

PARÁMETROS DE CALIDAD

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

1 Introducción

La calidad total de un alimento puede determinarse según cinco grupos de parámetros: sensorial, nutricional, sanitaria, fisicoquímica y funcional [Ramírez-Navas *et al.*, 2015]. En la Tabla 1 se detallan algunas de las características de estos grupos de parámetros de calidad.

Tabla 1. *Algunas características de calidad de un alimento.*

Calidad	Características de calidad
Sensorial	Forma, color, olor, sabor, textura
Nutricional	Composición, digestibilidad
Sanitaria	Inocuidad (microorganismos, agentes químicos, contaminantes)
Fisicoquímica	pH, acidez, color, propiedades coligativas, propiedades reológicas, propiedades texturales
Funcional	Envasado, capacidad de depósito, capacidad de porcionado, untuosidad, etc.

Fuente: Ramírez-Navas et al. [2015]

Para el consumidor el valor organoléptico ocupa un lugar predominante, debido a que se trata de cualidades que él mismo puede comprobar y calificar. El segundo lugar lo ocupa el valor sanitario. Sin embargo, el valor nutricional está ganando importancia en la determinación de la calidad para determinados grupos de consumidores.

En este capítulo se presenta un resumen de algunas pruebas que se realizan para evaluar los parámetros de calidad de los dulces de leche. En la medida de lo posible se relaciona la información con normas técnicas nacionales e internacionales.

2 Requisitos que deben cumplir las materias primas

Los dulces de leche, generalmente se producen por la concentración por evaporación de una mezcla de leche, azúcar y/o panela, en presencia de un neutralizante como bicarbonato. En algunos casos específicos se adiciona algún tipo de harina o almidón (panelitas de leche, Manjar Blanco del Valle) o coco rallado (cocadas de leche). Todas estas materias primas deben cumplir con ciertos requisitos para ser aptas para su empleo en la elaboración de estos dulces lácteos. Sin embargo, si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos, debe ser rechazada. También es importante señalar que cuando se emplean aditivos, debe cumplirse con lo establecido por el *Codex Alimentarius*, según las características de diseño del producto. Para determinar los requisitos que deben cumplir existen diversos métodos de rutina, lo importante es que éstos estén correctamente validados y periódicamente controlados con respecto al método de referencia. A continuación, se presentan los requisitos básicos que deben cumplir las materias primas.

2.1 Leche

La leche cruda debe presentar un aspecto normal, estar limpia y libre de calostro, preservantes, colorantes, materias extrañas y olores objetables o extraños. Debe obtenerse a partir de animales sanos, libres de enfermedades tales como fiebre aftosa, brucelosis, tuberculosis, estomatitis vesicular y rabia [ICONTEC, 2002]. En la Tabla 2 se presenta un resumen de los requisitos que debe cumplir la leche cruda. Con relación a la calidad microbiológica la leche cruda tomada en hato, ésta debe cumplir con un recuento de microorganismos mesófilos máximo de 700 000 UFC/ml y un recuento máximo de 700 000 células somáticas/ml. El ensayo de reductasa para la leche cruda tomada en hato debe ser mínimo de cuatro horas. Esta prueba es una medida fisicoquímica indirecta del grado de contaminación de una leche.

Para el caso de la *leche*, se realizan los siguientes ensayos de rutina: a) materia grasa (NTC 4722:1999; ISO 1211:1999, IDF Standard 1D-1996 (MG < 6 %), IDF Standard 16 C:1987 (MG > 6 %), IDF Standard 22B:1987); b) sólidos totales (NTC 4979:2001, ISO 6731:1989, IDF Standard 21 B:1987); c) sólidos no grasos (extracto seco desengrasado), para esto se emplea la fórmula de Richmond: $\% \text{ESD} = 250(D - 1) + 0,2 \times G + 0,14$, donde: ESD: extracto seco desengrasado; D: densidad de la leche a 15/15 °C; G: porcentaje de materia grasa m/m en la leche, d) acidez (NTC 4978:2001, AOAC 33.2.06 (947.05)), e) impurezas macroscópicas (sedimento) (AOAC 16.3.01 (952.21), AOAC 33.2.42 (960.28)), f) índice crioscópico (DE568/2001, ISO/FDIS 5764, IDF Standard 108B:1991, AOAC 33.2.35 (961.07), AOAC 33.2.04 (990.22)), g) gravedad específica (densidad) (AOAC 33.2.03 (925.22)).

Tabla 2. Requisitos para la leche cruda.

Requisitos	Mínimos	Máximos
Densidad 15°/15 °C (Gravedad específica)	1,030	1,033
Materia grasa, en % m/m	3,0	
Sólidos totales en % m/m	11,3	
Sólidos no grasos (Extracto seco desengrasado), en % m/m	8,3	
Acidez expresada como ácido láctico, en % m/v	0,13	0,18
Índice crioscópico,	-0,530°C (-0,550°H)	- 0,510 °C (- 0,530 °H)
Proteínas de leche en los sólidos no grasos de la leche (Nx6,38), % m/m	33	-
Índice lactométrico, en °L	8,4	—

Tabla 2. *Requisitos para la leche cruda (continuación).*

Requisitos	Mínimos	Máximos
Estabilidad proteica al etanol	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol de 68 % en peso o 75 % en volumen	
Presencia de conservantes		Negativa
Presencia de adulterantes		Negativa
Presencia de neutralizantes		Negativa
Plomo, en mg/kg, máx		0,02

Fuente: ICONTEC [2002]

2.2 Azúcar

El azúcar blanco es el producto sólido cristalizado constituido esencialmente por sacarosa, obtenido mediante procedimientos industriales apropiados y que no ha sido sometido a proceso de refinación [ICONTEC, 2004a]. Debe ser procesado bajo las buenas prácticas de manufactura según lo establecido por la legislación nacional vigente. En la Tabla 3 se presentan los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir el azúcar blanco.

Tabla 3. *Requisitos para el azúcar blanco.*

Requisitos fisicoquímicos	Límite
Polarización en grados sacarimétricos, a 20 °C, min.	99,4
Cenizas, % m/m, máx.	0,15
Humedad, % m/m, máx.	
Granulado	0,07
Moldeado	0,06
Color a 420 nm, UI, max	400
Turbiedad a 420 nm, UI, máx.	400

Tabla 3. *Requisitos para el azúcar blanco (continuación).*

Requisitos microbiológicos	Límite máximo
NMP de coliformes/g	3
NMP de coliformes fecales/g	< 3
Recuento de bacterias mesófilas aerobias/g	< 200 UFC
Recuento de mohos y de levaduras/g	<100 UFC

Requisitos microbiológicos (por métodos de filtración por membrana)	Límite máximo
Recuento de coliformes	80 UFC/10 g
Recuento de coliformes fecales	10 UFC/10 g
Recuento de bacterias mesófilas aerobias	200 UFC/g
Recuento de mohos y recuento de levaduras	100 UFC/g

NOTA UI: unidades ICUMSA

Fuente: ICONTEC [2004a]

En el caso del *azúcar blanco*, se realizan los siguientes ensayos de rutina: a) polarización (NTC 586), b) cenizas (NTC 570), c) humedad (NTC 572), d) color (NTC 2085), e) turbiedad relativa (NTC 2085).

2.3 Panela

La panela es el producto sólido de cualquier forma y presentación proveniente de la evaporación de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sin centrifugar, que contiene microcristales anhedrales no visibles al ojo humano, manteniendo sus elementos constitutivos como sacarosa, glucosa y minerales, no provenientes de la reconstitución de sus elementos [ICONTEC, 2009c]. Se encuentra en varias presentaciones: sólida, polvo, granulada o como mezcla saborizada. Puede presentar diferentes colores dependiendo de la materia prima usada, la variedad de la caña, las condiciones

agroecológicas y del proceso de elaboración. Para emplearla como materia prima ésta debe estar libre de materias, olores y sabores extraños; no puede estar fermentada ni presentar ataques visibles de hongos o presencia de insectos. Preferiblemente la panela deberá estar libre de contaminantes. Sin embargo, en la normatividad se presentan valores de referencia máximos permitidos de contaminantes: 0.2 mg/kg de Pb, 0.1 mg/kg de As, < 0,05 mg/kg de SO₂. En la Tabla 4 se presentan los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir la panela.

