

PANELITAS DE LECHE

Juan Sebastián Ramírez-Navas
<https://orcid.org/0000-0002-6731-2784>

1 Introducción

Colombia, debido a su privilegiada posición geográfica (zona intertropical entre los 12° 30' de longitud norte y los 4° 13' de latitud sur) posee toda clase de pisos térmicos e infinidad de ambientes, además de costas en los dos océanos. Es uno de los países con mayor biodiversidad en el ámbito mundial. Es país de contrastes, debido a las características propias de su gente, regiones, costumbres, tradiciones, creencias, gastronomía, expresiones folclóricas, etc. La cocina colombiana se destaca por sus raíces, un poco de la colonia y otro tanto del mestizaje, de las migraciones y los procesos de población territorial [Iriarte, 2000; Mantilla y Quintero, 2012].

La geografía dulce de Colombia cumple cabalmente al presentarse como muestra física de una manifestación cultural tan importante como lo es la cocina de un país, lo cual requiere establecer analogías, diferencias y relaciones entre las regiones de Colombia. Esto se puede ver reflejado en la participación de dos ingredientes básicos, el azúcar y la leche, pues, aunque su producción masiva se da en ciertas regiones del país, ambas se complementan de forma especial en la elaboración de postres tales como los dulces de leche [Estrada, 1987; Novoa y Ramírez-Navas, 2012b].

En 1538, Pedro de Heredia introdujo a Colombia, por Cartagena de Indias, la caña de azúcar (materia prima del azúcar). Posteriormente,

en 1540 Sebastián de Belalcázar la llevó a Santiago de Cali [Ramos, 2005] y desde ese entonces se cultiva en la región. Actualmente, el sector azucarero de Colombia se encuentra concentrado en el valle del río Cauca, que va desde el norte del departamento del Cauca hasta el sur de Risaralda. Siendo éste, uno de los sectores influyentes de la economía del país, representando el 0,7 % del PIB de Colombia [Asocaña, 2018; Asocaña, 2012].

Por otra parte, con relación a la leche, Ramírez-Navas [2010] señala que el arte rupestre andino no muestra ningún indicio ni del ordeño ni de ubres de abultamiento visible. Ninguno de los mitos andinos relata el fenómeno de ordeño. Tampoco los cronistas coloniales comentan sobre el ordeño como costumbre en el Imperio Inca. Nunca usaron ni tenían conocimiento de productos lácteos ni tampoco tenían animales que les proveyeran de leche; esto hace pensar que los orígenes de la producción lechera en Colombia se remontan a la época de la colonia española, aunque la importación de razas especializadas en leche solo se dio hasta el siglo XIX.

En la actualidad, la zona lechera colombiana se concentra en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Córdoba, Cesar y Magdalena. Este sector representa el 2,3% de PIB nacional y el 24,3% del PIB agropecuario; con una producción de leche, para el año 2017, de aproximadamente 6838 millones de litros, de los cuales el 46% se destinó a procesos industriales, el 10% al consumo en finca y el 44% restante a la elaboración de derivados artesanales. Se estima que la producción de dulces de leche para el 2016 fue de 18 000 ton [DANE, 2016; Federación Colombiana de Ganaderos, 2009, 2012; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010; Pinto, 2017].

En Colombia, se fabrican diversas variedades de dulces de leche [Ortiz, 1998], por ejemplo: las panelita de leche [Cortés Jiménez *et al.*, 2014] y el Manjar Blanco del Valle [Novoa y Ramírez-Navas, 2012b]. Las diferentes clases de dulces incluyen variaciones fundamentales de materias primas utilizadas, además de la leche, así como en algunos pasos de la tecnología [UNC, 1988]. En este capítulo se presenta el proceso elaboración de las panelitas de leche, además de la importancia de sus materias primas y los posibles defectos del producto final.

2 Panelitas

En Colombia, las “panelitas de leche” o tan solo “panelitas” son un producto obtenido mediante la concentración por evaporación de una mezcla de leche, harina, azúcar y/o panela, en presencia de un neutralizante como bicarbonato [Servicio Nacional de Aprendizaje, 2010]. Existen dos presentaciones básicas, las panelitas blancas y las panelitas negras; en las primeras se usa azúcar blanca y en las segundas panela [Neira Bermúdez y López Torres, 2010]. También existen variedades donde la leche ha sido cuajada previamente a la elaboración de la panelita u otras en las que se reemplaza el azúcar por melado y miel de abejas, obteniéndose una especie de caramelo masticable [UNC, 1988].

2.1 Características organolépticas

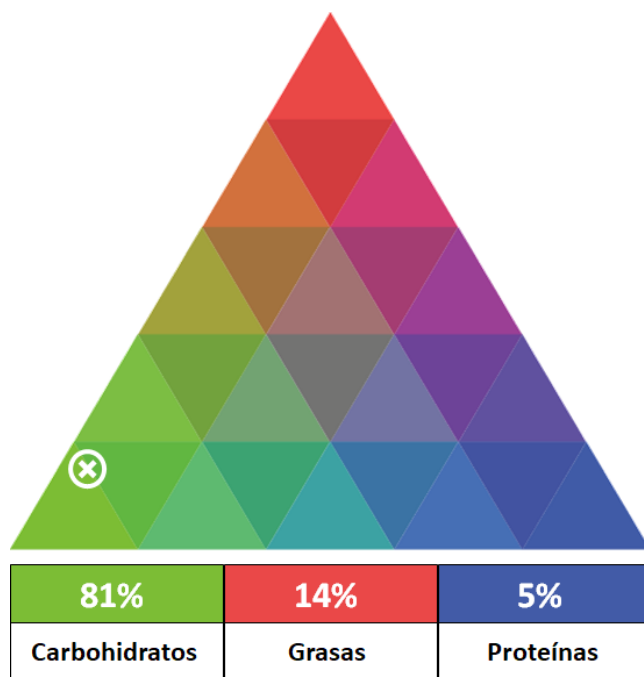
Su consistencia es moderadamente dura, seca, algunas variedades son arenosas y quebradizas. Posee una alta concentración de sólidos (aproximadamente 74°Bx), con una humedad residual máxima de 4% [ICONTEC, 2008a]. Su color es ámbar de intensidad moderada, que puede oscilar entre tonos claros a muy oscuros, ambos con poca brillantez. Su sabor es dulce sobresaliente en intensidad moderada, con aroma lácteo.

