

## Efecto de la adición de inulina en las propiedades fisicoquímicas de queso tipo panela descremado

### Effect of the addition of inulin on the physicochemical properties of skimmed panela cheese

AGUILAR, María\*†, CARRANZA, José, BERMÚDEZ, María y ROMO, Carlos

ID 1<sup>er</sup> Autor: *María, Aguilar* / ORC ID: 0000-0001-7727-3996, Researcher ID Thomson: S-8519-2018, CVU CONACYT ID: 476294

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *José, Carranza* / ORC ID: 0000-0003-3345-5987, CVU CONACYT ID: 177857, SNI nivel 1.

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *María, Bermúdez*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Carlos, Romo* / ORC ID: 0000-0002-4410-7470, CVU CONACYT ID: 275499

DOI: 10.35429/JCPE.2019.19.6.44.51

Recibido 09 Abril, 2019; Aceptado 28 Junio, 2019

#### Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar como la inulina en concentraciones de 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, afecta la composición fisicoquímica del queso panela tipo descremado. Los quesos panelas se elaboraron en el Taller de Lácteos del Área de Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Los análisis fisicoquímicos de pH, humedad, cenizas, sólidos totales y grasa, se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad del Centro de Ciencias agropecuarias de la misma universidad, de acuerdo a los métodos de las Normas mexicanas. Para el análisis estadístico se realizó análisis de la varianza (ANOVA) de una vía. Mediante el análisis de comparación múltiple Tukey ( $p < 0.05$ ). Empleando el programa estadístico Statgraphics Centurion XV. De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que la inulina modificó el pH, humedad, cenizas y sólidos totales del queso panela descremado, desde concentraciones al 1 %.

**Queso, Inulina, Composición Fisicoquímica**

#### Abstract

The objective of this investigation was to analyze how inulin affects concentrations of 1%, 2%, 3%, 4%, the physicochemical composition of panela cheese. The panela cheese was made in the Dairy Workshop of the Food Technology Area of the Autonomous University of Aguascalientes (UAA). The physicochemical analyzes of pH, humidity, ashes, total solids and fat, specifically the Quality Control Laboratory of the Center of Agricultural Sciences of the same university, according to the methods of the Mexican Standards. For the statistical analysis the analysis of the variance (ANOVA) of a pathway was performed. Using Tukey multiple comparison analysis ( $p < 0.05$ ). Using the statistical program Centurion XV Statistics. According to the results detected, inulin was modified, it changed the pH, humidity, ashes and total solids of skimmed panela cheese, from 1%.

**Cheese, Inulin, Physicochemical composition**

**Citación:** AGUILAR, María, CARRANZA, José, BERMÚDEZ, María y ROMO, Carlos. Efecto de la adición de inulina en las propiedades fisicoquímicas de queso tipo panela descremado. Revista de Energía Química y Física. 2019. 6-19: 44-51

\* Correspondencia al Autor (Correo electrónico: mmaguila@correo.uaa.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, la leche se define como el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de las vacas.

En cuanto a su producción mundial, México es considerado uno de los principales productores, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el 2016 informó que tres de cada cien litros que se producen en el mundo son de origen mexicano. Para el año 2025 se prevé que la producción mundial aumentará 177 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento promedio del 1.8% por año, en los próximos 10 años. Durante el mismo periodo, se pronostica que el consumo per cápita de productos lácteos incrementará un 0.8% y 1.7% por año en los países en desarrollo, y entre 0.5% y 1.1% en los países desarrollados (FAO, 2016).

En relación a su valor nutricional, la leche y los productos lácteos constituyen un grupo de alimentos con un importante aporte de proteínas (muy digeribles, de alto valor biológico), ricos en calcio, fósforo y selenio y así como diversas vitaminas como: vitamina A, B1, B2 y B12 y en menor cantidad contienen B6, B3 B8 (Milke, 2011). Aunque, su composición química puede variar en función de la etapa en la que se encuentre la vaca (Badui, 2012).

La importancia de la leche y sus derivados es evidente para mantener un buen estado de salud en cualquier etapa de la vida, es por esto que los productos lácteos están recibiendo mayor atención debido a que estos alimentos son ricos en nutrientes, además, de ser excelente vehículo para los llamados alimentos funcionales. Un ejemplo son los quesos (Bautista, 2014).

Los quesos, se definen como: productos elaborados con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales. Existen 3 tipos de quesos de acuerdo a su clasificación por proceso: fresco, madurado o procesado (Norma Oficial Mexicana. NOM-121-SSA1-1994). El queso panela por su alto contenido de humedad, corteza y su periodo de vida de anaquel corto es considerado un queso fresco.