Tabla 4. Requisitos físico químicos y microbiológicos para la panela.

Requisito fisicoquímicos	Valor		Valor	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	<i>(panela en bloque)</i>		<i>(panela polvo o grano)</i>	
Humedad, fracción en masa en %	--	9	--	5
Cenizas, fracción en masa en %	0,8	--	1	--
Azúcares totales (sacarosa), fracción en masa en %	--	83	--	93
Azúcares reductores (glucosa), fracción en masa en %	5,5	--	5	--
Proteínas, en % (N x 6,25)	0,20%	-	0,20%	-
Potasio en mg/100 g	100	--	100	--
Calcio en mg/100 g	10	--	10	—
Fósforo en mg/100 g	5	--	5	—
Hierro en mg/100 g	1,5	--	1,5	—
Colorantes	Ausencia		Ausencia	
Requisitos microbiológicos	n	m	M	C
Recuento de mohos y levaduras, en UFC/g	5	50	150	2

En donde n = número de muestras que se van a examinar, m = parámetro normal, M = valor máximo permitido, C = número de muestras aceptadas con M
Fuente: ICONTEC [2009c]

El límite de residuos de plaguicidas en la panela debe estar de acuerdo con lo establecido por la Comisión del *Codex Alimentarius*.

Para el caso de la *panela*, se realizan los siguientes ensayos de rutina: a) humedad (AOAC 925.45), b) cenizas (AOAC 900.02), c) azúcares totales (sacarosa) y azúcares reductores (glucosa) (AOAC 923.09), d) potasio, calcio, sodio y hierro (AOAC 985.35), e) fósforo (AOAC 995.11), f) plomo (AOAC 999.11, NTC 4399), f) arsénico (AOAC 986.15), g) sulfitos (ensayo cualitativo - AOAC 975.32, ensayo cuantitativo - AOAC 990.28), h) proteína (AOAC 981.10).

2.4 Glucosa

Se puede conseguir comercialmente como jarabe de glucosa o jarabe de glucosa deshidratado. El primero es una solución acuosa, viscosa, ligeramente dulce, de incolora o translúcida a ligeramente amarilla, miscible al calentar en todas las proporciones con agua, concentrada y clarificada de sacáridos, obtenida por la hidrólisis parcial de almidón alimenticio y/o inulina, a través de ácidos y/o enzimas grado alimenticio. Dependiendo del grado de hidrólisis, el jarabe de glucosa contiene cantidades variables de D-glucosa. El jarabe de glucosa tiene un contenido equivalente de dextrosa de mínimo 20 % m/m (expresado como D-glucosa sobre peso seco) y un contenido total de sólidos de no menos del 70 % m/m. El segundo es un producto al cuál se le ha separado parcialmente el agua, hasta darle una presentación sólida y para obtener un contenido total de sólidos de no menos del 93 % m/m. Su presentación es en polvo o gránulos dulces, blancos a ligeramente amarillos solubles en agua. Cuando el jarabe de glucosa se deshidrata para una presentación sólida, se le llama sólidos de jarabe de glucosa [ICONTEC, 2001]. En la Tabla 5 se presentan los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que debe cumplir la panela.

Tabla 5. Requisitos físico químicos y microbiológicos para el jarabe de glucosa.

Requisitos fisicoquímicos	Jarabe de glucosa	Jarabe de glucosa deshidratado		
Grados Baumé (60 °C /15 °C)	36- 46	N.A.		
Equivalente de dextrosa (DE), en %	20 - 70	20 - 70		
Sólidos totales, en %	70 - 90	Mínimo 93		
pH	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0		
Cenizas sulfatadas, en %	Máximo 0,80	Máximo 0,80		
Dióxido de azufre, en mg/kg (ppm)	Máximo 40	Máximo 40		
Dióxido de azufre, en mg/kg (ppm), para jarabes utilizados en productos que se someten a alta cocción.	Máximo 400	Máximo 150		
Color original (densidad óptica):				
Para D.E. ≤ 46,0 Para D.E. > 46,0	Máximo 2.0 N.A.			
Almidón cualitativo	Negativo	Negativo		
Humedad, en %	10-30	Máximo 7		
Metales pesados (expresados como plomo), en mg/kg (ppm)	Máximo 5	Máximo 5		
Arsénico, en mg/kg (ppm)	Máximo 1	Máximo 1		
Plomo, en mg/kg (ppm)	Máximo 0,5	Máximo 0,5		
Requisitos microbiológicos	n	c	m	M
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos, UFC/g	3	1	5 000	10 000
NMP coliformes fecales/g	3	0	<3	-
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	3	1	500	1000
Detección de Salmonella / 25 g	3	0	0	-

En donde *n* = número de muestras que se van a examinar, *m* = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad, *M* = índice

máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad, $C = \text{número máximo de muestras permisibles con resultados entre } m \text{ y } M$.

Fuente: ICONTEC [2001]

2.5 Harinas y almidón

En el caso de las panelitas de leche y el manjar blanco de Valle, está permitida la adición de almidón o harinas como espesantes. Los límites máximos para residuos de plaguicidas en estas materias primas no deben exceder los establecidos por la legislación nacional vigente o en su defecto por el *Codex Alimentarius*.

El *almidón* es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona del 70 % al 80 % de las calorías consumidas por los seres humanos. Se comercializa como *fécula de maíz* o almidón de maíz no modificado. Este producto se obtiene por la molienda húmeda del grano de maíz (*Zea Mays*). Químicamente es un carbohidrato, exento de sustancias tóxicas o nocivas [ICONTEC, 2016]. Su presentación comercial es en forma de polvo fino blanco, libre de partículas negras, suciedad u otras impurezas visibles.

La *harina de maíz* precocida blanca o amarilla es el producto obtenido a partir del endospermo de granos de maíz (*Zea mays L.*), clasificados para consumo humano, que han sido sometidos a un proceso de limpieza, desgerminación, precocción, laminado, secado y molturación o molienda [ICONTEC, 2014]. La harina precocida de maíz debe presentar un color homogéneo, y no debe tener grumos ni materiales o contaminantes extraños.

La *harina de trigo* es el producto obtenido de la molienda y cernido, del endospermo de granos de trigo común (*Triticum aestivum L.*), o trigo ramificado (*Triticum compactum Host.*), o mezcla de ellos, con el fin de obtener un tamaño de partícula determinado. Para ser empleada como materia prima, la harina de trigo debe estar exenta de sabores y olores extraños y debe ser inocuo y apropiado para el consumo humano.

Para los casos de la *harina de trigo*, la *fécula* y la *harina de maíz*, se realizan los siguientes ensayos de rutina: a) pH (NTC 440, AACCI 02-52.01), b) humedad (NTC 529, ISO 1666, AOAC 925.09 b), c) cenizas (NTC 3806, ISO 2171, AOAC 923.03, AACCI 08-17.01), d) proteína (ISO 1871, ISO 5378, AOAC 960.52), e) contenido de sulfitos (SO_2) (AOAC 990.28), f) contenido de fibra (AOAC 993.21, AOAC 985.29), g) contenido de grasa (NTC 668, AOAC 920.39C), h) metales pesados (AOAC 986.15), i) granulometría (AOAC 965.22), j) materia extraña (fragmentos de insectos – AACCI 28-41.03, excretas de roedores - AACCI 28-50.01, pelos - AACCI 28-51.02).