2.2 Composición

La composición de las panelitas varía de acuerdo al tipo de panelita. Un rango aproximado de su composición es: de 74% a 80% de carbohidratos, de 4% a 18% de humedad, de 2% a 11% de materia grasa, de 3% a 6% de proteína y de 2% a 6% de cenizas. Su acidez (%A.L.) está entre 0.20 y 0.40. Su aporte calórico está entre 1400 y 1900 kJ/100g [ICBF, 2010; Keating y Rodríguez, 1999; Ortiz Álvarez *et al.*, 2017; Servicio Nacional de Aprendizaje, 2010]. En la Figura 1 se presenta la pirámide calórica, que muestra qué porcentaje de las calorías de las panelitas proviene de los carbohidratos, grasas y proteínas. En esta representación se observa que este alimento se ubica en el borde inferior izquierdo, esto quiere decir, que es un alimento bajo en grasa y proteína, y alto en carbohidratos. Los alimentos que tienen aproximadamen-

te el mismo número de calorías aportadas por grasas, carbohidratos y proteínas se encuentran más cerca del centro de la pirámide.

Figura 1. Radio Calórico.



3 Manufactura

3.1 Materia prima e ingredientes

3.1.1 Leche

La composición de la leche y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas determinan la calidad del producto final al elaborar panelitas; por tal motivo, es importante contar con leche fresca, cruda, que provenga de vacas sanas. Se deben excluir totalmente las leches mastíticas, anormales, calostrales, etc., así como leches con materias extrañas, antibióticos, plaguicidas, detergentes y desinfect-

tantes [UNC, 1988]. Leches de mala calidad pueden contaminar el producto con microorganismos extraños que provocan fermentación de la lactosa y producen defectos sensoriales en el producto final.

El empleo de leche en polvo se realiza con el fin de estandarizar los sólidos de la leche, logrando así incrementar el rendimiento de la producción. También se logra, con el empleo de ésta, que el dulce no se deposite sobre las paredes de la paila y se llegue con mayor prontitud al color deseado.

La leche puede ser fluida o en polvo reconstituida, entera o parcialmente descremada, según el contenido de grasa inicial y final del dulce deseado. Controlando variables como: relaciones de grasa - proteína, contenido de humedad, contenido de calcio y pH, se logran altos rendimiento en la producción. El valor del pH debe estar entre 6,5 a 7 y el de la acidez de 18°D².

3.1.2 Edulcorantes

Los edulcorantes naturales más utilizados en la elaboración de panelitas son, azúcar refinado, azúcar morena, panela y miel de abejas. Además de aportar sabor dulce característico, tienen un papel importante en la determinación del color del producto final, ya que dan lugar a reacciones de caramelización, generando pardeamiento, e influyen también en la textura o consistencia del producto final [Roca, 2011]. Adicionalmente, su alta concentración en el producto evita el crecimiento de bacterias contaminantes [UNC, 1988].

La formulación debe ser establecida teniendo en cuenta el grado de concentración del producto final. La proporción de leche:azúcar que se debe utilizar depende de: 1) La concentración final del producto. A medida que aumenta la concentración, disminuye la cantidad de agua, impidiendo la solubilidad del azúcar y produciendo la cristalización, de tal forma que, a mayor concentración final, menor

2 La acidez Dornic es la cantidad de hidróxido de Sodio N/9 (cm³) utilizada para valorar 10 cm³ de leche en presencia de fenolftalina (N/9 porque el ácido láctico tiene peso molecular 90). Representa el contenido de ácido láctico en la leche y se expresa como grado Dornic (°D).

cantidad de azúcar debe usarse. 2) El porcentaje de grasa. A mayor porcentaje de grasa en la leche, es mayor la concentración de sólidos totales (ST), permitiendo un mayor agregado de azúcar y viceversa. 3) El tiempo entre la elaboración y el consumo. A mayor tiempo de conservación, hay mayor evaporación del producto, por lo tanto, debe adicionarse menos azúcar. Por ejemplo, se puede emplear un 50% de edulcorante, que puede ser solamente azúcar refinado o una mezcla constituida así: entre el 45% al 50% de azúcar refinado, o 20% al 30% de azúcar morena, o 10% al 20% de panela, y alrededor del 5% de miel de abejas.

La miel de abejas es el producto alimenticio producido por las abejas melíferas, el cual posee una apariencia de fluido amarillento y muy dulce [RAE, 2001; Vicente, 1999]. Este tipo de producto se recomienda adicionarlo a la preparación desde el principio del proceso junto con el azúcar, para que durante el proceso su sabor se distribuya uniformemente [Parra, 2013].

En la formulación de panelitas se puede adicionar glucosa. El jarabe de glucosa es un derivado vegetal, fácilmente digestible. Su poder edulcorante es inferior al de la sacarosa. Es muy usada en la fabricación de caramelos para evitar la recristalización. En el caso de las panelitas su empleo confiere al producto final brillo, un color agradable y mejor textura. Se sugiere su adición entre un 5% y 10% respecto a la cantidad de leche a utilizar. Cuando la leche se ha hidrolizado previamente debe disminuirse la cantidad de glucosa a emplear.

3.1.3 Harinas y almidón

La normatividad colombiana indica que la harina de arroz, trigo, maíz o almidón pueden ser utilizados en el manjar blanco, las panelitas de leche y las cocadas, más no en arequipe y demás dulces de leche [ICONTEC, 2008b; MinSalud, 1986]. El objeto de adicionar harinas o almidón es aumentar el contenido de sólidos para incrementar la consistencia del producto [UNC, 1988]. Entre las harinas empleadas para la fabricación de panelitas se encuentran la de arroz, la de maíz blanco y la de trigo; también se utiliza almidón de

maíz ceroso. Este último es ampliamente usado en las industrias por proporcionar propiedades funcionales, tales como gelificante, espesante, unión, y adhesión [Wang *et al.*, 2001]. Estas propiedades son aprovechadas para adquirir mayor rendimiento y mejor textura en las panelitas [Zunino, 2009]. En la Tabla 1 se presentan valores de referencia de la composición de harinas utilizadas en la fabricación de panelitas.