La industria de productos lácteos realiza pruebas fisicoquímicas en el queso para verificar la calidad del producto y analizar como la adición de algún aditivo modifica su composición. Entre las pruebas que se incluyen son el pH, humedad, cenizas, sólidos totales y grasa.

El pH funciona como indicador de la actividad de las bacterias mesófilas y termófilas. Al medir el pH, se asegura que la cuajada fresca esté en el camino correcto para convertirse en queso (Mullen, 2018). En cuanto a la humedad la NMX-F-083-1986 la define como la pérdida en peso que sufre un alimento al someterlo a las condiciones de tiempo y temperatura prescritos. Respecto al análisis de sólidos totales, este incluye el valor de proteínas, cenizas, lactosa y grasa. El método que propone la NMX-F-111-1984 para realizarlo es el gravimétrico, sin embargo, también puede ser calculado por diferencia del contenido de humedad.

Asimismo, la NMX-F-100-1984 establece el procedimiento para determinar la grasa butírica en quesos por el método de Gerber-Van Gulik, este consiste en la digestión parcial de los componentes del queso, excepto la grasa, en ácido sulfúrico. Emplea alcohol isoamílico para ayudar a disminuir la tensión en la interface entre la grasa y la mezcla en reacción (ácido sulfúrico-leche), lo que facilita el ascenso de los glóbulos pequeños de grasa por centrifugación. El alcohol isoamílico reacciona con el ácido sulfúrico formando un éster que es completamente soluble en dicho ácido. Por otro lado, las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos (Márquez, 2014). El método que propone la NMX-F-094-1984 es el gravimétrico.

El queso contiene la mayoría de los nutrientes de la leche con excepción de la lactosa y algunas vitaminas hidrosolubles (Baro et. al., 2010). Pero en general la cantidad de fibra que aporta el queso panela y los lácteos es muy baja o nula

La NOM-043-SSA2-2012 define a la fibra como la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y la absorción en el intestino humano y que sufren una fermentación total o parcial en el intestino grueso.

La fibra dietética se divide en soluble e insoluble. Algunos tipos de fibra soluble son las pectinas, gomas, mucilagos e inulina. Por el contrario, la celulosa, hemicelulosa y lignina son consideradas fibra insoluble.

En particular, la inulina es un polisacárido no digerible, el cual está constituido por moléculas de fructosa unidas por enlaces  $\beta$ -(2-1) fructosil-fructosa, siendo el término "fructanos" usado para denominar este tipo de compuestos. Dada su configuración química, los fructanos no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas humanas, por lo que permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal; no obstante, son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (intestino grueso, colón). De esta manera, este tipo de compuestos se comportan como fibra dietética (Lara, 2011).

Además, en el ramo industrial, la inulina se emplea en la fabricación de distintos productos alimenticios, en lácteos se utiliza como emulsificante, sustituto de azúcares y grasas, proporcionar sinergismo con edulcorantes, para dar cuerpo y palatabilidad y formar gel (Urango, 2012).

Por lo que enriquecer productos lácteos como el queso panela, con inulina podría beneficiar aún más su contenido nutrimental y beneficiar la ingesta de fibra en la población en general. Además, el adicionar inulina favorecería la demanda de los consumidores actuales, los cuales buscan alimentos con mínimo procesamiento y más naturales (Peralta, 2014). Sin embargo, primero es necesario conocer como la inulina modifica la humedad, cenizas, pH, sólidos totales y grasa del queso tipo panela descremado.

El objetivo general de esta investigación fue analizar como la inulina en concentraciones de 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, afecta la composición fisicoquímica del queso panela tipo descremado.

### Objetivos específicos

- Realizar análisis fisicoquímicos de pH, humedad, sólidos totales, cenizas, grasa, en los diferentes quesos y el control.

- Determinar que concentración de inulina (1 %, 2 %, 3 %, 4 %) tuvo mayor impacto en las propiedades fisicoquímicas del queso panela.

### Metodología a desarrollar

#### Materia prima

Para la elaboración del queso panela enriquecido con inulina, se utilizó leche bronca obtenida del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). La inulina de agave marca Enature se adquirió en un supermercado de la ciudad de Aguascalientes en febrero 2018. El cloruro de calcio y el cloruro de sodio se obtuvieron del Taller de lácteos del Área de Tecnología de Alimentos de la UAA.