2.6 Bicarbonato de sodio

Comúnmente se utiliza bicarbonato de sodio como neutralizante o reductor de la acidez de la leche y como potencializador del color en la elaboración de dulces de leche [Cortés Jiménez *et al.*, 2014]. El bicarbonato de sodio se clasifica de acuerdo a su uso en: a) Tipo 1: corresponde al tipo industrial que comprende los grados A y B, y b) Tipo 2: corresponde al tipo farmacéutico, cuya densidad aparente es $0,81 \text{ g/cm}^3$. También se clasifican según su apariencia: a) Grado A: aquel que se presenta en estado cristalino, con una densidad aparente de $0,86 \text{ g/cm}^3$, y b) Grado B: aquel que se presenta en forma de polvo, con una densidad aparente de $0,81 \text{ g/cm}^3$ [ICONTEC, 1985]. En la Tabla 6 se presentan los requisitos que debe cumplir el bicarbonato de sodio.

Tabla 6. *Requisitos de bicarbonato de sodio.*

Requisitos	Porcentaje en masa	
	Tipo 1	Tipo 2
Bicarbonato de sodio expresado como NaHCO_3 , mín.	98,0	99,5
Carbonato de sodio expresado como Na_2CO_3 , máx.	0,40	0,4
Materia insoluble en agua, máx.	0,50	0,0
Cloruros, expresados como NaCl , máx.	0,05	0,05
Hierro, expresado como Fe , máx.	0,005	0,005
Humedad, máx.	2,0	0,25
Metales pesados, expresados como Pb , máx.	0,0005	0,0005
Arsénico, expresado como As , máximo.	-	0,0003

Fuente: ICONTEC [1985]

3 Requisitos que deben cumplir los dulces de leche

3.1 Leche condensada azucarada

Las leches condensadas azucaradas (LCA), deben presentar un aspecto y consistencia uniformes, exento de grumos y cristales de azúcar. Su color debe ser blanco o crema claro o el característico del sabor correspondiente. El olor y el sabor deben ser característicos del producto. Debe estar exento de sustancias tóxicas, residuos de droga o medicamentos, grasa de origen vegetal o animal diferente a la láctea. El producto debe estar exento de materias extrañas (partículas quemadas, restos de insectos, etc.) [ICONTEC, 2017].

En las LCA se permite la adición de colorantes naturales en una cantidad mínima para obtener el efecto deseado y de colorantes artificiales en un nivel máximo de 30 mg/kg, aprobados por la autoridad sanitaria competente. En Colombia, se permite la adición de: café, cacao, fruta, jugo de frutas, concentrado de frutas, leche, leche en polvo, crema de leche, sacarosa y aditivos aprobados por la autoridad sanitaria competente

para este tipo de productos. Se permite el uso de saborizantes naturales y/o artificiales aprobados por la autoridad sanitaria competente. Se permite la adición de estabilizantes como sales de potasio, sodio y calcio del ácido clorhídrico, del ácido cítrico, del ácido carbónico y del ácido ortofosfórico, expresadas como sustancias anhidras, máx 2 000 mg/kg solas, 3 000 mg/kg en mezcla y de carragenina, máx 150 mg/kg.

En la Tabla 7 se presentan los requisitos que deben cumplir el arequipe, el manjar blanco del Valle y la leche condensada azucarada.

Tabla 7. *Requisitos fisicoquímicos para el arequipe, el manjar blanco y la leche condensada azucarada.*

Requisito *	Arequipe	Manjar Blanco	Leche condensada azucarada		
			Entera	Semidescremada	Descremada
Materia grasa láctea, en %	mín 7	mín 6,5	8	4 a 4,5	0 a 1
Sólidos lácteos no grasos, mín, en %	17	16	20	20	20
Sólidos lácteos totales, mín, en %			28	24	20
Proteínas (N x 6), mín, en %			7	7	7
Extracto seco, mín, en %	70	65	70	70	70
Cenizas, máx, en %	2	2			
Índice de Reichert Meissl, en %.	23 -32	--	--	--	--
Almidones	Negativo	--	Negativo	Negativo	Negativo
Almidones, máx, en %	--	4	--	--	--

* Fracción de masa, en %

NOTA Los resultados obtenidos para el contenido de materia grasa láctea, sólidos lácteos no grasos, extracto seco, cenizas, índice de Reichert

-Meissl y almidones se expresan en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades, el cuál dice: “Fracción de masa de B, WB: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación ‘% (m/m)’ no deberá usarse”.

Fuente: ICONTEC [2017], ICONTEC [2008]

3.2 Dulces de leche

En la elaboración de dulces de leche no debe emplearse ningún tipo de grasa de origen vegetal o animal diferente de la láctea. La normatividad señala que, si se combina el dulce de leche con otros ingredientes alimenticios como frutas, jaleas, derivados del cacao, derivados de café, entre otros, aptos para consumo humano y permitidos por la autoridad sanitaria competente; el dulce de leche debe ser el componente principal, en una cantidad mínima del 70 % en fracción de masa, declarándose el porcentaje de los otros ingredientes en el rotulado general [ICONTEC, 2008].

En la fabricación del dulce de leche se debe tener en cuenta la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura y/o cualquier otro sistema de gestión de la inocuidad para la elaboración, preparación y manipulación del producto [OMS, 2015].

4 Muestreo

Para realizar el muestreo de leches y derivados lácteos se recomienda seguir las instrucciones de las normas técnicas ISO 707- IDF 50:2008 o GTC 263:2016.

4.1 Generalidades

La toma de muestra debería realizarse de forma que se obtengan muestras representativas del producto. El método preciso de muestreo y la masa o volumen del producto que se va a tomar varía con la naturaleza del producto y con el propósito de las muestras. Por ejemplo, si los productos contienen partículas gruesas, puede ser necesario aumentar el tamaño mínimo de la muestra. Después de realizar el muestreo, el recipiente de la muestra se deberá cerrar de inmediato. En la medida

de lo posible, se debe tomar una muestra adicional para el control de temperatura, durante el transporte al laboratorio de ensayo.

El equipo de muestreo deberá estar limpio y seco y no deberá influir sobre propiedades tales como olor, sabor o consistencia y composición del producto. En algunos casos, se requiere equipo estéril para evitar la contaminación microbiana del producto.

Es importante que los materiales y la construcción de los recipientes para las muestras brinden una protección adecuada y no provoquen cambios en la muestra que puedan afectar los resultados de los análisis posteriores. Dentro de los materiales que se consideran apropiados se encuentran el vidrio, algunos metales (por ejemplo: acero inoxidable) y algunos plásticos (por ejemplo: polipropileno). Por la influencia que la luz pudiera tener sobre la muestra es conveniente que los recipientes sean opacos y que luego de ser llenados, su almacenamiento se realice en un lugar oscuro. Al momento de muestrear los recipientes y cierres éstos deben estar secos, limpios y estériles o adecuados para esterilización. En la medida de lo posible, debe evitarse el uso de recipientes de vidrio para la toma de muestras dentro de las áreas de producción.

La forma y capacidad de los recipientes debe ser la apropiada para los requisitos particulares del producto al que se va a hacer el muestreo. También pueden utilizarse recipientes plásticos desechables o de papel de aluminio con resistencia adecuada (estériles y no estériles) y bolsas plásticas adecuadas, con los métodos de cierre apropiados.

Los recipientes diferentes de las bolsas plásticas deben cerrarse de una manera segura mediante un tapón o una tapa roscada de plástico o metal, y si es necesario, un revestimiento plástico interior hermético, insoluble, no absorbente y a prueba de grasa, que no afecte la composición, propiedades, olor y sabor de la muestra. Los recipientes para muestras necesitan ser herméticos y estar sellados para prevenir la contaminación por entrada de aire.

Si se utilizan tapones, éstos deben ser de un material no absorbente, inodoro e insaboro, o deberán estar cubiertos con él.