Tabla 1. *Composición de harinas empleadas en la elaboración de panelitas.*

Composición	Harina de arroz	Harina de maíz blanco	Harina de trigo	Almidón de maíz
Agua g.	11,9	12	12,9	8,3
Proteína g.	6	9,1	11,8	0,3
Grasa total g.	1,4	3,7	1	0,1
Carbohidratos g.	80,1	71,9	73,2	91,3
Fibra total g.	2,4	2	0,5	0,9
Cenizas g	0,6	1,3	0,6	0,1

Fuente: ICBF [2005]

Por cada 100 L de leche procesada suele usarse, en promedio: 2947 g de harina de maíz, o 2410 g de harina de arroz, o 1960 g almidón de maíz, o 728 g de harina de trigo. Las de mayor frecuencia de uso son las harinas de trigo y maíz. Sin embargo, hay empresas artesanales que no emplean ningún tipo de harina o almidón. Por otra parte, hay un pequeño segmento que utilizan gomas como espesante.

Varios investigadores han centrado sus trabajos en evaluar el efecto del empleo de mezclas de estas harinas. Por ejemplo, Prado Cadavid

y Prieto Vallecilla [2018] emplearon mezclas binarias de harina de arroz y almidón de maíz en la elaboración de Manjar Blanco del Valle, encontrando que la adición del almidón de maíz generó productos más estables, con mejores características sensoriales y mejores parámetros de calidad. También se han empleado otros tipos de harinas, como la de banano verde. Por ejemplo, Rodríguez Moreira y Araujo Anchundia [2016], utilizaron harina de banano verde en la elaboración de manjar de leche; observaron que la aplicación del 1% de ésta no afectaba las propiedades sensoriales ni la calidad del producto final.

3.1.4 Espesantes y estabilizantes

Como espesantes/estabilizante existen diversos productos que pueden ser utilizados: ácido algínico, alginato de amonio, alginato de calcio, carragenina, incluida furcelleran, y sus sales de sodio y potasio, pectina y pectina amidada, alginato de potasio, alginato de propenicol, alginato de sodio, agar, carboximetilcelulosa, carboximetilcelulosa sódica, metilcelulosa, metiletilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, goma arábica, goma xántica, goma garrofin, goma caraya, goma gellan, goma tragacanto, goma konjac, gelatina, celulosa microcristalina, todos ellos deben emplearse en una concentración máxima de 5g/kg de producto final. En el caso de usarse en mezclas, no podrá ser superior a 20g/kg de producto final

En el caso de las gomas, la adición puede hacerse al principio o cuando la mezcla haya alcanzado entre 55°Bx y 60 °Bx. Cada marca o firma comercial tiene sus recomendaciones al respecto. Un valor recomendable en la elaboración de panelitas es 2% a 5%. También puede emplearse pectina, que ayuda a incrementar la vida útil del producto y evita la recristalización de los azúcares.

Para darle más estabilidad a la proteína se puede adicionar citrato de sodio o potasio, u ortofosfato y pirofosfato de sodio y potasio en una proporción que no exceda 0,6 g/L de mezcla inicial. El fósforo tricálcico puede agregarse para mejorar el brillo y la apariencia de las panelitas, ya que éste evita la precipitación de las proteínas durante la elaboración.

3.1.5 Neutralizantes

Comúnmente se utiliza el bicarbonato de sodio para neutralizar o reducir la acidez de la leche. Al ser usado en pequeñas proporciones no comunica gusto desagradable a la panelita. También puede emplearse hidróxido de calcio, que además de neutralizar la leche aporta iones Ca^{++} que mejoran la textura del producto final.

3.1.6 Saborizantes y aromatizantes

Como saborizantes, comúnmente se utiliza canela, limón o vainilla [UNC, 1988]. La canela es una corteza amarillosa y aromática, de sabor picante y dulce [Fonnegra y Jimenez, 2007]. Por su efecto aromático, al igual que con la miel, se recomienda su inclusión al principio del proceso, para que de esta manera durante el tiempo de residencia se liberen la mayor cantidad de compuestos aromáticos [Parra, 2013]. Algunos artesanos agregan corteza de limón al momento de moldear las panelitas, con el objetivo de producir una combinación de sabores dulce, ácido y amargo, que enmascaran un dulzor muy elevado [Parra, 2013].

Como aromatizante se emplea la vainilla y sus derivados, ya sean naturales o artificial como la etil-vainillina. La cantidad a adicionar depende de la calidad del aromatizante, por lo tanto, lo más recomendable es ajustar la dosificación realizando algunos ensayos organolépticos. La vainillina se labiliza a altas temperaturas, por esta razón, debe agregarse al momento del enfriamiento, cuando la temperatura esté cerca de los 65°C.

3.1.7 Conservantes

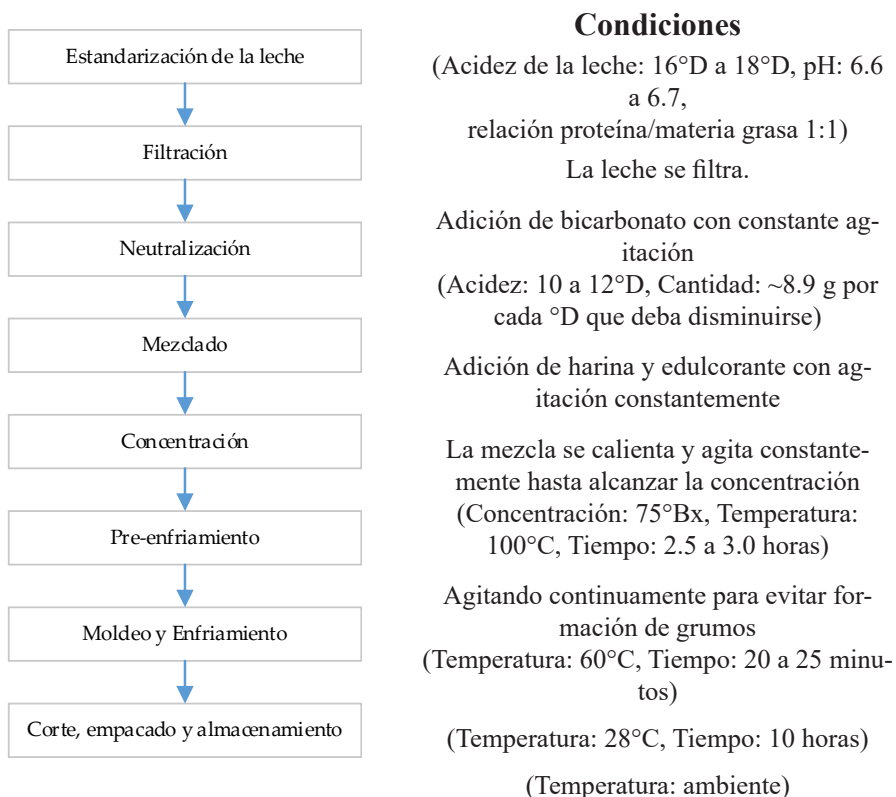
El citrato de sodio puede utilizarse como conservante, regulador de acidez y estabilizante. Se adiciona con el objetivo de evitar la formación de pequeños coágulos de proteína desnaturizada debido al drástico tratamiento térmico a que es sometida la leche. De otro modo, actúa como protector de la micela de caseína. Se recomienda adicionarlo en una proporción del 0.03%.

