



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROPUESTA DEL DESARROLLO DE FONDANT**

**TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA:**

**CINDY SARA PALMA GARCÍA**



**MÉXICO, D.F.**

**2012**

## **JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** QFB Carreño Ortíz Hugo Rubén  
**VOCAL:** M. en C. Cornejo Barrera Lucía  
**SECRETARIO:** QFB Fonseca Larios Rodolfo  
**1er. SUPLENTE:** Dra. Severiano Pérez Patricia  
**2° SUPLENTE:** M. en C. Baez Fernández Marcos Francisco

## **SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM LOCALIZADA EN AVENIDA UNIVERSIDAD NO. 3000, COLONIA CIUDAD UNIVERSITARIA.

### **ASESOR DEL TEMA**

---

**Q.F.B. Rodolfo Fonseca Larios**

### **SUSTENTANTE**

---

**Cindy Sara Palma García**

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Química por la formación académica que me brindaron para poderme enfrentar a los retos futuros.

Al profesor Q.F.B. Rodolfo Fonseca Larios por su confianza, asesoría, paciencia y apoyo para la realización de este proyecto.

Al profesor Plinio Sosa Fernández por abrirme de nuevo las puertas y así poder finalizar esta etapa de mi vida.

A la profesora Lucia Cornejo Barrera por su atención y consejo.

A mi familia por el apoyo que me ha otorgado a lo largo de toda mi vida ya que gracias a su fe depositada he podido llegar hasta aquí.

## DEDICATORIAS

A mi abuelita Gloria por darme a una gran mujer como madre, por sus ánimos para crecer en mi vida profesional y personal, por su cariño y afecto que me dio estando en vida.

A mis padres Margarita y Rogelio, por los esfuerzos que han hecho para hacer de mí la mujer que ahora soy por sus desvelos, fe, cariño y por todas las herramientas que me brindaron para lograr mis objetivos.

A mis hermanas Evelyn y Diana por estar siempre conmigo apoyarme, estar cuando más lo necesitaba sin condición alguna. A Evelyn que gracias a sus consejos y apoyo me permitieron lograr este objetivo y a Diana por que siempre me brindo ánimos.

A Mariana y Gloria por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, compartiendo experiencias y manteniendo una amistad larga sincera.

A Lucero y a su familia por apoyarme cuando más lo necesitaba, a mi gran amiga por estar en los momentos más difíciles durante y después de la carrera.

## ÍNDICE

---

	<b>Página</b>
Introducción	1
Objetivos	3
<b>CAPÍTULO I. Desarrollo del tema</b>	<b>4</b>
1.1. PANADERÍAS EN MÉXICO	4
1.2. CONFITERÍA	6
1.2.1. Aspectos generales	6
1.2.2. Confitería de azúcar	6
1.2.3. Tipos de caramelos: Caramelos cristalinos y caramelos amorfos	6
1.2.4. Factores que afectan un caramelo	7
1.2.4.1. Temperatura	8
1.2.4.2. Concentración de la sacarosa	8
1.2.4.3. Enfriamiento	8
1.2.4.4. Agentes de interferencia	9
1.2.4.5. Factores externos	9
1.3. FONDANT	10
1.3.1. Aspectos generales	10
1.3.2. Antecedentes del fondant	10
1.3.3. Características sensoriales	10
1.3.3.1 Tamaño de los cristales de sacarosa	11
1.3.4. Etapas clave en la elaboración de Fondant	12
1.3.4.1. Calentamiento	12
1.3.4.2. Enfriamiento	14
1.3.4.3. Agitación	14
1.3.4.4. Maduración	15
1.3.5. Factores que afectan la calidad del fondant	15
1.3.5.1. Humedad	15

1.3.5.2. Concentración y viscosidad del jarabe del fondant	15
1.3.6. Diagramas de elaboración de fondant	16
1.3.6.1. Diagrama general	16
1.3.6.2. Diagrama de elaboración de fondant extendido para cubiertas de pastel	17
1.3.6.3. Diagrama de elaboración de fondant, pasta Americana	18
1.3.6.4. Diagrama de elaboración de fondant.	19
1.3.7. Composición del fondant	24
1.3.8. Propuesta para elaboración del fondant	26
1.4. INGREDIENTES Y ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE FONDANT	32
1.4.1. Ingredientes	32
<b>1.4.1.1. Sacarosa</b>	<b>32</b>
1.4.1.1.1. Propiedades de la sacarosa	33
a) Incremento del punto de ebullición	33
b) Higroscopicidad	34
c) Solubilidad	34
1.4.1.1.2. La sacarosa como ingrediente del fondant	35
1.4.1.1.3. Fuentes de Sacarosa	36
<b>1.4.1.2. Agentes de interferencia</b>	<b>37</b>
<i>1.4.1.2.1. Glucosa</i>	37
1.4.1.2.1.1. Fuentes de glucosa	38
a) Jarabes de glucosa	38
a.1) Dextrosa equivalente	38
a.2) Clasificación de los jarabes de glucosa de acuerdo a su DE	39

a.2.1) Propiedades de acuerdo a al tipo de conversión del jarabe de glucosa.	39
a.2.1.1) Maltodextrinas	39
a.2.1.2) Jarabe de glucosa deshidratado.	41
a.2.1.3) Jarabe de 42DE	41
a.2.1.4) Jarabes de conversión alta (50DE)	41
a.2.1.5) Jarabe de alta maltosa (45DE)	42
a.2.1.6) Jarabe de alta fructosa	42
a.3) Jarabe de glucosa en fondant	42
b) D-glucosa en polvo	42
1.4.1.2.2. <i>Azúcar Invertido</i>	43
1.4.1.2.2.a. Ácidos	43
1.4.1.2.2.b. Funcionalidad del Azúcar invertido en los caramelos	43
1.4.1.2.2.c. Azúcar invertido en fondant	44
1.4.1.2. Agua	45
1.4.2. Aditivos	46
1.4.2.1. Colorantes	48
1.4.2.1.1. Preparación de los colorantes utilizados	54
1.4.2.1.2. Problemas de los colorantes en productos de confitería	54
1.4.2.1.3. Colores blancos utilizados en confitería	57
1.4.2.2. Estabilizantes	62
1.4.2.2.1. Emulsificantes	62
1.4.2.2.2. Estabilizadores de la humedad	62
1.4.2.3.2.1. Polioles	62
1.4.2.3.2.1.a. Polioles: Sorbitol	64
1.4.2.3.2.1.b. Polioles: Glicerina	65

1.4.2.2.3. Espesantes	66
1.4.2.2.3.1. Hidrocoloides	66
1.4.2.2.3.1.a. Clasificación de las gomas	67
1.4.2.2.3.1.a.1. Gomas extraídas de plantas marinas	67
1.4.2.2.3.1.a.2. Gomas extraídas de semillas de plantas terrestres	67
Goma arábica	67
Goma tragacanto	68
Goma guar	69
1.4.2.2.3.1.a.3. Gomas obtenidas a partir de procesos microbiológicos	70
Goma xantana	70
1.4.2.2.3.1.a.4. Gomas obtenidas por modificación química de productos vegetales	71
Goma celulósicas	71
Carboximetilcelulosa (CMC)	71
Metilcelulosa	72
1.4.2.2.3.1.b. <i>Aplicación de los hidrocoloides</i>	74
1.4.2.3. Agentes aromáticos	76
<b>CAPÍTULO II. Discusión</b>	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO III. Conclusiones</b>	<b>83</b>
<b>CAPÍTULO IV. Bibliografía</b>	<b>84</b>



## INTRODUCCIÓN

---

México es un gran consumidor de productos de panadería, pastelería industrial, galletas dulces y pastas, siendo en alimentos el mercado más importante de América Latina en donde mantiene un constante crecimiento.

El sector panadero abarca productos de panadería, pastelería y galletería. Adoptando diversas innovaciones, este sector diversifica sus productos con el fin de adaptarse a las nuevas exigencias del mercado y así mantenerse en la preferencia del consumidor. Tan solo la producción de pasteles en el 2011 tuvo una máxima de 3 616 toneladas con un valor de 233 527 miles de pesos conservando una similitud en consumo y ganancias a lo largo de todo el año, esto con base en los datos de la Encuesta Industrial Mensual del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

La versatilidad de los productos del sector panadero permite que sobreviva, compita e incluso expanda su mercado y aunque generalmente estos cambios solo son modificaciones de un producto ya existente, logran mantener dinamismo en él.

Un producto polifacético habitual es el pastel que se consume en celebraciones a lo largo de todo el año, tradicionalmente cubierto con merengue y variedad de decoraciones; en la actualidad existe otro tipo de cubierta conocida como pasta de azúcar o fondant, la cual tiende a ser difícil de manipular .

El fondant es una estructura en la que alrededor del 50% de la sacarosa está en forma cristalina en equilibrio con una fase líquida acuosa sobresaturada de sacarosa y otros hidratos de carbono. La formulación del fondant puede variar permitiendo su uso en diferentes productos por ejemplo en los rellenos de chocolate, en las cremas, en el fudge y en cubiertas de pasteles finos.

La pasta de azúcar es sensible a la humedad, a los cambios de temperatura y a la manipulación. Estas condiciones externas sumadas a los cambios en la formulación

modifican significativamente las propiedades sensoriales del fondant. Controlar estos aspectos en el proceso de elaboración se vuelve esencial para mantener la calidad.

En este trabajo se diseña una propuesta para el desarrollo de fondant aplicado a cubiertas de pasteles finos, explicando los puntos clave del proceso así como los factores que afectan significativamente a la pasta. De igual manera se sugiere aditivos e ingredientes que favorezcan las propiedades sensoriales del fondant, explicando la función de cada uno de ellos dentro de la formulación.

## **OBJETIVOS**

=

### **Objetivo General**

Proponer un desarrollo de fondant aplicado en alta repostería con base en la información bibliográfica revisada.

### **Objetivos específicos**

Contrastar y analizar procedimientos para la elaboración de fondant con la finalidad de obtener información que sea útil para su desarrollo.

Analizar una gran variedad de ingredientes y aditivos que permitan mejorar y mantener las propiedades y estabilidad de la pasta de azúcar, sugiriendo al final una lista con los mejores ingredientes y aditivos para esta aplicación.

Examinar las etapas del proceso imprescindibles remarcando las condiciones que deben llevarse a cabo en cada una de ellas.

## CAPÍTULO I. Desarrollo del tema

=

### 1.1. PANADERÍAS EN MÉXICO

El sector panadero abarca las áreas de panadería, pastelería, elaboración de galletas, tortillas de harina y pastas alimenticias, cereales para el desayuno y suministros para alimentos balanceados. Este sector es maleable a cambios permanentes en la presentación de un mismo producto lo que le ha permitido mantenerse constante en el mercado.

En la actualidad el consumidor no es sensible sólo al factor precio sino también a la calidad del producto por consumir, lo que aumenta las exigencias del mismo considerablemente, de igual manera no deben pasar desapercibidas las necesidades del consumidor ligadas a la salud y a la seguridad alimentaria.

Los establecimientos que distribuyen productos de alto valor agregado no solo corresponden a los asentamientos de ingresos más altos sino que tienden a localizarse en áreas de movilidad lo que muestra que el factor precio no es limitante en algunos sectores. Sí las empresas aspiran a sobrevivir, competir y expandir sus mercados están obligadas a incorporar innovaciones organizacionales y tecnológicas en sus procesos de producción (Torres, 2007).



Figura 1. Pasteles con cubierta de fondant

Las presentaciones en productos de pastelería son muy amplias, los pasteles pueden variar en tamaño, sabor, forma, color de pan, rellenos, frutas adicionadas y en cubiertas, esta última comúnmente es de merengue aunque puede sustituirse con pasta de azúcar conocida como fondant.

El fondant como cubierta además de ayudar a retener la humedad del pan brinda elegancia a los pasteles de alta repostería.

## **1.2. CONFITERIA**

### **1.2.1. Aspectos generales.**

La confitería o tecnología de los dulces puede clasificarse en: confitería de azúcar, confitería de chocolate y productos de panadería. La *confitería de azúcar* incluye a los caramelos duros, toffes, fudge, fondant, jaleas, pastillas y otros productos que no estén cubiertos con chocolate. La *confitería de chocolate*, por otro lado, abarca principalmente a la confitería de azúcar cubierta de chocolate y a las barras de chocolate. Por último, tenemos a los *productos de panadería* donde encontramos a los adornos de pasteles, los helados, las cubiertas de chocolate y las galletas aunque estas últimas están estrechamente asociadas con dulces de chocolate (Minifie, 1999).

Como podemos observar no existe una clara línea de división entre las clasificaciones, un producto puede estar en más de un tipo de confitería pero el ordenamiento de los dulces permite separar y explicar a los caramelos (Cakebread, 1981).

### **1.2.2. Confitería de azúcar.**

La confitería de azúcar abarca aquellos productos que tienen como componente principal a la sacarosa, los cuales se obtiene apartir de jarabes sobresaturados, que son procesados para producir un caramelo con características específicas de textura. Esta confitería se divide en caramelos cristalinos y no cristalinos (A.A.P.P.A., 2003).

### **1.2.3. Tipos de caramelos: Caramelos cristalinos y caramelos amorfos.**

Existen dos tipos de caramelos: los caramelos cristalinos y los caramelos amorfos diferentes entre ellos por el tipo de estructura que presentan. Los *caramelos cristalinos* están compuestos por cristales de sacarosa suspendidos en una solución saturada, presentando una distribución de moléculas cristalinas muy estructurada que se forma alrededor de un núcleo. Los caramelos cristalinos se obtienen por

cristalización del jarabe donde se pueden generar cristales grandes y similares al vidrio como el caso del caramelo duro o pueden ser pequeños y con textura suave, deshaciéndose fácilmente en la boca como es el caso del fondant y el fudge.

Los *caramelos amorfos o no cristalinos* son aquellos que no presentan una estructura cristalina como el caso de los toffes y caramelos de leche. Este tipo de caramelos tienen alta concentración de sacarosa y una gran cantidad de agentes de interferencia que evitan la formación de cristales, también presentan humedad baja haciendo un jarabe más viscoso. En la siguiente tabla se comparan las temperaturas finales a las que son sometidos los jarabes de sacarosa para tener cada tipo de caramelo (amorfo o cristalino) y la proporción de sacarosa que se obtiene en cada uno de ellos.

<b>TIPO DE CARAMELO</b>	<b>TEMPERATURA FINAL</b>		<b>PROPORCIÓN DE SACAROSA</b>
	<b>(°C)</b>	<b>(°F)</b>	
<b>CRISTALINO</b>			
<b>Fudge</b>	112	234	80%
<b>Fondant</b>	114	237	81%
<b>AMORFO</b>			
<b>Caramelo de leche</b>	118	248	83%
<b>Toffe</b>	127	265	89%
<b>Crocante de cacahuete</b>	143	289	93%

Tabla 1. Tabla de temperatura final de cocción y proporción de sacarosa de los caramelos cristalinos y amorfos (Vlacavik, 2002).

#### **1.2.4. Factores que afectan un caramelo**

Los cristales formados en un caramelo son moléculas densamente empaquetadas que forman una distribución definida alrededor de los núcleo de sacarosa. El desarrollo de estos cristales dependerá de la temperatura, tipo de fuente y concentración de sacarosa, enfriamiento y uso de agentes de interferencia (Charley, 1987).

#### 1.2.4.1. Temperatura

La falta del control en la temperatura durante el proceso afecta directamente las características finales de los caramelos, ejemplo de esto es la temperatura de calentamiento a la que llega un jarabe por que de ello dependerá la concentración de sacarosa final.

Otro ejemplo es el tiempo en el incremento de la temperatura para alcanzar el punto máximo de calentamiento de la solución, si es largo aumenta el tiempo disponible para que se lleve acabo la inversión de la sacarosa generando un aumento en la solubilidad de los hidratos de carbono por consiguiente un producto final más blando.

#### 1.2.4.2. Concentración de la sacarosa

En la elaboración de caramelos es necesario preparar una solución sobresaturada de sacarosa la cual se obtiene por medio de un calentamiento que nos permite tener la máxima cantidad de sacarosa que puede disolverse a una temperatura determinada, cuando se enfría el jarabe pasa de ser una solución saturada a una sobresaturada siendo esta última muy inestable y puede llegar a precipitar con una leve agitación.

La concentración de sacarosa definirá el tipo de dulce que se pueda obtener, los caramelos amorfos tienen una concentración mayor de sacarosa que los cristalinos y para evitar la cristalización de estos se incrementa la proporción de agentes de interferencia (Charley, 1987).

#### 1.2.4.3. Enfriamiento

El proceso de enfriamiento de un dulce es crítico para su calidad, sobre todo para los caramelos cristalinos que no debe alterarse por adición de núcleos ni por batido prematuro antes de una temperatura mayor a 40 °C o el proceso de cristalización iniciará generando cristales de mayor tamaño. Además debe considerarse que el enfriamiento en los caramelos cristalinos tiene que ser *lento*.



#### 1.2.4.4. Agentes de interferencia

Los agentes de interferencia son hidratos de carbono diferentes a la sacarosa o algún otro compuesto que al adicionarse al jarabe reduce la velocidad de cristalización y ayuda a controlar el crecimiento no deseado de estructuras cristalinas que dan como resultado la formación de caramelos arenosos. Por un lado, en los caramelos cristalinos ayudan a controlar la formación de cristales mientras que en los caramelos no cristalinos evitan completamente su formación.

Estos agentes interfieren con las grandes estructuras reticulares de los cristales que se forman cuando se alinean las moléculas de sacarosa, controlando así su cristalización. Este impedimento se debe a que dichos agentes presentan una estructura diferente a la de la sacarosa que dificulta la unión por puentes de hidrógeno de los grupos hidroxilo de este hidrato de carbono. El jarabe de maíz rico en fructosa, la miel, y el azúcar invertido son ejemplos de ingredientes que ayudan a controlar la cristalización (Charley, 1987).