#### Localización

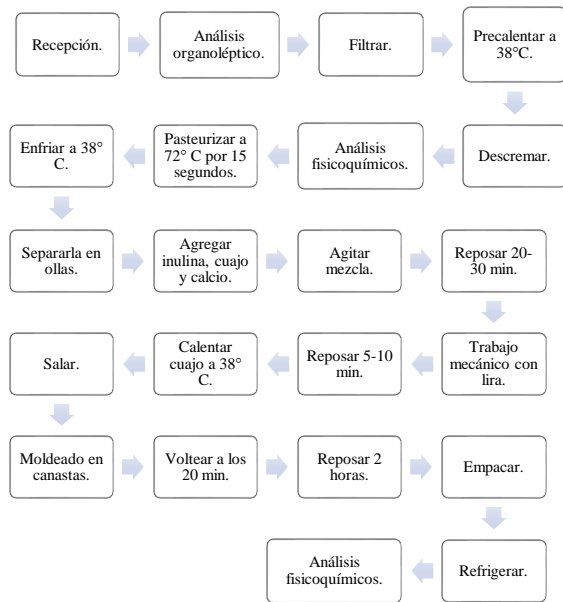
Los quesos panela enriquecidos con inulina y el control fueron elaborados en el Taller de Lácteos del Área de Tecnología de Alimentos, los análisis fisicoquímicos se hicieron en el Laboratorio de Control de Calidad del Departamento de Tecnología de Alimentos.

#### Estudio del proceso de elaboración de queso panela y adición de inulina

Para realizar el queso panela con el diferente contenido de inulina se estudió el proceso de elaboración propuesto por el manual de la SAGARPA (2015). Respecto a la inulina, esta se añadió antes de la coagulación como lo hizo *Gavilanes y German en el 2011* en un queso crema, y en la investigación de *Ramírez y Ponce en el 2014* con un queso fresco, donde manifiestan que, si la inulina está presente durante el proceso de coagulación, puede formar parte de la red estructural de proteínas, por la unión con agregados de la proteína.

#### Realización de los quesos (control e inulina al 1%,2%, 3%, 4%)

La figura 1 muestra el diagrama de flujo que se utilizó para la elaboración y los análisis correspondientes de los quesos panelas con inulina y control.



**Figura 1** Diagrama de flujo de la elaboración de los quesos panela enriquecidos con inulina y control

### Análisis fisicoquímicos de los quesos enriquecidos con inulina y el control

Respecto a los análisis fisicoquímicos del queso control y los quesos con inulina; el pH se determinó de acuerdo a la N M X-F-099-1970 con un pH-metro marca Hanna Hi 98163. El contenido de humedad se realizó conforme a la NMX-F-083-1986, para pesar los crisoles se utilizó la balanza analítica marca A&D GR 200. El porcentaje de cenizas fue conforme a la NMX-F-094-1984, de igual manera los crisoles se pesaron en la balanza analítica marca A&D GR 200. El contenido de sólidos totales de los quesos panela se calculó por diferencia del contenido de humedad.  $ST=100 - \% \text{ humedad}$ . Finalmente, el análisis de grasa en los quesos se hizo de acuerdo a la NMX-F-100-1984.

### Análisis estadístico

Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) de una vía. En caso de que existieran diferencias significativas, se aplicó el análisis de comparación múltiple Tukey ( $p < 0.05$ ). Empleando el programa estadístico Statgraphics Centurion XV.

### Resultados

En la tabla 1, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos de las muestras de queso y del control.

Queso panela	Ph	Humedad (%)	Cenizas (%)	Sólidos totales (%)	Grasa (%)
1% de inulina	6.38±0.01 a	62.10±0.53 a	3.37±0.85 a	37.90±0.53 b	3.67±0.29 bc
2% de inulina	6.46±0.01 c	62.80±0.36 ab	3.34±0.05 a	37.20±0.36 ab	4.00±0.00 c
3% de inulina	6.44±0.01 bc	63.04±0.73 ab	3.44±0.13 ab	36.96±0.73 ab	3.50±0.00 b
4% de inulina	6.43±0.01 b	64.11±0.32 b	3.31±0.04 a	35.89±0.32 a	3.00±0.00 a
Control	6.45±0.01 bc	61.43±1.27 a	3.58±0.17 a	38.57±1.27 b	4.00±0.00 a

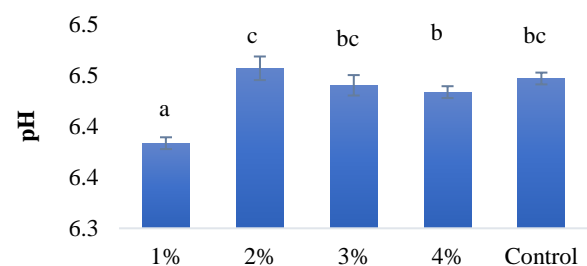
**Tabla 11** Resultados de las propiedades fisicoquímicas de los quesos panela con inulina y control (media y desviación estándar)

Diferentes letras en minúscula dentro de las columnas indican diferencias significativas (Tukey;  $p=0,05$ ).