También se pueden emplear como conservante ácido sórbico y sus sales de sodio, potasio o calcio, en una proporción máxima de 600 mg/kg, o natamicina por atomización sobre la superficie del producto empacado antes de tapar, en una proporción de 1 mg/dm².

3.2 Proceso de elaboración y recomendaciones

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración de las panelitas [Ortiz Álvarez *et al.*, 2017].

Figura 2. Diagrama de flujo y condiciones de elaboración de panelitas de leche.



A continuación, se describe detalladamente el proceso de elaboración de panelitas:

3.2.1 Filtración

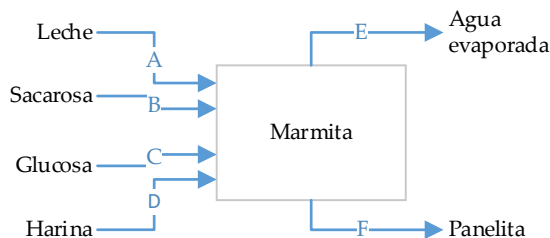
El propósito de la filtración es eliminar elementos ajenos a la leche, que pueden afectar de forma negativa la calidad del producto final; para este fin se utilizan herramientas como coladores, cedazos o tamices, en materiales de acero inoxidable, nylon o plástico, pues otros materiales como telas y lonas pueden dificultar la desinfección de los mismos y convertirse en fuente de microorganismos indeseables en el producto. Se usan de telas, las lonas no son recomendables para el filtrado, ya que éstas presentan dificultad en el lavado y desinfección. El filtro debe mantenerse en perfectas condiciones higiénicas, el lavado debe ser frecuente, para evitar que la leche arrastre consigo los microorganismos que han ido acumulando en él [UNC, 1988].

3.2.2 Estandarización

Esta etapa es muy importante ya que permite obtener productos con las mismas características. Por ejemplo, si se trabaja con leche cruda, es preferible estandarizarla previamente para que la relación de materia grasa/proteína sea de 1:1. A través de la composición centesimal de la leche fluida puede hacerse el cálculo para saber si se requiere sustraer o adicionar materia grasa según el tipo de panelita deseada. Una práctica interesante para realizar la estandarización de la leche de entrada es emplear leche en polvo descremada.

A manera de ejercicio, se presenta un balance de materia del proceso de elaboración de panelitas de leche. En la Figura 3 se presenta el diagrama de bloques del proceso de elaboración. Cada una de las líneas, tanto de entrada como de salida, se ha nombrado con letras mayúsculas.

Figura 3. Diagrama de bloques de elaboración de panelitas de leche.



La información con la que se cuenta es la siguiente:

Tabla 2. Información de composición de materias primas y producto final.

Componentes	A		B		C		D		E		F	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
ST	10	12,5	72	100	6,4	80	1,87	100	0		80	
MG	2,4	3	0	0	0	0	0	0	0			
H	67,6	84,5	0	0	1,6	20	0	0	100		17,8	
Total	80	100	72	100	8	100	1,87	100	100		100	

Para realizar el balance y completar la información se establecen las ecuaciones de balance de materia, considerando que la suma de todas las entradas es igual a la suma de todas las salidas. A manera de ejercicio académico se presentan todas las ecuaciones de balance:

$$\text{Ecuación global:} \quad A + B + C + D = E + F \quad (1)$$

$$\text{Balance de sólidos totales:} \quad X_{ST}^A \cdot A + X_{ST}^B \cdot B + X_{ST}^C \cdot C + X_{ST}^D \cdot D = X_{ST}^E \cdot F \quad (2)$$

$$\text{Balance de materia grasa:} \quad X_{MG}^A \cdot A = X_{MG}^E \cdot F \quad (3)$$

$$\text{Balance de humedad:} \quad X_H^A \cdot A + X_H^C \cdot C = X_H^E \cdot E + X_H^F \cdot F \quad (4)$$

A partir de la ecuación (2) se calcula la cantidad de panelitas producida. Posteriormente con la ecuación (3) se calcula el porcentaje de materia grasa en las panelitas.

Tabla 3. Balance de materia en cada una de las líneas de entrada y salida.

Componentes	A		B		C		D		E		F	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
ST	10	12,5	72	100	6,4	80	1,87	100	0	0	88,4	80
MG	2,4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	2,2
H	67,6	84,5	0	0	1,6	20	0	0	49,5	100	19,7	17,8
Total	80	100	72	100	8	100	1,87	100	49,5	100	110,5	100

El rendimiento se calcula así:

$$\%Rendimiento = \frac{F}{(A + B + C + D)} \cdot 100 \quad (5)$$

Para este caso es de 68%.

3.2.3 Neutralización

La neutralización tiene por objeto disminuir la acidez desarrollada en la leche. La adición de un neutralizante es necesaria para evitar la coagulación de las proteínas, ya que durante el proceso la leche se evapora incrementando su acidez. El descenso del pH provoca la coagulación de las proteínas y la subsiguiente sinéresis (el dulce se corta). El uso de leche con acidez elevada produce unas panelitas de textura arenosa y áspera. Adicionalmente, una acidez excesiva impide que el producto terminado adquiera su color característico, ya que se retardan las reacciones de Maillard por el descenso del pH. El cálculo de la cantidad de neutralizante es importante, porque un exceso de éste produce panelitas de mala calidad, coloración demasiado oscura, sabor desagradable y textura gomosa.