Los agentes de interferencia pueden dividirse en agentes químicos y mecánicos. Los agentes *químicos* son aquellos que reducen la interacción de la sacarosa disponible para la formación de cristales, como ejemplo de esto tenemos al jarabe de maíz y el azúcar invertido, mientras que los agentes *mecánicos* son los que evitan físicamente que las moléculas de sacarosa se adicionen a la masa cristalina al adsorberse a la superficie de los cristales; ejemplo de este tipo son la grasa de leche, la nata, proteínas de leche y clara de huevo (Vlaclavik, 2002).

#### 1.2.4.5. Factores externos

La humedad relativa, los residuos de ingredientes en materiales utilizados (como grasa o azúcar) y el aire añadido en batido, influyen en la textura de un caramelo (Charley, 1987).

## **1.3. FONDANT**

### **1.3.1. Aspectos generales.**

El fondant es una pasta de azúcar con una estructura en equilibrio donde alrededor del 50% de la sacarosa esta en forma de cristales dentro de una fase líquida acuosa saturada de sacarosa junto con otros componentes (Lindent, 1996).

El fondant tiene diferentes aplicaciones en la industria alimentaria debido a la facilidad con la que se pueden modificar sus características y adecuarse al tipo de producto. El uso más común del fondant es la elaboración de cremas utilizadas en el centro de los chocolates de caja, también se utiliza en la elaboración de toffes, fudge en confites de caja y en cubiertas de chocolate y pastel (Jackson, 1990).

### **1.3.2. Antecedentes del fondant.**

Los productos de confitería datan del antiguo Egipto hace aproximadamente 3000 años, existen vestigios como jeroglíficos que muestran la preparación de dulces. Al llegar la Edad Media surgieron los productos elaborados principalmente con azúcar y se vendían sólo en las boticas. El descubrimiento del azúcar de caña y su refinación por los persas a fines del siglo XIV y el hecho de que los venecianos importaran azúcar a Arabia promovieron la elaboración de productos de confitería. Más tarde, en el periodo de la Revolución Industrial fue accesible el equipo de confitería especializado (A.A.P.P.A., 2003).

El precursor del fondant es la miel, jarabe de color caramelo claro constituido principalmente de dextrosa, fructosa y sacarosa que si se conserva por tiempo prolongado la dextrosa empieza a cristalizar; a diferencia de la miel, en el fondant se cristaliza la sacarosa y no la dextrosa (Jackson, 1990).

### **1.3.3. Características sensoriales.**

Las características sensoriales más importante en un fondant son la textura y el color. La textura esta directamente relacionada con el tamaño de los cristales de sacarosa,

del tipo de ingredientes y proceso utilizados para su elaboración, de estos dos últimos factores depende también la coloración. Por ejemplo, si el fondant es elaborado usando tartrato de sodio para realizar una inversión en el proceso el color se torna blanco como la nieve y si se elabora con jarabe de glucosa el color se vuelve blanco cremoso. Al igual que la fuente de agentes de interefencia las impurezas del agua pueden modificar el color torneando grisácea a la pasta. En el caso de la textura se tiene el ejemplo del tiempo de almacenamiento que favorece el incremento de la suavidad (Charley, 1987).

#### *1.3.3.1 Tamaño de los cristales de sacarosa*

El paladar del hombre puede detectar partículas de un tamaño mayor a 12  $\mu\text{m}$  siendo el límite mínimo de tamaño en los cristales de sacarosa del fondant. Si se manejan cristales menores a 15  $\mu\text{m}$  la textura de la pasta se vuelve muy suave y si son mayores la pasta se torna granulosa; para el fondant pueden manejarse cristales de un tamaño máximo de hasta 20  $\mu\text{m}$ . Los cristales más pequeños tienen mayor área de superficie lo que hace que sean más fáciles de humedecerse provocando problemas de calidad.

El tamaño de las partículas aporta las propiedades reológicas y de textura propias del fondant, lo que hace importante controlar la cristalización en el proceso y adicionar agentes de interferencia (Jackson, 1990).

Algunos factores que afectan el tamaño del cristal son la presencia o introducción de cristales de sacarosa sin disolver a la pasta, la temperatura a la que llega la masa cuando se inicia la agitación y la presencia de azúcar invertido. Por ejemplo, si el proceso de agitación empieza a una temperatura mayor a 40° C genera una textura arenosa, causa del gran tamaño de los cristales, pero una temperatura menor a 38° C lo volverá viscoso (Pennington, 1990).

Para obtener un tamaño de cristal de 12  $\mu\text{m}$  se utiliza azúcar pulverizado y así obtener un fondant mas fino (Edwards, 2002).

#### **1.3.4. Etapas clave en la elaboración de fondant**

El fondant está conformado básicamente de sacarosa, glucosa y agua y su proceso presenta ciertas complicaciones que deben contrarrestarse para evitar que afecten su calidad. El proceso de elaboración de fondant varía si es industrial o casero, si se utilizan otros ingredientes o aditivos o si se modifican las fuentes de los ingredientes base, pero existen cuatro etapas en el proceso que no pueden descartarse ni modificarse, estas son calentamiento, enfriamiento, agitado y madurado, estas etapas están directamente relacionadas con las propiedades finales del fondant. A continuación se describe cada una de ellas.

##### *1.3.4.1. Calentamiento*

La etapa de calentamiento permite obtener una solución saturada que al enfriarse producirá una solución sobresaturada como mencionamos anteriormente. Existe una prueba para determinar de manera cualitativa la consistencia del jarabe durante el calentamiento observando el comportamiento que tiene cuando se enfría.

En la Tabla 2 se muestra la clasificación de los jarabes de acuerdo a la consistencia que presentan durante la prueba cualitativa la cual consiste en tomar una muestra del jarabe, verterla en agua fría y luego extraerla con una cuchara para observar su comportamiento. La consistencia del jarabe dependerá de la temperatura de calentamiento a la cual fueron sometidos.

El comportamiento del fondant y el fudge en la prueba se denomina bola suave, es decir, cuando se colecta desde el fondo del recipiente del agua fría se pierde entre los dedos. El punto final de bola suave es muy subjetivo y se debe tener cuidado porque en ocasiones se llega a sobrecalentar el jarabe al usar esta prueba como guía (Charley, 1987).

CONSISTENCIA	INTERVALO DE TEMPERATURA		COMPORTAMIENTO	USOS
	°F	°C		
<b>De hilo</b>	230-236	110-113	Forma un hilo de 2 pulgadas a medida que deja la cuchara	Jarabe
<b>De bola suave</b>	234-240	112-116	Forma en el agua fría una bola muy suave para retener su forma	“fondant” “Fudge”, panocha
<b>De bola firme</b>	244-250	118-121	Forma en el agua fría una bola lo suficientemente firme para mantener su forma	Caramelos
<b>De bola dura</b>	250-266	121-130	Forma en el agua fría que puede ser deformada por presión	“Divinidad” malvavisco
<b>Crujiente suave</b>	270-290	132-143	Forma hilos duros en el agua fría	Bombón escocés, “chicloso”
<b>Crujiente duro</b>	300-310	149-154	Forma hilos quebradizos en el agua fría	Bombón escocés, “chicloso”
<b>Azúcar fundido</b>	320	160	Líquido claro, viscoso	Azúcar de cebada
<b>Caramelo</b>	320-348	160-177	Líquido café, viscoso	Sabor y color para confites

Tabla 2. Clasificación del jarabe de sacarosa de acuerdo a la prueba de consistencia (Charley, 1987).

#### 1.3.4.2. *Enfriamiento*

El enfriamiento es otra etapa indispensable para la elaboración de fondant en esta se determinará el tamaño y la homegeneidad de los cristales de sacarosa.

La disminución de la temperatura da inicio a la formación de núcleos que darán lugar posteriormente a la formación de cristales de sacarosa, entre mayor número de núcleos mayor cantidad de cristales. El fondant debe pasar de una de temperatura de 116° C hasta una temperatura de 40° C y trasvasarse con mucho cuidado sobre una superficie plana.

En esta etapa el jarabe se vuelve inestable y cualquier agitación prematura inicia la cristalización. En la Figura 2 se observan unos cristales que se obtuvieron durante una agitación a una temperatura superior a 40° C y observamos que su tamaño no es homogéneo.



Figura 2. Cristales de jarabe de pasta de azúcar batido a 103° C (Aumento de aproximadamente 200 veces).

#### 1.3.4.3. *Agitación*

La agitación del jarabe sobresaturado genera la cristalización de la sacarosa, esta etapa debe iniciarse a una temperatura de 40° C continuándola hasta la obtención de una pasta de azúcar manejable. Si la agitación comienza a temperaturas más altas el número de cristales iniciados se reduce porque la sacarosa solo cristalizará en los núcleos existentes y no formará más núcleos para los cristales dando como resultado un dulce duro y granuloso. Esta etapa torna opaca a la pasta obtenida debido a la incorporación de burbujas de aire durante el batido (Charley, 1987).

#### *1.3.4.4. Maduración*

La maduración brinda suavidad y permite una buena manipulación del fondant, esta etapa se produce en el periodo inicial del almacenamiento entre las primeras 12 o 24 horas, su eficiencia dependerá del tipo de envase que se utilice, el cual debe ser hermético para mantener el equilibrio entre los cristales y el jarabe (Vlacavik, 2002).

### **1.3.5. Factores que afectan la calidad del fondant.**

#### *1.3.5.1. Humedad*

La humedad relativa es un factor externo que altera fácilmente al fondant, puede llegar a secarlo o a humedecerlo según sea el caso. La humedad de la pasta debe estar entre un 10 a un 15 por ciento y mantenerse sin cambios significativos (Jackson, 1990). Un porcentaje de humedad menor al 10 por ciento favorece el endurecimiento mientras que arriba del 20 por ciento favorece el crecimiento bacteriano y la fermentación.

El contenido de humedad en la pasta se controla durante el proceso y el almacenamiento, en ambos casos la humedad relativa del ambiente debe mantenerse constante y con un valor del 65 por ciento (Jackson, 1990). Otro control importante es la temperatura de calentamiento a la que llega el jarabe la cual determinará el contenido de humedad final, en el fondant la temperatura ideal para alcanzar aproximadamente un 12 por ciento de agua es en un rango entre los 116° C a los 121° C (Pennington, 1990).

#### *1.3.5.2. Concentración y viscosidad del jarabe del fondant.*

Para elaborar caramelos se requieren jarabes con una concentración arriba del 80 por ciento, sin embargo un jarabe de sacarosa de esta concentración es inestable ya que su solubilidad a temperatura ambiente es del 67 por ciento (Minifie, 1999).

El reducir la concentración de sacarosa disminuye la viscosidad y por tanto afecta a la cristalización. Para mantener la cantidad de sólidos arriba del 80% sin inestabilizar el jarabe se recurre a la adición de compuestos que permiten incrementar

la viscosidad éstos, son los denominados agentes de interferencia, su incorporación al jarabe evita el crecimiento de microorganismos, permite obtener un porcentaje de sólidos determinado y controla la formación de cristales (Jackson, 1990).

### 1.3.6. Diagramas de elaboración de fondant

En la literatura existe una gran diversidad de procesos de elaboración de fondant que van del nivel casero a industrial. A continuación se describen cuatro procesos diferentes que contienen aspectos importantes que pueden ser retomados para una propuesta.

El primer diagrama es general pero completo porque presenta las cuatro etapas clave: calentamiento, enfriamiento, agitado y madurado.

#### 1.3.6.1. Diagrama general (Charley, 1987).

Ingredientes:

- Sacarosa 30 %
- Agua 30 %
- Glucosa 10 %

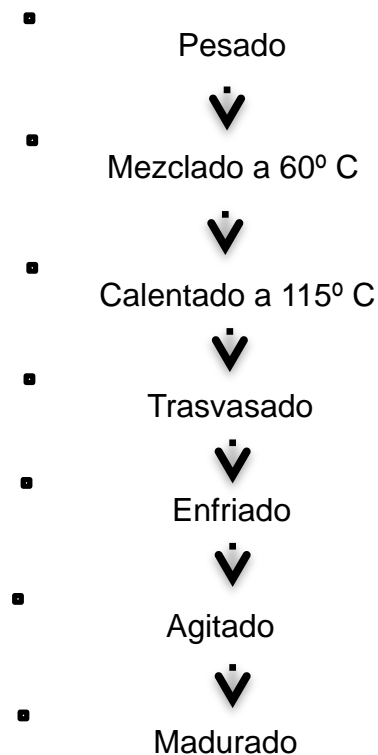


Figura 3. Diagrama general de elaboración del fondant



Procedimiento:

- *Pesado.* Se pesa la sacarosa, la glucosa y el agua en una proporción de 30:30:10.
- *Mezclado.* Se mezcla la sacarosa en el agua y posteriormente se incorpora la glucosa hasta obtener un jarabe con un 25 % de agua y un 75 % de sólidos.
- *Calentado.* Se calienta el jarabe a una temperatura de 115° C obteniendo una humedad de 12.5 %.
- *Trasvasado.* Se transvasa cuidadosamente el jarabe saturado a un recipiente plano, procurando no agitar.
- *Enfriado.* El jarabe debe reducir su temperatura de acuerdo al tamaño del cristal que se requiera, para obtener cristales menores a 15 µm el jarabe debe enfriarse de 43 a 46 °C y para cristales mayores de 77 a 88° C.
- *Agitado.* Cuando el jarabe llega a la temperatura de enfriamiento establecida anteriormente se da inicio a la agitación en forma de 8s y no debe detenerse hasta obtener una pasta blanca y consistente.
- *Maduración.* Dejar reposar de 12 a 24 horas para dar suavidad a la pasta.

1.3.6.2. Diagrama de elaboración de fondant extendido para cubiertas de pastel  
(Alvarado, 1981-1985).

El siguiente diagrama es poco descriptivo y útil pero su importancia esta dada en los ingredientes que maneja: azúcar pulverizado y goma tragacanto.

Ingredientes:

- Azúcar pulverizado 76%
- Goma tragacanto 3.5%
- Glucosa 3.5%
- Agua 17%

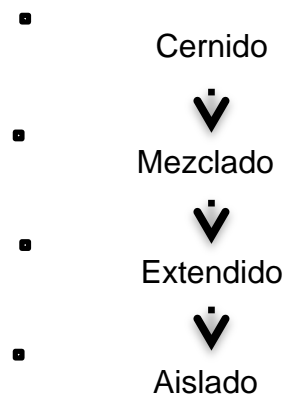


Figura 4. Diagrama de elaboración de fondant para cubiertas de pastel.

Procedimiento:

- *Cernido*. Debe cernirse con la finalidad de homogeneizar el tamaño del azúcar pulverizado y la goma tragacanto.
- *Mezclado*. Primero debe incorporarse la glucosa en agua y después adicionar poco a poco la mezcla de azúcar pulverizado con goma tragacanto. Mezclar todos los ingredientes hasta obtener una pasta que se desprenda fácilmente de la superficie.
- *Extendido*. Se extiende la masa sobre una superficie plana.
- *Aislado*. Se cubre previamente la superficie en donde será extendida la masa, con almidón para poder manejar fácilmente el fondant.

1.3.6.3. Diagrama de elaboración de fondant, pasta Americana. (Pomponi, 2003).

El siguiente proceso hace uso de humectantes, gomas y sustituye por completo al azúcar refinado por azúcar pulverizado.

Ingredientes:

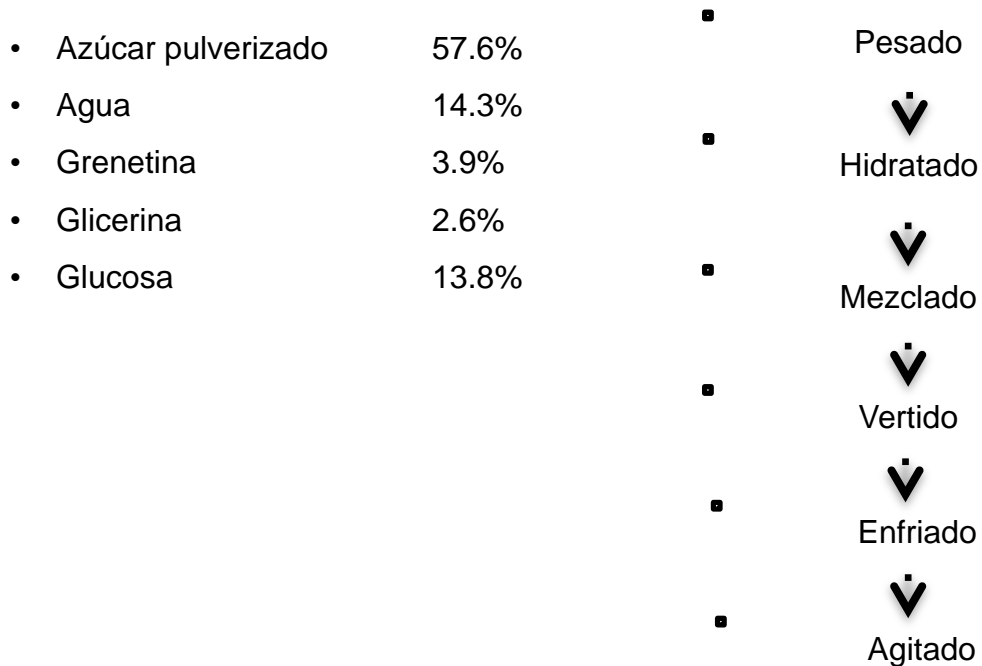


Figura 5. Diagrama de elaboración de fondant, pasta Americana

Procedimiento:

- *Pesado*. Pesar todos los ingredientes.
- *Hidratado*. La grenetina debe hidratarse en agua previo a la incorporación de los demás ingredientes.
- *Mezclado*. Se mezcla la grenetina en agua a baño maría hasta su completa disolución. Posteriormente se incorpora la glucosa, el azúcar pulverizado y la glicerina.
- *Vertido*. Se vierte la solución en el centro de un círculo formado por azúcar pulverizado.
- *Enfriado*.
- *Agitado*. Con una cuchara de madera se mezcla la solución y el azúcar pulverizado, esta agitación debe realizarse formando ochos hasta tener una masa elástica.

1.3.6.4. Diagrama de elaboración de fondant (Pennington, 1990).

Este diagrama a diferencia de los anteriores se lleva a cabo a nivel industrial con lo cual se podrá comparar las diferencias y similitudes que tiene con los caseros.