Los recipientes para las muestras destinadas a exámenes microbiológicos no deberán utilizar tapones o tapas de corcho, aun cuando estén forrados. Los recipientes para productos sólidos, semisólidos o viscosos, deberán ser de boca ancha.

En el caso de recipientes pequeños para venta al por menor, estos se consideran como los recipientes para muestra; ésta deberá constar del contenido de uno o más recipientes intactos, sin abrir.

El marcado de las muestras no debería influir sobre las propiedades o la composición del producto. Deberían utilizarse equipos de marcado inodoros, como la tinta permanente o los rotuladores permanentes inodoros.

Si es necesario, durante el transporte se deben tomar precauciones para evitar la exposición a olores externos o extraños, luz directa y demás condiciones adversas. Se recomienda que la temperatura de almacenamiento después del muestreo se alcance lo más rápidamente posible. Además, el tiempo y la temperatura deben considerarse en combinación y no independientemente.

Las muestras deben enviarse al laboratorio de ensayo inmediatamente después del muestreo. El tiempo para el envío de las muestras al laboratorio debe ser el menor posible, no más de 24 h. De igual forma, los análisis deben realizarse inmediatamente después de la preparación de la porción para análisis.

4.2 Leche condensada azucarada y dulces de leche

El muestreo de recipientes a granel puede ser extremadamente difícil, particularmente cuando el producto no es homogéneo y es muy viscoso. Los problemas en el muestreo pueden surgir por la presencia de grandes cristales de sacarosa o de lactosa, por la precipitación de diferentes sales que puede ocurrir en el cuerpo del producto o adherirse a las paredes, o por la presencia de material en grumos. Estas condiciones se evalúan previamente introduciendo una varilla de muestreo en el contenedor del producto, y retirándola después de explorar el mayor volumen posible del recipiente. Puesto que el

tamaño de los cristales de azúcar es de menos de 6 μm , no deberían presentarse problemas por esta causa.

Ya que la leche condensada azucarada con frecuencia se almacena a temperatura atmosférica, se recomienda llevar el contenido a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Al concentrado cristalizado en tanques de almacenamiento no se le puede realizar un muestreo representativo a menos que el tanque esté diseñado y equipado con un agitador accionado mecánicamente. En el informe de toma de muestras debe indicarse si el producto no es homogéneo, y en particular si los cristales no se distribuyen de forma regular. La toma de muestras se realiza inmediatamente después de mezclar.

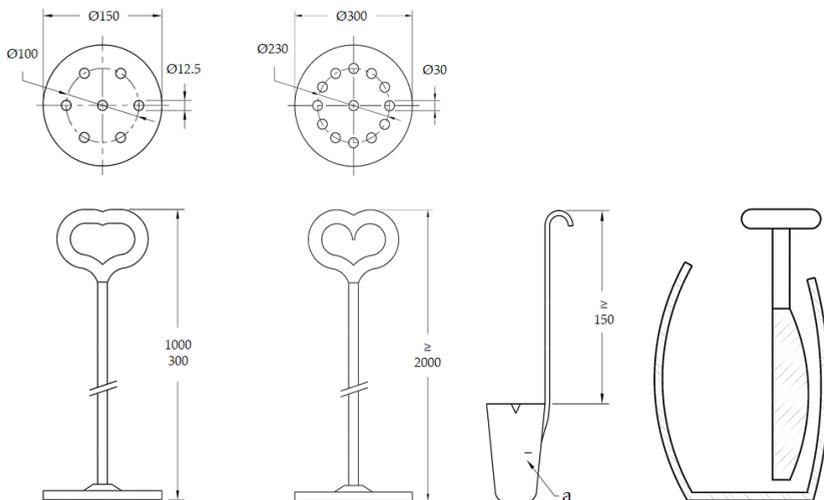
Cuando se muestrean recipientes a granel, antes de abrir el recipiente o de retirar la cubierta superior (tapa), se debe limpiar exhaustivamente y enjuagar con agua fría estéril el borde externo del recipiente o del barril, en el caso de que sea de tipo abierto (con boca). Si es necesario, la superficie se puede flamear repetidamente con alcohol para conseguir su esterilización.

En el caso de la leche condensada, que fluye con facilidad y es de consistencia uniforme, los bidones con boca se inclinan. La muestra debería recogerse según se deja salir el producto. Las bocas con tapón de rosca son difíciles de desinfectar, por lo que deben tomarse precauciones especiales. Cuando el producto se haya vuelto viscoso, tiene que retirarse la capa superficial hasta una profundidad de entre 20 mm y 30 mm utilizando una cuchara tratada (esteril), realizándose entonces la toma de muestras.

Al realizar el muestreo de recipientes con extremo abierto (tambores con tapa), el extremo por donde se recogerá la muestra, antes de abrirlo, debe limpiarse y secarse bien, para evitar que entren materiales extraños durante el proceso de apertura. Se mezcla bien el contenido por medio de un agitador adecuado (Figura 1) y se raspan los lados y el borde del recipiente para retirar cualquier producto que se haya podido adherir. Se mezcla bien el contenido mediante una combinación de movimientos giratorios y verticales, con el agitador inclinado diagonalmente, evitando que penetre aire en la muestra. Se retira el

agitador y se transfiere a un recipiente 5 L la leche condensada adherida a él, por medio de una espátula o cuchara. Se repite la mezcla y se retira el agitador hasta que se hayan colectado de 2 L a 3 L. Se mezcla el volumen hasta que esté homogéneo y se toma la muestra.

Figura 1. Agitadores (de izquierda a derecha: agitador recomendado para bidones y cubos; agitador adecuado para carrotanques, transporte en vías férreas y tanques de fincas; cucharón para líquidos; agitador adecuado para mezcla de leche condensada azucarada en barriles). Dimensiones en milímetros.



5 Análisis bromatológico

5.1 Preparación de la muestra

Se pesan 200 g de muestra en un recipiente y se agregan 400 ml de diluyente (agua para los ensayos fisicoquímicos) y se agita hasta obtener una dispersión homogénea (alternativamente puede usarse un agitador mecánico, siempre y cuando no se produzca mucha espuma).

Para muestras con adición de fruta se pasa la muestra mezclada con el solvente por un tamiz No. 40 ASTM (425 μ m ISO) o equivalente

para separar las partículas macroscópicas de fruta y luego se homogeneiza de acuerdo con lo indicado en el párrafo anterior.

5.2 Ensayos de rutina

A la muestra se le determinan:

- humedad (FIL – IDF 15B: 1991, AOAC 952.08)
- grasa láctea (NTC 4722, FIL – IDF 13C o AOAC 920.111 *Rose-Gottlieb Method. Gravimetric*),
- ácidos grasos saturados (extracción de la materia grasa, met. CITIL. Cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos de los ácidos grasos, Ref. Norma IRAM 5650 Parte II)
- colesterol (AOAC 976.26 y AOAC 954.03)
- extracto seco o sólidos totales (NTC 4979 o AOAC 920.107),
- azúcares totales (AOAC 923.09 *Lane-Eynon Method, Volumetric* o AOAC 974.06 *Modified Fehling - Soxhlet. Titration*),
- sacarosa por polarimetría (NTC 4980),
- hidratos de carbono (calculado por diferencia a 100% del resto de los componentes)
- almidón (NTC 5303 o ISO 15914.),
- Índice de Reichert Meissl (NTC 5532 ó en la norma AOAC 925.41),

- contenido de nitrógeno (proteína cruda - N* 6.38) (NTC 5025, AOAC 955.04),
- proteína total (FIL – IDF 20:B: 1993, parte II, Método de Bloque Digestor (Macro Método))
- fibra (AOAC 962.09)
- cenizas (AOAC 942.05 *Ash of Animal Feed*, AOAC 930.30 *Ash of dried milk - Gravimetric Method* ó AOAC 945.48 *Evaporated Milk (Unsweetened)*),
- calcio (digestión vía seca a 500-550 °C y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica.)
- sodio (digestión vía húmeda con ácido nítrico y cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica)

Para la determinación de almidón, se puede aplicar la Prueba de Lugol. Para hacerla, se toma una muestra homogenizada de 5 ml, se

coloca en un tubo de ensayo, se hierve y se enfría en agua-hielo. Se agregan cinco gotas de solución yodo-yoduro de potasio. La aparición de una coloración azul indica la presencia de almidón o de harina. Una coloración amarillenta significa un ensayo negativo.