La acidez de la leche debe reducirse a valores entre 10°D y 12 °D. Para esto, varios artesanos suelen adicionar 8,9g de bicarbonato por cada grado Dornic que deba disminuirse. Sin embargo, es mejor realizar el cálculo a partir de la acidez inicial de la leche para esto se emplea la siguiente ecuación [Ramírez-Navas, 2012]:

$$m_{neut} = \left(\frac{PM_{neut}}{PM_{C_3H_6O_3}} \right) \frac{V_L \cdot \rho_L \cdot (\text{°}D_i - \text{°}D_f)}{10000 \cdot \%P_{neut}}$$

Dónde: m_{neut} es la masa del neutralizante que se utilizará para neutralizar la leche. PM son los pesos moleculares del neutralizante y del ácido láctico (90g/gmol). V_L es el volumen de leche en L; ρ_L es la densidad de la leche en $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$; $\text{°}D_i$ es la acidez inicial de la leche en grados Dornic, determinada por titulación con NaOH 1N y fenolftaleína como indicador; $\text{°}D_f$ es el valor al que se desea llegar. $\%P_{neut}$ es la pureza a la que se encuentre el neutralizante.

Por ejemplo, se desea conocer cuántos kilogramos de bicarbonato de sodio (PM: 84g/gmol) se necesitan para neutralizar 100 litros de leche cruda entera que tiene una acidez de 18°D y una densidad de 1.033 $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$. La pureza del bicarbonato de sodio es del 70%. La leche debe llevarse a 12°D. Reemplazando los valores en la ecuación (6) se tiene:

$$m_{NaHCO_3} = \left(\frac{84}{90} \right) \frac{100 \cdot 1.033 \cdot (18 - 12)}{10000 \cdot 0.7} = 0.08 \text{kg} = 82.64 \text{g}_{NaHCO_3}$$

Por lo tanto, si se desea llevar de 18°D a 12°D 100 L de leche se requieren 82.64 g de bicarbonato.

La neutralización se debe llevar a cabo antes de comenzar el tratamiento térmico y la adición de los ingredientes. Se disuelve el neutralizante en una cantidad adecuada de leche que posteriormente se mezcla con toda la leche. Por ensayos experimentales, se sabe que al

neutralizar leche de 18°D y llevarla a 13°D, el producto final tendrá una acidez entre 20°D y 24°D.

3.2.4 Mezclado y concentración

La concentración con agitación continua se realiza con el objeto de disminuir la humedad y aumentar la proporción de sólidos, hasta llegar a la textura deseada. Al inicio de esta práctica, se agregan los aditivos a la leche, tales como neutralizante, harina, saborizantes, etc. Se calienta la mezcla a ~75°C, se adicionan los edulcorantes (azúcar refinado, azúcar morena o miel de abejas) y se concentra el producto ~55°Bx. A esa concentración se adiciona glucosa o azúcar invertida y los estabilizantes. La concentración continúa hasta alcanzar los 78°Bx. La operación dura aproximadamente de 2 a 3 horas.

Figura 4. *Mezclado y concentración.*



Es práctica común determinar el punto de cocción dejando caer una gota del dulce en un vaso con agua fría, comprobando si llega al fondo sin disolverse. Preferiblemente se recomienda utilizar un refractómetro.

3.2.5 Pre-enfriamiento

Este proceso se realiza una vez determinada la concentración o el punto de la masa deseado. Se interrumpe el calentamiento y se continúa la agitación del dulce en la misma mamita, hasta que se enfríe a 60° C. De esta forma se permite la salida del vapor de agua y se evita su condensación en el interior de la masa, lo que no permitiría

la uniformidad característica del producto, dándole apariencia de “cortado” o el apareamiento de grumos.

3.2.6 Moldeo y enfriamiento

El moldeo de estos productos se realiza en bandejas, en gaveras de madera o a mano. Algunos artesanos realizan el moldeo valiéndose de un plástico y un rodillo. Son moldeadas o cortadas manualmente de forma rectangular o cuadrada, cúbica, semiesférica o de apariencia irregular dependiendo del capricho del artesano o como sea aceptado culturalmente en una determinada región [Cortés Jiménez *et al.*, 2014].

El enfriamiento de las panelitas de leche se realiza por exposición al medio ambiente. Puede enfriarse directamente en el molde o empleando una pala de estirado o templado. La temperatura final aproximada de $\sim 27^{\circ}\text{C}$.

3.2.7 Corte y empackado

El corte también tiene diferentes formas de realizarse, entre las cuales se destacan: con cuchillo, con máquina y a mano. Los tipos de empaque utilizados comúnmente son las cajas de cartón, bolsas plásticas, papel celofán y hojas de bijao.

Figura 5. *Paquete de panelitas de leche.*



3.2.8 Almacenamiento

Las panelitas son productos que pueden almacenarse a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo sin riesgo de que se presenten graves alteraciones en el producto [UNC, 1988]. Sin embargo, se recomienda que sean almacenadas en lugares secos y con temperaturas alrededor de 20°C.

3.2.9 Rendimiento

En la fabricación de panelitas de leche, dentro de algunas industrias es común encontrar un rendimiento que se encuentra entre 21,25 y 82,00 kg de producto por cada 100,00 L de leche procesada, con un promedio de 47,86 kg; cabe aclarar que, de desearse un mejor rendimiento de estos productos, es indispensable partir de una leche de buena calidad y controlar estrictamente todos los pasos del proceso y los aditivos utilizados [UNC, 1988].

3.3 Defectos

Las panelitas de leche pueden presentar los siguientes defectos:

Color. El color característico de los dulces de leche se debe a la reacción entre la lactosa y las proteínas de la leche en presencia de calor [Novoa y Ramírez-Navas, 2012a], llamada reacción de Maillard, la cual es retardada por el descenso del pH en el medio en que se produce; para evitar la variación en el pH se deben realizar de manera adecuada los cálculos de neutralización (dosificación de neutralizantes como el bicarbonato de sodio), de no ser así se puede presentar una coloración muy clara o una muy oscura en el producto final e incluso podría afectarse el sabor y en menor medida la textura [Zunino, 2009].

Cristalización. La cristalización es un proceso donde se forman partículas sólidas a partir de una fase homogénea. En la cristalización la solución se concentra y se enfría hasta que la concentración del soluto es superior a su solubilidad a esta temperatura; el soluto de la solución forma cristales y el equilibrio se alcanza cuando la solución está saturada

(Labia & Muñoz, 2008); dada la presencia de azúcar y lactosa, sustancias cristalizables, la velocidad del enfriamiento es muy importante, ya que es una manera de prevenir y retardar la aparición de este defecto en el dulce, el cual le otorga una textura arenosa [Kurlat, 2010].

Moho. La presencia de hongos sobre la superficie del dulce de leche es un defecto que ocurre generalmente por falta de higiene y de salubridad. Es preciso observar una buena limpieza a lo largo del proceso de elaboración. Las materias primas deben ser controladas en su calidad y almacenadas bajo condiciones apropiadas, en sitios ventilados y secos [García, 1999].

Enranciamiento. La grasa láctea es propensa a enranciamiento debido a la hidrólisis de los triglicéridos por parte de microorganismos, produciendo olores y sabores indeseables durante el almacenamiento [Belitz *et al.*, 1997].

4 Efectos del tratamiento térmico durante el proceso de elaboración

En la elaboración de dulces de leche como las panelitas el calentamiento es una de las principales actividades, pues esta contribuye a la obtención de las características reológicas y organolépticas del producto final; por esta razón se exponen las modificaciones que se generan en los componentes involucrados en las reacciones influyentes en el proceso.

Lactosa. Las altas temperaturas estimulan la generación de ácidos y otras sustancias indeseables, pues estos pueden incitar el crecimiento de bacterias lácticas y la desnaturalización de las proteínas, por ello se debe neutralizar el pH con aditivos como el bicarbonato de sodio; además de esto, el calentamiento permite la combinación de la lactosa con compuestos nitrogenados de la leche, incentivando la producción de melanoidinas que contribuyen al color característico de las panelitas de leche por medio de la reacción de Maillard [Alais y Godina, 1985; Keating y Rodríguez, 1999]

Proteínas. El calentamiento prolongado de la proteína láctea produce la desestabilización de las micelas de caseína generando la producción de un gel, por lo que se debe estabilizar el pH del medio en el que se encuentra. El calor permite la formación de lisinoalanina y junto con azúcares reductores como la lactosa se estimula el desarrollo de la reacción de Maillard, aportando aromas, sabores y textura deseada en las panelitas de leche [Varnam *et al.*, 1995].

Lípidos. La variación de temperaturas en el proceso de producción de panelitas de leche permite que los lípidos lácteos contribuyan a la plasticidad de la masa de caramelo y a la textura del producto, pues si la temperatura es alta la grasa permite fluidez en el proceso de moldeado, además de esto aporta estabilidad en la estructura, ya que al descender la temperatura la grasa será dura y quebradiza [Vajda, 1976].

Almidón. El calentamiento del almidón en soluciones acuosas ocasiona el hinchamiento y rompimiento de sus gránulos como consecuencia de las colisiones entre éstos, dando paso a la formación de una suspensión coloidal. En productos como las panelitas de leche, la competencia por el agua que se genera entre los azúcares y las sales presentes en el proceso, no permite la completa gelatinización del almidón, lo que contribuye en gran medida a definir la textura final del producto [Coultrate, 1986; Dergal, 2006; Vajda, 1976].

5 Propiedades fisicoquímicas

5.1 Color

Comercialmente es posible conseguir panelitas de leche que van desde las tonalidades claras, similares a la leche condensada, hasta las oscuras, similares al arequipe. La determinación del color instrumental en el sistema CIELab (L^* , a^* y b^*) permite establecer rangos para los atributos así: L^* de 38.28 a 58.62, a^* de 10.19 a 13.68, y b^* de 24.54 a 33.53. Encontrando la mayor dispersión en los datos de luminosidad.

5.2 Consistencia

La consistencia de panelitas comerciales, determinada como dureza en un análisis de perfil de textura realizado en un texturómetro, va desde 15,8 N hasta 412 N, permitiendo clasificar tres categorías (dureza baja, media y alta). La consistencia en estos productos varía dependiendo de la formulación empleada, de la concentración alcanzada en el proceso de concentración y del proceso de enfriamiento.

5.3 Actividad de agua y humedad

En muestras comerciales se encuentran valores de a_w entre 0,667 a 0,957. Relacionando estos valores con la vida útil del producto, se observa que aquellos valores cercanos a 0.667 son seguros para alimentos con las características similares a las panelitas, alimentos de humedad intermedia. Sin embargo, valores cercanos o superiores a 0,8 tendrían cierta vulnerabilidad ante el ataque microbiano [Rodríguez A *et al.*, 2012; Vázquez L *et al.*, 2006]. Para las muestras comerciales, los valores de humedad oscilaron desde 4% hasta 20%. La a_w es un parámetro de calidad que se tiene de manera preponderante en la elaboración de un alimento y su magnitud se ve influenciada por el comportamiento químico y la concentración de los materiales en la muestra, junto con su contenido de humedad [Maldonado S y Singh J, 2008]. La variabilidad de las materias primas concentradas y su interacción en la mezcla, afectan el contenido de humedad residual de las panelitas; esto puede tener repercusiones en la apreciación del alimento a niveles texturales debido a la capacidad de la panelita para retener agua [Gasca J.C. y Casas N.B., 2007].

6 Características sensoriales

Ortiz Álvarez *et al.* [2017] establecieron el perfil sensorial de panelitas de leche comerciales (Figura 6) y crearon el vocabulario de referencia (Tabla 4). Esta información permite tener una referencia al momento de evaluar sensorialmente estos productos.

Figura 6. Perfil sensorial de panelitas de leche.

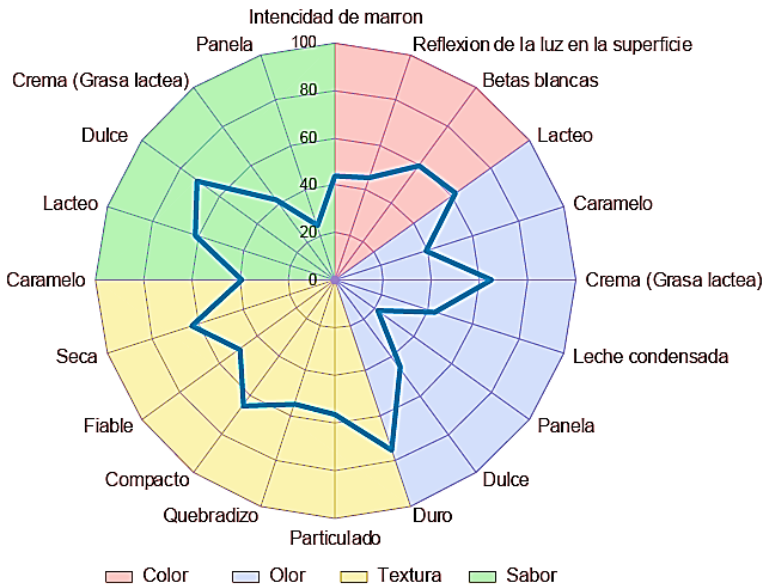


Tabla 4. Vocabulario sensorial para evaluación de panelitas de leche.