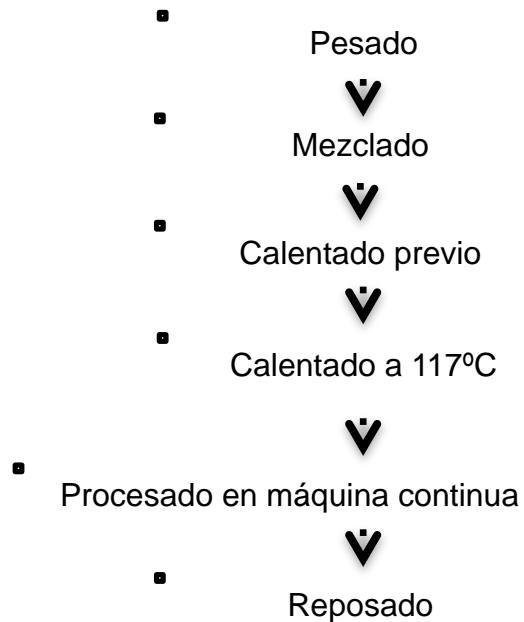


Figura 6. Diagrama de elaboración de fondant.

Procedimiento:

- *Pesado.* Pesar todos los ingredientes.
- *Mezclado.* Mezclar la sacarosa, glucosa y agua.
- *Calentado previo.* Calentar lentamente la solución y mantener una agitación constante. Cubrir el jarabe durante 2 minutos y después de este tiempo destaparlo para retirar el vapor de agua.
- *Calentar a 118 ° C.* Después de retirar el vapor se eleva la temperatura del jarabe a 118° C sin agitar.
- *Procesado en máquina continua.* Pasar el jarabe a una máquina continua de fondant.
- *Reposado.* Dejar reposar al menos 24 horas antes de usar la pasta.

Existen dos tipos de equipos mecánicos continuos para elaborar fondant (batidor bola Figura 7 y microfilm Figura 8) en ambos se pueden adicionar ingredientes durante el proceso como sabores y colores (Minifie, 1999).

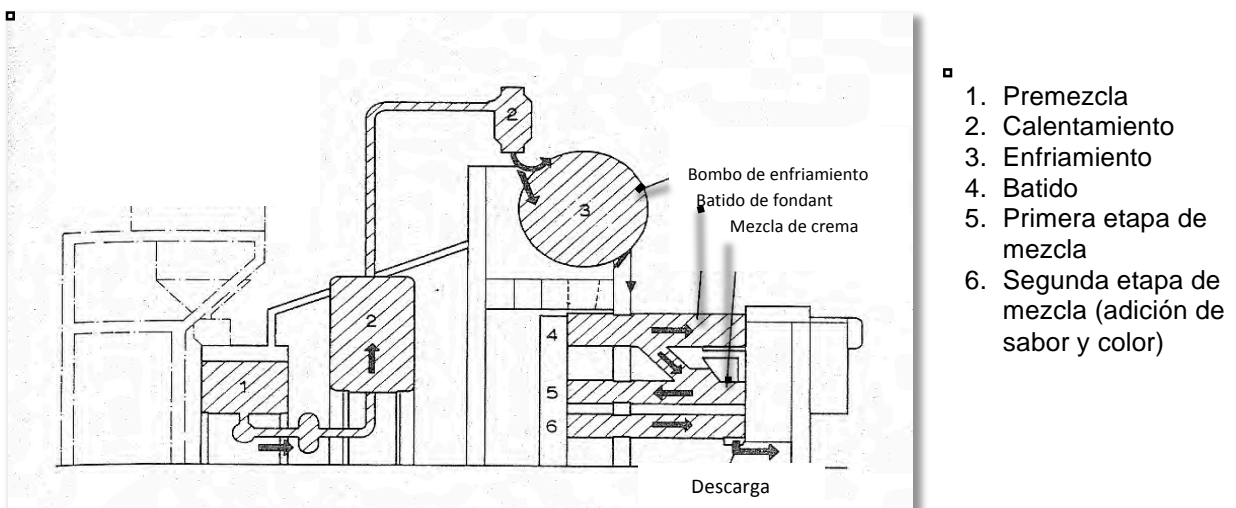
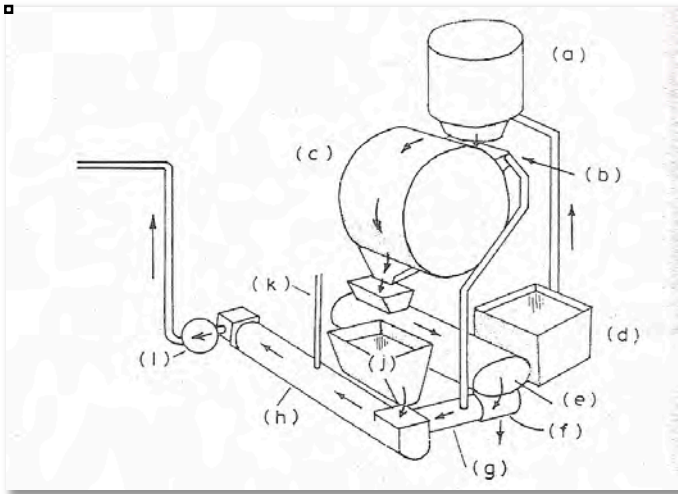


Figura 7. Elaboración continua de fondant y crema (Minifie, 1999).



- a) Calentador microfilm
- b) Balance de jarabe
- c) Bombo de enfriamiento
- d) Almacén del jarabe
- e) Batido de crema
- f) Descarga del fondant para reproceso con otros métodos.
- g) Tubo de mezcla 1
- h) Tubo de mezcla 2
- i) Frappé
- j) Sabor
- k) Descarga de la bomba

Figura 8. Principio de la elaboración continua de fondant y crema (Minifie, 1999).

- *Pesado.* Pesar la sacarosa, la glucosa y el agua.
- *Mezclado.* Por ser un procedimiento a gran escala la solución de sacarosa y glucosa se prepara en una máquina llamada *disolvedor continuo* que además de disolver mezcla homogéneamente y de forma cuantitativa. Al término del mezclado el jarabe se descarga a un tanque de almacenamiento
- *Calentado previo.* Por medio de un tubo sobrecalentado se transfiere el jarabe del tanque de almacenamiento a un horno continuo. Durante esta etapa se va incrementando la temperatura del jarabe.
- *Calentado a 118° C.* El horno donde se alcanza la temperatura de 118° C puede ser de dos tipos:

El primero consiste de un espiral que suministra al jarabe desde la parte superior y está rodeado por una chaqueta de vapor de alta presión que transfiere calor al jarabe evaporando así el agua dentro de la chaqueta. El segundo horno utiliza la evaporación de una fina capa de jarabe repartida en una superficie caliente dentro de un cilindro (máquina de calentamiento con microfilm Figura 9) (Minifie,1999).

La concentración final a la que llega el jarabe es controlada por la temperatura con la que sale de la máquina de calentamiento, para llevar a cabo este control se pueden utilizar controladores automáticos con señales de fluctuación en la temperatura que vuelven a ajustar la presión de vapor y la velocidad de la bomba suministradora. A pesar de lo anterior el análisis cualitativo no debe descartarse.

- *Procesado en máquina continua.* Cuando el jarabe llega a una temperatura de 117°C tiene que ser enfriado de forma continua y esto se logra dejando caer el jarabe lentamente de la máquina de calentamiento a un gran bombo de metal, enfriado internamente con spray de agua Figura 8.

Cuando el jarabe se enfría de 117 °C a 38 °C aproximadamente, el bombo se vacía por medio de una rotación de 270 grados, con la ayuda de una espátula se retira el jarabe y se descarga en una batidora. No debe existir cristalización en esta etapa sobre la superficie así que después de transferirlo con la espátula se adicionan chorros de vapor de agua para prevenir la cristalización del jarabe residual (Minifie, 1999).

La batidora en donde es depositado el jarabe está compuesta de una carcasa cuadrada o cilíndrica de aproximadamente 91 cm de largo y 46 cm de diámetro que internamente contiene clavijas de metal provistas de una chaqueta de refrigeración con circulación de agua. Su diseño interno permite la cristalización del jarabe desde que entra hasta que sale como pasta; es importante mantener la batidora llena y así obtener el efecto máximo de los batidores.

La calidad del fondant se controla en gran parte por la eficiencia de la batidora que además de provocar una cristalización rápida elimina el calor latente con el flujo de agua que pasa a través de la chaqueta. La temperatura del fondant en la batidora debe ser inferior a 43.3°C para generar la máxima cantidad de cristales (Minifie,1999).

Un análisis bajo el microscopio del tamaño final de los cristales de sacarosa en el fondant cuando se ha llevado un buen batido en la máquina deberá mostrar una distribución uniforme de los cristales con un tamaño que vaya de los 10 a los 15 micrómetros; los cristales de gran tamaño o irregulares indican la ineficiencia de la batidora. Ocasionalmente la presencia de pequeñas cantidades de coloides como el almidón, la gelatina o el huevo retardan la cristalización o llegan a tornar la pasta del blanco al hueso.

Estas máquinas no solo se limitan a elaborar fondant también pueden elaborar otros productos a base de esta pasta, por ejemplo los rollos de crema de fondant llevando una extrusión o el centro para los chocolates donde es necesario volver a reprocessar la pasta para obtenerla en estado líquido y así mezclar sabores, colores y otros ingredientes.

Finalmente para evitar que la pasta se vuelva pegajosa al término del proceso de elaboración de fondant, gelatinas ó malvaviscos se utilizan moldes de almidón e incluso a nivel industrial se utilizan depósitos automáticos para evitar pérdidas (Minifie, 1999).

A continuación se presenta una tabla con diferentes formulaciones que pueden prepararse a nivel casero o industrial para elaborar fondant, de acuerdo al producto que estén destinados.

Ingredientes	Base fondant		Centro de crema con fruta	Cremas de menta	Declaración de fondant para pasteles
	A	B			
<b>Azúcar de caña refinada</b>	100	100	50	100	100
<b>Jarabe de glucosa</b>	25		14	50	50

<b>(42DE)</b>					
<b>Jarabe de azúcar invertido (70%)</b>		25			
<b>Agua</b>	50	50	12	50	50
<b>Base fondant</b>			100	75	70
<b>Ácido cítrico</b>			0.3		
<b>Invertasa</b>			0.25		
<b>Saborizante</b>			0.75	0.25	0.25
<b>Colorante</b>	Trazas	Trazas	0.01	Trazas	Trazas
<b>Colores sugeridos</b>	Azul	Azul	Amarillo, naranja, rojo y verde	Azul	Amarillo, naranja, rojo, verde, púrpura
<b>Sabores sugeridos</b>			Limón, naranja, fresa y lima	Menta	Limón, naranja, fresa, lima, grosella negra
<b>Temperatura de calentamiento (°C)</b>	120	120	115	119	120

Tabla 3. Partes por peso de los ingredientes para elaborar fondant de acuerdo al tipo de producto destinado (Less, 1973).

### 1.3.7. Composición del fondant

El fondant está constituido esencialmente de sacarosa, agentes de interferencia y agua, el porcentaje en el que esten estos tres ingredientes varía de acuerdo al uso que se le destine. Normalmente se tienen porcentajes de 50 a 60 % de cristales de



sacarosa, un 88 a un 90 % de sólidos disueltos y un 10 a 12 % de humedad (Jackson, 1999).

La variación en la proporción de los ingredientes clasifica a la pasta. Es considerada una pasta de alto grado de sacarosa si se tiene un 80% de este hidrato de carbono, 7.6% de glucosa y 12.4% de agua y de bajo grado de sacarosa si sólo se tiene un 57.5% de sacarosa, 30% glucosa y 12.5% de agua. La diferencia entre alto y bajo grado de sacarosa modifica la textura ya que la cantidad de glucosa tiene repercusión en el tamaño y la cantidad de cristales de sacarosa que se generan.

El fondant es susceptible a la humedad debido a que los hidratos de carbono que contiene absorben agua fácilmente, tan solo un cambio en la humedad relativa del 1 % afecta la consistencia. Mantener constante la humedad relativa del ambiente es difícil lo que hace necesario modificar la formulación y adecuar la pasta para resistir este tipo de cambios. El adicionar polioles e ingredientes como azúcar invertido permite mantener el equilibrio de la humedad relativa.

Sin embargo la humedad no es el único problema, la formación de cristales de sacarosa y la obtención de un tamaño apropiado de estos puede llegar a ser complicado. El uso de gomas como el agar y la carboximetilcelulosa de sodio ayudan a controlar la cristalización (Jackson, 1990).

### 1.3.8. Propuesta para elaboración de fondant.

El análisis realizado de los cuatro procedimientos obtenidos en la literatura se muestra en la siguiente tabla.

Procedi -miento	Ingredientes base	Aditivos	Comentarios
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacarosa (azúcar refinada)</li> <li>• Glucosa</li> <li>• Agua</li> </ul>		Pasta de azúcar sensible a la humedad del ambiente.
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azúcar pulverizado</li> <li>• Glucosa</li> <li>• Agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goma Tragacanto</li> </ul>	Pasta suave con un tamaño de cristal menor que el del procedimiento 1 debido a la incorporación de azúcar pulverizado y de la goma tragacanto.
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azúcar pulverizada</li> <li>• Glucosa</li> <li>• Agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenetina</li> <li>• Glicerina</li> </ul>	Pasta con mayor vida de anaquel que las dos anteriores gracias a la presencia de la glicerina que retiene la humedad de la pasta mejorando así su suavidad y textura. Sin embargo, el color puede llegar a verse afectado sin la incorporación de azúcar refinado y de bióxido de titanio.
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacarosa</li> <li>• Glucosa</li> <li>• Agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dióxido de azufre</li> </ul>	El dióxido de azufre sirve como conservador en algunos productos de confitería y permite prolongar la vida de anaquel. Sin embargo, éste puede llegar a afectar el color sino se elimina completamente durante el proceso.

Tabla 4. Análisis de los procedimientos recopilados para elaboración de fondant.

La propuesta de los ingredientes y aditivos para elaborar fondant destinado a cubiertas de pastel se muestran a continuación:

<b>Ingredientes y aditivos</b>
<b>Fuentes de sacarosa</b>
<b>Azúcar pulverizado</b>
<b>Azúcar refinado</b>
<b>Fuentes de agentes de interferencia</b>
<b>Jarabe de glucosa 42 DE</b>
<b>Goma arábica</b>
<b>Colorantes</b>
<b>BASE: bióxido de titanio a 300 mg/kg.</b>
<b>DECORACIÓN: tartrazina, amarillo ocaso, carmoisina, amaranto, ponceau, eritrosina, carmín índigo en dosis que pueden estar en el rango de 50 a 300 mg/kg. En el caso del amaranto, eritrosina, el amarillo naranja FCF podría requerirse hasta 1000 mg/kg por que pueden verse afectados con la luz.</b>
<b>Saborizantes</b>
<b>Limón (<i>Citrus limonum</i>, Tipo GRAS)</b>
<b>Naranja (<i>Citrus sinensis</i>, Tipo GRAS)</b>
<b>Fresa (una mezcla compleja de sustancias volátiles)</b>
<b>Lima (<i>Citrus aurantifolia</i>)</b>
<b>Grosella negra</b>
<b>Humectantes</b>
<b>Glicerina</b>

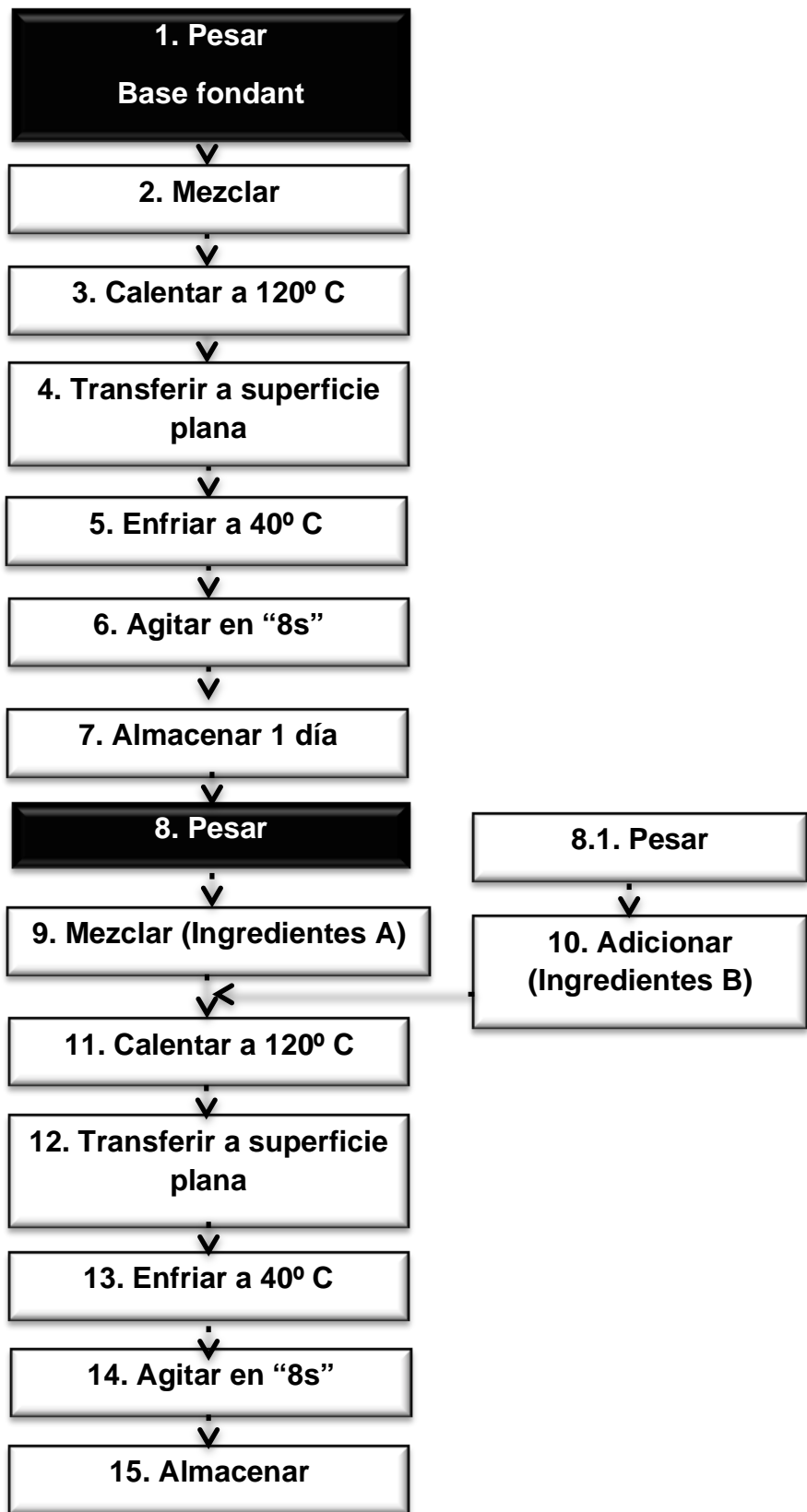
Tabla 5. Ingredientes y aditivos propuestos para el desarrollo de fondant.