Los sólidos lácteos no grasos se obtienen de la siguiente relación: $\%SLNG = S - (G + A)$, donde $\%SLNG$ es el porcentaje de sólidos lácteos no grasos (fracción de masa) G es grasa láctea (fracción de masa en %), A es azúcar (fracción de masa en %), y S es extracto seco (fracción de masa en %).

Para la leche condensada azucarada no saborizada, los sólidos lácteos totales se calculan mediante la siguiente relación: Sólidos lácteos totales = Sólidos totales - sacarosa por polarimetría. Para leche condensada azucarada saborizada, se determinan en función de la proteína. Los sólidos lácteos no grasos se determinan mediante la siguiente relación: Sólidos lácteos no grasos = sólidos lácteos totales - materia grasa

Los resultados obtenidos para el contenido de sólidos lácteos no grasos, grasa, azúcar y extracto seco deben expresarse en fracción de masa según el Sistema Internacional de Unidades.

La cantidad de energía o aporte calórico (kcal/100 g o kJ/100g) se determinan relacionando los porcentajes de proteínas (%P), materia grasa (%MG) y carbohidratos (%CHO) de acuerdo a la ecuación (1). En el caso de los lácteos, los factores de conversión (FC) que deben incluirse en la ecuación son: para proteína: 4.27 kcal/g o 17.9 kJ/g, para materia grasa 8.79 kcal/g o 36.8 kJ/g, y para carbohidratos totales 3.87 kcal/g o 16.2 kJ/g [FAO, 2002].

$$\text{Aporte calórico} = FC_P \cdot \%P + FC_{MG} \cdot \%MG + FC_{CHO} \cdot \%CHO \quad (1)$$

Por ejemplo, si se desea calcular el aporte calórico de una panelita que

$$\text{Aporte calórico}_{\text{panelita}} = 4.27 \cdot 4.5 + 8.79 \cdot 6.7 + 3.87 \cdot 77 = 374,34 \text{kcal}/100\text{g}$$

Utilizando los factores de conversión adecuados se puede obtener la respuesta en kcal/100 g o kJ/100g. En el caso del ejemplo se utiliza-

ron los que relacionaban kcal/100, sin embargo, la recomendación del Sistema Internacional de Unidades es que se trabaje en kJ/100. En los casos en que se deba tomar en cuenta el contenido de ácidos orgánicos, alcoholes, polialcoholes o polidextrosas para el cálculo de contenido energético se deben utilizar los siguientes FC: ácidos orgánicos 3 kcal/g o 13 kJ/g, alcohol 7 kcal/g o 29 kJ/g, polialcoholes 2,4 kcal/g o 10 kJ/g y polidextrosas 1 kcal/g o 4 kJ [DGN, 2009].

6 Calidad microbiológicos

Los ensayos para el control microbiológico se efectúan de acuerdo con lo indicado en la norma ISO 8261 *Milk and Milk Products. General Guidance for the Preparation of Test Samples, Initial Suspensions and Decimal Dilutions for Microbiological Examination*. Entre los ensayos de rutina se encuentran:

- Recuento de mohos y levaduras, UFC/g (NTC 4132),
- Recuento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, UFC/g (NTC 4779),
- Recuento de coliformes, UFC/g (NTC 4458),
- Recuento de E. Coli, UFC/g (NTC 4458),
- Recuento de microorganismos mesofílicos, UFC/g (NTC 5034).

7 Parámetros fisicoquímicos

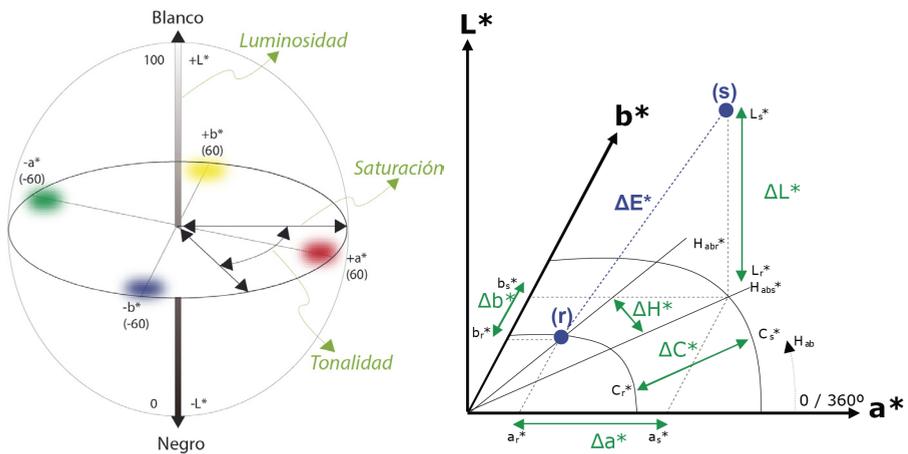
7.1 Actividad acuosa (Aw)

Existe una gran variedad de métodos para la determinación de actividad acuosa [Vélez-Ruiz, 2001]. Para efectuar la medición de actividad de agua, de manera rápida, se pueden emplear equipos como el *AquaLab 4TE*. Estos equipos requieren una calibración inicial con sales patrón estándar que se introducen en el equipo una a una, hasta que el equipo muestra los valores correctos de actividad de agua para cada patrón. Con el equipo calibrado se mide la Aw de las muestras, colocando aproximadamente 12 g de muestra en el portamuestras.

7.2 Color

El color es una propiedad de la luz y una respuesta del cerebro a la percepción de esta. Existen diferentes métodos para determinar el color de los alimentos [Jimenez y Gutiérrez, 2001], entre ellos el sistema CIE-Lab, empleando las coordenadas L^* a^* b^* [Ramírez-Navas, 2010] (ver Figura 3). La luminosidad es indicada por L^* , en la cual se clasifican la serie de grises que va del negro al blanco en una escala de 0 a 100, siendo el menor valor negro puro y el mayor blanco puro. Las coordenadas a^* y b^* , indican la dirección del color; $+a^*$ rojo a $-a^*$ verde y $+b^*$ amarillo a $-b^*$ azul y se relacionan con la cromaticidad y la tonalidad.

Figura 2. Espacio CIELab, Diagrama de diferencia cromática en el espacio tridimensional.



Fuente: Ramírez-Navas [2010]

Para realizar la determinación colorimétrica se emplea como modelo de color el sistema CIE-Lab y el iluminante de referencia D65 (estándar luz de día), obteniendo los valores experimentales mediante el empleo del espectrocolorímetro (Color Flex- HunterLab). Para obtener dichas mediciones se calibra el equipo con los platos de referencia verde, blanco y negro, ubicando previamente la caja Petri,

sobre la cual se colocan las muestras, en el puerto de lectura. Cada muestra se sitúa en la caja Petri previo a su análisis. Todas las muestras se cubren antes del análisis con el cubreobjetos de color negro (parte del equipo). Para evitar que la luz cause interferencia en la lectura. Las muestras se rotan aproximadamente 120° después de cada lectura, repitiéndose la misma [Novoa y Ramírez-Navas, 2012]. A partir de las coordenadas se estiman ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^* , Cromaticidad (C) y ΔC (%) mediante las siguientes ecuaciones:

$$\Delta L^* = L_i^* - L_f^* \quad (2) \quad \text{Variación de la luminosidad}$$

$$H^* = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (7) \quad \text{Tonalidad}$$

$$\Delta b^* = b_i^* - b_f^* \quad (3) \quad \text{Variación de } b^*$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (8) \quad \text{Diferencia de color}$$

$$\Delta a^* = a_i^* - a_f^* \quad (4) \quad \text{Variación de } a^*$$

$$IA = 142.86 \left[\frac{b^*}{l^*} \right] \quad (9) \quad \text{Índice de Amarillez}$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (5) \quad \text{Croma o saturación}$$

$$IB = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (10) \quad \text{Índice de blancura}$$

$$\Delta C^* (\%) = \frac{C_i^* - C_f^*}{C_i^*} * 100 \quad (6) \quad \text{Variación de cromaticidad}$$

ΔE^* , cuantifica numéricamente la diferencia de percepción de color, para el ojo humano, entre dos muestras del alimento. Los valores de ΔE^* obtenidos para una muestra en referencia al estándar permiten evidenciar si el observador podrá o no percibir la diferencia de color [Ramírez-Navas, 2010]. El parámetro C^* es una medida del grado de pureza de color.

7.3 Índice de refracción

El índice de refracción puede definirse como la relación entre la velocidad de una luz monocromática en el aire y su velocidad en la sustancia considerada, y es la división entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción (θ), cuando la luz pasa del aire a la sustancia. El índice de refracción se determina empleando un refractómetro. Este instrumento es importante y muy útil en la industria,

se usa en el control y análisis de productos alimentarios comerciales y en la identificación de sustancias desconocidas; también se utiliza para distinguir sustancias con un mismo punto de ebullición, y compuestos de naturaleza similar. El refractómetro mide la concentración de soluciones con mayor seguridad que cuando se utilizan hidrómetros. Los refractómetros pueden ser instalados en líneas de producción, como es el caso de leche condensada, para obtener lecturas continuas del grado de concentración del producto, o sirven como instrumento de control [Alvarado, 2001a].

Para confirmar que las lecturas del refractómetro son válidas, debe probarse con agua o líquidos orgánicos de índice de refracción conocidos. En el caso de utilizar agua destilada, el índice de refracción a 15°C es 1.3334; disminuye en 0.0001, por el incremento de 1°C, hasta un valor de 1.3325 a 25°C. En todos los casos la temperatura debe ser controlada, se recomienda una variación entre $\pm 0,2^\circ\text{C}$, para lo que se utiliza agua termostatazada que pasa por la caja que contiene los prismas; en los refractómetros de inmersión, como el de Zeiss, la variación de temperatura debe ser menor, $\pm 0,05^\circ\text{C}$.

En el caso de leche condensada y evaporada, cuando se usa el refractómetro de Abbé, que utiliza una fina capa de muestra, se pueden hacer medidas satisfactorias del índice de refracción. Conociendo este parámetro se puede obtener el valor del porcentaje de sólidos totales en la muestra empleando las ecuaciones propuestas por [Hall *et al.*, 1986]: a) para leche entera condensada y endulzada: $S = 70 + 444 (n - 1.4658)$, y para leche descremada condensada y endulzada: $S = 70 + 393 (n - 1.4698)$.

7.4 PH

El pH se mide con un potenciómetro, haciendo uso del método oficial de análisis 981,12 [AOAC, 2000]. Para esta medición se toman 10mL de la muestra y todas las mediciones se realizan por triplicado. Al llevar a cabo la determinación del pH debe ponerse especial cuidado en el mantenimiento y calibración del electrodo del equipo. El equipo de pH, capaz de hacer lecturas hasta de 0,01 unidades de

pH, debe constar de un electrodo medidor de vidrio y un electrodo de referencia o un electrodo múltiple, calibrados por medio de dos soluciones reguladoras de pH conocido y que estén dentro de $\pm 0,01$ unidades de pH.

7.5 Sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles (grados Brix, °Bx) se mide utilizando un refractómetro portátil (0-90%), con compensación de temperatura a 20°C. Se puso suficiente muestra para cubrir el lente óptico del equipo y se procedió a leer. La lectura se reportó directamente en la pantalla del equipo. Es importante registrar la temperatura a la que se realiza la medida. Generalmente, los refractómetros proporcionan dos valores, uno de índice de refracción y otro de °Bx.

8 Parámetros reológicos

8.1 Viscosidad

La reología es la parte de la mecánica que estudia la elasticidad, plasticidad y viscosidad de la materia. “La ciencia del flujo y la deformación”, estudia las propiedades mecánicas de los gases, líquidos, plásticos, sustancias asfálticas, materiales cristalinos y otros. Por lo tanto, el campo de la reología se extiende desde la mecánica de fluidos *newtonianos* hasta la elasticidad de Hook [Ramírez-Navas, 2006]. El parámetro reológico que interesa en el caso de los dulces de leche y la leche condensada azucarada es la viscosidad. La viscosidad es la medida de la resistencia a fluir de un gas o líquido. Se define entonces el esfuerzo de corte (τ) como la relación F/A , y la viscosidad como la relación entre τ y velocidad de deformación (γ), y todos los fluidos que cumplen con esta relación, son llamados fluidos *newtonianos* [Alvarado, 2001b; Ramírez-Navas, 2006].

Las leches condensadas azucaradas y dulces de leche, presentan, por lo general comportamiento de fluido no *newtoniano*; las características de este tipo de productos varían desde los líquidos viscosos con pro-

propiedades elásticas hasta las de los sólidos con propiedades viscosas. La viscosidad de estos fluidos, no permanece constante cuando la temperatura y la composición permanecen invariables, sino que depende del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad y, a veces del tiempo de aplicación del esfuerzo y de la historia previa del producto [Kofg, 2001].

Entre los diversos viscosímetros disponibles, para determinar la viscosidad de mezclas para helados, el de más amplio empleo es el viscosímetro rotacional, cuyo principio de funcionamiento es conducir una aguja (que se sumerge en el fluido de ensayo) a través de un resorte calibrado. El arrastre viscoso del fluido contra la aguja se evalúa por la desviación del resorte que se mide con un transductor rotatorio. Dicha aguja varía de tamaño según el tipo de fluido evaluado [BEL, s.f.].

Para lograr en la medición unos valores adecuadamente reproducibles, resulta decisivo efectuar una cuidadosa termoadaptación de los aparatos de medida y de la muestra a analizar, siendo la temperatura de 5°C la más recomendable [Geyer, 1989].

Las mediciones reológicas se llevan a cabo en un viscosímetro o en un reómetro rotatorio. Con los datos obtenidos de τ y $\dot{\gamma}$ se obtiene la curva que permite evidenciar el tipo de fluido al cual corresponde la muestra. En el caso de los dulces de leche, los datos se ajustan adecuadamente al modelo de Ley de Potencia (11). Con el modelo, se puede calcular el índice de consistencia (K) y el índice de comportamiento al flujo (n). El umbral de fluencia puede determinarse empleando el modelo de Casson (12). También se puede calcular la magnitud de la tixotropía, definida como el área comprendida entre la curva ascendente y la curva descendente.

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n \quad (11)$$

$$\tau^{0,5} = (\tau_0)^{0,5} + K_1(\dot{\gamma})^{0,5} \quad (12)$$

8.2 Textura

Las propiedades texturales de los alimentos son aquellas que están relacionadas con el flujo, deformación y desintegración del producto y las cuales pueden ser evaluadas sensorial (pruebas subjetivas) e instrumentalmente (pruebas objetivas) [Juri-Morales y Ramirez Navas, 2018].

La textura de cocadas y panelitas de leche es inherente a la formulación y a los ingredientes utilizados en su manufactura. Estos alimentos son ampliamente consumidos por la frescura y su textura característica. Cambios en la formulación o incorporación de otros ingredientes modifican considerablemente la textura de estos productos.