Descriptor	Definición
Amargo	Sabor indeseable amargo, producido por presencia de concentraciones no homogenizadas y sectorizadas de lactosuero dentro de la matriz alimentaria.
Arenoso	Sensación que se aprecia en la cavidad bucal posterior a la masticación y que se percibe debido a la presencia de fragmentos muy pequeños.

Tabla 4. *Vocabulario sensorial para evaluación de panelitas de leche (continuación).*

Descriptor	Definición
Betas blancas	Imperfección en el alimento en forma de betas blancas (líneas irregulares) y que hace perder homogeneidad en el color del alimento.
Caramelo	Sensación olfativa y gustativa producida por la polimerización de los azúcares cuando son tratados a altas temperaturas.
Compacto	Sensación, percibida al tacto, debido a la resistencia de las partículas del mismo alimento a dejarse fragmentar en unidades más pequeñas al aplicarse una fuerza.
Crema (grasa láctea)	Sabor y aroma característico a grasa láctea que se puede percibir en productos que contienen leche.
Dulce	Sensación básica olfativa y gustativa, percibida ante todo en las de la lengua, que se asocia a la presencia de edulcorantes.
Duro	Sensación de resistencia a la penetración de los dientes ofrecida por parte del alimento al momento de llevar a cabo la mordida o masticación.
Friable	Capacidad para fracturarse con facilidad en pequeñas piezas de forma irregular cuando se frota con los dedos.
Intensidad de marrón	Tonalidades de color marrón que tiene como particularidad, ser de intensidad suave, similar al de la bebida café en leche.
Lácteo	Sabor y aroma característico a producto lácteo que se puede percibir en productos que contienen leche.
Leche condensada	Sabor y aroma de grasa láctea, junto con el producto de la reacción de Maillard, que, en simultáneo, tienen olor de la leche que ha sido sometida a reducción bajo temperatura con adición de azúcar.

Tabla 4. *Vocabulario sensorial para evaluación de panelitas de leche (continuación).*

Descriptor	Definición
Mohoso	Aroma y sabor indeseable de las panelitas de leche, característico a moho que se desarrolla por el inadecuado manejo de la humedad durante el almacenamiento.
Panela	Sensación olfativa y gustativa intensa asociada a la miel de panela, indeseable en las panelitas de leche.
Particulado	Sensación que se aprecia en la cavidad bucal posterior a la masticación y que se percibe debido a la presencia de fragmentos un poco más grandes que los gránulos de sensación arenosa.
Quebradizo	Sensación que se aprecia al tacto y que se manifiesta en la fragmentación del alimento instantes después de aplicársele una fuerza suficiente para que esta ceda.
Químico	Aroma y sabor a compuestos químicos como desinfectantes, sales minerales (Cu, Fe, Mg) o fármacos, indeseables en panelitas de leche.
Recalentado	Aroma y sabor indeseables a caramelo que se desarrollan en el alimento al hervirse, por un calentamiento prolongado, perdiéndose en la panelita de leche los compuestos de aroma y sabor característicos.
Reflexión de la luz en superficie	Sensación visual que se produce por la cantidad de luz que el alimento tiene la capacidad de absorber o reflejar en la superficie y da el aspecto opaco o brillante.
Seca	Sensación que se aprecia en la cavidad bucal, y que generara sensación de ausencia de humedad, sed o necesidad de consumo de líquido insípido.

7 Comentarios finales

Existe muy poca literatura científica relacionada con la elaboración de panelitas de leche y sus variantes. Es importante que se realicen investigaciones donde se evalúen variables relacionadas con la composición, como la concentración de grasa y proteínas, la concentración final del producto, aditivos empleados en el proceso, otros tipos de edulcorantes; variables relacionadas con el proceso, como la velocidad de agitación, transferencia de calor y eficiencia de los procesos de concentración por evaporación, tipo de evaporadores (marmita abierta, sistemas cerrados), el tiempo de cocción, temperatura óptima de cocción, o variables relacionadas con los parámetros fisicoquímicos, como la evolución del pH y la acidez en los procesos de neutralización o las cinéticas de color, entre otras.

Referencias bibliográficas

- ALAIS, C. Y GODINA, A.L. *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera*. Sevilla, España: Reverté, 1985.
- ASOCAÑA. Balance Sector Azucarero Colombiano 2000-2017. Cali, Colombia, 2018. Disponible en: <<http://www.asocana.org/modules/documentos/verdocumento.aspx?id=5528&url=/documentos/822011-E819C160-2D2D2D,B9B9B9.xls&urlzip=/documentos/822011-E819C160-2D2D2D,B9B9B9.xls>>.
- ASOCAÑA, J.D. Informe Anual 2011-2012. El Dulce Sabor del Azúcar de Colombia es Progreso. En. Cali, Colombia Asociación de Cultivadores de de Caña de Azúcar de Colombia 2012.
- BELITZ, H.D., GROSCH, W. Y BUESA, M.O.L. *Química de Los Alimentos*. Zaragoza, España: Acirbia, Editorial, S.A., 1997.
- CORTÉS JIMÉNEZ, A., ORTIZ ÁLVAREZ, J.R. Y RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Panelitas de leche colombianas. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, jun 2014, vol. 81, p. 52-61.
- COULTATE, T.P. *Alimentos: Química de Sus Componentes*. Zaragoza, España: Acirbia, Editorial, S.A., 1986.
- DANE. Encuesta Anual Manufacturera 2016. Bogotá, Colombia, 2016. Disponible en: <<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacture-ra-enam>>.
- DERGAL, S.B. *Química de los alimentos*. Ciudad de Mexico, Mexico Pearson Educación, 2006.
- ESTRADA, J. Geografía Dulce en Colombia. *Boletín Cultural y Bibliográfico* (Banco de la República), 1987, vol. XXIV, no. 11, p. 46-59.

FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS, F. Lo que Usted Necesita Saber de la Leche en Colombia. En. Bogota, Colombia Fedegan 2009.

FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS, F. Contextos de leche Produccion Nacional. En. Bogota, Colombia Fedegan, 2012.

FONNEGRA, R.J. Y JIMENEZ, S.L. *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Medellin, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2007.

GARCÍA, R. Evaluación de las características de textura y color en cajeta de leche de vaca. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Industrial. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo, Ingenieria Agroindustrial, 1999.

GASCA J.C. Y CASAS N.B. Adición de Harina de Maíz Nixtamalizado a Masa Fresca de Maíz Nixtamalizado. Efecto en las Propiedades Texturales de Masa y Tortilla. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 2007, vol. 6, no. 3, p. 317-328.

ICBF. Tabla de Compasicion de los Alimentos En. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2005.

ICBF. Ficha Tecnica Panelita de Leche. En. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2010.

ICONTEC. NTC 424. Productos Alimenticios. Caramelos Duros En. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2008a.

ICONTEC. NTC 3757. Arequipe o dulce de leche y manjar blanco. En. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2008b.

- IRIARTE, H. *Esta es Colombia*. Bogota, Colombia: Ediciones Gamma, 2000.
- KEATING, P.F. Y RODRÍGUEZ, H.G. *Introducción a la lactología*. Monterrey, México: Editorial Limusa S.A. De C.V., 1999.
- KURLAT, J. Productos lácteos Elaboración de Dulce de Leche. En: *INDUSTRIAL*. Buenos Aires, Argentina 2010.
- MALDONADO S Y SINGH J. Efecto de Gelificantes en la Formulación de Dulce de Yacón. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2008, vol. 2, p. 429-434.
- MANTILLA, O. Y QUINTERO, M.C. *La buena mesa colombiana: pretexto para el turismo*. Bogota, Colombia: Universidad Externado de Colombia, 2012.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, M. Boletín de analisis por producto. Bogota, Colombia 2010.
- MINSALUD *Resolucion Numero 2310 de 1986*. Bogotá, Colombia: Ministerio De Salud, Republica de Colombia, 1986. 38 p.
- NEIRA BERMÚDEZ, E. Y LÓPEZ TORRES, J. *Guía técnica para la elaboración de productos lácteos*. 5 ed. Bogotá: De la Mancha Impresores, 2010. 247 p.
- NOVOA, D.F. Y RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Caracterización colorimétrica del Manjar Blanco del Valle. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2012a, vol. 10, no. 2, p. 54-60.
- NOVOA, D.F. Y RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Manjar Blanco del Valle: Un dulce de leche típico colombiano. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 2012b, vol. 68, p. 48-52.

- ORTIZ ÁLVAREZ, J.R., CORTÉS JIMÉNEZ, A. Y RAMIREZ-NAVAS, J.S. Estandarización de una formulación de panelitas de leche: estudio preliminar. *Revista de Ciencias Agrícolas*, junio 2017, vol. 34, no. 1, p. 60-69. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.48>
- ORTIZ, E.L. *Cocina Latinoamericana: Más de 250 recetas de las más sabrosas de los países americanos desde México a la Patagonia*. San Juan, Puerto Rico Editorial Edaf, S.L., 1998.
- PARRA, S. Elaboracion de panelitas de leche En: CORTES Y ORTIZ. Roldanillo, Colombia 2013.
- PINTO, A. Sector lechero en Colombia: Potencial desperdiciado. Bogotá, Colombia, 2017. Disponible en: <<https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/>>.
- PRADO CADAVID, F. Y PRIETO VALLECILLA, J.M. Evaluación del efecto de la mezcla de harina de arroz y fécula de maíz sobre los parámetros de calidad del Manjar Blanco del Valle. Tesis de Trabajo de grado de Ingeniería de Alimentos. Cali, Colombia: Universidad del Valle, 2018. 54 p.
- RAE. Diccionario de la Lengua Española. En: *RAE*. Madrid, España, 2001.
- RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Queso molido nariñense. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 2010, vol. 59, p. 56-59.
- RAMÍREZ-NAVAS, J.S. *Apuntes de Principios de Ingeniería Aplicados a Lácteos*. Cali, Colombia: Universidad del Valle, 2012.
- RAMOS, O.G. Caña de Azucar en Colombia. *Revista de Indias*, 2005, vol. IXV.

- ROCA, E.P. Determinación del mejor proceso de elaboración de dulce de leche en polvo. Tesis de Ingeniería de Alimentos Guayaquil , Ecuador Escuela Superior Politecnica del Litoral Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción 2011.
- RODRÍGUEZ A, PIAGENTINI A, ROZYCKI S, LEMA P, PAULETTI M Y L, P. Evolución del Desarrollo del Color en Sistema Modelo de Composición Similar al Dulce de Leche. Influencia del Tiempo de Calentamiento y del pH. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*, 2012, vol. 38, no. 7.
- RODRÍGUEZ MOREIRA, J.F. Y ARAUJO ANCHUNDIA, K.J. Porcentajes de sacarosa y harina de banano (*Musa paradisiaca*) en la calidad del manjar a base de lactosuero como alternativa de aprovechamiento. Tesis de trabajo de grado de Ingeniería Agroindustrial. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2016.
- SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE, S. Ficha técnica del producto terminado Panelita de leche Parte 1. En. Espinal, Colombia 2010.
- UNC, I., & JAC. *Manual de Elaboración de Dulces y Panelitas de Leche (Vol. 1)*. Bogota, Colombia Universidad Nacional de Colombia, 1988.
- VAJDA, O.I., & SAENZ, T. W. *Química de los Alimentos* Habana, Cuba, 1976.
- VARNAM, A.H., SUTHERLAND, J.P. Y ALMUDÍ, R.O. *Leche y Productos Lácteos: Tecnología, Química y Microbiología*. Acibia, Editorial, S.A., 1995.
- VÁZQUEZ L, VERDÚ A, MURCIA R, BURLÓ F Y CARBONELL A.A. Instrumental Texture of a Typical Spanish Confectionery Product XIXONA TURRON as Affected by Comercial Category and Manufacturing Company. *Journal of Texture Studies*, 2006, vol. 37, p. 63-79.

VICENTE, A.M. *Confitería y pastelería: manual de formación*. Madrid, España: A. Madrid Vicente, 1999.

WANG, F., SUN, Z. Y WANG, Y.J. Study of xanthan gum/waxy corn starch interaction in solution by viscometry. *Food Hydrocolloids*, 2001, vol. 15, no. 4–6, p. 575-581. [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00065-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00065-0)

ZUNINO, A. Dulces de leche, aspectos básicos para su adecuada elaboración. En. Buenos Aires, Argentina Publicación Técnica del Depto. de Fiscalización de Industrias Lácteas. Ministerio de Asuntos agrarios y Produccion, 2009, p. 28.