Como hemos visto anteriormente existen cuatro etapas que no deben descartarse para elaborar fondant, en la siguiente tabla se hace el análisis de cada una de ellas.

<b>Calentamiento</b>	<p>De acuerdo con la Tabla 2, el fondant requiere una consistencia de bola suave y alcanzar una temperatura de calentamiento que vaya de los 112 a los 116° C, por otro lado en la Tabla 3 se describen condiciones que deben tener las cubiertas de pastel hechas con fondant, en esta tabla se maneja una temperatura de calentamiento de 120° C.</p> <p>En este caso tomaremos la temperatura de calentamiento de 120° C.</p>
<b>Enfriamiento</b>	<p>El jarabe debe sobresaturarse hasta llegar a una temperatura de 40° C posteriormente transferirlo a una superficie plana sin agitarlo. Durante la transferencia se debe adicionar vapor de agua a las paredes del recipiente donde se calentó, para evitar una prematura cristalización.</p>
<b>Agitación</b>	<p>La agitación se inicia a los 40°C con movimientos continuos en forma de “8s”; en esta fase es conveniente utilizar un material que no transfiera el calor para llevar a cabo el agitado por que podría elevar la temperatura e inhibir la cristalización.</p>
<b>Maduración</b>	<p>El tiempo de maduración debe ser mayor a 12 horas en un recipiente hermético y con una temperatura menor a 18° C.</p>

Tabla 6. Etapas clave de la elaboración de fondant.

El diagrama propuesto para la elaboración de fondant presenta dos etapas, la elaboración de una base para fondant y la preparación de la pasta final, teniendo así el siguiente diagrama:



Procedimiento:

1. *Pesar* los ingredientes para base fondant (azúcar refinado: jarabe de glucosa: agua) en una relación 57.14: 14.29: 28.57 y 300 ppm de bióxido de titanio.
2. *Mezclar* los ingredientes anteriores, el azúcar refinado debe incorporarse al agua y al tener completamente disuelto el azúcar se prosigue a disolver al jarabe de glucosa incrementando la temperatura lentamente, finalmente adicionar el bióxido de titanio.
3. *Calentar* la solución hasta alcanzar 120° C sin dejar de agitar.
4. *Transferir a superficie plana* después de alcanzar la temperatura anterior pero sin agitar la pasta; se recomienda agregar vapor de agua o agua caliente en las paredes del recipiente donde calentó para evitar una cristalización temprana.
5. *Enfriar* a 40° C sin batir la mezcla antes de alcanzar esta temperatura.
6. *Agitar* continuamente en forma de 8s hasta obtener una pasta suave, blanca y manejable con las manos.
7. *Almacenar* un día a una temperatura menor de 18° C en un recipiente hermético para que la pasta suavice. TERMINA BASE FONDANT
8. *Pesar ingredientes A:* azúcar, jarabe de glucosa (42DE), agua y base fondant en proporción de 37.04: 18.52: 18.52: 25.93 respectivamente. Tomando en cuenta que la proporción de la fuente de sacarosa (azúcar) debe ser de 3:1, azúcar refinado: azúcar pulverizada.
  - 8.1. *Pesar ingredientes B:* Saborizante escogido, goma arábica y glicerina.
9. *Mezclar (ingredientes A):* Incorporar el azúcar refinada y el azúcar pulverizada hasta su completa disolución en agua (proporción 3:1), posteriormente adicionar la base fondant y el jarabe de glucosa 42DE así como agitar mientras se incrementa la temperatura del agua hasta 120° C.

10. *Adicionar (ingrediente B):*

- Goma arábica: Se puede adicionar al mismo tiempo que los ingredientes A.
- Glicerina: se recomienda adicionar solamente un 0.05% respecto a la formulación total. (antes de incorporar los saborizantes).
- Finalmente adicionar saborizantes justo antes de llegar a la temperatura máxima de calentamiento.

11. *Calentar* hasta alcanzar los 120° C.

12. *Transferir a superficie plana* después de haber alcanzado la temperatura de 120°C sin agitar, en esta etapa se recomienda agregar vapor de agua o agua caliente sobre las paredes del recipiente donde se calentó.

13. *Enfriar* hasta 40° C sin mover la mezcla.

14. *Agitar* continuamente en forma de “8s” hasta obtener una pasta suave, blanca y manejable con las manos.

15. *Almacenar* de 12 a 24 horas en un lugar fresco dentro de en un recipiente hermético a una temperatura menor a 18° C.

## 1.4. INGREDIENTES Y ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE FONDANT

### 1.4.1. Ingredientes

Se entiende por ingrediente a toda sustancia, excluidos los aditivos alimentarios, empleada en la fabricación o preparación de un alimento que se encuentra en el producto final (FAO, 2000).

Como hemos visto anteriormente, en la confitería de azúcar los ingredientes básicos para la elaboración de caramelos son la sacarosa, los agentes de interferencia y el agua, en seguida se explicará la función e importancia de cada uno de ellos.

#### 1.4.1.1. Sacarosa

La sacarosa es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y una de fructosa a través de los carbonos 1 y 2 con la pérdida de una molécula de agua (Charley, 1987).

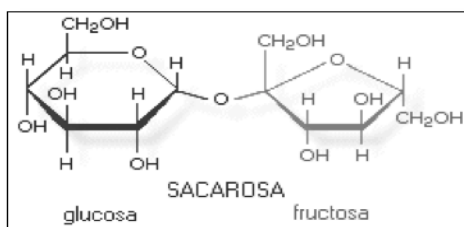


Figura 9. Estructura química de la sacarosa.

La propiedad sensorial más conocida de la sacarosa es su dulzor por lo que comúnmente se utiliza como edulcorante en caramelos y muchos otros productos alimenticios, su poder edulcorante se utiliza como referencia para los demás hidratos de carbono (Tabla 7), a pesar de que la fructosa tenga un poder edulcorante superior al de la sacarosa (Jackson, 1990).



<b>Compuesto</b>	<b>Poder edulcorante</b>
<b>Sacarosa</b>	100
<b>D- Fructosa</b>	114
<b>D-Glucosa</b>	69
<b>Azúcar invertido</b>	95
<b>Lactosa</b>	39
<b>D- Manitol</b>	69

Disolución acuosa al 10%

Tabla 7. Poder edulcorante de algunos hidratos de carbono respecto a la sacarosa (Belitz, 1997).

#### 1.4.1.1.1. *Propiedades de la sacarosa*

Algunas propiedades de la sacarosa pueden repercutir en la elaboración de los jarabes, tal es el caso del incremento del punto de ebullición cuando está disuelta en agua, su higroscopicidad y su solubilidad.

##### **a) Incremento del punto de ebullición**

Las propiedades coligativas son aquellas que dependen del número de partículas disueltas más que de su naturaleza. En confitería, la más importante es el incremento del punto de ebullición y se utiliza como un control indirecto de la concentración de los jarabes (Edward,2002).

El punto de ebullición aumenta a medida que se añade sacarosa al agua o se evapora líquido cuando se calienta la solución debido a que se requiere más calor para alcanzar la presión de vapor reducida (Tabla 8). Por cada mol de sacarosa que se disuelve en agua hay un aumento de 0.52 en el punto de ebullición (Vlacavik, 2002).

Porcentaje de sacarosa en el jarabe	Porcentaje de agua	Punto de ebullición	
		°F	°C
<b>0(todo agua , sin sacarosa)</b>	100	212	100
<b>20</b>	80	213.1	100.6
<b>40</b>	60	214.7	101.5
<b>60</b>	40	217.4	103
<b>80</b>	20	233.6	112
<b>90</b>	10	253.1	123
<b>95</b>	5	284	140
<b>99.5</b>	0.5	330.8	166

Tabla 8. Incremento del punto de ebullición de acuerdo al porcentaje de sacarosa en el jarabe (Vlacavick, 2002).

### **b) Higroscopicidad**

La sacarosa es higroscópica tiene la capacidad para absorber agua fácilmente, lo que puede generar que los caramelos en atmósferas húmedas presenten apelmazamiento y ablandamiento por lo que se recomienda que se almacenen en envases a prueba de humedad.

### **c) Solubilidad**

Los grupos hidroxilo de los hidratos de carbono les confieren solubilidad en agua que se ve favorecida al elevar la temperatura. En la Tabla 9 se observa el incremento de la solubilidad de la sacarosa, la fructosa, y el cloruro de sodio, este último no presenta cambios significativos en su solubilidad a medida que se incrementa la temperatura a diferencia de los hidratos de carbono que se vuelven más solubles (Charley, 1987).

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>Sacarosa (g)</b>	<b>Fructosa(g)</b>	<b>Cloruro de sodio (g)</b>
<b>0</b>	179.2		35.6
<b>10</b>	190.5		
<b>20</b>	203.9	375.0	36
<b>30</b>	219.5		
<b>40</b>	238.1	538.0	
<b>50</b>	260.4		
<b>100</b>	487.2		

Tabla 9. Solubilidad de sacarosa, fructosa y cloruro de sodio a diferentes temperaturas (Charley, 1987).

La solubilidad varía entre un hidrato de carbono a otro la sacarosa es más soluble que la glucosa pero menos que la fructosa a temperatura ambiente. La sacarosa tiene una solubilidad del 67 por ciento en agua a temperatura ambiente, concentraciones superiores a ésta cristalizan rápidamente durante el almacenamiento; para incrementar la solubilidad de la sacarosa se adiciona jarabe de glucosa.

En general la alta solubilidad de los hidratos de carbono es una ventaja en la elaboración de dulces porque así se obtienen soluciones sobresaturadas pero se tiene la desventaja de que adsorben fácilmente humedad de la atmósfera provocando que los caramelos se vuelvan pegajosos y muy suaves (Charley, 1987).

#### 1.4.1.1.2. *La sacarosa como ingrediente del fondant*

La sacarosa en el fondant tiene las siguientes funciones (Edward,2002):

- Contribuye al aporte de sólidos solubles.
- El tamaño del cristal y color depende de la fuente de sacarosa; se recomienda el uso de azúcar refinado para la elaboración de fondant.
- Aporta dulzura.
- Se ha visto también que actúa como catalizador cuando se adiciona durante el agitado porque aumenta la producción de fondant (Pennington, 1990).

#### 1.4.1.1.3. *Fuentes de Sacarosa*

Según el CODEX ALIMENTARIUS existen las siguientes fuentes de sacarosa: azúcar blanco, azúcar blando blanco, azúcar blando moreno y azúcar de caña sin refinar (Codex Stan 212-1999).

La literatura refiere también a un interesante desarrollo en los últimos años: el azúcar fondant, un polvo preparado a partir de azúcar refinado que contiene aproximadamente un 3 % del azúcar invertido o hasta un 10 % de jarabe de glucosa modificado (maltodextrina), utilizado para preparar fondant sin el uso de equipos complejos. Otro ejemplo es el azúcar microcristalino que tiene características especiales de fluidez, rápida solubilidad, baja densidad y buenas propiedades absorbentes (Minifie, 1999).

### 1.4.1.2. Agentes de interferencia

Como se ha mencionado antes, los agentes de interferencia son hidratos de carbono diferentes a la sacarosa u otros compuestos que al adicionarse a un jarabe tienen como función controlar y reducir la velocidad de la cristalización.

Algunos agentes de interferencia comunes en confitería son el jarabe de maíz y la miel, si el índice de glucosa y fructosa es alto, estos compuestos vuelven viscoso al jarabe e influyen en el punto de ebullición lo que genera diferencias entre un producto y otro como en el caso del fondant y del fudge (Charley, 1987).

#### 1.4.1.2.1. Glucosa

La glucosa es un monosacárido obtenido del almidón de maíz, patata y trigo. Su sacarificación se realiza enzimáticamente, con  $\alpha$ -amilasa y amiloglucosidasa microbiana o por hidrólisis ácida parcial con la enzima amiloglucosidasa. La enzima es obtenida de *Aspergillus niger* que actúa a un pH de 4.5 a 60° C proporcionando hidrolizados de hasta 94 a 96 por ciento de glucosa. Una vez purificado se concentra y cristaliza como monohidrato de  $\alpha$  - glucosa. La  $\alpha$  - glucosa anhidra puede obtenerse por desecación del monohidrato en corriente de aire caliente o por cristalización a partir de etanol, metanol o ácido acético (Belitz, 1992).

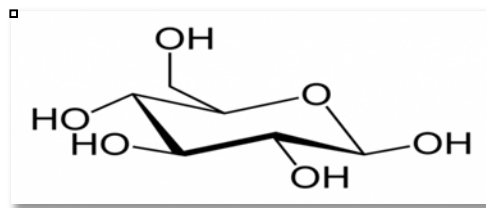


Figura 10. Estructura química de la glucosa.

La glucosa es un monosacárido con un poder edulcorante inferior que la sacarosa por lo que su uso principal en confitería no es el brindar dulzor sino que tiene otras funciones útiles en los caramelos (Edward, 2002):

- Contribuye al aporte de sólidos solubles.

- Presenta un efecto esencial en la estabilidad física, química y microbiológica.
- Permite mejorar el cuerpo y la palatabilidad.
- Mejora el color y brillo.
- Permite controlar la cristalización de los productos terminados.
- Ayuda a obtener una apariencia transparente.
- Regula el nivel de dulzura, humedad y textura (Edward, 2002).

#### 1.4.1.2.1.1. Fuentes de glucosa

##### **a) Jarabes de glucosa**

Los jarabes de glucosa son soluciones concentradas de D (+)- glucosa, maltosa y otros polímeros de D- glucosa que han sido refinados y obtenidos por control parcial de la hidrólisis del almidón comestible (Jackson, 1990). Se obtienen del almidón de maíz aunque algunos fabricantes europeos utilizan almidón de papa. Existen diferentes grados de conversión del almidón lo que repercute en las propiedades del jarabe de glucosa.

##### *a.1) Dextrosa equivalente.*

El DE o dextrosa equivalente se define como los azúcares reductores expresados como dextrosa, es decir, el grado de conversión del almidón a D- glucosa por medio de una hidrólisis indicado por la reducción de azúcares. Los jarabes de glucosa se especifican en términos de DE, cuanto mayor sea este menor será el número de hidratos de carbono superiores y por consiguiente será menos viscoso (Minifie, 1999).

La tecnología de las enzimas favoreció la producción de jarabes de glucosa de alta maltosa que tienen el mismo DE pero el dulzor se incrementa permitiendo una mayor sustitución de la sacarosa. La aplicación de las enzimas para la producción de jarabes se ha extendido hasta poder obtener una conversión de dextrosa a fructosa a

través de isomerasas conocidas como jarabes de maíz de alta fructosa (Edward, 2002).

#### *a.2) Clasificación de los jarabes de glucosa de acuerdo a su DE*

Los jarabes de glucosa se clasifican de acuerdo al DE, en:

1. Maltodextrina menos de 20 DE
2. Conversión baja de 20 a 38 DE
3. Conversión media de 39 a 58 DE
4. Un DE de 42 se conoce como jarabe “regular” o estándar
5. Alta conversión 59 a 65 DE
6. Alta fructosa de 75 a 96 DE

##### *a.2.1) Propiedades de acuerdo al grado de conversión del jarabe de glucosa.*

El grado de conversión modifica las propiedades de los jarabes permitiendo con esto usarlos para varios fines. En la Tabla 10 se muestra una comparación de las propiedades que presentan los jarabes de acuerdo a su grado de conversión, como se puede ver a medida que aumenta la conversión el jarabe es más dulce y menos viscoso, fermenta con mayor facilidad y es más higroscópico. Las conversiones más bajas de glucosa presentan mayor viscosidad, mayor cuerpo por tanto retrasan la cristalización y actúan mejor como estabilizadores de espuma.

##### *a.2.1.1) Maltodextrinas*

Las maltodextrinas tienen un DE de entre 3 a 20 obtenido por conversión enzimática (generalmente con  $\alpha$ -amilasa). Se presenta como un polvo seco derivado de una pulverización (con un porcentaje de humedad inferior al 5 por ciento). En la Tabla 11 se muestra la composición química de las maltodextrinas de acuerdo a su grado de conversión (Minifie, 1999).

Los jarabes con bajo DE y las maltodextrinas tienen alta viscosidad y poco dulzor, inhiben la cristalización de sacarosa y actúan como estabilizadores en

productos aireados como malvaviscos, tienen baja higroscopicidad y puede ser utilizado como esmaltes para la protección de caramelos. Debido a su viscosidad imparten cuerpo y una textura masticable, en algunos casos pueden incluso remplazar a la goma arábica (Minifie, 1999).

Propiedades	Bajo (30DE)	Regular (42DE)	Alto(65DE)
Dulzor	.—————>		
Control de la cristalización	<—————.		
Viscosidad	<—————.		
Humedad	.—————>		
Presión de vapor	<—————.		
Presión osmótica	.—————>		
Fermentabilidad	.—————>		
Disminución del punto de congelación	.—————>		
Pardeamiento	.—————>		

*\*La punta de la flecha nos indica para donde se incrementa cada propiedad.*

Tabla 10. Propiedades de los jarabes de glucosa con diferente grado de conversión DE, la dirección de la flecha indica la tendencia de las propiedades en relación con el grado de conversión (Minifie, 1999).