Instrumentalmente, la textura puede determinarse por pruebas de compresión, penetración o mediante la aplicación de un análisis de perfil de textura (TPA), utilizando un equipo analizador de textura o texturómetro. La compresión uniaxial se aplica a muestras con área transversal uniforme para deformaciones pequeñas antes de la ruptura. El producto es presionado con cierta fuerza o velocidad. Dependiendo del experimento, los datos obtenidos se relacionan con el módulo (dureza), fractura de tensión, trabajo de fractura o la combinación de estos parámetros. La prueba de penetración se basa en la medición de la fuerza de cizalla máxima requerida para atravesar completamente una sección del producto con un pistón. A valores más altos de fuerza mayor la resistencia del producto [Demonte, 1995; Durán *et al.*, 2001; Zúñiga Hernández *et al.*, 2007].

En las *pruebas de compresión* el vástago y la base del equipo analizador de textura deben ser mayores al área transversal de la muestra. El ensayo se realiza a una velocidad constante de 1,00 mm/s, para simular las deformaciones ocurridas en la boca cuando se comen estos productos. Durante la prueba de compresión de muestras, al comprimir 25% de la altura original a la muestra, la pendiente inicial indica la deformación resultante por la fuerza aplicada, para posteriormente alcanzar una meseta antes de registrar la fuerza máxima. En las pruebas de compresión las fuerzas registradas son relativa-

mente pequeñas, por lo que generalmente se reporta la fuerza máxima de compresión, así como el trabajo de compresión (integral de la curva) [Ramírez-Navas *et al.*, 2015].

Las *pruebas de penetración* determinan la dureza o fuerza máxima durante la penetración en la muestra. En estas pruebas se utilizan cilindros de medidas conocidas. La altura inicial y el área transversal dependen del diámetro de la muestra. El diámetro de la muestra debe ser al menos tres veces el diámetro del vástago para mantener una relación de geometrías semi-infinita. El vástago utilizado es de un diámetro pequeño (8-10 mm), a fin de registrar la fuerza en función de la profundidad de penetración (usualmente 10 mm). En estas pruebas se introduce el vástago 10 mm de la superficie de la muestra. La presencia de un primer pico significativo representa la fracturabilidad de la muestra, y a medida que el vástago avanza se observan diferentes picos de fuerza, hasta llegar a la fuerza máxima detectada durante la penetración. Claramente al ser de menor diámetro el vástago utilizado, las fuerzas de penetración necesarias son hasta 10 veces mayores a las de la prueba de compresión [Ramírez-Navas *et al.*, 2015].

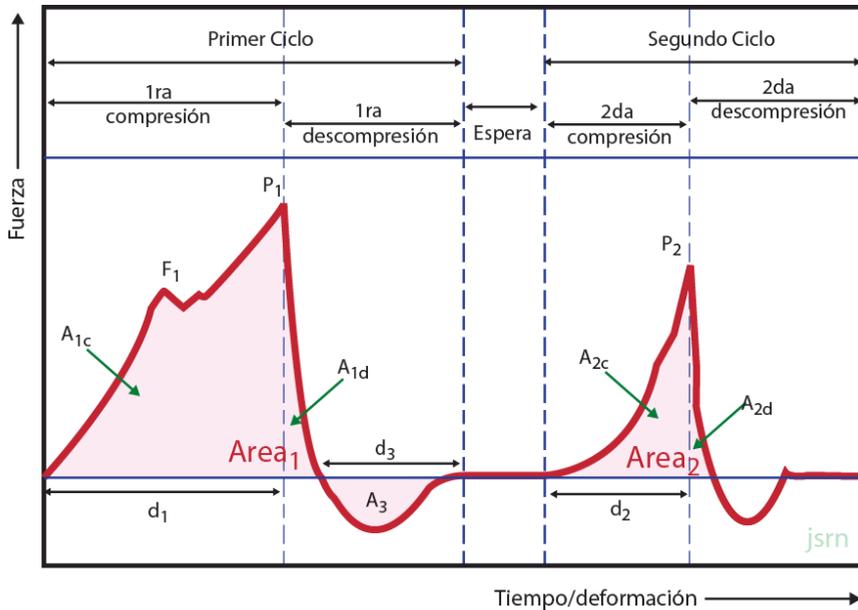
El TPA también es denominado “prueba de dos mordidas” debido a que simula la masticación [Demonte, 1995; Durán *et al.*, 2001]. La versatilidad del TPA como un método de análisis, consiste en que se pueden cuantificar múltiples parámetros de textura en un solo experimento. Para realizar la prueba de TPA a muestras de panelitas o cocadas debe utilizarse un texturómetro. El ensayo se realizó a temperatura ambiente (20 ± 1 °C), que representa la temperatura oral durante el consumo. Las muestras se ensayan a diferentes tasas de compresión con respecto a la altura inicial del producto y diferentes velocidades de descenso. Para todas las muestras, el tiempo de contacto antes del ensayo debe ser, preferiblemente de cinco segundos, con dobles ciclos de compresión a desplazamiento constante. Las muestras se comprimieron usando una sonda cilíndrica de acero inoxidable equipada con una célula de carga, generalmente de 500 N. El equipo registra automáticamente la fuerza ejercida sobre el producto. Con los datos obtenidos se calculan los nueve parámetros de textura (Tabla 8) a partir de las curvas (Figura 3) de fuerza (N) x tiempo (s) generadas durante el ensayo.

Tabla 8. *Parámetros texturales obtenidos del Análisis de Perfil de Textura.*

Parámetro textural	Relación matemática	Análisis dimensional y Unidades SI¹
Fracturabilidad (<i>Fracturability</i>)	F_1	$[MLT^{-2}] = (N)$
Dureza (<i>Hardness</i>)	P_1	$[MLT^{-2}] = (N)$
Cohesividad (<i>Cohesiveness</i>)	$\frac{A_{2c}}{A_{1c}}$	$\left[\frac{ML^2T^{-2}}{ML^2T^{-2}}\right] = (-)$
Adhesividad (<i>Adhesiveness</i>)	A_3	$[ML^2T^{-2}] = (J)$
Elasticidad (<i>Springiness</i>)	d_2	$[L] = (m)$
Gomosidad (<i>Gumminess</i>)	Gomosidad = Cohesividad * Dureza $\frac{A_{2c}}{A_{1c}} \cdot P_1$	$[MLT^{-2}] = (N)$
Masticabilidad (<i>Chewiness</i>)	Masticabilidad = Gomosi- dad * Elasticidad $\frac{A_{2c}}{A_{1c}} \cdot P_1 \cdot d_2$	$[ML^2T^{-2}] = (J)$
Fibrosidad (<i>Stinginess</i>)	d_3	$[L] = (m)$
Resiliencia (<i>Resilience</i>)	$\frac{A_{1d}}{A_{1c}}$	$\left[\frac{ML^2T^{-2}}{ML^2T^{-2}}\right] = (-)$

¹ L = longitud (m); M = masa (kg); T = tiempo (s). Las unidades apropiadas del SI aparecen en paréntesis.

Figura 3. Curva típica de un Análisis de perfil de textura.



Fuente: modificado de: Friedman *et al.* [1963]

9 Parámetros sensoriales

Se debe prestar atención para asegurar que cuando se tomen las muestras para exámenes sensoriales, el sabor de ellas no se vea afectado por la esterilización del equipo de muestreo o los grifos de muestreo, por ejemplo, por flameado con etanol.