### pH

En cuanto al pH de las muestras de queso, estas se mantuvieron entre 6.38 y 6.46 (Gráfico 1) encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) según el ANOVA. Los quesos enriquecidos con inulina y control mostraron un pH más alto en comparación con la NMX-F-092-1970, la cual refiere que el pH de los quesos procesados tipo 1 (quesos procesados para rebanar o cortar) deben tener un máximo de 6.

Sin embargo, los valores de pH de los cinco quesos coinciden con los del estudio de Ramírez y Vélez (2012), en *quesos panela de México*, los cuales se encuentran entre 5.6 y 6.4. Estos resultados no coinciden con el estudio del efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración y evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa por Ramírez y Ponce en el 2014 donde el pH no se modificó al agregar la inulina al queso además es conveniente aclarar que en esta investigación no se adicionó cultivo láctico.



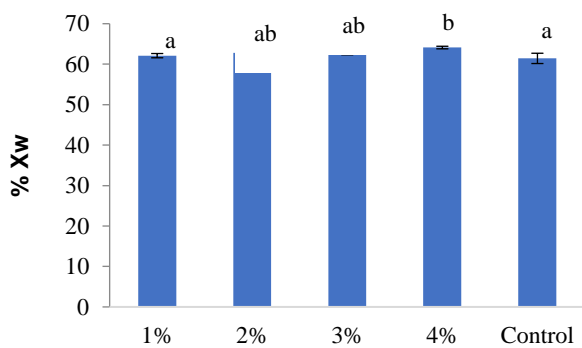
**Gráfico 1** Media y desviación estándar del pH de los quesos panela con inulina y control

Diferentes letras en minúscula entre las barras indican diferencias significativas (Tukey;  $p=0,05$ ).

## Humedad

Con respecto al porcentaje de humedad (% Xw), el gráfico 2 muestra valores de 61.43 % a 64.11 %, estando por encima de lo recomendado por la *NMX-F-092-1970* para quesos procesados tipo I (valor máximo 45 %). Por su parte, *Ramírez y Vélez (2012)* obtuvieron valores de humedad del orden de 53.2 y 58.3% en quesos panela. Sin embargo, coincide en la investigación de “*Textura y microestructura de quesos tipo panela bajos en grasa y en colesterol*”, por *Lobato, Lozano y Vernon* en el 2009, donde los quesos panelas estuvieron en un rango de 60.5 % a 66.9 %. También con la investigación de *Castro (2014)*, en la cual se adiciono un dextrano a un queso de pasta hilada semigraso, observando que a mayor concentración del dextrano, el queso incrementaba su humedad.

Concluyendo que cuando se añade mayor cantidad de inulina, aumenta el porcentaje de humedad del queso panela, esto concuerda con el estudio de *Monroy et al. (2017)*, en el cual elaboraron un queso análogo con proteínas exclusivas de lactosuero e inulina, sus resultados indicaron que el queso que contenía prebiótico tuvo mayor contenido de humedad. La humedad de los quesos puede deberse a que la inulina tiene efectos sobre las propiedades reológicas del queso principalmente por su capacidad de retener agua y por su interacción sobre las proteínas (*Ramírez y Ponce, 2014*).

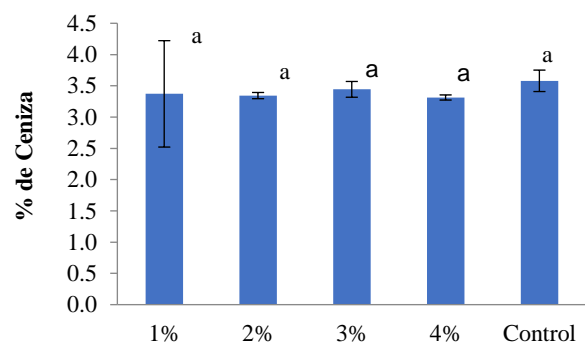


**Gráfico 2** Media y desviación estándar del porcentaje de humedad quesos panela con inulina y control

Diferentes letras en minúscula entre las barras indican diferencian significativas (Tukey;  $p=0,05$ ).