<b>DE</b>	<b>Dextrosa %</b>	<b>Maltosa %</b>	<b>Trisacáridos a heptasacáridos %</b>	<b>Polisacáridos (más de 6 hidratos de carbono) %</b>
<b>5</b>	Menos de 1	1-2	5-7	92
<b>10-13</b>	1-2	3-4	20	75
<b>17</b>	2-3	5-6	24	68
<b>20</b>	4-5	8-10	28	58

Tabla 11. Composición química de las maltodextrinas de acuerdo a su grado de conversión, DE (Minifie, 1999).

*a.2.1.2) Jarabe de glucosa deshidratado.*

El jarabe de glucosa deshidratado tiene un DE de entre 20 a 65, es secado por aspersión hasta que obtiene una humedad menor al 5 %. Este jarabe puede sustituir parte de la sacarosa en chocolates o dulces reduciendo la dulzura pero es muy higroscópico lo que dificulta su manejo.

*a.2.1.3) Jarabe de 42 DE*

El jarabe de 42 DE es considerado como el jarabe regular o estándar y se utiliza para diversos fines en confitería puesto que sus propiedades pueden mejorarse mediante la mezcla de jarabes de conversión de alto DE o bajo DE (Minifie, 1999).

En los dulces es una fuente de azúcares reductores, incrementa la vida de anaquel mediante la disminución de la actividad de agua y favorece la hidratación. Desde el punto económico los sólidos del jarabe de glucosa resultan más baratos que la sacarosa (Edward, 2002).

*a.2.1.4) Jarabes de conversión alta (50 DE)*

Los jarabes de alta conversión o de 50 DE son más dulces y fluidos que el regular pero siguen teniendo la capacidad de retardar la cristalización del azúcar. Su fluidez puede ser de utilidad para la elaboración de fondant (Minifie, 1999).

#### *a.2.1.5) Jarabe de alta maltosa (45 DE)*

Los jarabe de alta maltosa (45 DE) se obtienen de una conversión ácido enzimática en donde la enzima seleccionada produce maltosa en lugar de dextrosa, su dulzura se compara con la del jarabe 42 DE, genera bajo pardeamiento, proporciona sabores neutros y es útil en puntos de ebullición altos.

#### *a.2.1.6) Jarabe de alta fructosa*

Este jarabe es una mezcla de fructosa y dextrosa que se obtiene tratando un jarabe de glucosa de alto DE con una isomerasa que transforma la dextrosa en fructosa incluso hasta obtener un 100% de fructosa.

#### *a.3) Jarabe de glucosa en fondant*

En la elaboración de fondant el adicionar jarabe de glucosa permite incrementar la solubilidad de la sacarosa y controlar la cristalización.

La relación de jarabe de glucosa con la sacarosa no debe exceder del 25 : 75 ya que esto retrasará la cristalización durante el agitado, los jarabes con una proporción mayor de glucosa se pueden utilizar para elaborar fudge, en cambio las cremas de fondant se realizan con una proporción máxima de 8 : 1 de sacarosa : glucosa generando una textura muy fina y una vida útil limitada. La relación ideal para fondant se logra con una relación de sacarosa y jarabe de glucosa de 80 : 20 y con una humedad del 12 por ciento.

### **b) D-glucosa en polvo.**

Cuando el almidón de maíz es hidrolizado por completo con ácido y es cristalizado obtenemos el monosacárido de glucosa químicamente conocido como D-glucosa.

La glucosa no es tan dulce como la sacarosa ni tan soluble en agua a temperatura ambiente. La dextrosa monohidratada es el principal producto comercial, no obstante también se puede obtener dextrosa hidratada y anhidra (Minifie, 1999).

### **1.4.1.2.2. Azúcar Invertido**

#### *1.4.1.2.2.a. Ácidos*

Los ácidos modifican las propiedades funcionales de los azúcares utilizados en los procesos de confitería, tienen como principal función hidrolizar disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Agregar ácido al inicio del calentamiento para preparar jarabes de sacarosa incrementa el grado de inversión lo que aumenta la higroscopicidad; sino se controla la incorporación de ácido puede generar pegajosidad o en casos graves el "llorado" del caramelo.

Algunos ácidos utilizados en fondant son los siguientes:

- *Ácido láctico*: Efectivo a muy bajas concentraciones, usado como conservador en "fondant" de baja concentración.
- *Tartrato de sodio (crémor tártaro)*: El tartrato doble de sodio y potasio es una sal derivada del ácido tartárico. Excelente para la estabilización de espumas de clara de huevo o albúminas, se emplea en panificación como agente leudante y produce una ligera inversión (Curiel, 2012).

#### *1.4.1.2.2.b. Funcionalidad del Azúcar Invertido en los caramelos.*

Las funciones que tiene el azúcar invertido en la elaboración de caramelos son las siguientes:

- Ofrece mayor dulzor que la sacarosa; siendo más económico comparado con la unidad de sacarosa.
- Aumentar el sabor y el aroma.
- Mejora la frescura de los productos y les imparte suavidad.
- Mejora textura y palatabilidad.
- Previene la cristalización de la sacarosa.
- Incrementa la vida de anaquel de los productos horneados.

- Imparte color dorado (Curiel, 2012).
- Incrementa la solubilidad en agua de la sacarosa (Charley, 1987).

#### 1.4.1.2.2.c. Azúcar invertido en fondant

Las ácidos utilizados para llevar acabo la inversión dentro del proceso del fondant son el ácido cítrico y el ácido tartárico (tartrato de sodio), no obstante es poco fiable debido a que la cantidad de azúcar invertido que se produce puede variar por la pureza del azúcar, la temperatura de calentamiento, la dureza del agua utilizada y la concentración de iones hidrógeno presentes (Minifie, 1999). Un tiempo corto de calentamiento genera una cantidad de azúcar invertido insuficiente y por tanto un dulce grueso y granular. Por otro lado si el tiempo se prolonga la sacarosa casi no cristaliza generando un dulce suave y difícil de manipular, un 6 por ciento de azúcar invertido es ideal para incrementar la solubilidad de la sacarosa a temperatura ambiente de un 67 a un 80 por ciento (Charley,1987).

A nivel industrial el control de la inversión de la sacarosa se lleva a cabo mediante un análisis por HPLC que permite determinar los componentes de las mezclas de hidratos de carbono. El proceso de inversión *in situ* llega a oscurecer la solución de forma apreciable por lo que actualmente se incorpora ya el azúcar invertido para controlar mejor el proceso.

El jarabe de glucosa (jarabe de maíz), ha sustituido al azúcar invertido en las formulaciones de fondant aunque es menos dulce; la presencia de los hidratos de carbono complejos controlan mejor cristalización y dan una pasta de azúcar más viscosa (Minifie, 1999).

#### **1.4.1.2. Agua**

La función del agua en el fondant es solubilizar todos los ingredientes y formar así un jarabe. Es importante monitorear su pH porque puede afectar el proceso de inversión de la sacarosa, cuanto menor sea el pH mayor será la inversión a medida que se calienta la solución (Pennington, 1990).

### 1.4.2. Aditivos

El gran incremento en la población de los últimos años ha generado un cambio en la producción de los alimentos pasando de escala familiar a una escala industrial y a efecto de conservarlos más tiempo se les adicionan sustancias que alargan la vida de anaquel.

Hoy en día estas sustancias son llamadas aditivos y se pueden definir como aquellas sustancias que se añaden intencionadamente a los alimentos sin propósito de cambiar su valor nutritivo con la finalidad de modificar sus caracteres, técnicas de elaboración y/o para manejar su adaptación al uso al que son destinados. Se buscan aquellos de menor coste, siempre y cuando sea posible mantener la calidad deseada conservando y mejorando las propiedades de un alimento (Lindent, 1996).

De acuerdo a la FAO se define a un aditivo alimentario como cualquier sustancia del alimento que tenga o no valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento tenga un fin tecnológico (incluso organoléptico) en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o conservación de ese alimento (FAO,2000).

Los aditivos se pueden clasificar de acuerdo a su funcionalidad:

<b>Aditivos que modifican las características organolépticas</b>	<b>Colorantes</b> <b>Agentes aromáticos</b> Potenciadores del sabor Edulcorantes
	<b>Aditivos que mejoran el aspecto o caracteres físicos del alimento</b>

<b>Aditivos que evitan alteraciones químicas y biológicas</b>	Antiapelmazantes
	Conservadores Antioxidantes Sinérgicos de antioxidantes
	Reguladores de pH Gasificante
<b>Aditivos mejoradores o correctores de las propiedades del alimento</b>	

Tabla 12. Clasificación de los aditivos alimentarios de acuerdo a su funcionalidad (Lindent, 1996).

Existen diluyentes o soportes inertes empleados para disminuir la concentración de los aditivos alimentarios antes de su aplicación en los alimentos (Lindent, 1996).

### 1.4.2.1. Colorantes

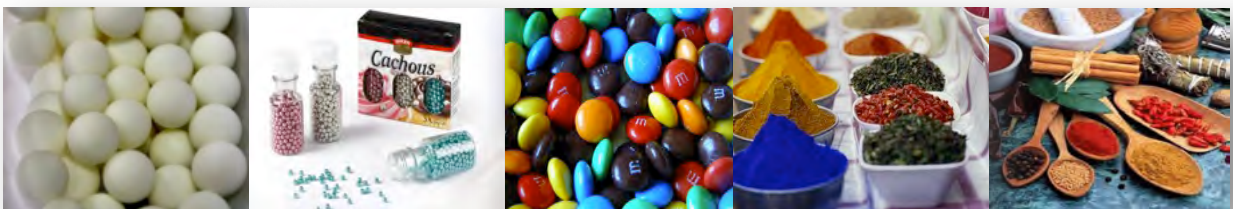
Los colorantes son sustancias que proporcionan, refuerza o varían el color (Lindent, 1996), y son utilizados en alimentos a menudo porque la coloración es un juicio de calidad sobre todo en alimentos naturales como frutas y verduras (Minifie, 1999).

En función de su procedencia, los colorantes se pueden clasificar en naturales y artificiales. Se entienden por *colorantes naturales* a aquellos que están presentes en la naturaleza y que se obtienen a partir de vegetales, animales o minerales, se incluyen también en este grupo a aquellos colorantes de igual composición química que los anteriores pero obtenidos por síntesis química.

Estos colorantes pueden agruparse en:

- Antocianos: coloraciones rojas y azules.
- Carotenoides: coloraciones del rojo-amarillo al naranja.
- Betalaínas: coloraciones del rojo al amarillo.
- Clorofilas: coloraciones verdes.
- Otros colorantes naturales: ácido carmínico, riboflavinas, curcumina y sales inorgánica (Berzas, 2012).

En la Tabla 13 se presenta una lista de pigmentos de gran importancia en confitería, que se obtienen de los minerales y que son considerados también como naturales.





Los siguientes pigmentos se utilizan principalmente para la coloración de la superficie de grageas, bolas de anís, grageas de chocolate y los cachous de plata.	
E 170	Carbonato de calcio
E 171	Dióxido de titanio
E 172	Dióxido de Hierro
E 173	Aluminio en polvo
E 174	Plata
E 175	Oro

Tabla 13. Pigmentos inorgánicos de origen mineral (Minifie, 1999).

Los *colorantes sintéticos ó artificiales* son sustancias obtenidas mediante síntesis química cuya estructura no corresponde a ninguna sustancia presente de forma natural. La coloración que brindan se debe a que presentan grupos cromóforos dentro de su estructura, el uso de estos colorantes se debe fundamentalmente a que tienen mayor fuerza de tinción, existen en mayor número de matices, presentan una mayor estabilidad que los naturales, son más intensos, económicos y se combinan fácilmente para crear una variedad de tonalidades. Por otra parte el uso de estos colorantes puede introducir en los alimentos sabores y olores procedentes de su origen (Berzas, 2012).

Los colorantes sintéticos o artificiales se pueden clasificar atendiendo a su estructura química en los siguientes grupos:

- Los colorantes azoicos: que van de la zona del amarillo, naranja, rojo y marrón, ejemplo de ellos esta la carmoisina, amaranto, ponceau 4R y amarillo naranja.
- Los colorantes con grupo triarilmetano: que presentan coloraciones verde brillante y azul, como el azul patente S y el Verde S.
- Los colorantes xantenos: que dan coloración roja como la eritrosina.

- Finalmente los derivados de la indigotina y quinoleína.

La FDA por otro lado clasifica a los colorantes permitidos en dos grupos: los que necesitan certificación (artificiales) y los exentos de certificación (naturales).

En general para elegir un colorante se debe tomar en cuenta su estabilidad en presencia de trazas metálicas, agentes oxidantes o reductores, luz, pH y temperaturas a las cuales son sometidos, también debe considerarse la sinergia que puedan tener con otros ingredientes, la intensidad del color que producen, la pureza (si es permitida), su costo, la características del medio y la solubilidad (Lindent, 1996).

Dependiendo del mercado al que va destinado un producto, los colorantes que se adicionen deben estar permitidos por la legislación. Para los colorantes que se aplican para la confitería en México no existe una Norma Oficial Mexicana que los regule por lo que se basa en la lista emitida por la FDA, a continuación se presenta una tabla con la lista de colorantes aceptados en Estados Unidos:

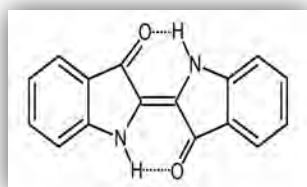
<b>Color</b>	<b>Estatus</b>
<b>FD&amp;C Rojo No.3</b>	Permanente
<b>FD&amp;C Rojo No.40</b>	Permanente
<b>FD&amp;C Azul No.1</b>	Permanente
<b>FD&amp;C Azul No.2</b>	Permanente
<b>FD&amp;C Verde No.3</b>	Permanente
<b>FD&amp;C Amarillo No.5</b>	Permanente
<b>FD&amp;C Amarillo No.6</b>	Permanente

Tabla 14. Lista de Colores Certificados de Estados Unidos (Minifie, 1999).

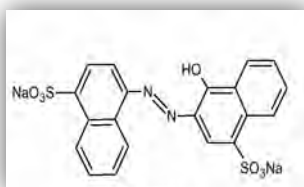
En las dos siguientes tablas se observan las listas de colores aceptados por la JECFA y la Unión Europea (UE), está última es completa e informa solubilidad, dosis y estabilidad de los colorantes mientras que la Tabla 15 nos da una idea de la coloración que brinda cada pigmento:

Clase		Color
<b>Aprobados por el Reino Unido</b>	Amarillo (Quinolina)	Amarillo verdoso
	Eritrosina	Rojo
	Indigotina	Rojo / azul
	Azul Brillante FCF	Azul
	Azul patentado 5	Azul
	Verde S	Verde
<b>Colores AZO</b>		
<b>Aprobados por el Reino Unido</b>	Tartrazina	Amarillo
	Amarillo Ocaso FCF	Naranja
	Amaranto	Rojo /Azul
	Negro Brillante BN	Morado /Negro
	Café FK	Café amarillo
	Café HT	Café
	Ponceau 4R	Rojo

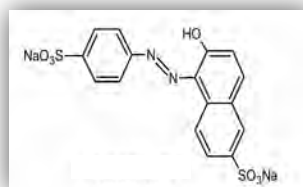
Tabla 15. Lista de colorantes permitidos de JECFA (Minifie, 1999).



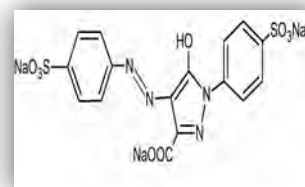
Índigo Carmín



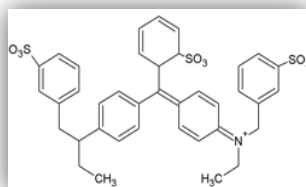
Carmoisina



Amarillo Ocaso FCF



Tartrazina



Azul Brillante

<b>Colores Rojos</b>			
<b>E120</b>	Carmin	Natural	Soluble en agua Resistente a la oxidación y a agentes reductores. Resistente al desvanecimiento. Dosis máxima 50mg/Kg.
<b>E122</b>	Carmoisina	Sintético	Soluble en agua e insoluble en soluciones no acuosas. Dosis máxima 20mg/Kg. o 100mg/1Kg en jalea.
<b>E123</b>	Amaranto	Sintético	Soluble en agua
<b>E124</b>	Ponceau 4R	Sintético	Soluble en agua Dosis máxima 50mg/Kg.
<b>E127</b>	Eritrosina <b>BS</b>	Sintético	Limitada solubilidad en agua. Dosis máxima 50mg/Kg. Evitar su uso en productos ácidos.
<b>Colores Amarillos y Naranjas</b>			
<b>E100</b>	Curcumina	Natural	Poca estabilidad en algunos medios Ligera solubilidad en agua Soluble en alcohol y grasa. Dosis máxima 50mg/Kg.
<b>E101</b>	Riboflavina	Natural y sintético	Soluble en agua. Resistente a otros ingredientes Dosis máxima 50mg/Kg.
<b>E102</b>	Tartrazina	Sintético	Soluble en agua. Resistente a otros ingredientes y a la luz.
<b>E104</b>	Amarillo (quinolina)	Sintético	Soluble en agua. Resistente a otros ingredientes y a la luz.
<b>Colores Verdes</b>			

<b>E110</b>	Clorofila	Natural	Ligeramente soluble en agua Sujeto a decoloración por luz. Dosis máxima 500 mg/Kg.
<b>E141</b>	Derivado de Clorofila	Natural	Soluble en agua. Sujeto a decoloración por luz. Dosis máxima 100 mg/Kg.
<b>E142</b>	Verde S Verde Brillante BS	Sintético	Soluble en agua. Sujeto a decoloración por luz. Dosis máxima 100 mg/Kg.
<b>Colores Azul</b>			
<b>E131</b>	Azul patentado 5	Sintético	Soluble en agua. Resistente a otros ingredientes pero para esto requiere medios ácido menores a pH 5 Dosis máxima 50 mg/Kg.
<b>E132</b>	Indigotina Carmín índigo	Natural y sintético	Soluble en agua Sujeto a decoloración por la acción de agentes reductores. Dosis máxima 100mg/Kg.
<b>Colores Café</b>			
<b>E150</b>	Caramelo	Natural	Soluble en agua. Dosis máxima 500mg/Kg.
<b>Colores Negro</b>			
<b>E151</b>	Negro Brillante BN	Sintético	Soluble en agua. Tiene tendencia a cambiar de color en soluciones calientes que contienen jarabe de glucosa. Dosis máxima 50mg/Kg.
<b>E153</b>	Negro Carbón	Natural	No es soluble en agua.

			Dosis máxima 1500mg/Kg.
<b>Colores de varios tonos</b>			
<b>E160</b>	Carotenoides	Natural (Sintético)	No es soluble en agua, es soluble en medios oleosos. Varios derivados del caroteno tienen colores que van del rango del amarillo al rojo-morado.
<b>E161</b>	Cantaxantina	Natural (sintético)	Es similar al carotenoide. Dosis máxima 500mg(Kg.
<b>E162</b>	Betanina	Natural	Soluble en agua. Rango de color del rojo al morado
<b>E163</b>	Antocianinas	Natural	Soluble en agua En condiciones ácidas el color es rojo y azulado en condiciones alcalinas. Dosis máxima 500mg/Kg.

Tabla 16. Lista de colores y sus propiedades básicas de la Unión Europea (antes CCE)(Minifie, 1999).

#### 1.4.2.1.1. Preparación de los colorantes utilizados.

Es limitante la coloración que se puede obtener con los colorantes permitidos en los alimentos lo que hace necesario mezclar colores en función de cada producto en confitería. En la preparación de mezclas se debe considerar el color, la tonalidad y evaluar si reacciona alguno de los colores de manera inusual con los ingredientes del caramelo.

#### 1.4.2.1.2. Problemas de los colorantes en productos de confitería

Algunos de los ingredientes de las golosinas asociados con determinados procesos pueden causar decoloración considerable de los colores si se utilizan dos o más colores primarios para formar un color el desvanecimiento de uno de ellos por

causa de algún compuesto de la formulación producirá un cambio del color (Minifie, 1999).

Por otra parte la intensidad de un color se ve afectada por la acción química y la condición física del confite, por ejemplo si un color aparece muy brillante en un fondant perderá brillo cuando se agite, de igual manera se ha encontrado que la presencia de sólidos como el azúcar refinado, el almidón o el dióxido de titanio tiene un efecto amortiguador para un color adicional.

En la siguiente tabla se pueden ver algunos ejemplos de colorantes utilizados en repostería y su grado de desvanecimiento a causa de factores externos.

<b>Color</b>	<b>No. EEC index</b>	<b>Solución de dióxido de azufre</b>	<b>Azúcar invertida en fondants</b>	<b>Inversión y luz</b>	<b>Caramelos duros y sacarosa/glucosa en fondants</b>	
Rojos <b>Amaranto</b> <b>Eritrosina</b>	E125 E127	2 1	1 1	1 1	Todos los colores son estables si el contenido de dióxido de azufre se reduce en el calentamiento	
Amarillos <b>Tartrazina</b> <b>Amarillo naranja</b> <b>FCF</b>	E102 - -	3 2	3 2	2 1		
Azul <b>Índigo</b> <b>carmin</b>	E132	1	2	2		
1: desvanecimiento rápido						
2: ligero o lento desvanecimiento						
3: insignificante decoloración						

Tabla 17. Efectos de la luz, del azúcar invertido y del dióxido de azufre sobre algunos colores utilizados en repostería (Minifie, 1999).

El azúcar invertido es ingrediente principal en una línea de productos de confitería, el dióxido de azufre, es un conservador que se elimina por calentamiento durante el proceso. El desvanecimiento del color por exposición a la luz en un tiempo prolongado es favorecido cuando el contenido de humedad es alto, de igual manera el pH puede afectar a los colorantes sobre todo si está por arriba de 6 (Minifie, 1999).

Existen otros problemas que pueden ocasionar la pérdida del color dentro de los alimentos, los cuales se describen en la siguiente tabla:

<b>Problemas</b>	<b>Causa</b>
<b>Precipitación de la solución del color o del alimento líquido coloreado</b>	Exceso del límite de la solubilidad Solvente insuficiente Reacción química Bajas temperaturas, especialmente para soluciones con color concentrado
<b>Opacidad en vez de sombras brillantes y agradables</b>	Color excesivo Exposición a altas temperaturas
<b>Manchado durante la coloración de productos de panadería y confitería</b>	El color no se disolvió completamente mientras se preparaba una solución. Utilizar color líquido que contiene sedimento. Intentar dispersarlo en una solución acuosa en productos que contienen exceso de grasa.
<b>Desvanecimiento debido a la luz</b>	Productos coloreados que no se protegen de la luz del sol.
<b>Desvanecimiento debido a metales</b>	Soluciones o productos que han sido coloreados y que están en contacto con ciertos metales (zinc, estaño, aluminio) durante la disolución, manipulación y



	almacenamiento.
<b>Desvanecimiento de microorganismo</b>	La limpieza de los dosificadores de color es insuficiente para evitar la contaminación de organismos.
<b>Desvanecimiento debido a un excesivo calentamiento</b>	Procesos de altas temperaturas.
<b>Desvanecimiento debido a la oxidación o la reducción de agentes</b>	El colorante tiene contacto con oxidantes tales como hipoclorito y ozono o reductores como SO <sub>2</sub> y ácido ascórbico.
<b>Desvanecimiento debido a ácidos y bases fuertes</b>	Presencia de estas sustancias durante la coloración de ciertos alimentos.
<b>Desvanecimiento debido a uso de autoclave y presencia de proteínas.</b>	Color inestable bajo estas condiciones.
<b>Corta vida de anaquel de bebidas carbonatadas de color envasadas en lata.</b>	Utilizar altas dosis de colorantes azo.

Tabla 18. Problemas que pueden presentar los colorantes en alimentos (Furia, 1975).

Es importante tomar en cuenta cada uno de estos problemas que pueden afectar el color de los alimentos a efecto de poder contrarrestarlos.

#### *1.4.2.1.3. Colores blancos utilizados en confitería*

##### **1.4.2.1.3.a. Bióxido de titanio**

El bióxido de titanio existe en la naturaleza como rutilo y anatasa (forma cristalina del bióxido de titanio), siendo la anastasa la más utilizada y se sintetiza a partir de la hidrólisis del sulfato de titanilo (Cubero, 2002).

Es un pigmento blanco de gran poder cubriente y se usa en alimentos viscosos y semisólidos en donde permanece disperso, se añade en líquidos combinados con

lacas para evitar la sedimentación, puede llevar ligeras cantidades de aluminio y/o silicio para mejorar las propiedades tecnológicas del producto, es estable a pH, a cambios de temperatura, a exposición de luz, a las condiciones redox por lo que tiene aplicaciones en pastelería y confitería.

#### **1.4.2.1.3.b. Carbonato de calcio**

El carbonato de calcio es de origen mineral y se encuentra presente en la naturaleza de forma abundante (es un molido de roca calcárea o la precipitación de iones calcio con iones carbonato). Es un polvo blanco microcristalino, insípido y estable en contacto con el aire, brinda una coloración blanca, puede ser utilizado como antiapelmazante, regula el pH, es fuente de calcio y es gasificante. Las sales de amonio y  $\text{CO}_2$  aumentan su solubilidad en agua y los hidróxidos la reducen. Es inestable a cambios de pH y puede llegar a descomponerse mientras que con cambios de temperatura es estable al igual que a la exposición a la luz y a condiciones redox. Es poco soluble en agua y su uso se centra en superficies de productos alimenticios (Cubero, 2002).

De acuerdo a lo anterior, el bióxido de titanio es el más idóneo para elaborar fondant, gracias a que puede utilizarse en alimentos viscosos y es estable a las temperaturas a las que son sometidos los jarabes por lo que se puede incorporar durante el proceso de calentamiento.

En la siguiente tabla se muestran las aplicaciones de algunos colorantes en varios tipos de productos, además de los requerimientos que deben tomarse en cuenta para la estabilidad del color y la dosis recomendada en cada caso.

<b>Tipo de producto</b>	<b>Tipo de alimentos</b>	<b>Requerimientos de estabilidad</b>	<b>Comentarios adicionales</b>	<b>Colores utilizados principalmente</b>	<b>Dosis de aplicación (mg/Kg. o mg/L)</b>
Bebidas carbonatadas y otras bebidas no alcohólicas	Listo para beber, máquina expendedora de concentrados, té instantáneos	Resistencia a la luz, ácidos, conservadores, aromas.	No deben acelerar la corrosión de recipientes de metal.	Tartrazina Amarillo Ocaso Ponceau Amaranto Carmoisina Azul brillante Verde S Café HT Amarillo quinolina.	10-200 proporcionalmente mayor en los concentrados.
Bebidas alcohólicas	Cerveza, Sidras, vinos fortificados	-	Uso limitado	Amarillo ocaso Carmoisina Amaranto Ponceau Carmín índigo.	Hasta 500
Confitería de azúcar	Caramelos toffes, gomas, jaleas, pastillas, regaliz, goma de mascar.	Temperatura, Dióxido de sulfuro, Aromas,		Tartrazina Amarillo ocaso Carmoisina Amaranto Ponceau Eritrosina Carmín índigo	50-300 algunos 1000
Mezclas secas, helados y congelados de confitería.	Natillas, mousses, revestimientos, cubiertas, decoraciones, helados, polos congelados, salsas, sorbetes, mezclas secas.	Resistencia a la luz, Dióxido de sulfuro, Agentes gelificantes, y emulsificantes.	Uso limitado	Ponceau Tartrazina Amarillo ocaso Carmoisina Amaranto	50-150
Productos de panadería.	Galletas (reellenos, recubrimientos,	Temperatura	Agentes gasificantes	Tartrazina Ponceau Amarillo ocaso	50- 150 porción 50-30 en cubierta.

	miga) obleas, pasteles, cereal para desayuno, ingredientes de repostería casera.			Carmoisina Amaranto	
Conservas de frutas, verduras y sopas	Natural, en jarabes o salmueras, rellenos de pasteles, purés, frutas para yogurt, sopas	Temperatura Ácidos	Requiere una coloración uniforme para la realización de licores.	<b>Fruta</b> Amarillo ocase Carmoisina Amaranto Ponceau Carmín índigo Eritrosina <b>Mezcla de vegetales</b> Amarillo ocase Tartrazina Verde S Amarillo 2G <b>Sopas</b> Amarillo ocase Verde S Carmoisina Ponceau Tartrazina Eritrosina Carmín índigo Amarillo ocase Carmoisina	10-200
Pescado y carne	Pulverizado, picada, esmalte, salsas, rellenos, pastas, embutidos, recubrimientos, para untar, patés, pastas, platos	Temperatura Conservadores	Debe mostrar estabilidad en salmueras (pescado) afinidad a proteínas, salsas, recubrimientos principalmente	<b>Carne</b> Verde 2G Eritrosina <b>Arenques</b> Café FK <b>Pescadilla</b> Tartrazina	Más de 50 en carne; 200 en pescado; puede ser más en salsas y revestimientos

	preparados.				
Productos de leche	Postres lácteos, mousses, leche, batidos, yogurt, quesos unttables, cremas no lácteas.	Temperatura Conservadores	Debe tener estabilidad a temperaturas de pasteurización	Ponceau Tartrazina Eritrosina Carmín índigo Amarillo ocaso Carmoisina Amaranto	20-200
Snack	Alimentos empaquetados, papás fritas	Resistentes a la luz. Temperatura	Por lo general se usa en la superficie	Tartrazina Ponceau Eritrosina Carmín índigo Amarillo ocaso Verde S Azul brillante	50-300, puede ser mayor en algunos productos empaquetados
Encurtidos y condimentos	Salsas, catsup, salsas picantes, mayonesas.	Temperatura Ácidos Resistente a la luz	Colorantes utilizados a menudo en forma de mezclas.	<b>Mayonesa</b> Amarillo 2G Tartrazina Amarillo 2G <b>Catsup</b> Ponceau Amarillo ocaso Tartrazina <b>Otras mezclas</b> Amarillo ocaso Verde S Tartrazina	50-300 puede ser mayor en mezclas (total de contenido de colorante)
Confitería de chocolate	Sólidos de leche, mezclados, surtidos rellenos, licores, barquillos	Temperatura	El chocolate no se le da color pero si cubierta y revestimiento.	Tartrazina Eritrosina Carmín índigo Amarillo ocaso Carmoisina Amaranto	Generalmente por debajo de 200

Tabla 19. Estabilidad, requerimientos y dosis de los colorantes así como el tipo de alimento al que se destina.

### **1.4.2.2. Estabilizantes**

Los estabilizantes se definen como aquellas sustancias que impiden el cambio de forma o la naturaleza química de los productos alimenticios, inhibiendo reacciones o manteniendo el equilibrio químico (Lindent, 1996), se emplean en la tecnología de alimentos y bebidas para sistemas dispersos como suspensiones (sólido-líquido), emulsiones (líquido-líquido) o espumas (gas-líquido) ayudando a mantener así una textura constante.

La textura esta relacionada con la consistencia, la viscosidad y la palatabilidad que se aprecian por el tacto, vista y las diferentes partes de la cavidad bucal (Schmidt-Hebbel, 1990).

#### *1.4.2.2.1. Emulsionantes*

Los emulsionantes son aquellas sustancias que añadidas a los alimentos hacen posible la formación y/o mantenimiento de una dispersión uniforme entre dos o más sustancias inmiscibles. Las sustancias con capacidad emulsionante presentan una estructura dipolar donde se distingue una parte hidrófila y otra lipofílica (Cubero, 2002).

#### *1.4.2.2.2. Estabilizadores de la humedad*

Los alcoholes polivalentes como la glicerina, manitol y especialmente el sorbitol retienen la humedad de los alimentos para así estabilizarlos frente a variaciones del medio ambiente (Schmidt-Hebbel, 1990).

#### **1.4.2.2.2.1. Polioles**

Los monosacáridos se reducen a sus correspondientes alcoholes por acción de  $\text{NaBH}_4$  o de hidrógeno o bien de forma catalítica o electrolítica. Se utilizan entre otras cosas como edulcorantes en alimentos dietéticos, para disminuir la actividad de agua en alimentos de humedad intermedia, como humectantes, plastificantes, inhibidores de la cristalización y mejoradores de la rehidratación de productos desecados (Belitz,

1997), brindan cuerpo y viscosidad, actúan como secuestrantes, antioxidantes y presentan efectos conservadores. En la siguiente tabla se muestran las propiedades funcionales que tienen los polioles más importantes (Furia, 1975).

	<b>Propilenglicol</b>	<b>Glicerina</b>	<b>Sorbitol</b>	<b>Manitol</b>
<b>Modifica la cristalización</b>		X	X	
<b>Humectante (resistente a la humedad)</b>	X	X	X	X
<b>Plastificante</b>		X		
<b>Solvente</b>	X			
<b>Agente para dar cuerpo</b>			X	
<b>Agente para dar volumen</b>			X	X
<b>Rehidratación</b>		X	X	

Tabla 20. Propiedades funcionales de los polioles.

La mayoría de los polioles que tienen más de tres carbonos en su cadena están disponibles en forma cristalina y en jarabe, la elección de su estado dependen de la economía, la manipulación y el contenido de humedad deseado en los productos finales.

Los polioles contribuyen a mejorar la calidad y la vida útil de los productos de confitería a base de azúcar. Cuando están mezclados con la sacarosa actúan como modificadores de la cristalización y ejercen una influencia beneficiosa en la textura y en la estabilización de la masa.

Algunos alimentos como el fondant son dependientes del equilibrio entre los cristales de sacarosa y el jarabe para mantener sus características de textura, la cristalización de estos confites continua durante el almacenamiento generando una limitada vida de anaquel, la adición de glicerina o sorbitol puede incrementar el tiempo de almacenamiento por más compleja que sea la naturaleza cristalina del dulce

reduciendo así su tendencia a endurecer. Se han realizado estudios del desarrollo de cristales de sacarosa con la presencia de sorbitol y se observan diferencias favorecedoras con aquellos caramelos que no lo contienen (Furia, 1975).

#### 1.4.2.2.1.a. Polioles: Sorbitol

El sorbitol es un polialcohol de seis carbonos ampliamente distribuido en la naturaleza principalmente se encuentra en el serbal o el fresno de montaña pero a nivel comercial se obtiene por la reducción química de la glucosa (Branen, 2002).

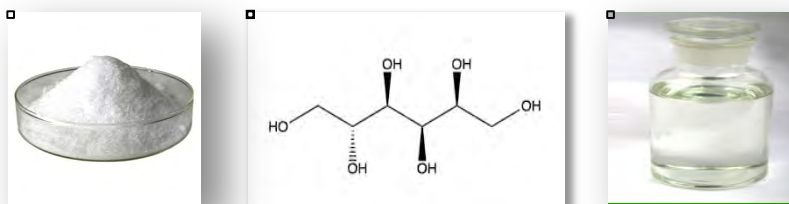


Figura 11. Estructura química del sorbitol

Comercialmente el sorbitol se encuentra en forma cristalina y en jarabe. La forma cristalina se utiliza para la fabricación de chocolates donde el contenido de pureza y humedad son críticos por otro lado el jarabe de sorbitol se utiliza como suavizante, para reducir la pérdida de humedad y en la fabricación de chicles sin azúcar (Branen, 2002).

La FAO/OMS ha dado una IDA no específica al sorbitol lo que implica que no se ha encontrado causa de daño a la salud, sin embargo, el límite de la ingesta recomendada de sorbitol es de 3 onzas por día (Minifie, 1999), ya que el uso excesivo de este poliol genera flatulencias, diarrea y distensión abdominal (Branen, 2002). El sorbitol es precursor del glucógeno y la fructosa pero su lenta conversión no agota al páncreas lo que permite que los alimentos endulzados con sorbitol sean adecuados para diabéticos.

