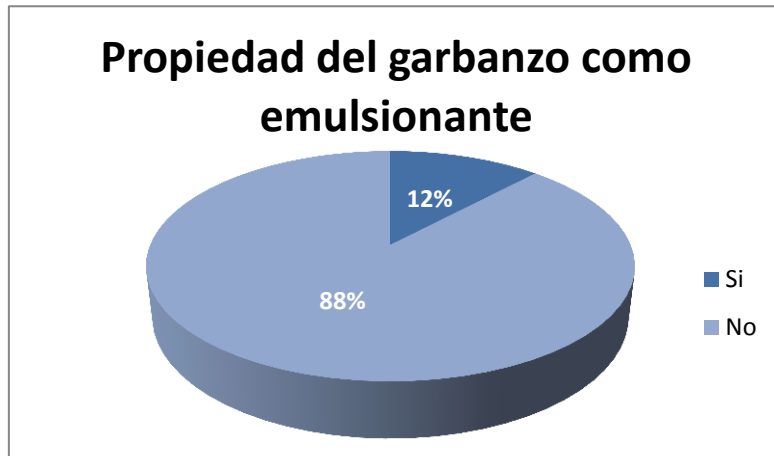
Fuente: Elaboración propia

3. Frecuencia con la que se consume el garbanzo



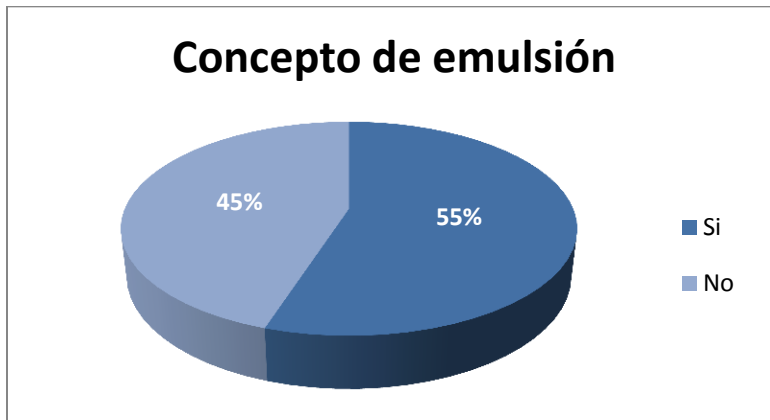
Fuente: Elaboración propia

4. Conocimiento de que el garbanzo tiene una propiedad emulsionante



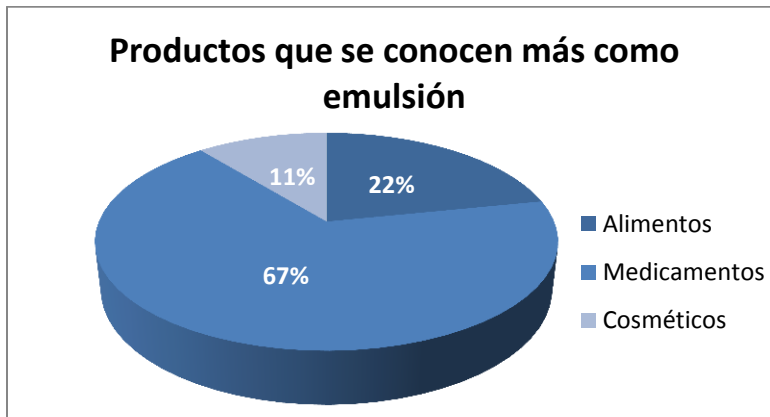
Fuente: Elaboración propia

5. Conocimiento del concepto de emulsión



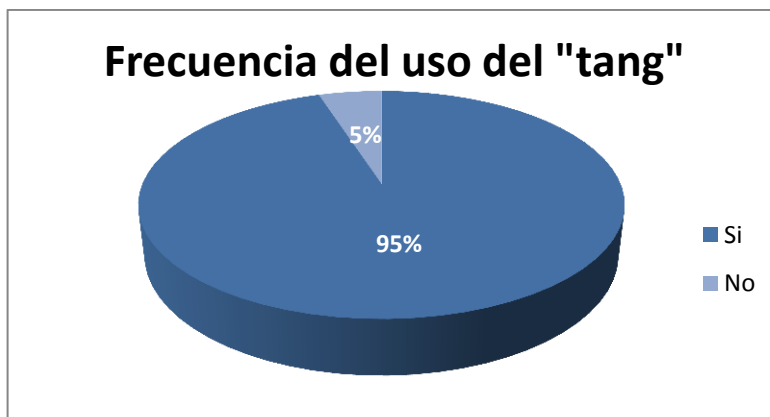
Fuente: Elaboración propia

6. Productos que se conocen que contienen una emulsión



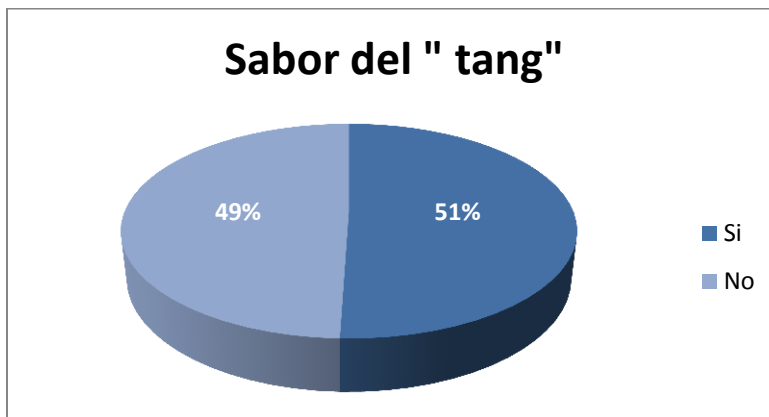
Fuente: Elaboración propia

7. Frecuencia con la que se utiliza el "tang" para preparar agua



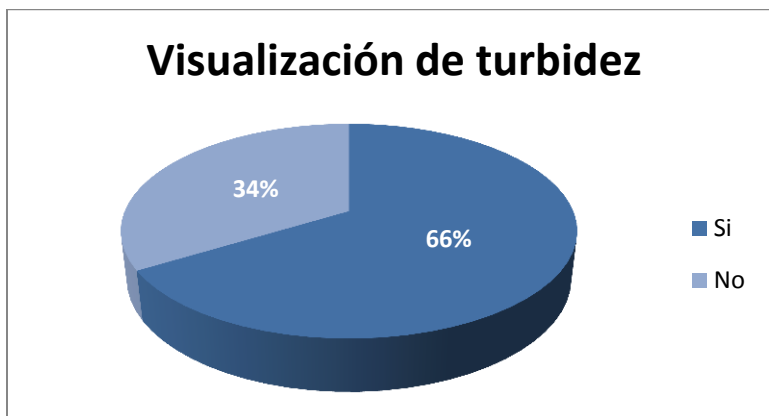
Fuente: Elaboración propia

8. El sabor que produce el "tang" es agradable para el paladar



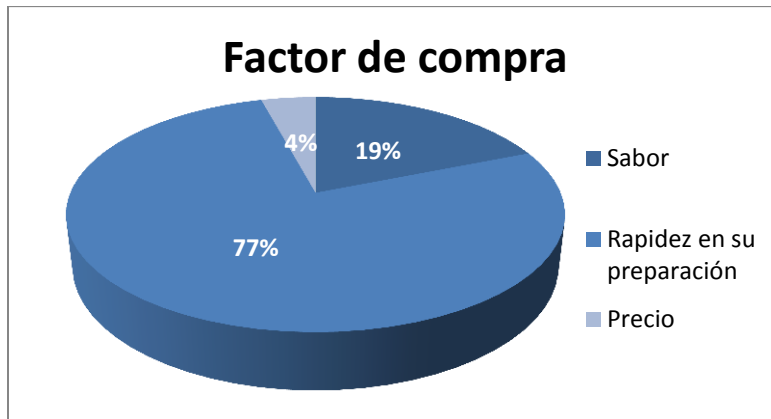
Fuente: Elaboración propia

9. Turbidez que se visualiza en la preparación del "tang"



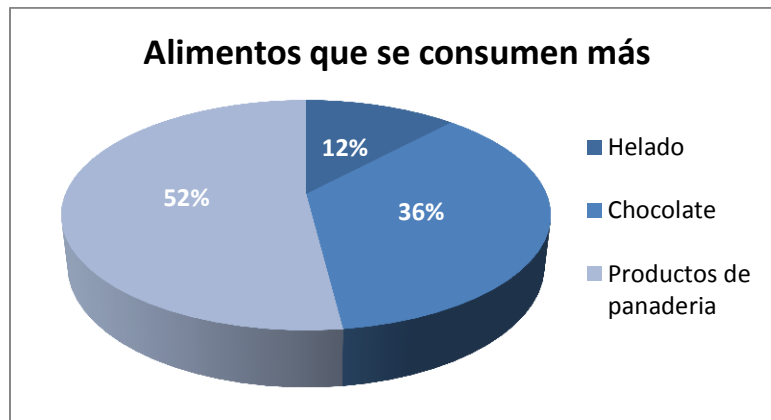
Fuente: Elaboración propia

10. Factor que decide la compra de el “tang”



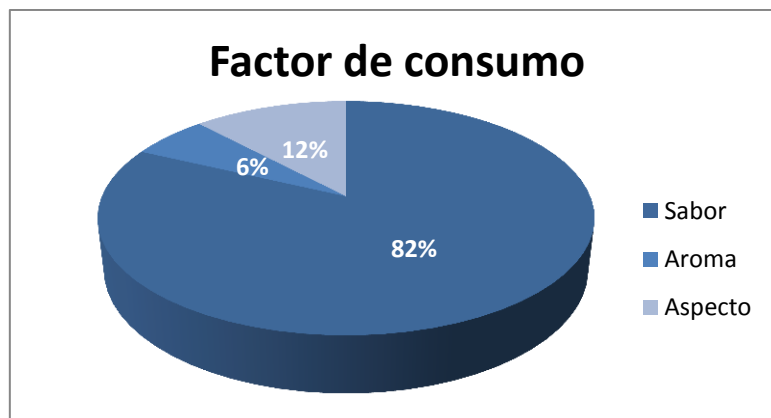
Fuente: Elaboración propia

11. Alimento que con frecuencia es más consumido



Fuente: Elaboración propia

12. Factor del alimento que hace su consumo



Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados estadísticos se puede concluir que el 55% de la población encuestada conocen que es una emulsión, la mayoría lo relaciona principalmente con medicamentos. Solo el 12% conoce que el garbanzo tiene una propiedad emulsionante, siendo que el 96% ha consumido la leguminosa en algún tipo de preparado alimenticio, la mayoría en caldos. Cabe resaltar que la frecuencia del consumo del garbanzo es muy poca, es hasta menos de dos veces por año.

El uso del “tang” es frecuente y la mayoría de las personas lo utilizan por la rapidez con que se puede preparar agua de algún sabor frutal. Debido al análisis de las preguntas planteadas en el cuestionario se puede definir que es posible enfocar un producto en polvo que proporcione las propiedades emulsionantes que tiene el garbanzo a los zumos de frutas tanto naturales como sintéticas.

2.3 Propuesta del nuevo producto

De acuerdo con los datos considerados en la investigación de mercado, el uso del garbanzo es mínimo a pesar de su alto porcentaje de nutrientes, además de que contiene lecitina; fosfolípido que proporciona características emulsionantes. Por lo que se plantea procesar el garbanzo para obtener harina con el fin de aprovechar sus propiedades naturales para emplearla en la industria alimenticia, específicamente en los procesos donde intervenga el uso de zumo de frutas que es donde interactuará como emulsionante de esta suspensión sin alterar el sabor original de la bebida.

2.3.1 Harina de garbanzo

La harina, se obtiene de moler algún tipo de cereal hasta convertirlo en un polvo muy fino y normalmente limpio de cortezas, aunque con ellas se conseguiría lo que podríamos llamar la harina integral. Prácticamente se puede hacer harina de cualquier cereal, semilla o raíz, aunque no con todas se obtiene la consistencia deseada para cocinar más allá de hacer sopas o purés de algún tipo.³⁸

Para la obtención de la harina de garbanzo, los garbanzos secos se trituran y se reducen a polvo. El resultado es una harina más aromática que la harina de trigo y a la vez mucho más beneficioso para el organismo que las harinas tratadas y procesadas. Esta harina es muy poco conocida en Occidente, desde luego mucho menos que en Oriente, donde es habitual en la cocina de muchos países. La inmigración de Oriente a Occidente ha traído consigo una nueva opción culinaria que cada vez cuenta con más seguidores. Esto, unido a la proliferación de enfermedades como la celiaquía ha permitido que más y más personas cada día opten por la harina obtenida del garbanzo y la añadan a su dieta.

En la India, la dieta vegetariana es también usual y las verduras son un pilar básico en la alimentación diaria de sus habitantes. Para los vegetarianos del resto del mundo, más concretamente para los veganos, la harina de garbanzo es un sustituto bastante cercano del huevo. Simplemente mezclándola con agua o cerveza se obtiene una consistencia y jugosidad similar que permite cocinar tortillas con los mismos ingredientes que las tortillas normales. Esta función también la cumplen las harinas que se venden especializadas para hacer rebozados y la harina utilizada en Japón para freír tempura.

Una de las principales propiedades de la harina de garbanzo, es que no contiene gluten, por lo que se utiliza muy a menudo como un sustituto de la harina de trigo para cocinar panes o empanadas, dándole además un toque aromático y un sabor propio que resulta delicioso.

³⁸ (Indiancity)

2.3.2 Beneficios de la harina de garbanzo

Uno de los mayores beneficios de la harina de garbanzo es la gran cantidad de proteínas vegetales que tiene y la fibra, que ayuda al tránsito intestinal y regula el organismo. Además, contiene hidratos de carbono de absorción lenta, lo que ayuda a las dietas para bajar de peso o para ayudar a hacer la digestión.

El aporte calórico de esta harina es perfecto para deportistas, ya que les da energía a la vez que no les perjudica la dieta. También es importante resaltar la gran cantidad de hierro que aporta el garbanzo como leguminosa y harina, por lo que puede llegar a triplicar el aporte de hierro de la carne.

También ayuda a regular el colesterol gracias a su alto contenido en lecitina, que ayuda al cuerpo a eliminar aquellas grasas inútiles para el organismo y es útil en casos de diabetes gracias a que esta absorción lenta de los carbohidratos permite controlar los desequilibrios de glucosa en el organismo dando la misma energía que el azúcar.

Las vitaminas más abundantes que contienen los garbanzos y por consiguiente la harina de esta leguminosa son las vitaminas del grupo B; (tiamina, riboflavina y niacina), vitamina A, vitamina C, vitamina E, y además de ácidos grasos como el Omega 6.

La harina de garbanzo es un alimento muy nutritivo, proporciona alta dosis de proteínas, hidratos de carbono, minerales, vitaminas y fibra, mientras que su aporte en calorías es similar al de la harina de trigo o de maíz.

En la Tabla 11 se muestra una comparación entre los componentes de la harina de garbanzo y la harina de trigo.

Tabla 11. Composición de la harina de garbanzo y harina de trigo por cada 100 g

Composición	Harina de garbanzo	Harina de trigo
Agua	10.22 g	10.22 g
Calorías	369 Kcal	369 Kcal
Grasas	6.69 g	1.2 g
Proteínas	22.39 g	9.3 g
Hidratos de carbono	57.80 g	57.80 g
Fibra	10.8 g	3.4 g
Potasio	846 mg	135 mg
Sodio	64 mg	3 mg
Fósforo	318 mg	120 mg
Calcio	105 mg	15 mg
Cobre	45 mg	0.15 mg
Magnesio	166 mg	20 mg
Manganeso	1.600 mg	0.6 mg
Hierro	4.86 mg	1.1 mg
Zinc	2.81 mg	0.8 mg
Selenio	8.3 mcg	4 mcg
Vitamina C	-----	-----
Vitamina B1(Tiamina)	0.486 mg	0.09 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.106 mg	0.06 mg
Niacina	1.762 mg	2.3 mg
Folacina	437 mcg	437 mcg
Vitamina A	41 IU	41 IU
Vitamina E	-----	-----

mg-miligramo, mcg-micro gramo, IU-unidades internacionales para las vitaminas.

Fuente: Botanical,2015.

2.3.3 Usos de la harina de garbanzo

En países de Oriente este tipo de harina es increíblemente popular y es muy utilizada para cocinar muchos tipos de recetas, ya sean platos fríos, calientes, dulces o salados.

En la comida India este tipo de harina se utiliza en platos tan típicos como las pakoras, que son tortitas de verduras o los bhajis, unos buñuelos habitualmente preparados con cebolla. Los principales usos que se le da a la harina de garbanzo en la cocina son:

**Preparación de masas.* Ya sea masa para el pan indio, empanadillas, masa de pizza. La harina de garbanzo tiene una consistencia similar a la harina de trigo, aunque no sirve para hacer una masa de pan levado por la falta de gluten.

**Espesante.* No solo de salsas sino también para preparar masas de carne picada para hacer albóndigas y hamburguesas.

**Sustituto del huevo.* Simplemente añadiendo un poco de agua, limón o vinagre, podemos obtener una consistencia muy parecida a la del huevo y utilizarla igualmente para preparar tortillas.

2.3.4 Almacenamiento de la harina de garbanzo

Para conservar la harina de garbanzo producida se deben de tomar diversas condiciones ya que al igual que otras harinas con el tiempo pierden propiedades o se echan a perder rápidamente si no se conservan correctamente. Suelen verse afectadas principalmente con la humedad del medio ambiente, por lo que se recomienda algunas condiciones para el almacenamiento de este producto.

- Humedad relativa: 70%
- Humedad de la harina: 14-15%
- Temperatura: 15°C
- Apilamiento sobre maderas.
- Circulación de aire entre los sacos.

Estas condiciones harán que el tiempo de vida útil del producto sea aproximadamente entre 4 a 6 meses.

2.4 Importación y exportación del garbanzo

Sinaloa es el líder nacional en producción de garbanzo de exportación con 99 635 toneladas anuales, que representa el 42.22% en la producción del país y alcanza una productividad promedio de 1 555 kilogramos por hectárea.

Gracias a Sinaloa, México ocupa el primer lugar en la escala mundial en productividad de garbanzo con 1 480 kilogramos por hectárea. En la actualidad, el garbanzo es cribado y clasificado por sus calibres, se empaca en sacos de propileno con capacidad de 50 kilogramos.

Las legumbres y hortalizas representan el 9.34% de las exportaciones agroalimentarias de México a la UE y en ellas destaca el garbanzo el cual se colocó como el tercer producto en importancia dentro de nuestras exportaciones y representa el 58% del valor de este grupo. Asimismo es importante señalar que México es el principal proveedor de este producto a la UE, representando el 40% de las importaciones Comunitarias de garbanzo.

Las exportaciones del garbanzo se incrementó en 80.27%, tercer producto en importación en el grupo de legumbres y hortalizas.

El tercer producto de exportación de México a la UE es el garbanzo (libre de arancel bajo el TLCUEM) cuyo volumen registró un crecimiento de 92% al pasar de 24 mil toneladas en 2011 a 47.8 mil toneladas en 2012 lo que representó pasar de 29.9 millones de euros a 53.9 millones en el periodo analizado. México es el principal proveedor de garbanzo que importa la UE, con 35.7 % del volumen y 40% del valor. España es el principal destino con el 67% de estas exportaciones, Italia recibe el 12% de nuestras exportaciones, Grecia el 8% y Francia el 5% al igual que Portugal.³⁹

³⁹ (SAGARPA, 2012)

En la Tabla 12 se muestran los datos registrados por el INEGI del año 2007 hasta 2010 sobre las exportaciones del garbanzo, valuada en toneladas y miles de euros.

Tabla 12. Exportaciones del garbanzo (Tons y miles de euros)

Año concepto	2007	2008	2009	2010									
				Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Ene-Sept
Garbanzo	83.0	115.5	126.6	7.9	4.6	3.3	4.2	5.2	10.6	8.8	13.8	9.8	68.2

Fuente: INEGI , Balanza Comercial de México, Septiembre,2010.

Los principales importadores de garbanzo mexicano son: España, Japón, Estados Unidos, India y Brasil, los cuales imponen que el grano reúna ciertas características de calidad como son: fácil cocción, grano blanco, grande y rugoso.⁴⁰

2.5 Balanza comercial

La balanza comercial se define como la diferencia entre el valor monetario de las exportaciones e importaciones en la economía de un país durante un período determinado. Un balance positivo se conoce como un superávit en la balanza comercial, que consiste en exportar más de lo que se importa. Cuando un país importa más de lo que exporta, el número negativo resultante se denomina un déficit comercial. De acuerdo a lo anterior, se puede determinar la balanza comercial del garbanzo con los datos registrados del INEGI de exportaciones e importaciones del año 2012 que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Importaciones y exportaciones del garbanzo

	%	Ton/miles eur
Importaciones	19.73	11 771
Exportaciones	80.27	47 891

Fuente: INEGI, 2010.

⁴⁰ (Sánchez Domínguez, 1998)

Con estos datos se concluye que la balanza comercial del garbanzo es un superávit, por la mayor cantidad de exportaciones que importaciones del garbanzo. A continuación se presentan algunas tablas de la balanza comercial anual del año 2007 al 2010.

Tabla 14. Balanza comercial del garbanzo (Millones de dólares)

2011		2012		Cambio vol.	Cambio vol.
Toneladas	Miles de euros	Toneladas	Miles de euros	%	%
24,873	29,944	47,891	53,982	92.54	80.27

Fuente: INEGI, 2010.

Tabla 15. Variación porcentual anual de la balanza comercial del garbanzo

2010									
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Ene-Sept
102.8	-31.3	-61.7	-30.2	-35.3	-20.3	-31.0	-7.5	-34.8	-23.5

Concepto	Año			2009				
	2007	2008	2009	Ene-Sep	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Garbanzo	-28.3	39.2	9.6	-0.3	5.1	-5.1	74.3	100.9

Fuente: INEGI, 2010.

Como se pudo observar en las tablas la variación de la balanza comercial tanto en valor monetario como porcentual, el 2008 y 2009 sobresalen por la gran cantidad de exportaciones de la leguminosa con respecto a los años 2007 y 2010, por lo que estos datos representan que de forma constante el garbanzo tiene un superávit en la balanza comercial.

El precio aproximado del garbanzo, de acuerdo al Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) se reporta en la Tabla 16, donde varía de acuerdo al tamaño del grano de esta leguminosa.

Tabla 16. Precios aproximados del garbanzo.

Producto	Origen	Destino	Presentación	Precio		
				Min.	Máy.	Frec.
Garbanzo chico	Sinaloa	Central de Abastos de Iztapalapa	kilogramo	11.00	12.00	11.50
Garbanzo grande	Sinaloa	Central de Abastos de Iztapalapa	kilogramo	18.50	22.00	19.50

Fuente: SNIIM,2015

CAPÍTULO 3

ASPECTOS TÉCNICOS



3.1 Análisis de procesos

3.1.1 Descripción de los procesos

Existe poca literatura en la que se describan los métodos de obtención de la harina de garbanzo, por lo que no hay muchas alternativas para este fin. Las descripciones encontradas son de manera experimental y a nivel investigación.

Para poder determinar el proceso de la harina de garbanzo se revisaron las técnicas que se utilizan para la harina de trigo, producto que es más usual en la industria. Enseguida se describe un proceso para la obtención de harina estándar y otro específicamente de la harina de garbanzo.

❖ Procesos estándar para la harina

La utilización de cereales o leguminosas en la alimentación se realiza fundamentalmente en forma de harina, por lo que se requiere de procesos de molturación del grano. Las operaciones de molienda realizadas en instalaciones industriales responden de manera general al siguiente procedimiento:

- a) Las operaciones de separación y despuntado se realiza en máquinas diferentes. Primero se realiza la separación de las semillas extrañas y luego en las despuntadoras y cepilladoras, se elimina el embrión.
- b) El secado se realiza con aire caliente a unos 50 °C de tal forma que la humedad final del grano se encuentre aproximadamente en torno al 15 %.
- c) La trituración se realiza en una serie de cilindros agrupados por parejas cuya superficie es estriada. Los cilindros abren el grano separando las cubiertas externas con lo que queda en el grano.
- d) La compresión se realiza en cilindros lisos que tienen por objeto aplastar los granos que están quebrados para convertirlas en harina.
- e) Las operaciones de molienda se combinan con las de tamizado, procesos que se realizan en dos tipos de equipos conocidos como: plansichter y sasores, con los que se obtiene la harina.⁴¹

⁴¹ (Rodríguez Hurtado, 1990)

❖ Proceso para la harina de garbanzo

Selección. La semilla del garbanzo al igual que las demás poseen materia extraña a ella tal como es la tierra, madera, piedras y granos en mal estado, por lo que en esta parte se procede a eliminar toda esa materia extraña y seleccionar las mejores semillas. Esto se hace manualmente sobre una mesa de selección de acero inoxidable.

Lavado. Las semillas que resultan seleccionadas se lavan en agua corriente para eliminar los residuos de polvo y tierra principalmente, así como materia orgánica más pequeña que a un está adherida a la semilla.