## Cenizas

En relación al porcentaje de cenizas, el queso que tuvo el mayor contenido de fue el control, no obstante, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) según el ANOVA (gráfico 3). En general el porcentaje de cenizas en los cinco quesos estuvo dentro de los límites que la *NMX-F-092-1970* establece. Asimismo, estos valores coinciden con la investigación por *Urango* en el 2012 en la “*Elaboración de un queso fresco semigraso, adicionado con fructooligosacáridos (FOS)*”, en la cual el porcentaje de las muestras de queso estuvo entre 3.07 y 3.69, No obstante, fue mayor en comparación del estudio en quesos frescos de *Ramírez y Vélez en el 2012*, debido a que se agregó cloruro de calcio a la leche utilizada para la elaboración de queso panela.

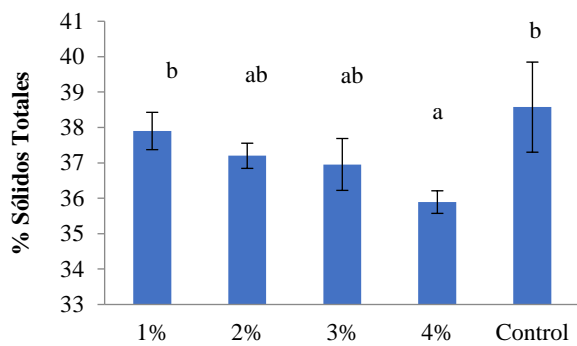


**Gráfico 3** Media y desviación estándar del porcentaje de cenizas de quesos panela con inulina y control

Diferentes letras en minúscula entre las barras indican diferencian significativas (Tukey;  $p=0,05$ ).

## Sólidos totales

En cuanto al porcentaje de sólidos totales (gráfico 4), se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) siendo el control y el queso con 1% de inulina quienes mostraron mayor % de sólidos totales. Los valores no concuerdan con el estudio de *Lopez (2010)* con un queso fresco en el cual su promedio de solidos totales fue de 40.20 %. Tampoco coincide con el porcentaje que marca la *NMX-F-092-1970*, lo que puede estar relacionado a la adición de la inulina.

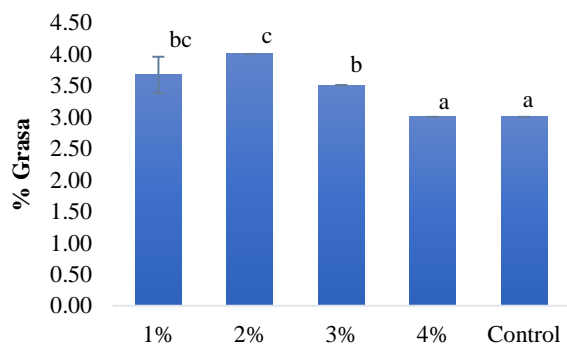


**Gráfico 4** Media y desviación estándar del porcentaje de sólidos totales de los quesos panela con inulina y control

Diferentes letras en minúscula entre las barras indican diferencian significativas (Tukey;  $p=0,05$ ).

### Grasa

Con respecto al contenido de grasa, los valores se encontraron en los rangos de 3 % y 4 % (gráfico 5). Estos resultados no coinciden con el estudio por *García y Navarrete* en el 2013 en un queso fresco que se le añadió *Lactobacillus acidophilus* y harina de maíz e inulina, el queso con mayor contenido de simbiótico tuvo el menor porcentaje de grasa. El bajo contenido de grasa en el queso, incluso en el control concuerda con el estudio de *Lobato, Lozano y Vernon (2009)*, en el cual la leche que contenía 13.5 g/L de grasa obtuvo un queso panela con 9.5 % de grasa. Por lo que se deduce que al tener una leche con bajo contenido de grasa se obtiene un queso descremado de acuerdo al *CODEX STANDARD 221-2001*. Concluyendo que la inulina no influyó en el contenido de grasa de los quesos panela descremados.



**Gráfico 5** Media y desviación estándar del porcentaje de grasa en los quesos panela con inulina y control

Diferentes letras en minúscula entre las barras indican diferencian significativas (Tukey;  $p=0,05$ ).

### Agradecimiento

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes y la Universidad Autónoma de Zacatecas, por sus facilidades prestadas para realizar esta investigación.