Generalmente el sorbitol es considerado como ingrediente cuando es usado como edulcorante pero en Estados Unidos es considerado un aditivo alimentario tipo GRAS (Minifie, 1999).



El sorbitol se ocupa en la fabricación del chocolate destinado para diabéticos, brinda un moderado sabor dulce y proporciona cierta viscosidad. El sorbitol modifica las propiedades de cristalización cuando se añade en jarabes que contienen sacarosa, así también reduce la aglomeración de cristales durante el almacenamiento presentando un efecto humectante y estabilizante (Branen, 2002).

El sorbitol como humectante se utiliza en alimentos, papeles, textiles y tabaco pero no debe sobrestimarse su propiedad humectante ya que no difiere mucho del azúcar invertido que es de menor costo. Para hacer uso de un humectante en alimentos es necesario examinar sus efectos en el producto terminado a efecto de identificar si es conveniente su aplicación.

Otras propiedades que tiene el sorbitol además de su poder humectante son el efecto de enfriamiento cuando se adiciona a una solución, su alta solubilidad lo hace adecuado para confituras de gelatina o gomas de mascar, gracias a la viscosidad del jarabe de sorbitol puede retardar la cristalización (Minifie, 1999), impide la desecación y retarda el envejecimiento a causa de los mono o diglicéridos de una masa de pan en rebanadas (de molde), tan solo un 3 a 6% de sorbitol protege de la desecación a las salsas, pastas y mayonesas (Schmidt-Hebbel, 1990).

#### 1.4.2.2.2.1.b. Polioles: Glicerina

La glicerina es otro poliol que tiene propiedades humectantes, puede controlar la cristalización y sirve como plastificante, presenta sabor agridulce, alta solubilidad en agua (71g en 100g de agua a 25° C) (Igoe, 1989). Su viscosidad es inferior a la del jarabe de sorbitol al 70%, no es cristalizable y es compatible con ingredientes de confitería a las condiciones utilizadas para fabricar dulces (Less, 1973).

Es utilizada en la industria alimentaria para evitar la pérdida de humedad y en confitería ayuda también a mantener el nivel de cristalización de las pastas de azúcar y disolver saborizantes. Se puede utilizar en productos horneados, malvaviscos y caramelos (Igoe, 1989).

#### 1.4.2.2.3. *Espesantes*

Los espesantes son compuestos fácilmente solubles que inhiben zonas de cristalización (Cubero, 2002), y se adicionan a los alimentos para aumentar la viscosidad (Madrid, 1999).

La retención de agua depende de la estructura de un espesante por lo que influye directamente en las características reológicas y de textura que impartirá al producto acabado.

##### **1.4.2.2.3.1. Hidrocoloides**

Los hidrocoloides o gomas son polímeros solubles o dispersables en agua, generalmente son sustancias polisacáridas pero también pueden incluirse a los almidones y algunas proteínas como la gelatina. Este grupo tiene una gran importancia tecnológica en la industria de los alimentos gracias a las propiedades funcionales que presenta (Cubero, 2002), no solo actúan como espesantes, sino también como emulsificantes, gelificantes, dan cuerpo al alimento, actúan como agentes de suspensión y aumentan la capacidad para la dispersión de gases en sólidos o líquidos.

Las gomas permiten alargar la vida de anaquel puesto que retardan o evitan procesos como (Pasquel,2001):

7. La cristalización del agua o de la sacarosa.
8. La sedimentación gravitacional de partículas en suspensión.
9. El encuentro entre partículas, gotitas o burbujas en un medio fluido.
10. La floculación, la coagulación o la coalescencia de fracciones dispersas.
11. La desagregación de agregados.
12. El descremado.
13. La pérdida de pequeñas moléculas o iones debido a cambios en el potencial químico o debido a la formación de una película impermeable.
14. Y la sinéresis en geles.

### 1.4.2.2.3.1.a. Clasificación de las gomas

Las gomas se clasifican de acuerdo a la fuente de la cual fueron extraídas tenemos que existen gomas extraídas de plantas marinas, de semillas de plantas terrestres, de procesos microbiológicos y por modificación química de productos vegetales.

#### 1.4.2.2.3.1.a.1. Gomas extraídas de plantas marinas

Los alginatos, la goma agar y la goma carragenina son gomas extraídas de plantas marinas como las algas rojas y las marrones.

#### 1.4.2.2.3.1.a.2. Gomas extraídas de semillas de plantas terrestres

Un segundo grupo de gomas son las extraídas de semillas de plantas terrestres, las cuales son galactomanas obtenidas de las semillas de ciertas plantas (Pasquel, 2001).

### Goma arábica

La goma arábica o goma acacia, considerada la más vieja y la mejor conocida de las gomas, es la savia exudada de varias especies de árboles de la Acacia que tiene la función de prevenir el resecamiento de sus tejidos cuando son cortados (Belitz, 1997).

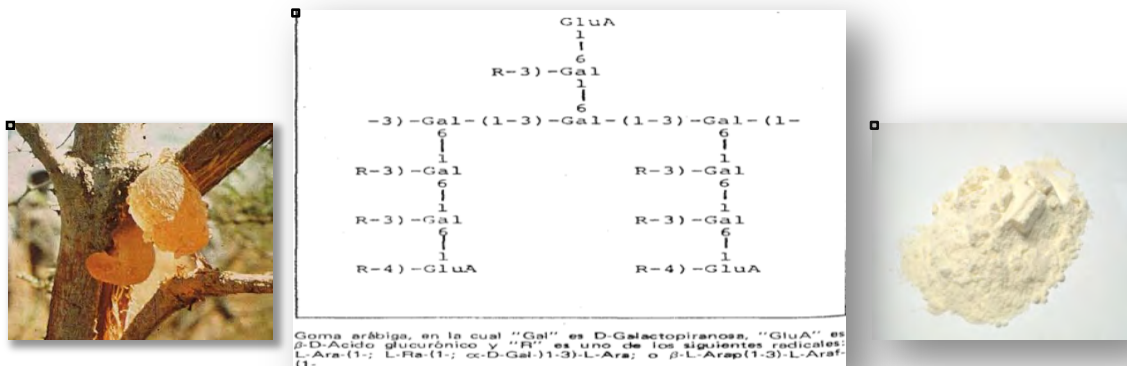


Figura 12. Estructura química de la goma arábica.

Químicamente la goma arábica es una sal neutra o levemente ácida de un

polisacárido complejo que contiene iones calcio, magnesio y potasio; está formada por seis carbohidratos: galactosa, ramnosa, arabinopiranososa, arabinofuranosa, ácido glucurónico y ácido 4-o-metilglucurónico (Figura 12).

Esta goma es un material heterogéneo que generalmente consiste de dos fracciones: una que representa el 70 % de la goma y está compuesta de cadenas de polisacáridos con poco o ningún material nitrogenado y una segunda fracción que contiene moléculas de elevado peso molecular y proteínas como parte de su estructura integral.

La goma arábiga se disuelve rápidamente en agua fría o en agua caliente, es la menos viscosa y más soluble de las gomas, incluso es posible obtener soluciones del orden de 55% de concentración de goma arábiga y poder compararlo con otros hidrocoloides comunes de alta viscosidad pero estos en un orden del 5 % (Pasquel, 2001).

La mitad de la producción de goma arábiga en el mundo es utilizada en la preparación de dulces y confites utilizándose principalmente para retardar la cristalización del azúcar y promover la emulsificación. En la industria de los saborizantes la goma arábiga se usa como fijador y encapsulante para evitar la oxidación y volatilización, mientras que en la elaboración de la cerveza promueve la estabilización de la espuma, debido a su componente proteico esta goma es usada como emulsionante y estabilizante en bebidas no alcohólicas en donde se consume un 30% del total de la goma arábiga en el mundo.

### *Goma tragacanto*

Es un exudado producido por algunas especies de arbusto del género *Astragalus*, leguminosa perenne oriunda del Asia menor y de las regiones montañosas y semidesérticas del Irán, Siria y Turquía.

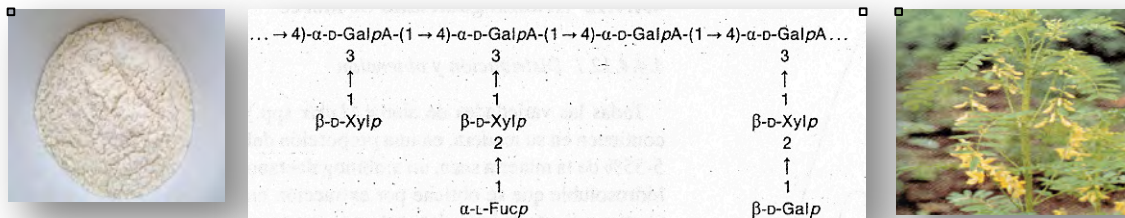


Figura 13. Estructura química de la goma tragacanto.

Está formada de una mezcla de polisacáridos el ácido tragacántico, insoluble en agua y responsable por la propiedad absorbente y la arabinogalactana que es un polímero soluble en agua y responde por la solubilidad de la goma. La goma tragacanto produce la más alta viscosidad de todos los hidrocoloides extraídos de plantas y produce soles coloidales viscosos con textura similar a geles blandos, es soluble en agua fría, estable al calor y al pH ácido (debajo de pH 2) y es buen emulsionante (Pasquel, 2001).

La goma tragacanto se utiliza fundamentalmente como espesante y estabilizante en salsas para ensaladas (0.4-1.2 %) y en rellenos de pastelería, su adición en helados ayuda a obtener una consistencia más blanda (Belitz, 1997).

### Goma guar

Procede del endosperma de las semillas de guar, planta que crece principalmente en la India y Pakistán, perteneciente a la familia de las leguminosas. La goma guar es un galactomano que consiste en una cadena de manosa ramificada con unidades de galactosa en proporción 2:1. Estas ramificaciones permiten la separación de las cadenas principales y por consiguiente, su hidratación (Pasquel, 2001).

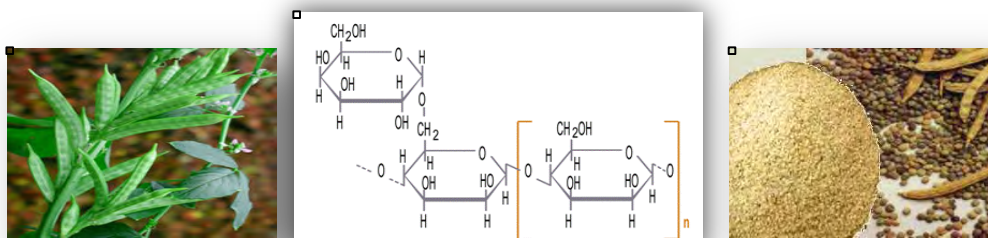


Figura 14. Estructura química de la goma guar.

La goma guar presenta una elevada afinidad con el agua, proporciona una alta viscosidad en sistemas acuosos o lácticos incluso en dosis bajas presenta un comportamiento pseudoplástico. Esta goma se utiliza principalmente como agente espesante y su viscosidad esta en función de la temperatura, puede usarse en una amplia gama de productos ya que permanece estable en un rango de pH de entre 3 a 11. Es soluble en agua fría pero si los tratamientos térmicos son fuertes puede perder parte de su viscosidad, es poco sensible a los efectos mecánicos y tiene buena resistencia a los ciclos de congelación-descongelación, presenta también muy buena estabilidad cuando los productos se almacenan a temperatura ambiente.

Sus aplicaciones más comunes son en los quesos frescos y fundidos, helados, salsas, aderezos, bebidas, productos de panadería y pastelería (Cubero, 2002).

#### 1.4.2.2.3.1.a.3. Gomas obtenidas a partir de procesos microbiológicos

##### *Goma xantana*

Es producida por la fermentación de los hidratos de carbono que se lleva a cabo por la bacteria *Xantomonas campestris*, está constituida por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos y aún cuando no sea un agente gelificante, en combinación con la goma de algarrobo, puede formar geles elásticos y termorreversibles.

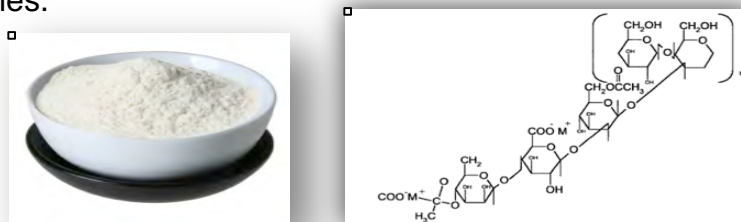


Figura 15. Estructura química de la goma xantana.

Es completamente soluble en agua fría o caliente y produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones además de poseer una excelente estabilidad al calor y al pH, su viscosidad no varía en un rango de temperatura de 0 a 100 °C y en un rango de pH de 1 a 13. Es utilizada en muchos productos como espesante,

estabilizante y agente para mantener suspensiones (Pasquel, 2001).

La goma xantana es estabilizador de turbidez, como de emulsiones de aceites etéreos en bebidas y su gran estabilidad térmica es útil como agente espesante en conservas, su adición en geles de almidón incrementa su estabilidad frente a la congelación-descongelación, forma geles en postres instantáneos al mezclarse con goma de algarrobo, pirofosfato tetrasódico y leche, sus propiedades pseudoplásticas pueden ser de interés en salsas para ensaladas por que tiene alta viscosidad en reposo pero al generar un esfuerzo mecánico da lugar a la caída de la viscosidad dándole facilidad para fluir (Belitz, 1997).

*1.4.2.2.3.1.a.4. Gomas obtenidas por modificación química de productos vegetales.*

Destacan en este grupo las modificaciones químicas de la celulosa y de la pectina conducentes a obtener hidrocoloides con propiedades gelificantes.

*Gomas celulósicas*

Son las más utilizadas de este grupo y forman una familia de productos obtenidos por modificación química de la celulosa, las más importantes en esta clasificación son la carboximetilcelulosa, metilcelulosa e hidroxipropilmetilcelulosa (Pasquel, 2001).

### **Carboximetilcelulosa (CMC)**

Uno de los derivados más importantes es la carboximetilcelulosa (CMC) en forma de su sal sódica:  $R-O-CH_2-COO^-Na^+$ , la cual permite obtener una mejor solubilidad (Fennema, 2000). Pero su solubilidad en agua y las características de sus soluciones (viscosidad) no sólo dependen de su grado de sustitución sino también de la uniformidad de distribución de sus grupos carboximéticos en la cadena polimérica de la celulosa (Schmidt-Hebbel, 1990).

La estabilidad de sus soluciones dependen de que el pH sea constante, cercano a la neutralidad o ligeramente alcalino, con un óptimo de 7 a 9 y un margen posible de 5 a 11; un calentamiento prolongado a altas temperaturas produce pérdidas irreversibles de la viscosidad por despolimerización de su estructura, el ataque por bacterias, hongos y levaduras puede ser posible por lo que conviene adicionar benzoatos y sorbatos, es recomendable también protegerlas del oxígeno y de la luz solar. Los cationes monovalentes forman sales solubles de CMC, generando que el ión  $\text{Ca}^{2+}$  produzca enturbiamiento y los trivalentes como  $\text{Fe}^{3+}$  o  $\text{Al}^{3+}$  precipiten o formen geles (Schmidt-Hebbel, 1990).

La carboximetilcelulosa sódica en general es utilizada como espesante, estabilizante, gel y modificador de las características de flujo de soluciones acuosas o suspensiones.

### Metilcelulosa

La metilcelulosa (MC) y la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) son las únicas gomas que gelifican con el calor y al enfriarse retornan a su viscosidad original, lo que las hace muy importante en alimentos fritos (Pasquel, 2001).

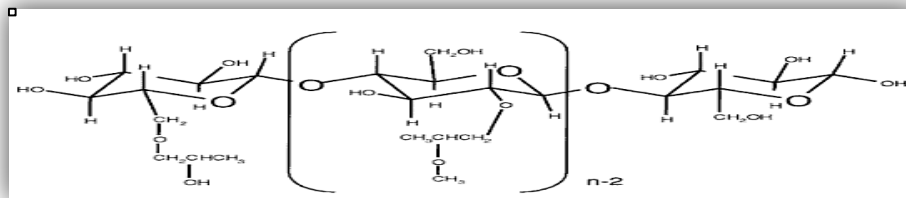


Figura 16. Estructura química de la hidroxipropilmetil celulosa

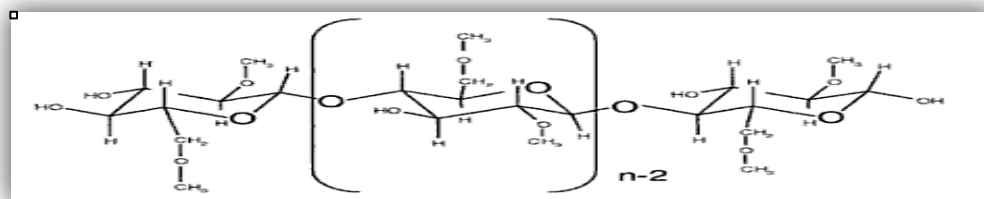


Figura 17. Estructura química de la metilcelulosa



En la siguiente tabla se pueden ver la dosis máxima para algunas gomas y polioles utilizados en alimentos.

<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS MÁXIMA (g / kg)</b>
<b>Acido algínico, alginato sódico, alginato potásico, alginato amónico, alginato cálcico, alginato propilenglicol</b>	10
<b>Agar agar</b>	10
<b>Goma guar</b>	10
<b>Goma tragacanto</b>	10
<b>Goma arábica</b>	10
<b>Goma xantana</b>	8
<b>Sorbitol</b>	50
<b>Glicerol</b>	50
<b>Celulosa microcristalina</b>	5
<b>CMC</b>	5, y máximo 1.5% calculado sobre la harina utilizada

Tabla 21. Dosis máxima en alimentos de hidrocoloides y polioles (Madrid, 1999).

#### *1.4.2.2.3.1.b. Aplicación de los hidrocoloides*

- Las gomas son usadas comúnmente para mejorar la viscosidad de los jarabes, de las crepas y los helados en donde proporcionan características de flujo y de adhesión necesarias además de que ayudan a retardar la cristalización del azúcar.
- La goma xantana y la carboximetilcelulosa brindan mayor claridad que la goma guar o la goma algarrobo.
- Las características de cizalla y reblandecimiento de las gomas xantana, guar y carboximetilcelulosa son de utilidad en la producción de pasteles a nivel industrial, gracias a ellas pueden ayudar a controlar propiedades reológicas del batido ya que conlleva procesos de mezclado, bombeo y llenado que pueden afectar considerablemente al producto.
- Facilitan la hidratación de los ingredientes secos y controlan la humedad del producto final. Mantienen uniformemente la humedad en toda la pasta lo que favorece al volumen y a la textura, ayudan a la estabilización de las burbujas de aire formadas durante el mezclado dando lugar a una masa más fina. El control de la humedad en un pastel contribuye a mantener una textura y apariencia aceptable y prolonga su vida de anaquel (Macrae, 1993).
- En panadería y pastelería la adición de espesantes como goma xantana, CMC o alginatos mejoran la consistencia, mantienen la humedad y dan estabilidad durante el almacenamiento retardando así el envejecimiento de los productos. En pastelería también facilitan la suspensión y evitan la pérdida de sustancias aromáticas y sápidas por volatilización.
- Para estabilizar espumas en alimentos azucarados se recurre a la goma tragacanto y a la metilcelulosa, mientras que la goma arábica por su solubilidad se usa para regular la cristalización de la sacarosa en pastillas de gomas y

caramelos, además se aplica como aglutinante en las coberturas de azúcar (Schmidt-Hebbel, 1990).

### **1.4.2.3. Agentes aromáticos**

Los agentes aromáticos se definen como aquellas sustancias que proporcionan aroma y sabor a los productos alimenticios en donde son incorporados. Los sabores se pueden clasificar en dulces, amargos, ácidos y salados (Lindent, 1996).

En el caso del fondant para cubierta de pasteles los agentes aromáticos sugeridos de acuerdo a la Tabla 3 son cítricos o frutales y ácidos o dulces.

## CAPÍTULO II. Discusión

=

### 2.1. Contraste de procedimientos para elaborar fondant

La revisión en la literatura de algunos procedimientos para elaborar fondant permitió hacer un análisis más completo y tomar puntos de cada uno de ellos. Se observa que en algunos casos, como en los diagramas 2 y 3 no se realiza una descripción detallada del procedimiento lo que puede dificultar la elaboración.

En términos generales de la revisión destaca lo siguiente: el procedimiento 1 es general pero completo porque contiene las cuatro etapas clave (calentamiento, enfriamiento, agitado y madurado), las cuales brindan propiedades de textura específicas y maneja los principales ingredientes (sacarosa, agua y glucosa), pero omite describe el tipo de fuente. En cambio en el procedimiento 2 aunque no es detallado en el proceso, sí en algunas fuentes como el uso de azúcar pulverizado que mejora el tamaño de los cristales de sacarosa y la goma tragacanto que ayuda a dar cuerpo al jarabe y a controlar la cristalización. En el caso del procedimiento 3 únicamente destaca el manejo de glicerina que sirve principalmente como humectante; la grenetina por otro lado no es recomendable para caramelos toda vez que son sometidos a altas temperaturas quedando con esto descartada. Finalmente el procedimiento 4 presenta todas las etapas clave lo que lo hace completo pero no se mencionan las fuentes ni las proporciones de los ingredientes, lo más sobresaliente es que se trata de un proceso a nivel industrial y se utiliza dióxido de azufre como conservador.

Con base en lo anterior podemos resumir que para mejorar la calidad del fondant se requieren tener incluidas en el proceso las etapas de calentamiento, enfriamiento, agitado y madurado para mejorar las características sensoriales. En cuanto a los ingredientes, además de los principales, se necesitan humectantes, hidrocoloides y conservadores para alargar la vida de anaquel.

## 2.2. Valoración de ingredientes y aditivos para fondant

La elección de los ingredientes y aditivos que sugerimos en la Tabla 21 se ha retomado de la literatura, con lo cual tenemos lo siguiente:

La fuente de sacarosa debe ser aportada en una proporción 1:3 de azúcar pulverizado y azúcar refinado, lo que favorecerá la reducción del tamaño de los cristales por el uso del azúcar pulverizado, manteniendo el color característico principalmente gracias al azúcar refinado. La sustitución completa del azúcar refinado por azúcar pulverizado no es factible ya que generaría apelmazamiento ocasionando una reducción en la vida de anaquel, lo que descarta el procedimiento 3.

Los agentes de interferencia que se recomiendan para este tipo de fondant son el jarabe de glucosa 42DE y la goma arábica, debido a que el jarabe de glucosa 42DE incrementa la vida de anaquel controlando la cristalización de manera efectiva y brindando cuerpo.

Todos los jarabes con grado de conversión inferior al jarabe estándar o 42 DE e incluso uno de 50 DE pueden utilizarse como agentes de interferencia por que controlan la cristalización pero la elección de un jarabe también debe apoyarse en el costo, por lo que el jarabe 50 DE queda descartado ya que entre mayor es el grado de conversión mayor es el precio. Sin embargo pueden considerarse los jarabes con bajo grado de conversión, por ejemplo, las maltodextrinas llegan a reemplazar a la goma arábica gracias a las propiedades similares que presentan entre ellas, pero al ser más viscosa que el jarabe estándar podría modificar las características.

Además del jarabe de glucosa 42 DE se plantea la incorporación de la goma arábica. Esta goma favorece el control de la cristalización además de que mejora las características de textura, de conformidad con la literatura dicha goma junto con la CMC son las más recurridas para este propósito. Sin embargo en el procedimiento 2 se hace uso de la goma tragacanto que aporta de igual manera viscosidad,

necesitando de menor cantidad para igualar a la goma arábica, no obstante esto puede llegar a complicar su incorporación.

En el procedimiento 3 se hace alusión de la grenetina, pero ésta no es recomendable para las temperaturas a las que son sometidos los jarabes en confitería porque reducen en gran medida su poder gelificante. Así también, la goma xantana puede ser considerada gracias a la viscosidad y a la resistencia que tiene frente a cambios de calor.

De acuerdo a la Tabla 3 el uso del azúcar invertido no es recomendable como agente de interferencia en la formulación de cubiertas para pastel debido a su alto grado de higroscopicidad lo que puede ser contraproducente ya que estará expuesta directamente al ambiente. Al excluir el azúcar invertido se debe considerar el uso de algún humectante.

Uno de los principales problemas del fondant es la facilidad que tiene para perder o ganar humedad lo cual se agrava cuando es destinado a cubiertas, para reducir este percance se agregan humectantes. De los principales humectantes en la confitería de azúcar se encuentran los polioles, principalmente el sorbitol y la glicerina. Comparando estos dos compuestos encontramos que ambos mantienen la humedad y ayudan a controlar la cristalización de la sacarosa, sin embargo, el uso de glicerina permite retener sabores que puedan adicionarse pero da menos cuerpo a la pasta a diferencia del sorbitol.

El sorbitol se puede encontrar cristalizado o en jarabe, este último es el que se utiliza en caramelos, por lo que se propone utilizar glicerina con la finalidad de retener a los saborizantes que se adicionen posteriormente.

El color es importante para la aceptación de un producto en el mercado; para realizar cubiertas de fondant clasificar en dos grupos a los colorantes que pueden utilizarse permite un mejor análisis. En el primero grupo se encuentran aquellos que refuerzan el color blanco de la pasta y sirven como amortiguadores de otros

colorantes, en este grupo básicamente tenemos al bióxido de titanio, colorante natural estable a las condiciones de temperatura a las que son sometidos los jarabes de sacarosa además de que también permanece distribuido en productos semisólidos como el fondant.

El segundo grupo esta conformado por los colorantes que tienen la función de decorar. En este caso se recomienda colores como la tartrazina, amarillo oca, carmoisina, amaranto, ponceau, eritrosina y carmín índigo que pueden ser utilizados en dosis de 50 a 300 mg/kg y aquellos colorantes que se degradan fácilmente como el amaranto, la eritrosina y el amarillo naranja FCF en dosis de hasta 1000 mg/kg.

Existen factores externos y propios del fondant que pueden afectar el color. En este trabajo se propone el uso de ingredientes como el azúcar refinado, el azúcar pulverizado y el jarabe de glucosa que favorecen el color característico de la pasta. Otro factor que tiene repercusión en la coloración es el grado de inversión que tiene naturalmente la sacarosa durante el proceso, el azúcar invertido producido afecta el color por lo que se debe controlar el tiempo en el que se lleve el calentamiento. En cuanto a los factores externos que alteran la coloración está la exposición a la luz, la cantidad de agua residual insuficiente y el crecimiento de microorganismos durante el almacenamiento.

Finalmente debemos considerar el uso de agentes aromáticos que ayudan a contrarrestar el dulzor de la pasta el cual puede no agradar al paladar, los saborizantes frutales y cítricos son los más recomendados para este propósito.

### **2.3. Etapas clave para elaborar fondant**

Existen cuatro etapas en el desarrollo de fondant (calentamiento, enfriamiento, agitado y madurado), que son imprescindibles debido a que repercuten directamente en la textura de la pasta. A continuación se expondrán aspectos de cada una de ellas.

En primer lugar, en todo proceso de elaboración de fondant no debe faltar un calentamiento hasta alcanzar una temperatura de 120° C ( temperatura ideal para



cubiertas). Con la cocción se obtiene un jarabe de sacarosa que incorpora a todos los ingredientes gracias a la agitación constante que se lleva a cabo. Sin embargo, el aspecto más importante de esta etapa es obtener una concentración de sacarosa necesaria para favorecer la cristalización más adelante.

La siguiente etapa es el enfriamiento del jarabe a una temperatura de 40° C, con la finalidad de adquirir un jarabe sobresaturado y favorecer el cristalizado posterior. En esta fase no debe existir agitación por que sí se presenta es generada una cristalización prematura y en consecuencia el número de núcleos formados de sacarosa se verá reducido produciendo una pasta arenosa.

Al aumentar la temperatura de calentamiento de 116° C a 120° C de acuerdo a la Tabla 2, se incrementa la concentración de sacarosa produciendo mayor inestabilidad del jarabe durante el enfriamiento, por lo que se recomienda el uso de un termómetro para monitorear esta etapa, no agitar, transferir la pasta inmediatamente del término del calentamiento a una superficie plana que no debe estar fría y hacer uso de vapor de agua cuando se vacía el recipiente de calentamiento.

Después del enfriado tenemos la etapa de agitado el cual no debe empezar antes de que la temperatura del jarabe sea de 40° C. Esta etapa tiene la función de obtener la mayor cantidad de cristales de sacarosa con un tamaño homogéneo y menor a 15 µm, por lo que se requiere de la presencia de ciertas condiciones las cuales son:

Realizar un agitado en forma de 8s, que permitiría la máxima cantidad de interacciones entre las moléculas de sacarosa y obteniendo mayor número de cristales. Otra condición es que se utilicen materiales que no transfieran calor para realizar el agitado, evitando que el jarabe se caliente y se redisuelvan los cristales de sacarosa.

Finalmente la maduración tiene como objetivo mejorar la suavidad gracias a que el fondant es una estructura en equilibrio y los cristales de sacarosa se vuelven a

disolver en el jarabe. Esta etapa debe tener una duración mayor a 12 horas, debiendo realizarse en un recipiente hermético para mantener la humedad a una temperatura de aproximadamente 18° C, debido a que bajo esta temperatura puede cristalizar rápidamente y a una temperatura mayor puede resecar la pasta.

#### **2.4. Propuesta de desarrollo de fondant para cubierta de pasteles**

La propuesta de desarrollo para fondant aplicado a cubiertas de pasteles se apoya en la literatura consultada, así como del análisis previo de los procedimientos, los ingredientes, aditivos y las condiciones de las etapas clave. Cabe mencionar algunos puntos adicionales.

En la Tabla 3 se presenta una formulación de fondant para cubierta de pasteles donde se recomienda tener dos etapas del proceso; la primera etapa consistente en la preparación de una base fondant y la segunda en la elaboración de la pasta final. La base fondant tiene diferente composición a la pasta final ya que la primera contiene menor cantidad de agentes de interferencia, lo que indica que su función es ser fuente para núcleos de sacarosa.

Otro aspecto importante que hay que mencionar es la incorporación de todos los ingredientes, la cual debe realizarse en el calentamiento porque es ahí únicamente donde se presenta una solución y una agitación además de que todas las estructuras moleculares diferentes a la sacarosa que se encuentren presentes controlarán la cristalización por interferencia mecánica o química.

### **CAPÍTULO III. Conclusiones**

=

El proceso de elaboración de fondant depende definitivamente del uso al que esté destinada esta pasta. La cobertura de un pastel debe resistir cambios de humedad, de temperatura y a pesar de ello mantener su apariencia por un período de tiempo razonable. El uso de humectantes como el jarabe de sorbitol y glicerina favorece la retención de humedad y contribuye a controlar la cristalización de la sacarosa en este producto.

El fondant se elabora principalmente con sacarosa, agua y diversos agentes de interferencia (como jarabe de glucosa y azúcar invertido principalmente). Las funciones de los agentes de interferencia son el control de la cristalización y el aporte de sólidos, mientras que la incorporación de hidrocoloides (comúnmente goma arábica o CMC), fortalece las funciones de los agentes de interferencia.

De acuerdo con bibliografía especializada, el proceso de elaboración de fondant comprende cuatro etapas clave que no deben descartarse: calentamiento, enfriamiento, agitación y maduración. La pasta de fondant al finalizar el proceso debe presentar las siguientes características: tener una concentración de sacarosa superior al 83% pero menor al 89% y un tamaño de cristal de sacarosa menor a 12  $\mu\text{m}$  para mantener su calidad. Finalmente se recomienda almacenar al fondant en un envase sellado herméticamente a una temperatura aproximada de 18° C.

## CAPÍTULO IV. Bibliografía

---

- A.A.P.P.A. *Introducción a la Tecnología de Alimentos*. 2Ed. Editorial Limusa. México. 2003. Pág. 130-133.
- Alvarado, M. *Arte mexicano del azúcar, pasteles sorpresa*.CECSA. México. 1981-1985. pag. 131-132.
- Belitz, H.D., Grosch, W. *Química de los alimentos*. 2ºEd. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1997. Pág. 282.
- Berzas, J. *¿Conocemos los aditivos alimentarios que ingieren los niños en la calle?*. Instituto regional de investigación científica aplicada. Universidad de Castilla-La mancha. Revisado 19-02-12:  
  
<http://pagina.jccm.es/consumo/informes/aditivos.pdf>
- Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S., Thorngate III, John. *Food Additives*. 2ºEd. Marcel Dekker, Inc. Nueva York. 2002. Pag. 465.
- Cakebread, S. *Dulces elaborados con azúcar y chocolate*. Editorial Acribia. España. 1981. Pág. 30-40.
- Charley, H. *Tecnología de alimentos*. Editorial Limusa. México. 1987. Pag. 114-135.
- Cubero, N., Monferrer, A., Villalta J. *Aditivos alimentarios*. Editorial Mundi-Prensa. España. 2002. Pág. 46-44, 133-136, 144-150.
- Curiel, J. *Una revisión de los ácidos y enzimas usados en confitería*. 2002. Revisado: 25-02-12:

<http://www.alfa-editores.com/alimentaria/Nov-Dic%2004/ACTUALIDADES%20Una%20Revisi%F3n%20de%20los%20Acidos.pdf>

- Edwards, W.P. *La ciencia de las golosinas*. Editorial Acribia. 2002. Pág. 25-30, 49-59, ,101,113.
- FAO. *Codex Alimentarius. Requisitos generales*. 2ºEd. 2000.
- Fennema, O. *Química de los alimentos*. 3 Ed. Editorial Acribia. España. 2000. Pág. 222-224, 242-246.
- Furia, T. *Handbook of Food Additives*. 2ºEd. Chemical rubber. Palo alto, California.1972. Pág. 44-48, 241-242, 437-443, 320-324.
- Igoe, Robert S. *Dictionary of food ingredients*. 2ºEd. Van Nostrand Reinhold. Nueva York. 1989. Pág.65, 162-163.
- Jackson, E.B. *Sugar confectionery manufacture*.2ed. British library cataloguing. N.Y. 1990. pag.1-33, 281-299.
- Lees, R., Jackson, E. Brian. *Sugar confectionery and chocolate manufacture*. Leonard Hill. 1973. Pág. 44-45, 212-213.
- Lindent, G., Lorient, D. *Bioquímica Agroindustrial*. Acribia. Zaragoza, España. 1996.
- Macrae, R., Robinson, R.K., Sadler, M. J. *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. Vol. 2 y 4. Academic Press.1993. Pág. 1173-1177.
- Madrid, A. *Confitería y pastelería: manual de formación*. AMV. Ediciones. Madrid, España. 1999.
- Minifie, B. *Chocolate, cocoa and confectionery: Science and technology*. 3ed. Aspen publication. New York, USA. 1999.

- *Norma del Codex para los Azúcares*. Codex Stan 212- 1999.
- Pasquel, A. *Gomas: una aproximación a la industria de alimentos*. Revista Amazónica de Investigación Alimentaria. V.1.No1. p.1-8 2001
- Pennington, N.L., Baker, C.W. *Sugar: A user's guide to sucrose*. Van Nostrand Reinhold. N.Y. 1990.
- Pomponi, M. *Tortas decoradas*. Albatros. Buenos Aires, Argentina. 2003.
- Potter, N.N., Hotchkiss, J. *Food Science*. 2ed. An Aspen Publication. N.Y. 1973.
- Schmidt-Hebbel, H. Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico.1990.Revisado 19-02-12.  
<http://200.89.70.78:8080/jspui/bitstream/2250/5484/1/schmidth04.pdf>
- Torres, F. *Cambios en el patrón alimentario de la Ciudad de México*. Revista Latinoamericana de Economía. 18(151):2007
- Vlacavik, V.A., Christian. *Fundamentos de ciencia de los alimentos*. Acribia. Zaragoza, España. 2002. Pág.304-306.