Remojo. Una vez lavadas las semillas seleccionadas, se someten a remojo para ablandar la semilla y sea más rápida la cocción, por este motivo se prepara una solución al 5% de NaHCO_3 (bicarbonato de sodio) que es la solución de remojo, esto con el fin de prevenir el crecimiento de microorganismos y evitar la descomposición del garbanzo. El remojo de la semilla de garbanzo se realiza por 8 horas, la cantidad de solución es de cinco partes por una de semilla de garbanzo, esto con el fin de que haya suficiente agua que pueda absorber la semilla.

Lavado. Este lavado se realiza para eliminar los restos de la solución de remojo, así como posibles microorganismos que se hayan desarrollado. El lavado consiste en agua corriente.

Cocción. Una vez que fue lavada la semilla, se escurre y se vacía en agua en ebullición (93°C) para estar en cocción durante una hora, transcurrido este tiempo el garbanzo se escurre y se pasa a la siguiente etapa.

Triturado. Una vez que se tiene el garbanzo cocido, es escurrido, después se somete a trituración en una licuadora industrial, esto se realiza hasta obtener partículas de aproximadamente 3 mm de diámetro con el fin de poseer mayor superficie de exposición y se realice una mejor deshidratación.

Deshidratado. La pasta obtenida de la trituration se extiende sobre charolas de lámina galvanizada, estas se introducen en el horno con aire forzado a una temperatura de 150 °C durante dos horas y media.

Molienda. La pasta deshidratada se somete a la molienda en un molino de discos dentados hasta obtener un polvo lo más fino posible, este se criba con un tamiz N°.30, de esta manera se obtiene la harina de garbanzo.

3.1.2 Criterio de selección del proceso

Con el fin de seleccionar la técnica más adecuada se llevó a cabo un análisis donde se diferenció el tamaño y dureza del grano de garbanzo junto con el trigo, para determinar las operaciones unitarias que se ejecutaran dentro del proceso de obtención de la harina de garbanzo con los equipos y requerimientos necesarios, donde la producción será de tipo batch.

3.2 Descripción del procesos seleccionado

A continuación se desarrolla la descripción de cada etapa del proceso seleccionado para la obtención de la harina de garbanzo.

Limpieza. La limpieza del garbanzo es fundamental ya que permite eliminar materia extraña, como polvo, piedras, paja y granos en mal estado, esto se lleva a cabo mediante un separador magnético.

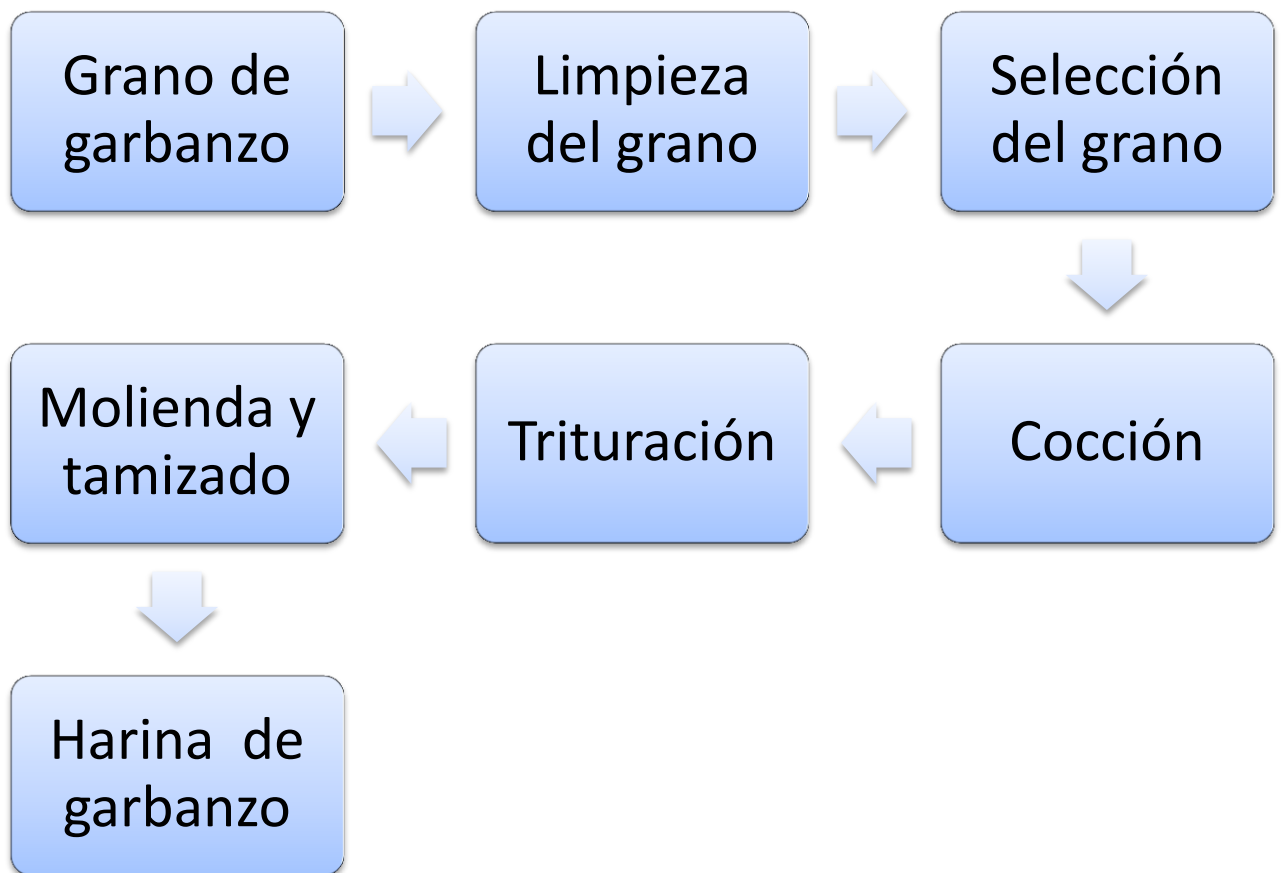
Selección del grano. Para realizar la selección del grano se utiliza el separador de disco, para tener una mejor clasificación de acuerdo al tamaño y forma del garbanzo.

Cocción. Una vez que se termina la selección del grano, se someten a una marmita de cocción, a una temperatura aproximada de 90 °C durante una hora, transcurrido este tiempo pasa a la siguiente etapa.

Trituración. En esta etapa se busca disminuir el tamaño de la partícula. Con el triturador de martillos se obtiene el mayor rendimiento y el tamaño de partícula más uniforme.

Molienda y tamizado. El producto obtenido se somete a las operaciones de molienda y tamizado, operaciones que se combinan. Se puede hacer en dos tipos de equipos conocidos como: plansichter y sasores.

3.2.1 Diagrama de bloques para la obtención de harina de garbanzo



3.2.3 Balance de masa

Para el balance de masa se consideró un lote de una tonelada, tomando en cuenta las horas de trabajo se distribuyen las siguientes cantidades registradas en las diferentes corrientes del proceso mostradas en la Tabla 17.

Tabla 17. Datos de las corrientes del balance de masa

Corriente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Características											
Flujo Kg/hr		125	6.3121	105.5003	1.9658	116.7220	35.0812	81.6408	148.3512	66.7104	81.6408
Presión Kgf /cm ²											
Temperatura oC						22	90				
Composición	Xa	0.14	0.138	0.1410	0.1399	0.1401	0.9614	0.09	0.09269	0.096	0.09
	Xs	0.86	0.862	0.8589	0.8601	0.8598	0.0386	0.91	0.9073	0.904	0.91

Corriente		11	12	13	14
Características					
Flujo Kg/hr		11.9133	69.7274	150.9956	61.3530
Presión Kgf /cm ²					
Temperatura oC					
Composición	Xa	0.1802	0.0745	0.074	0.0748
	Xs	0.8197	0.9254	0.926	0.9252

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Cédulas de requerimiento

En las cédulas de requerimiento se enlistan las materias primas, equipos, personal y servicios que se necesitan para que la empresa funcione de acuerdo a lo planeado durante el análisis del proceso.

La empresa trabajara 356 días al año laborando 8 horas al día, por lo que se cuentan 9 días económicos, estos datos se toman en cuenta para el incentivo económico. El salario estimado que se le dará al personal va de acuerdo al esfuerzo, responsabilidad y condiciones de trabajo.

3.3.1 Cédulas de requerimiento de las materias primas

Materia prima	Consumo por hora (Kg/hr)	Consumo al día (kg/ día)	Consumo anual (Kg MP`S/Año)
Garbanzo	125	1000	356000

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Cédulas de requerimiento de servicios

Servicios	Consumo por hora	Consumo al día	Consumo anual
Vapor	42.140 Kcal/hr	337.12 Kcal/hr	120014.72 Kcal/hr
Luz	61.72 Kw/hr	493.76 Kw/día	175778.56 Kw/año

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Cédulas de requerimiento de equipo

Equipos	Unidad	Marca	Precio aproximado
Separador magnético	1	Machine,CTS(N,B)-46	US 1000-10000
Separador de discos	1	Prillwitz ,Sda 15/25	US 150000
Marmita de cocción	1	REA	\$55000
Triturador de martillos	1	Italmex	\$77000
Molino (plansichter)	1	Prillwitz ,Plansichter monocanal BPM Pcn 4/32	\$150000
Tamizadores (sadores)	1	Prillwitz, Sge /450	US 1200-10000

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.1 Especificaciones técnicas de los equipos



Fuente: Prillwitz, 2004

Separador de discos

Acero inoxidable

Discos: 12

Diámetro de disco: 15''

Capacidad: 300 Kg/hr

Consumo eléctrico: 0.37 kw/hr



Fuente: WeiKu, 2011.

Separador magnético

Acero inoxidable

Rodillo: 400 x 600 mm

Capacidad: 150 Kg/hr

Consumo eléctrico: 1.1 kw/hr



Fuente: Dordal, 2013.

Marmita de cocción

Acero inoxidable

Cuadrado 51x51x51 cm

Capacidad: 150 Kg/hr

Consumo eléctrico: 36 kw/hr

Potencial térmica: 42.140 kal/hr



Fuente: Hammer mil, 2015.

Triturador de martillos

Boca del molino es de 0.60x 0.20 m

Capacidad: 150 kg/hr

Consumo eléctrico: 7.45 kw/hr

Trifásico



Fuente: Prillwitz, 2004

Plansichter

Compartimiento: 4

Zaranda 640x640 cm

Capacidad: 100 kg/hr

Consumo eléctrico: 3 kw/hr



Fuente: panificadoraconquense, 2015.

Sasores

Ancho neto de tamiz: 400x470mm

Aspiración 35-48 m³/min

Capacidad: 100 kg/hr

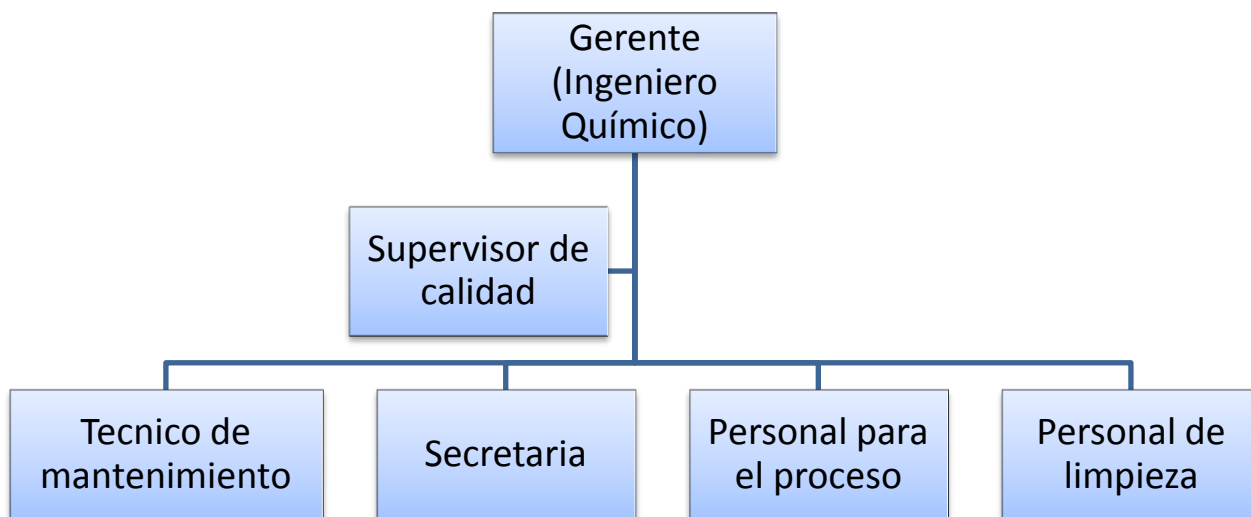
Consumo eléctrico: 1.11kw/hr

3.3.4 Cédulas de requerimiento de personal

Personal	Plazas	Turnos	Salarios mensual ⁴²
Gerente de la planta	1	1	10000
Supervisor de calidad	1	1	8000
Técnico de mantenimiento	1	1	3100
Secretaria	1	1	3400
Personal para el proceso	4	1	2500
Personal de limpieza	2	1	2200

Fuente: Elaboración propia

3.3.4.1 Organigrama



⁴² Ver anexo pp. 101.

3.4 Localización de la planta

3.4.1 Macrolocalización de la planta

La macrolocalización es la localización general del proyecto, es decidir la zona general en donde se instalará la empresa, con el fin de determinar el lugar donde se obtenga la máxima ganancia, o el mínimo costo unitario por lo que se define que la empresa estará ubicada en el Distrito Federal (Figura 10). A continuación se describe las principales características.

El Distrito Federal tiene una extensión territorial de 1495 Km², por ello es la entidad federativa más pequeña a nivel nacional. Representa el 0.1% de la superficie territorial del país, cuenta con 16 delegaciones entre ellas; Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa de Morelos, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Álvaro Obregón. Tiene una población de 8 851 080 de habitantes, el 7.9% del total del país, con una distribución poblacional de 99.5% urbana y 0.5% rural; a nivel nacional el dato es de 78 y 22 % respectivamente.



Figura 10. Mapa del Distrito Federal. (INEGI, 2010).

El clima que se registra del Distrito Federal, en la mayor parte de su territorio se presenta clima templado subhúmedo (87%), en el resto se encuentra clima seco y semiseco (7%) y templado húmedo (6 %).

La temperatura media anual es de 16°C con una temperatura alta mayor a 25 °C, se presenta en los meses de marzo a mayo y la más baja, alrededor de 5 °C, en el mes de enero. Las lluvias se presentan en verano, la precipitación total anual es variable: en la región seca es de 600 mm y en la parte templada húmeda (Ajusco) es de 1200 mm anuales.⁴³

La zona urbana ocupa la mayor parte del territorio, pero hacia la parte sur y sureste se encuentran zonas agrícolas, principalmente de temporal, donde se cultiva maíz, frijol, avena y nopal entre otras, siendo importantes también las hortalizas y la floricultura.

Como desarrollo económico se registran los siguientes datos de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

- Cuenta con 382 056 unidades económicas, el 10.3 % del país.
- Emplea 3 299 325 personas, el 16.4 % del personal ocupado de México.
- Del total del personal ocupado en la entidad, el 60% (1 969 647) son hombres y el 40% (1 329 678) son mujeres.
- En promedio, las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en el Distrito Federal son de \$135 907, el promedio nacional es de \$ 99 114.

3.4.2 Microlocalización de la planta

La microlocalización es el estudio que se hace con el propósito de seleccionar la comunidad y el lugar exacto en donde se ubicará definitivamente la empresa y en ésta región se hará la distribución de las instalaciones en el terreno elegido.

La ubicación de la planta se determina en la delegación de Iztapalapa, la cual es una de las 16 delegaciones del Distrito Federal mexicano. Posee una superficie algo mayor a 116 km² y se localiza en el oriente de la capital mexicana, se registra

⁴³ (INEGI, 2010)

una población de 1 815 786 habitantes, con esto es la demarcación más poblada de todo el país. Limita al norte con Iztacalco, al poniente con Benito Juárez y Coyoacán; al sur con Xochimilco y Tláhuac; al oriente con los municipios mexiquenses de La Paz y Valle de Chalco Solidaridad, y al noreste con Nezahualcóyotl, también en el estado de México. Las condiciones climáticas de la delegación es templada, con lluvias en verano. El resto del territorio presenta un clima semiseco templado. La temperatura anual promedio (calculada con base en una observación de 30 años) es de 16.6 °C, siendo más cálida en el mes de junio, cuando alcanza los 19 °C, y la más baja en enero, con 13.1 °C. La precipitación anual promedio es de 616.8 mm, con una mayor pluviosidad durante los meses del verano.

Dentro de la delegación Iztapalapa a una distancia aproximada de 18 Km de la Ciudad de México,⁴⁴ en la colonia Renovación se ubicara la empresa, como se puede ver en el mapa de la Figura 11, la cual esta aproximadamente entre los 15 min. de la central de abastos, lugar donde se proveerá de la materia prima (garbanzo).

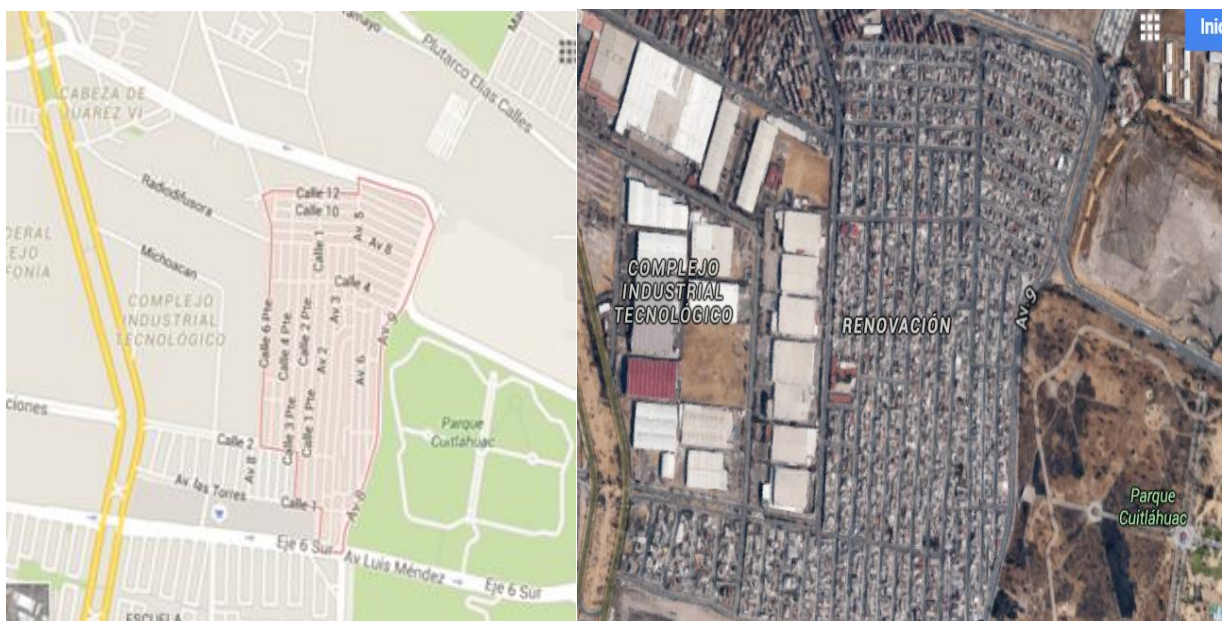


Figura 11. Mapa de la ubicación (aérea). (Google Maps, 2015).

⁴⁴ (Mitula)

Detalles del terreno

- 2400 m² de terreno
- 20 m de frente
- 2400 m² de construcción

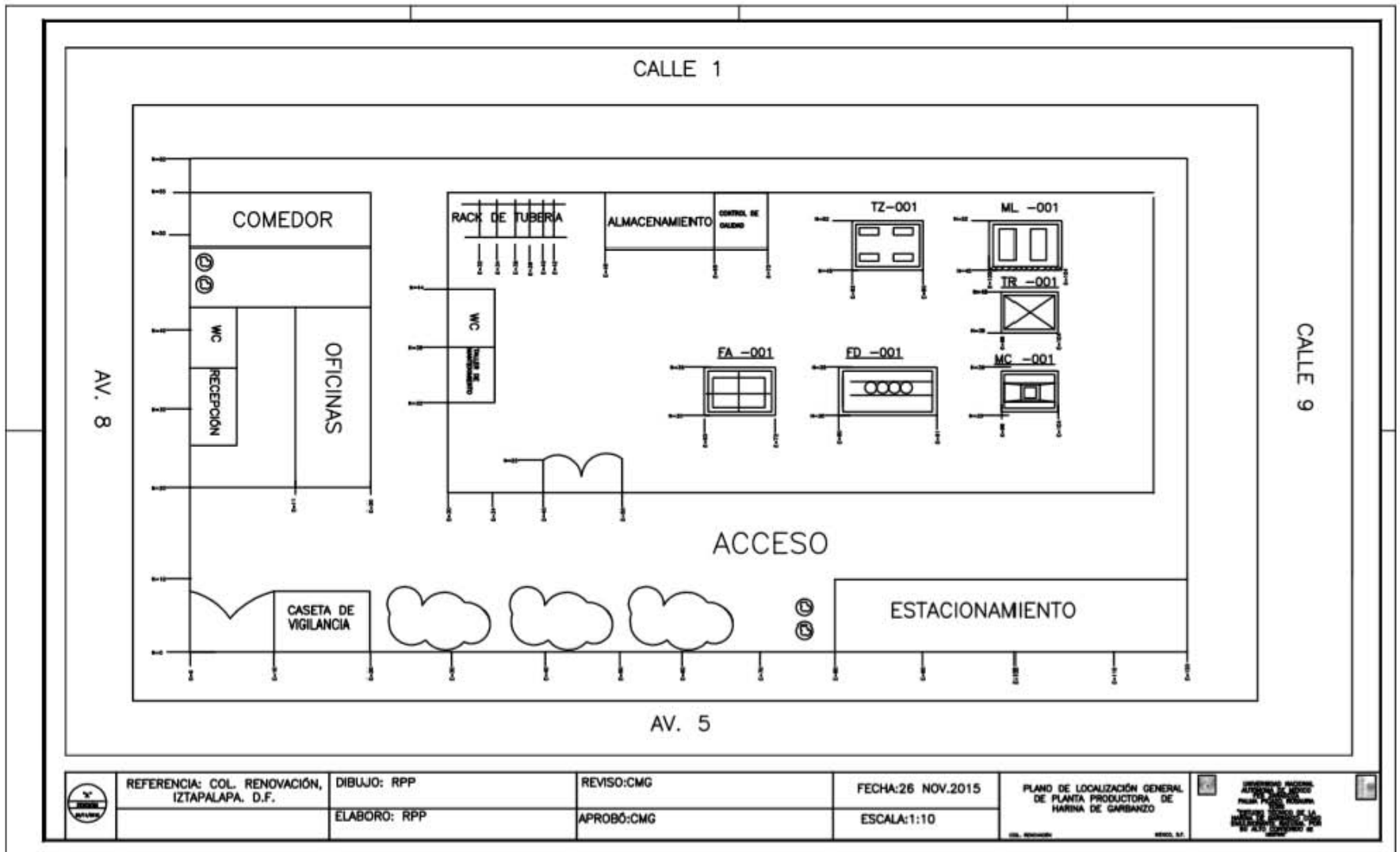
Descripción de la nave industrial

Magnífica ubicación de la zona ya que está rodeado de importantes vialidades, doble caseta de vigilancia con control de accesos, calles amplias para maniobras, pisos de concreto 15 cm 6 ton x m², muros de block 3 m y lamina, techos 9 m. altura útil.

Datos adicionales

- Concentración industrial
- Vías de comunicación
- 2000 m de área de maniobra
- 9 m de altura
- Sistema contra incendios
- Estructura metálica como material de construcción
- Andén para tráiler
- Capacidad de carga en pisos 8 ton/m²
- Caseta de vigilancia
- Servicios de agua, luz , drenaje

3.4.1 Plano de localización de la planta (PLG)



3.5 Metodología experimental para obtener harina de garbanzo

Para obtener la harina de garbanzo se realizó el siguiente procedimiento utilizando un kilogramo de garbanzo, basado para la memoria de cálculo. Los pasos que se siguieron son:

1. Selección de los granos, quitando la materia extraña.



Fuente: Palma, 2016

2. Tostado de los granos, tratando de que sea uniforme en todos los granos.



Fuente: Palma, 2016

3. Triturar el grano tostado, si es necesario se tritura más de una vez.



Fuente: Palma, 2016

4. Tamizado del triturado resultante para obtener partículas finas.



Fuente: Palma, 2016

La harina de garbanzo se obtuvo con un número de malla de tamiz n° 100, por lo que se considera que el tamaño de la partícula es fina. Con esta harina se realizaron preparaciones de muestras para verificar la característica emulsionante que le da a los zumos de frutas naturales (limón y tamarindo) como sintéticos (tang).

3.6 Metodología experimental de muestras

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El garbanzo contiene un alto porcentaje de lecitina, proporciona grandes beneficios nutritivos y además carece de gluten. Se plantea aprovechar estas propiedades naturales usándolas dentro de la industria alimenticia, para lo cual se analizará el comportamiento de la harina de esta leguminosa en una suspensión.

HIPÓTESIS

La lecitina contenida en la harina de garbanzo funcionará como emulsionante para los zumos de frutas (naturales y sintéticos), ya que éste le dará cuerpo y estabilizará la bebida.

Con la harina de garbanzo obtenida de manera experimental se pasará a preparar algunas muestras, para lo que se utilizó los siguientes materiales.

Equipo:

- Balanza analítica
- Balanza granataria
- Embudo de tallo largo
- Espátula

Instrumentos:

- Vidrio de reloj
- Vasos de precipitado de 100 y 250 ml
- Agitador de vidrio
- Probetas de 100 y 250 ml
- Termómetro de (-20 a 150 °C)

Sustancias:

- Harina de garbanzo
- Agua simple
- Zumo de tamarindo
- Zumo de limón
- Zumo sintético (tang)
- Yogurt natural

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Con el fin de visualizar como la harina de garbanzo interactúa con el zumo de fruta, como emulsionante se llevó a cabo las siguientes preparaciones:

1. Harina de garbanzo, zumo de fruta
2. Zumo de fruta
3. Agua simple y harina de garbanzo

En la Figura 12 se puede visualizar las muestras que se llevaron a cabo con los zumos de frutas y el agua simple, teniendo esta última como referencia.



Figura 12. Muestras de izquierda a derecha: 1. Harina de garbanzo y zumo de fruta 2. Zumo de fruta 3. Agua simple y harina de garbanzo. (Palma, 2016).

Con la adición de la harina de garbanzo en el agua simple se pudo visualizar claramente la propiedad que da la lecitina como emulsionante, ya que se realizó la comparación con la lecitina extraída de la soja. En la Figura 13 se puede ver una mayor turbidez y coloración en la muestra que contiene la harina de garbanzo que con la lecitina de soja.

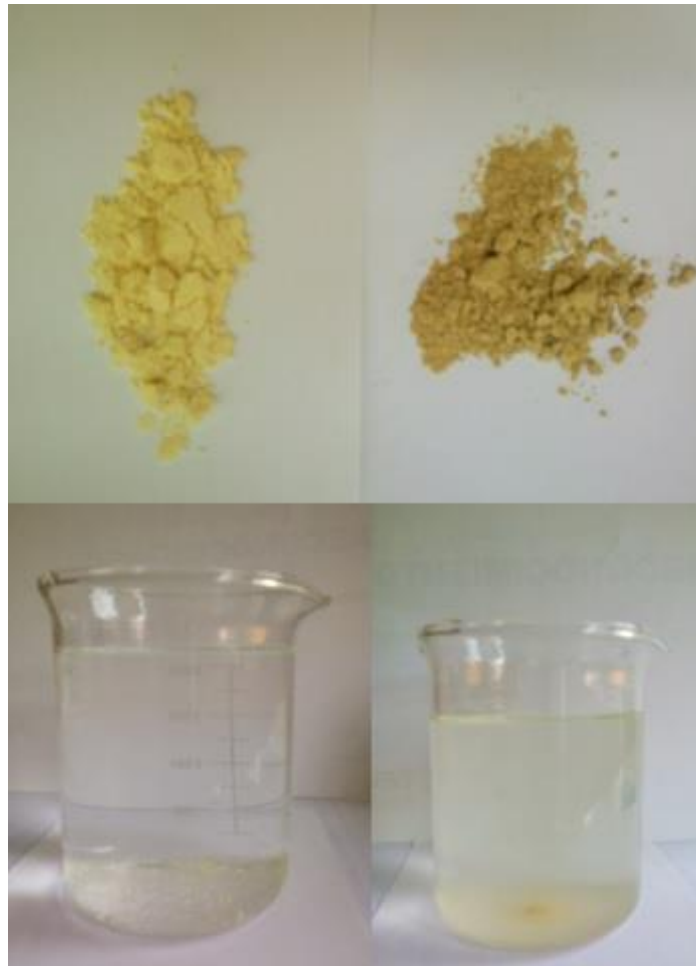


Figura 13. Muestra visual de la característica emulsionante entre la lecitina extraída de la soja y la lecitina contenida en el garbanzo en forma de harina. (Palma, 2016).

RESULTADOS

La adición de harina de garbanzo a los zumos de frutas y al agua natural varía en cada uno de ellos, en el caso del zumo de limón y en el agua simple se puede visualizar una mayor turbidez y coloración característica que en el zumo de tamarindo y del tang.

Las partículas suspendidas en los zumos de frutas prueban que la harina de garbanzo es un emulsionante ya que da espesor y textura a las bebidas, estas muestras se dieron a probar a personas para comprobar la sensación que le da al paladar. Estas mismas pruebas se realizaron con yogurt natural, sin embargo las partículas de la harina de garbanzo solamente se quedaron en la superficie debido a la viscosidad que tiene este producto lácteo, por lo que se descartó su aplicación a productos que sean muy viscosos.

Debido a que la densidad es una característica de la suspensión, en las siguientes cuatro tablas se registran las densidades obtenidas de cada muestra con las diferentes concentraciones de la harina de garbanzo así como la variación de la temperatura del zumo de frutas (suspensión).

Tabla 18. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del agua simple

AGUA SIMPLE			
T °C \ g	2.5	5.0	10
25	1.66	2.5	2.85
50	1.66	2.5	3.33
75	2.5	2	2.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del zumo de limón

ZUMO DE LIMÓN			
T °C \ g	2.5	5.0	10
25	2.5	2	2.5
50	2.5	2.5	3.3
75	2.5	2.5	2.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del zumo de tamarindo

ZUMO DE TAMARINDO			
T °C \ g	2.5	5.0	10
25	2.5	5	6.6
50	2.5	3.3	5
75	2.5	2.5	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Registro de densidades a diferentes concentraciones y temperaturas del zumo sintético (tang)

ZUMO SINTÉTICO (tang)			
T °C \ g	2.5	5.0	10
25	2.5	2.5	2.85
50	2.5	2.5	3.3
75	2.5	3.33	2

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Figuras 14 a la 17 se muestran las gráficas donde se puede ver la tendencia de la densidad de cada zumo de fruta que se utilizó de acuerdo a la variación de concentración de la harina de garbanzo y de la temperatura del zumo de fruta.

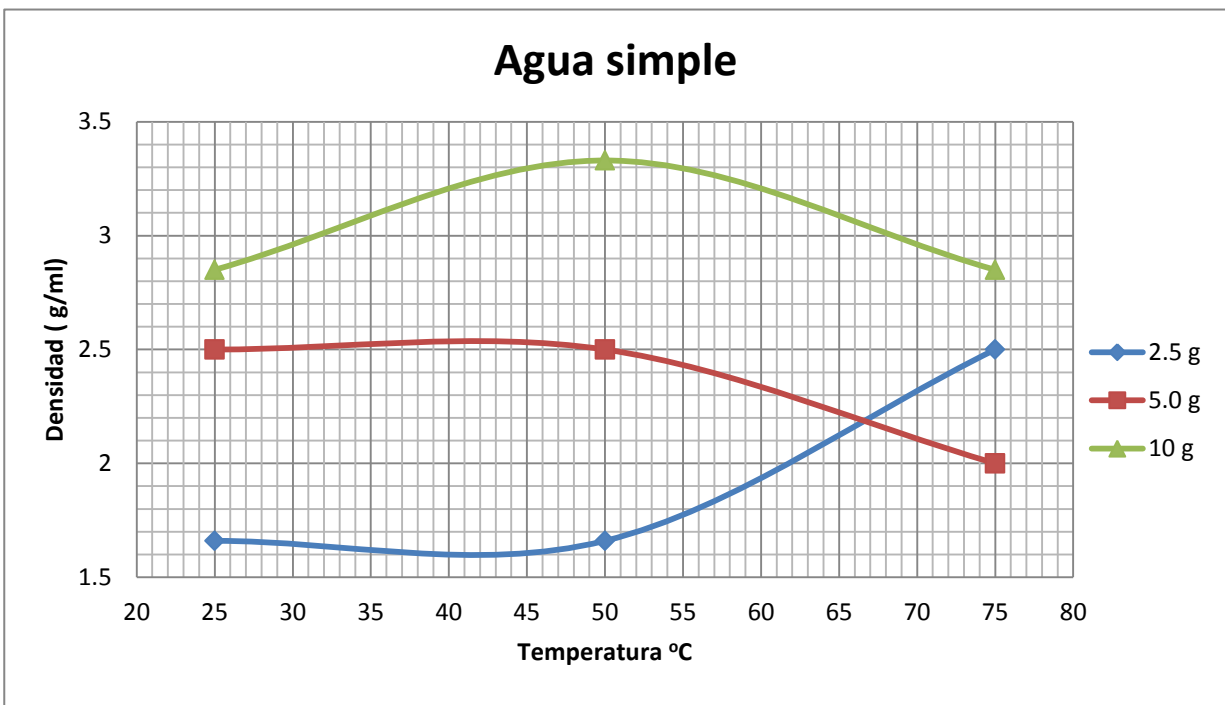


Figura 14. Tendencia de la densidad del agua simple. (Elaboración propia).

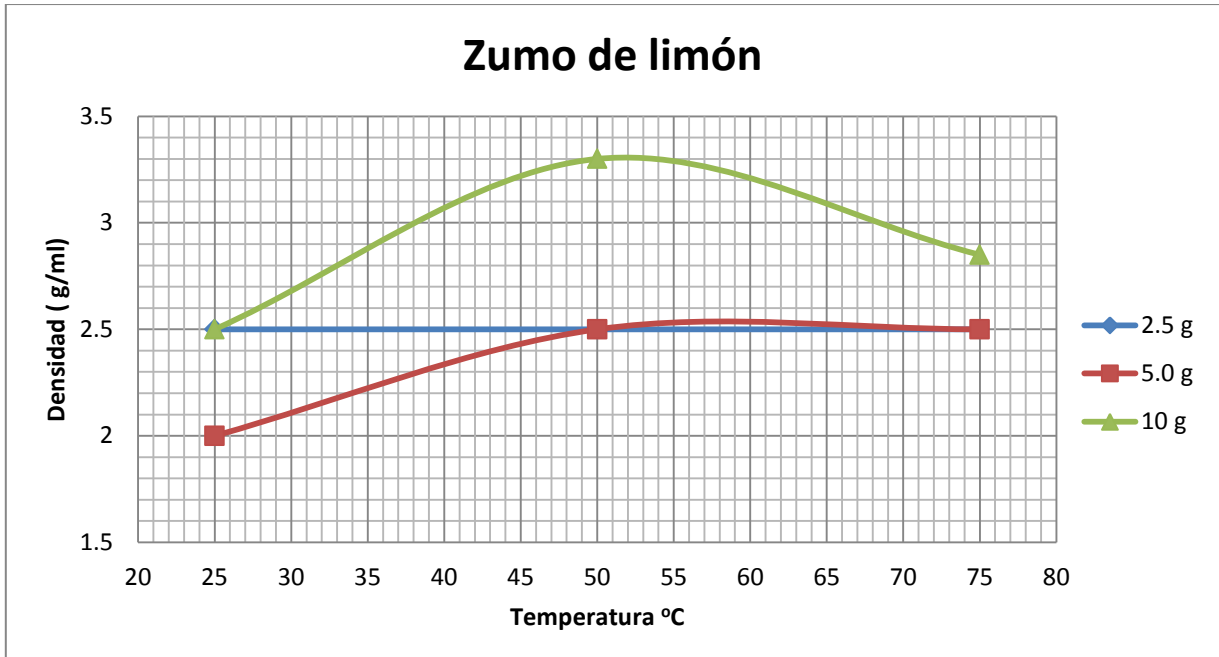


Figura 15. Tendencia de la densidad del zumo de limón. (Elaboración propia).

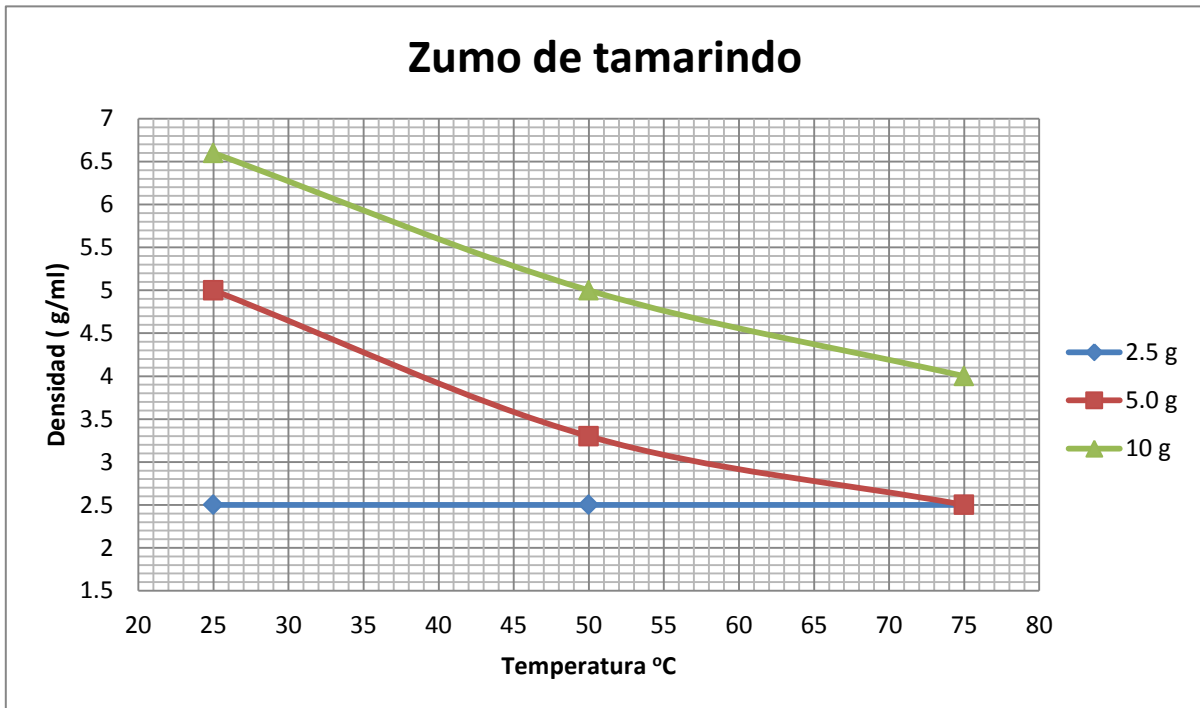


Figura 16. Tendencia de la densidad del zumo de tamarindo. (Elaboración propia).

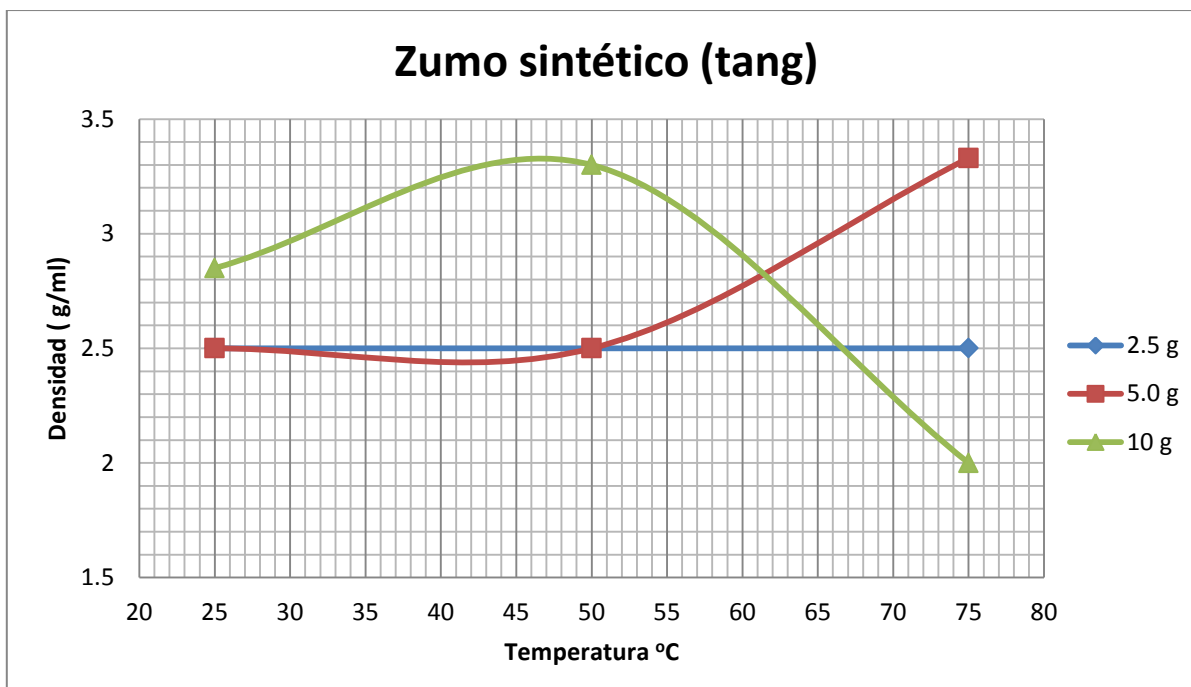


Figura 17. Tendencia de la densidad del zumo sintético (tang). (Elaboración propia).

También se realizó el registro del pH de los diferentes zumos de frutas consideradas para esta investigación, datos que se pueden ver en la Tabla 22.

Tabla 22. pH de las diferentes muestras

Muestra	pH
Agua simple	7
zumo de limón	2
zumo de tamarindo	3
Zumo sintético (tang)	3

Fuente: Elaboración propia

Con los valores presentados, se puede demostrar que los zumos de frutas naturales o sintéticas tienen un valor de pH ácido, mientras que para el agua es neutral.

La escala de pH de las muestras no vario cuando se incrementó la temperatura ni con las diferentes concentraciones de la harina de garbanzo adicionada a cada muestra, por lo que se determina que el pH es independiente de la temperatura y concentración, además de que la lecitina proveniente del garbanzo es un emulsionante no iónico, ya que los datos registrados están dentro del rango del potencial de hidrógeno (3 a 10) que es para los emulsionantes de esta categoría.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Existen diversas características que pueden afectar una suspensión, entre ellas está la densidad y el pH, las cuales se registraron de manera experimental. La densidad de los sólidos es una característica de una unidad individual, ya que se define como la masa de las partículas dividida entre el volumen de las partículas, la variación de las densidades registradas se pudo haber dado por las condiciones de las muestras y por el pH que tiene cada uno de los zumos de frutas, ya que las muestras realizadas varían dentro de un rango ácido a neutral.

Entre el zumo del tamarindo y el zumo sintético no hay una variación del pH registrado pero la tendencia de sus densidades varía en un rango de 2.5 a 6.5 g/ml a las diferentes concentraciones manejadas de la harina de garbanzo a una temperatura de 25 °C, mientras que en el zumo sintético es de 2.5 a 2.85 g/ml a las mismas condiciones. Esta variación puede ser afectada por el tipo de fruta de donde es extraído el zumo.

Con los resultados registrados en la experimentación se puede especificar que a una mayor temperatura que la ambiental la solubilidad de la harina de garbanzo es mejor, esto se reflejó cuando se alcanza una temperatura de 50 °C y la concentración es de 10 g de harina. Al adicionar la harina de garbanzo en diferentes proporciones al zumo de frutas se pudo observar que no es necesario agregar demasiada cantidad de soluto al zumo, para dar cuerpo y tener la estabilidad de la suspensión (zumo de fruta). Se puede definir de acuerdo a estos resultados que con 1 g de harina en 100 ml de muestra es suficiente para aprovechar las propiedades emulsionantes que da la lecitina contenida en la harina de garbanzo, ya que con 2.5 g se sedimenta gran cantidad de las partículas suspendidas debido a que es mucha la cantidad de sólido adicionado en la muestra.

Algunas de las muestras realizadas se dieron a degustar a un grupo de personas, las cuales mencionaron que la bebida que contiene harina de garbanzo da una textura agradable al paladar y no altera el sabor original del zumo de fruta. Otra de las formas en que se pudo visualizar la propiedad emulsionante de la lecitina del

garbanzo en forma de harina fue cuando se realizó la comparación entre la lecitina de soja y la lecitina contenida en la harina de garbanzo adicionada en el agua simple, en donde se pudo observar que en las partículas hay una mejor incorporación con el agua, dando una coloración y textura a la bebida que con la lecitina de soja no es tan evidente. Con esta comparación se puede concretar que la lecitina contenida en el garbanzo en forma de harina da las características emulsionantes que se buscan.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La lecitina es uno de los emulsionantes más utilizado en la industria alimenticia, la mayoría de lecitina que se comercializa es la obtenida por la soja mediante procesos de separación y extracción, sin embargo, con este estudio se da otra opción para obtener lecitina a partir de una leguminosa la cual de acuerdo a encuestas realizadas es muy poca la población que la consume en sus alimentos. El garbanzo es rico en nutrientes, tiene grandes beneficios para la salud ya que es una de las pocas leguminosas que carece de gluten, y es económicamente accesible para su adquisición. Una de sus características que se puede resaltar de esta leguminosa es su alto contenido de lecitina, emulsionante natural que se puede emplear en la industria de bebidas ya que contiene más lecitina que la extraída de la soja.

Para verificar la característica emulsionante que da la lecitina contenida en el garbanzo de manera natural y transformada en forma de harina se realizaron muestras con diferentes concentraciones de harina en los zumos de frutas (naturales y sintéticos), los cuales fueron comparados con la lecitina de soja donde se pudo visualizar que la harina de garbanzo le da al zumo mayor coloración y textura sin alterar su sabor original dándole al paladar una sensación agradable.

La propiedad emulsionante que da la lecitina contenida en el garbanzo tiene grandes beneficios ya que el uso de recursos; tecnológicos, de equipos y requerimientos de materia prima son menores que para la obtención de la lecitina de soja. Esto se puede ver reflejado en el costo comercial que tiene la lecitina de soja que es aproximadamente de \$208 por kilogramo y la lecitina contenida en la harina de garbanzo se pudiera obtener hasta con el 30% menos del precio de la lecitina de soja además de que contiene más de este fosfolípido. Evaluando este análisis se puede concretar que la harina de garbanzo si es un producto viable para utilizarlo como emulsionante en la industria alimenticia.

Para proyectos futuros, donde se pueda tomar como referencia este trabajo se recomienda profundizar más sobre el tema, considerando los siguientes enfoques:

Profundizar en la parte experimental sobre el comportamiento que da la lecitina contenida en la harina de garbanzo en diversos productos alimenticios para tener una perspectiva más amplia en sus propiedades como emulsionante.

Considerar la aplicación de la harina de garbanzo en la industria farmacéutica rama donde se utiliza mucho las suspensiones, mezcla que puede ser estabilizada por la lecitina, fosfolípido que se encuentra de forma natural en el garbanzo.

Dirigir el uso de la harina de garbanzo como producto alimenticio debido a su valor nutritivo y además de que no contiene gluten, es posible que las personas con enfermedad celiaca puedan consumirlo. Por lo que se aconseja realizar una presentación más pequeña para el consumo individual de la harina de garbanzo.

Concluyendo, cada vez se encuentran más usos de la lecitina en las diferentes ramas de la industria. Fosfolípido que puede aprovecharse de las diversas especies de leguminosas para ser transformadas en harina, ya que favorece por no modifica las propiedades de los productos en donde se emplea.

ANEXOS

CODEX ALIMENTARIUS NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS

La finalidad del CODEX ALIMENTARIUS es garantizar alimentos inocuos y de calidad a todas las personas y en cualquier lugar. El comercio internacional de alimentos existe desde hace miles de años pero, hasta no hace mucho, los alimentos se producían, vendían y consumían en el ámbito local. Durante el último siglo, la cantidad de alimentos comercializados a nivel internacional ha crecido exponencialmente y, hoy en día, una cantidad y variedad de alimentos antes nunca imaginada circula por todo el planeta.

El CODEX ALIMENTARIUS contribuye, a través de sus normas, directrices y códigos de prácticas alimentarias internacionales, a la inocuidad, la calidad y la equidad en el comercio internacional de alimentos. Las normas del Codex se basan en la mejor información científica disponible, respaldada por órganos internacionales independientes de evaluación de riesgos o consultas especiales organizadas por la FAO y la OMS.

Aunque se trata de recomendaciones cuya aplicación por los miembros es facultativa, las normas del Codex sirven en muchas ocasiones de base para la legislación nacional.

El hecho de que existan referencias a las normas sobre inocuidad alimentaria del Codex en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias significa que el Codex tiene implicaciones de gran alcance para la resolución de diferencias comerciales. Se puede exigir a los miembros de la Organización Mundial del Comercio (OMC) que justifiquen científicamente su intención de aplicar medidas más estrictas que las establecidas por el Codex en lo relativo a la inocuidad de los alimentos.

Después de conocer de manera general sobre las normas del CODEX. Se presentan dos de las normas que se apegan más hacia la investigación realizada, estas son: la soja y el garbanzo, donde se explican características de estas dos leguminosas.

NORMA DEL CODEX PARA PRODUCTOS PROTEÍNICOS DE SOJA

CODEX STAN 175-1989

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente norma se aplica a los productos proteínicos vegetales (PPV) preparados con granos de soja (semillas de *Glycine Max. L.*) mediante diversos procedimientos de separación y extracción. Estos productos se fabrican para utilizarlos en alimentos que requieren preparación y en la industria de elaboración.

2. DESCRIPCIÓN

Los productos proteínicos de soja (PPS) a que se aplica esta norma son productos alimenticios obtenidos de la soja mediante la reducción o eliminación de algunos de los principales constituyentes no proteínicos (agua, aceite, almidón y otros carbohidratos) de forma que se obtiene un contenido proteínico (N x 6,25) en de:

- Harina proteínica de soja (HPS), 50 por ciento o más, y menos del 65 por ciento
- Concentrados proteínicos de soja (CPS), 65 por ciento o más, y menos del 90 por ciento
- Aislados proteínicos de soja (APS) 90 por ciento o más

El contenido proteínico de soja se calcula sobre la base del peso en seco excluidas las vitaminas, minerales y aminoácidos añadidos, así como los aditivos alimentarios.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD Y NUTRICIONALES

3.1 Materias primas. Semillas limpias en buen estado, maduras, secas y esencialmente exentas de otras semillas y materias extrañas de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, o PPS de menor contenido proteínico pero que satisfagan las especificaciones contenidas en esta norma.

3.2 Los PPS se ajustarán a los siguientes requisitos de composición:

3.2.1 Humedad. El contenido no deberá exceder del 10 por ciento (m/m).

3.2.2 Proteína cruda ($N \times 6,25$) será:

- En el caso de los HPS, 50 por ciento o más, y menos del 65 por ciento
- En el caso de los CPS, 65 por ciento o más, y menos del 90 por ciento
- En el caso de los APS, 90 por ciento o más

Referido al peso en seco, excluidas las vitaminas, minerales y aminoácidos añadidos y los aditivos alimentarios.

3.2.3 Ceniza. El volumen de ceniza que se obtenga mediante incineración no deberá exceder del 8 por ciento referido al peso en seco.

3.2.4 Grasa. El contenido de grasa residual deberá ser compatible con las buenas prácticas de fabricación.

3.2.5 Fibra cruda. El contenido no deberá exceder:

- En el caso de los HPS, del 5 por ciento
- En el caso de los CPS, del 6 por ciento
- En el caso de los APS, del 0,5 por ciento referido al peso en seco.

3.3 Ingredientes facultativos

- a) Carbohidratos, incluidos los azúcares
- b) Grasas y aceites comestibles
- c) Otros productos proteínicos
- d) Vitaminas y minerales
- e) Sal
- f) Hierbas aromáticas y especias

3.4 Factores nutricionales. La elaboración deberá controlarse cuidadosamente y ser suficientemente minuciosa para asegurar un aroma y sabor agradable, así como para controlar factores tales como el inhibidor de tripsina, las hemaglutininas, etc., de acuerdo con el uso a que se destinan. Cuando sea

necesario controlar la actividad de los inhibidores de tripsina en un alimento, se deberá definir el máximo nivel permisible tomando como base el estado de elaboración final del alimento. Algunos PPS se elaboran en condiciones de baja temperatura para evitar la pérdida de solubilidad en las proteínas o la actividad enzimática. Estos PPS para fines especiales serán analizados para determinar el valor nutritivo y después de someterlos a un tratamiento térmico adecuado. La elaboración no debe ser tan intensa que menoscabe notablemente el valor nutritivo.

4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Al manufacturar los PPS se podrán utilizar las siguientes clases de coadyuvantes de elaboración, según aparecen registrados en el inventario consultivo de la Comisión del Codex Alimentarius:

- Reguladores de la acidez
- Agentes antiespumantes
- Agentes solidificantes
- Preparaciones de enzima
- Disolventes para extracción
- Agentes antiestáticos
- Agentes para el tratamiento de harinas
- Agentes de control de la viscosidad

5. CONTAMINANTES

Los PPS no deberán contener metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

6. HIGIENE

6.1 Se recomienda que los productos regulados por las disposiciones de esta norma se preparen de conformidad con las secciones pertinentes del Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969).

6.2 En la medida compatible con las buenas prácticas de fabricación, el producto deberá estar exento de materias objetables.

6.3 Cuando se analice el producto con métodos adecuados de muestreo y examen, dicho producto:

- a) Deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud
- b) No deberá contener sustancias que procedan de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud
- c) No deberá contener otras sustancias tóxicas en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

7. ENVASADO

Los PPS se envasarán en recipientes higiénicos apropiados que mantengan el producto en condiciones higiénicas y al abrigo de la humedad durante su almacenamiento y transporte.

8. ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma General para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

8.1 Nombre del alimento

8.1.1 El nombre del alimento a declararse en la etiqueta deberá ser:

- “Harina proteínica de soja” o “harina proteínica de soya” cuando el contenido proteínico sea del 50 por ciento o más y menor del 65 por ciento;
- “Concentrado proteínico de soja” o “concentrado proteínico de soya” cuando el contenido proteínico sea del 65 por ciento o más, y menor del 90 por ciento;

- “Aislado proteínico de soja” o “proteína de soja aislada” o “aislado proteínico de soja” o “proteína de soja aislada”, cuando el contenido proteínico sea del 90 por ciento o más.

8.1.2 El nombre podrá incluir un término que describa con precisión la forma física del producto, v.gr. “gránulos” o “fragmentos”.

8.1.3 Cuando se someta el PPS a un proceso de texturización, el nombre del producto podrá incluir un calificativo apropiado, como “texturizado” o “estructurado”.

8.2 Lista de ingredientes. En la etiqueta se declarará la lista completa de los ingredientes en orden decreciente de proporciones, excepto que, cuando se hayan añadido vitaminas o minerales, estos ingredientes se indicarán como grupos separados de vitaminas y minerales, respectivamente, sin que dentro de tales grupos sea necesaria su enumeración en orden decreciente de proporciones.

8.3 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor. La información sobre los envases no destinados a la venta al por menor figurará o bien en los envases o en los documentos que los acompañan, salvo que el nombre del producto, el marcado de la fecha y las instrucciones para la conservación, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador podrán ser sustituidos por una señal de identificación, siempre que tal señal sea claramente identificable con los documentos que lo acompañen.

9. MÉTODOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Véase textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo.

NORMA DEL CODEX PARA DETERMINADAS LEGUMBRES

CODEX STAN 171-1989 (Rev. 1-1995)

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica a las legumbres enteras, descascaradas o partidas que se definen más adelante, destinadas al consumo humano directo. La Norma no se aplica a las legumbres destinadas a ser clasificadas y envasadas en fábrica, a las destinadas a elaboración industrial o a las que se emplean en la alimentación de animales. No se aplica a las legumbres fragmentadas cuando se vendan como tales o a otras legumbres para las cuales puedan elaborarse normas separadas.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definición del producto. Se entiende por legumbres las semillas secas de plantas leguminosas que se distinguen de las semillas oleaginosas de leguminosas por su bajo contenido de grasa. Las legumbres reguladas por la presente Norma son las siguientes:

- Frijoles de *Phaseolus* spp. (excepto *Phaseolus mungo* L. sin. *Vigna mungo* L. Hepper y *Phaseolus aureus* Roxb. sin. *Phaseolus radiatur* L., *Vigna radiata* L. Wilczek)
- Lentejas de *Lens culinaris* Medic. sin. *Lens esculenta* Moench..
- Guisantes (arvejas) de *Pisum sativum* L.
- Garbanzos de *Cicer arietinum* L.
- Haba menor de *Vicia faba* L.
- Caupies de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sin. *Vigna sesquipedalis* Fruhw., *Vigna sinensis* (L.) Savi exd. Hassk.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Factores de calidad – generales

3.1.1 Las legumbres deberán ser inocuas y apropiadas para el consumo humano.

3.1.2 Las legumbres deberán estar exentas de sabores y olores extraños y de insectos vivos.

3.1.3 Las legumbres deberán estar exentas de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos insectos muertos) en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

3.2 Factores de calidad – específicos

3.2.1 Contenido de humedad

3.2.1.1 Se permiten dos niveles máximos de humedad para ajustarse a las distintas condiciones climáticas y prácticas de comercialización. Se sugieren los valores más bajos indicados en la primera columna para los países con climas tropicales o cuando el almacenamiento a largo plazo (más de un año agrícola) es una práctica comercial normal. Los valores de la segunda columna se sugieren para climas más moderados o cuando el almacenamiento a corto plazo es la práctica comercial normal.

Legumbres	Contenido de humedad %	
Frijoles	15	19
Lentejas	15	16
Guisantes (arvejas)	15	18
Garbanzos	14	16
Caupies	15	18
Haba menor	15	19

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

3.2.1.2 En el caso de las legumbres que se venden sin tegumento, el contenido máximo de humedad será un 2 por ciento (absoluto) menos en cada caso.

3.2.2 Materias extrañas. Materia mineral u orgánica (polvo, ramitas, tegumentos, semillas de otras especies, insectos muertos, fragmentos o restos de insectos y otras impurezas de origen animal). Las legumbres no deberán contener más de 1 por ciento de materias extrañas, de las cuales no más de 0.25 % será de materia mineral y no más de 0.10 % de insectos muertos, fragmentos o restos de insectos y/u otras impurezas de origen animal.

3.2.2.1 Semillas tóxicas o nocivas. Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma estarán exentos de las siguientes semillas tóxicas o nocivas, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

- La crotalaria (*Crotalaria* spp.), la neguilla (*Agrostemma githago* L.), el ricino (*Ricinus communis* L.), el estramonio (*Datura* spp.) y otras semillas, son reconocidas como nocivas para la salud.

4. CONTAMINANTES

4.1 Metales pesados. Las legumbres deberán estar exentas de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

4.2 Residuos de plaguicidas. Las legumbres deberán ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

4.3 Micotoxinas. Las legumbres deberán ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

5. HIGIENE

5.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/ RCP 1-1969), y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

5.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.

5.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:

- Deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.
- Deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud.
- No deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

6. ENVASADO

6.1 Las legumbres deberán envasarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.

6.2 Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

6.3 Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes, y estar bien cosidos o sellados.

7. ETIQUETADO

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985) deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

7.1 Nombre del producto. El nombre del producto que deberá aparecer en la etiqueta será el del tipo comercial de la legumbre.

7.2 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor. La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre que tal marca sea claramente identificable con los documentos que acompañen al envase.

8. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Véase textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo.

VALUACIÓN PARA LA REMUNERACIÓN ECONÓMICA DEL PERSONAL

Una empresa cuenta con diversos departamentos entre ellos recursos humanos, el cual se encarga del manejo del personal que labora dentro de la empresa. El principal objetivo es mejorar las contribuciones productivas del personal a la organización, por lo que se le da un incentivo económico.

De acuerdo con la secretaria de trabajo existe una tabla de salarios generales y profesionales que toma en cuenta el salario mínimo, el cual se registra en el año 2016 de \$ 73.04 al día.

Para cada trabajador se estima su salario tomando en cuenta:

- Puesto a desempeñar
- Actividades a realizar
- Responsabilidad
- Complejidad del trabajo

Debido a estas características se puede dar un salario aproximado que se le dará a cada persona que labora en la empresa para llevar acabo la producción de la harina de garbanzo.

GLOSARIO

Adsorción. Adhesión de una sustancia a la superficie de un líquido o sólido.

Aireación. Proceso que consiste en poner agua en contacto íntimo con el aire, el objetivo principal de la aireación es proporcionarle a los microorganismos el oxígeno necesario para que realicen sus procesos de transformación y degradación de la materia orgánica contaminante.

Caupies. El caupí también conocida en otros lugares como judía de careta, chícharo salvaje, frijol chino o frijol castilla; es una semilla comestible de la familia Fabaceae, su color es blanco o blanco amarillento.

Cribado. Proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo a su tamaño de partícula el cual es generalmente una malla o una placa perforada.

Colisión. Encuentro o choque violento entre dos o más cuerpos, de los cuales uno está en movimiento.

Convección. Movimiento natural o forzado en un fluido inducido por calor o a la acción de gravedad.

Cotiledones. Son las primeras hojas que desarrolla la semilla y se encuentran en el germen o embrión.

Difusión. Mezcla de moléculas o átomos por movimiento casual.

Directrices. Aquello que marca las condiciones en que se genera algo.

Enfermedad celíaca (EC). Es un trastorno sistémico, donde los pacientes con esta enfermedad tienen niveles elevados de anticuerpos contra el gluten (anticuerpos anti-gliadina, anti-endomiso, anti-reticulina y anti-transglutaminasa) que afecta de forma primaria, aunque no exclusivamente, al tubo digestivo.

Exudación. Consiste en la expulsión de agua y productos del metabolismo en forma de pequeñas perlas que aparecen en la superficie de la hoja.

Fiambres. El fiambre es un grupo de origen cárnico ya procesados. Entre los alimentos englobados bajo el término de fiambre están los embutidos, salchichas, pasteles de carne, etc.

Fluidificar. Dar fluidez o aumenta la fluidez a una sustancia.

Fluidos Newtonianos. Fluido en donde la relación entre el esfuerzo cortante y la resistencia al corte es constante; agua, aceite, combustibles, café, cerveza y leche son algunos ejemplos de fluidos Newtonianos.

Fluidos no Newtonianos. Son aquellos en los que la relación entre esfuerzo cortante y la velocidad de deformación no es lineal. Por mencionar algunos ejemplos de este tipo de fluido son: mostaza, algunas clases de pinturas y puré de manzana.

Gluten. Conjunto de proteínas contenidas exclusivamente en la harina de los cereales. Está compuesto por gliadina y glutenina. Es responsable de la elasticidad de la masa, lo que provoca en algunas personas un trastorno crónico de la mal adsorción intestinal.

Inocuos. Es la garantía de que no causa daño el producto al consumirlo.

Micela. Pequeña agregación de moléculas surfactantes en una suspensión si el agua es el medio de dispersión, las moléculas están orientadas con el fin hidrofílico hacia la fase agua y los finales lipofílicos juntos.

Nódulo. Engrosamiento o hinchazón de las raíces leguminosas y algunas otras plantas habitadas por bacterias simbióticas fijadoras del nitrógeno.

Potencial zeta. Medida de la velocidad con la que cambian gotitas de aceite su camino bajo la influencia de una unidad de campo eléctrico.

Sólidos céreos. Más conocidos como monoglicéridos y diglicéridos, son comúnmente añadidos a los productos comerciales actuando como emulsionante (W/O y O/W), ayudando a mezclar los ingredientes insolubles, como en el caso de mayonesa, margarina, helado y productos de panadería.

Solvatación. Proceso que consiste en la atracción y agrupación de las moléculas que conforman un disolvente, o en el caso del soluto, sus iones. Cuando se disuelven los iones de un disolvente, éstos se separan y se rodean de las moléculas que forman el disolvente. Cuanto mayor es el tamaño del ion, mayor será el número de moléculas capaces de rodear a éste, por lo que se dice que el ion se encuentra mayormente solvatado.

Surfactante. Agente químico que afecta la tensión superficial e interfasial de un líquido, el cual humedece, emulsifica, dispersa y solubiliza; favorece o impide la formación de espuma; da brillo y afecta a ciertas propiedades reológicas.

Zumo (jugo). Líquido sin fermentar, pero fermentable, contenido en el tejido de las frutas que puede obtenerse por procedimientos de extracción mecánica y/o por procedimientos físicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ◆ Aguilar, R. & Vélez J. (2013). *Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (Cicer arietinum)*. Puebla, México: Universidad de las Américas Puebla.
- ◆ Angulo, A. (2013). *Emulsiones*. En Compendio bibliográfico de las emulsiones múltiples en la industria de los alimentos (pp. 4 y 10). Cuautitlán, Edo. de México: UNAM, FES Cuautitlán.
- ◆ Bancroft, D. (1996). *Applied colloid chemistry*. New York: McGraw-Hill .
- ◆ Becher, P. (1972). *Emulsiones teoría y práctica*. Madrid, España: Blume.
- ◆ Blanco, C. & Maldonado, M. (2011). *Propiedades de una emulsión*. En comparación del rendimiento de emulsificantes en la elaboración de un fluido de baja densidad (FBD). (pp. 15-18,22 y 23). Veracruz, México: Universidad veracruzana, Facultad de ciencias químicas.
- ◆ Boda, M. (2011). *Emulsiones*. En Formulación de una base para aderezo de ensaladas con características de alimento funcional (pp. 23, 24 y 26-28). Buenos Aires, Argentina: Escuela de posgrado, Facultad regional de Buenos Aires.
- ◆ Butters, J., Cower, N. & Brennan, J. (1970). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- ◆ Campo, V. (2010). *Tecnología de alimentos*. En Manual del ingeniero de alimentos (pp. 173-180). Bogotá, Colombia: Grupo latino.
- ◆ Del Valle, N. (2007). *Emulsionación*. En estabilización de emulsiones de crudo pesado en agua con mezclas de surfactantes no-iónicos y aniónicos y aminos como co-surfactantes (pp. 22 y 23). Maracaibo, Venezuela: universidad del zulía.
- ◆ Desrosier, N. (1996). *Tecnología de los cereales*. En Elementos de tecnología de alimentos (pp. 150-153). México, D.F.: Continental.
- ◆ Escobar, R. 1999. *Garbanzo*. En Enciclopedia agrícola y de conocimientos afines, (1, pp. 160 y 161) Ciudad Juárez, México: Escuela Particular de Agricultura.
- ◆ FAO y OMS. (2007). *Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales*. Roma, Italia: FAO y OMS.

- ◆ Fox, A. (1992). *Ciencia de los alimentos, nutrición y salud*. México, D.F.: Limusa.
- ◆ Gutiérrez, S., Hernández, J. & Martínez, J. (2004). *Estudio de prefactibilidad para la creación de una industria elaboradora de cereal de trigo extruido fortificado endulzado con miel*. México, D.F.: UAM, Iztapalapa.
- ◆ Hernández, A. (2008). *Emulsiones*. Síntesis, caracterización y evaluación de copolímeros de bloques para el deshidratado de aceites crudos mexicanos. (pp. 13-16). México, D.F.: IPN.
- ◆ Holum, J. (2001). Agua, soluciones y coloides. En *Fundamentos de química general, orgánica y bioquímica. Para ciencias de la salud* (pp.209-212). México, D.F.: Limusa.
- ◆ INIA. (1983). *Guía para producir garbanzo en el Valle de Santo Domingo*. México, D.F.: SARH.
- ◆ Lewis, J. (1993). Densidad y peso específico. En *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado* (pp. 39-56). 1993: Acribia.
- ◆ Lewis, J. (1993). Viscosidad. En *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado* (pp. 101-116). Zaragoza, España: Acribia.
- ◆ Muciño, A. (2011). *Goma arábica*. En *Aplicación de la goma arábica en la preparación de emulsiones para bebidas* (pp.8-15). México, D.F.: UNAM, Facultad de Química.
- ◆ Ponce de León, Y. (2013). Reología de suspensiones no coloidales. En *Propiedades reológicas de suspensiones con partículas milimétricas en fluido viscoelástico (almidón modificado y goma gelana)*, (pp.8-12). México, D.F.: UNAM.
- ◆ Ramírez, M. (1992). *Garbanzo (Cicer arietinum)*. En *Elaboración, análisis bromatológico y aceptación de pinole elaborados a partir de amaranto, garbanzo, haba y maíz* (pp. 11, 12, 21,27-29). Chapingo, Estado de México: UACH, Fitotecnia.
- ◆ Ramírez, S. (2006). *Introducción a la reología de los alimentos*. Bogotá, Colombia: Reciteia.
- ◆ Ranken, D. (1993). *Grasas y alimentos grasos*. En *Manual de industrias de los alimentos* (pp.222-225). Zaragoza, España: Acribia.
- ◆ Ravi, R. (2005). *Rheology of chickpea (Cier arietinum L.)*. Mysore, India: Universidad de Mysore.
- ◆ Rodríguez E. (1990). *Industrias de la alimentación*. Madrid, España: Bellisco.

- ◆ SAGARPA. (2012). *Balanza comercial agroalimentaria México UE*. (pp. 1-14). México, D.F.: SAGARPA.
- ◆ Salger, J. (1999). *Formulación, Composición y Fabricación de emulsiones para obtener las propiedades deseadas*. Caracas, Venezuela: Universidad de los Andes.
- ◆ Sánchez, M. (1998). *Requerimientos ecológicos del garbanzo*. En Producción de leguminosas de grano; ecología, ergonomía y protección vegetal (pp. 1-5 y 12-24). Chapingo, Estado de México: UACH, Fitotecnia.
- ◆ Serpeli, S & Servet, S. (2009). Propiedades reológicas de los alimentos. En Propiedades físicas de los alimentos (46-59). Zaragoza, España: Acribia.
- ◆ Sinha, K. (1987). *Las leguminosas alimenticias; su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos*. Roma, Italia: FAO.
- ◆ Sirkorski, E. (2007). *The role of proteins in food*. En Chemical and functional properties of food components (pp. 138-148). París, Francia: Boca ratón.
- ◆ Swarbrick, J. (2013). Suspensions. En Encyclopedia of pharmaceutical science and technology (pp.3477-3493). New York, USA: CRC Press.
- ◆ Torrejón, M. (2010). *Materiales de carga minerales aptas para uso artístico*. En Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas (p.179). Madrid, España: Akal.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- ◆ Bernardes, P. (2010). *Lecitina de soja: el emulsionante versátil*. Mayo 02,2015, de Resista énfasis alimentación Sitio web: <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/16222-lecitina-soja-el-emulsionante-versatil>
- ◆ Droguería Cosmopolitan. (2015). *Costos de productos*. Diciembre 28,2015, de Droguería Cosmopolitan Sitio web: [p://www.cosmotienda.com/tienda/advanced_search_result.php?keywords=lecitina+de+soya&fmsid=19gvhjjsdrg5qa7bt23v9I920&x=0&y=0](http://www.cosmotienda.com/tienda/advanced_search_result.php?keywords=lecitina+de+soya&fmsid=19gvhjjsdrg5qa7bt23v9I920&x=0&y=0)
- ◆ FAOy OMS. (2016). *Normas internacionales de los alimentos*. Enero 18, 20016, de CODEX Alimentarius Sitio web: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/es/>
- ◆ IMPI. (2015). *MARCANET*. Septiembre 19,2015, de IMPI Sitio web: <http://marcanet.impi.gob.mx/marcanet/controler/>
- ◆ Indiancity. (2015). *Usos y propiedades de la harina de garbanzo*. Octubre 16, 20015, de Indiancity Sitio web: <http://www.indiancity.es/blog/usos-y-propiedades-de-la-harina-de-garbanzo/>
- ◆ Industria de los cereales y derivados. (2015). *El cultivo del garbanzo*. Agosto 13,2015, de Infoagro Sitio web: <http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/garbanzo.htm>
- ◆ INEGI. (2015). *Ciudad de México*. Enero 28,2016, de INEGI Sitio web: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/default.aspx?tema=me&e=09>
- ◆ INEGI. (2015). *Balanza comercial de mercancías de México*. Mayo 28,2015, de INEGI Sitio web: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/continuas/economicas/externo/mensual/ece/bcmm.pdf
- ◆ Martínez, D. (2015). *Propiedades de la harina de garbanzo*. Agosto 05,2015, de Botanical Sitio web: <http://www.botanical-online.com/harinadegarbanzos.htm>
- ◆ Mitula. (2015). *Inmuebles*. Noviembre 26,2015, de Mitula Sitio web: www.metroscubicos.com/detalle/distrito-federal/iztapalapa/en-renta/calle-iztapalapa/201531747

- ◆ Palomo, G & Arriaga R. (1993). *Atlas de ubicación de productos agropecuarios utilizables en la planificación y desarrollo de la acuicultura en México*. Julio 10,2015, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab461s/AB461S06.htm>
- ◆ Prillwitz. (2004). *Molinos harineros de trigo y maíz*. Septiembre 22,2015, de Prillwitz Sitio web: http://www.prillwitz.com.ar/_molinos_harineros_de_trigo_y_maiz.htm
- ◆ Químicas. (2015). *Suspensiones*. Enero 10,2016, de Químicas Sitio web: <http://www.quimicas.net/2015/10/ejemplos-de-suspensiones.html>
- ◆ Quiminet. (2015). *Precios de harina de garbanzo*. Septiembre 10,2015, de Quiminet Sitio web:<http://www.quiminet.com/productos/harina-de-garbanzo-77661025059/precios.htm>
- ◆ SNIIM. (2015). *Garbanzo*. Agosto 09,20015, de SNIIM Sitio web: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/PreciosHoy.asp?prodC=19600>
- ◆ STPS. (2016). *Salarios mínimos*. Enero 10,2016, de CONASAMI Sitio web: http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla_salarios_minimos/2016/01_01_2016.pdf
- ◆ Zaldiviar,I & Cornejo, R. (2010). *Emulsiones*. Marzo 06,2015, de Departamento fisicoquímico, UNAM Sitio web: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivo/emulsiones_1437.pdf