Para evaluar los parámetros sensoriales es importante contar con un panel de jueces semientrenados o entrenados. Si no se cuenta con dicho equipo, es importante constituirlo con el personal de la empresa [ISO, 2012]. Los posibles jueces deben ser entrenados de acuerdo a lo establecido en la normatividad correspondiente [ICONTEC, 2009a, b; ISO, 2012]. Con los jueces o panelistas se debe establecer un *vocabulario de referencia*. Esto se hace de acuerdo a la metodología expuesta en la norma AFNOR ISO 11035:1995 [AFN,

1995]. Con dicho vocabulario, se debe entrenar a los jueces y una vez se conozca e identifique cada uno de los términos, se realiza la *evaluación sensorial de las muestras*. La técnica recomendada es el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) utilizando una escala no estructurada de 15cm con referencias ancladas en 1 cm (intensidad débil) y en 14cm (intensidad fuerte) [ICONTEC, 2004b; Meilgaard *et al.*, 2007].

Cuando se realizan pruebas encaminadas a conocer la reacción del consumidor, es conveniente seguir la metodología propuesta por Ramírez-Navas [2012]. En Ramírez-Navas *et al.* [2016] se encuentra un ejemplo de la aplicación de esta metodología.

10 Parámetros funcionales

Las propiedades funcionales de los alimentos son un conjunto de indicadores que permiten cuantificar los requisitos de desempeño. De alguna manera, éstas se relacionan con las expectativas o la percepción que el consumidor tiene respecto al producto. Durante la última década éstas han adquirido mayor relevancia [Ramírez-Navas, 2010b]. En el caso de los dulces de leche, una propiedad importante sería la extensibilidad, y en el de las cocadas y panelitas, la facilidad de corte.

Referencias bibliográficas

- AFN *NF-ISO-11035-Sensory Analysis - Identification And Selection Of Descriptors For Establishing A Sensory Profile By A Multidimensional Approach*. Paris, Francia: Association Francaise de Normalisation, 1995. 26 p.
- ALVARADO, J.D.D. Índice de refracción. En: ALVARADO Y AGUILERA. *Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos*. Zaragoza, España: Editorial ACRIBIA S.A., 2001a, p. 347-368.
- ALVARADO, J.D.D. Viscosidad. En: ALVARADO Y AGUILERA. *Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos*. Zaragoza, España: Editorial ACRIBIA S.A., 2001b, p. 61-87.
- BEL I. *Brookfield DV-III Ultra, Programmable Rheometer. Operating Instructions*. Middleboro, MA. USA: Brookfield Engineering Laboratories, INC., s.f.
- 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.
- DEMORTE, P. Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales. En: *Seminario de Textura y Reología de Alimentos*, Cali, Colombia Escuela de Ingeniería de Alimentos, Universidad del Valle, 1995.
- DGN. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. En: *Métodos de Prueba*. México: Dirección General de Normalización, 2009,

- vol. Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008.
- DURÁN, L., S., F. Y C., B. Propiedades mecánicas empíricas [online]. En: ALVARADO Y AGUILERA. *Métodos para medir propiedades físicas en industria de alimentos*. [Zaragoza, España]: Ed. Acribia, S.A, 2001.
- FAO Food energy – methods of analysis and conversion factors. FAO Food and nutrition papers, 2002, vol. 77, p. 1-93.
- FRIEDMAN, H.H., WHITNEY, J.E. Y SZCZESNIAK, A.S. The Texturometer—A New Instrument for Objective Texture Measurement. *Journal of Food Science*, 1963, vol. 28, no. 4, p. 390-396. 10.1111/j.1365-2621.1963.tb00216.x
- GEYER, J. Métodos de análisis químicos y físicos. En: FRITZ. *Fabricación de Helados*. Zaragoza, España: Editorial ACRIBIA S.A., 1989, p. 265-285.
- HALL, C.W., FARRALL, A.W. Y RIPPEN, A.L. *Encyclopedia of food engineering*. AVI Pub. Co., 1986. 882 p.
- ICONTEC. NTC 1616. Productos químicos. Bicarbonato de sodio. En. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 1985, vol. 1616, p. 7.
- ICONTEC. NTC 610. Industrias alimentarias. Jarabe de Glucosa. En. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2001, vol. 610, p. 9.
- ICONTEC. NTC 399. Productos lácteos. Leche cruda. En. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2002, vol. 399, p. 10.
- ICONTEC. NTC 611. Industria alimentaria. Azúcar blanca. En. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2004a, vol. 611, p. 9.

- ICONTEC NTC 5328-Análisis sensorial. Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativas. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2004b. 15 p.
- ICONTEC. NTC 3757. Arequipe o dulce de leche y manjar blanco. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2008.
- ICONTEC GTC178-1-Análisis sensorial. Guía general para el personal de un laboratorio de evaluación sensorial. Parte 1: responsabilidad del personal. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2009a. 16 p.
- ICONTEC GTC178-2-Análisis sensorial. Guía general para el personal de un laboratorio de evaluación sensorial. Parte 1: reclutamiento y formación de líderes de panel. Bogota, Colombia Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2009b. 19 p.
- ICONTEC. NTC 1311. Producto agrícola. Panela. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2009c, vol. 1311, p. 16.
- ICONTEC. NTC 3594. Productos de molinería. Harina precocida de maíz para consumo humano.. Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2014, vol. 3594, p. 18.
- ICONTEC. NTC 926. Productos de molinería. Almidón de maíz no modificado (fécula de maíz). Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2016, vol. 926, p. 15.
- ICONTEC. NTC 879. Productos lácteos. Leche condensada azucarada (concentrada). Bogota, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificacion, 2017, vol. 879, p. 7.

ISO ISO 8586-Sensory analysis -- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2012. 28 p.

JIMENEZ, A. Y GUTIÉRREZ, G. Color. En: ALVARADO Y AGUILERA. *Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos*. Zaragoza, España: Editorial ACRIBIA S.A., 2001, p. 325-346.

JURI-MORALES, G. Y RAMIREZ NAVAS, J.S. Efecto de la variación del porcentaje de deformación y velocidad de descenso en análisis de perfil de textura. *Revista RECITEIA*, 2018, vol. 16, no. 1, p. 7-17.

KOFG. *Reología: Boletín Técnico*. Huston, TX, USA: Kelco Oil Feld Group, 2001.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V. Y CARR, B.T. *Sensory evaluation techniques*. 4th ed. Boca Raton, USA: Taylor & Francis, 2007. 448 p.

NOVOA, D.F. Y RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Caracterización colorimétrica del Manjar Blanco del Valle. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2012, vol. 10, no. 2, p. 54-60.

OMS. Generalidades de las buenas practicas. Washington, D.C., USA, 2015. Disponible en: <<https://goo.gl/qf3rA9>>.

RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Introducción a la reología de los alimentos. *Revista RECITEIA*, 2006, vol. 6, no. 1, p. 1-46.

RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Espectrocolorimetría: caracterización de leche y quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 2010, vol. 61, p. 52-58.

- RAMÍREZ-NAVAS, J.S. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Revista *RECITEIA*, 2012, vol. 12, no. 1, p. 83-102.
- RAMÍREZ-NAVAS, J.S., CALLEJAS, G., QUICENO, C. Y VALEN-
LENCIA, Y. Consumer preference and acceptance of two Co-
lombian sweet milks: results of a consumer survey. *UGCien-
cia*, Enero 2016, vol. 21, p. 9-15.
- RAMIREZ-NAVAS, J.S., RENGIFO VELÁSQUEZ, C.J. Y RU-
BIANO VARGAS, A. Parámetros de calidad en helados. Re-
vista *RECITEIA*, Septiembre 2015, vol. 15, no. 1, p. 79-94.
- VÉLEZ-RUIZ, J.F. Actividad Acuosa. En: ALVARADO Y AGUIL-
ERA. *Métodos para medir propiedades físicas en industrias
de alimentos*. Zaragoza, España: Editorial ACRIBIA S.A.,
2001, p. 237-262.
- ZÚÑIGA HERNÁNDEZ, L.A., CIRO VELÁSQUEZ, H.J. Y OS-
ORIO SARAZ, J.A. Estudio de la dureza del queso Edam
por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por
esfera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Medellín,
2007, vol. 60, p. 3797-3811.