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que la inulina modificó el pH, humedad, cenizas y sólidos totales del queso panela descremado, desde concentraciones al 1 %.

### Recomendaciones

Cuantificar inulina y fibra soluble en futuras investigaciones, para indicar la cantidad de inulina que es retenida por el queso.

Utilizar leche entera para la elaboración del queso panela con inulina para analizar si disminuye el porcentaje de grasa.

### Referencias

- Badui, S. (Ed). (2012). Química de los alimentos. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- Baro, L., López, E., & Boza, J. (2010). Leche y derivados lácteos. En Gil, A. (Ed.), Tratado de nutrición, Tomo II, Composición y calidad nutritiva de los alimentos. (pp.79-105). México: Médica Panamericana.
- Bautista M. A. (2014). "Elaboración de un queso tipo petit-suisse de leche de cabra, adicionado con *Lactobacillus casei* con probiótico."
- Castro, A. C. (2014) Efecto de la adición de un dextrano sobre las características Físicoquímicas, sensoriales y funcionales de queso de pasta hilada semigraso. Diss. Universidad Nacional de Colombia.
- Gavilanes, P. I., & German, C. A. (2011). Uso de inulina y carragenina en la calidad de queso crema bajo en grasa. Recuperado 15 febrero, 2018, de <http://investigacion.espm.edu.ec/index.php/Revista/article/view/146/124>

Lara, L. (2011). Inulina: Polisacárido con interesantes beneficios a la salud humana y con aplicación en la industria farmacéutica. Recuperado 13 enero, 2018, de <http://www.zukara.com.mx/inulina%202011.pdf>

Lobato, C., Lozano, I., & Vernon, E. J. (2009). Textura y microestructura de quesos tipo panela bajos en grasa y en colesterol: diferentes metodologías. Recuperado 17 julio, 2018, de <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/inagbi1675.pdf>

López, I. K. (2010). "Propiedades físico-químicas, texturales y sensoriales del queso elaborado en el municipio de Vega de Alatorre, Ver., y su relación con algunas características del queso de La Joya, Ver." (2010).

Márquez, B. M. (2014). Cenizas y grasas, teoría del muestreo, refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. Recuperado 12 marzo, 2018, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>

Milke P. (2011). La importancia de la leche y los productos lácteos en la dieta. En Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). (Ed.), Libro blanco sobre la leche y los productos lácteos. (p. 105). México, D.F.: Litho Offset Imprenta.

Monroy, S. S., Ramírez, J. C., & Ramírez, A. H. (2017). Desarrollo de un queso análogo con proteínas exclusivas de lactosuero. Recuperado 13 febrero, 2018, de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/8/67.pdf>

Mullen, S. (2018). La ciencia del queso. Recuperado 18 mayo, 2018, de <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/issues/2017-2018/December2017/cheese-article-spanish.pdf?logActivity=true>

Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.

Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994, Bienes y servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias.

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-denominaciones, especificaciones físico-químicas, información comercial y métodos de prueba.

NMX-F-094-1984. Alimentos. Lácteos. Determinación de cenizas en quesos.

NMX-F-083-1986. Alimentos. Determinación de humedad en productos alimenticios.

NMX-F-100-1984. Alimentos. Lácteos. Determinación de grasa butírica en quesos.

NMX-F-111-1984. Alimentos. Lácteos. Determinación de sólidos totales en quesos.

NMX-F-092-1970. Calidad Para Quesos Procesados. Normas mexicanas. Dirección General de Normas.

NMX-F-099-1970. Método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). El sector lechero mundial: Datos. Recuperado de <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1>

Ramírez López, C., & Vélez Ruiz, J. F. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. Recuperado 10 marzo, 2018, de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>

Peralta, L. P. (2014). "Actividad antagónica de bacterias ácido lácticas aisladas de queso fresco artesanal frente listeria monocytogenes y escherichia coli".

Ramírez, L., & Ponce, M. A. (2014). Estudio del efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración y evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa. Recuperado 12 julio, 2018, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3315>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2015). Elaboración de quesos tipo Panela y Oaxaca. Recuperado 3 junio, 2018, de <http://infolactea.com/biblioteca/elaboracion-de-quesos-tipo-panela-y-oaxaca/>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2016). Panorama de la Leche en México. Recuperado de: [http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20leche\\_Diciembre2016.pdf](http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Brochure%20leche_Diciembre2016.pdf)

Urango, L. A. (2012) Elaboración de un queso fresco semigraso, adicionado con fructooligosacáridos (FOS). Tesis inédita. Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia.