

Leche: Efecto del tratamiento térmico y su calidad nutricional

La leche es un alimento rico en nutrientes; aporta aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, principalmente calcio. Sin embargo, su alto contenido de nutrientes y baja acidez la convierte en un entorno ideal para el crecimiento de diversos microorganismos. Lo anterior hace que la leche, un producto de consumo básico, sea perecedero. Una de las estrategias ampliamente utilizada para aumentar su vida útil es la conversión de leche líquida a leche en polvo, lo que le permite que una vez envasada, pueda ser almacenada a temperatura ambiente por un tiempo prolongado (1 año o más según las características del envase). Además, la leche en polvo ha sido ampliamente utilizada como ingrediente alimentario en productos de confitería, heladería, panadería, entre otros.

La leche recién extraída de la vaca (leche cruda) contiene bacterias de origen ecológico y provenientes de la misma vaca, por lo que necesita de un tratamiento térmico para destruir esta carga inicial de bacterias presentes. El tratamiento térmico se ha convertido en la parte más importante del procesamiento de la leche, representando la práctica habitual para inhibir el crecimiento microbiano en este alimento. Por otro lado, las altas temperaturas que requiere la conversión de la leche líquida en polvo pueden causar cambios nutricionales y organolépticos y la magnitud de estos cambios depende de la temperatura y la duración del tratamiento térmico. Los tratamientos térmicos a que se somete la leche son la pasteurización y esterilización, y ambos procesos están regulados en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA, DS 977), esto permite obtener productos que puedan cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el RSA, lo que garantiza la disponibilidad de un alimento inocuo para la población.

Tratamientos térmicos de la leche

Para prolongar la vida útil de la leche, se han desarrollado varios procesos, entre estos está el secado, es uno de los métodos de procesamiento más utilizado para aumentar su vida útil. Este proceso consiste en eliminar la mayor parte del agua, así por ejemplo la leche fluida tiene un 88% de humedad promedio y después del secado queda con un máximo de 3,5% de humedad, de este modo el producto que era líquido pasa a ser un sólido, esto con el objetivo de estabilizar los componentes lácteos durante su almacenamiento y posterior uso. El secado comercial de la leche se realiza aplicando una fuente de calor externa, evaporando el agua y secando los sólidos de la leche. Dentro de los productos lácteos en polvo, podemos mencionar, por ejemplo, la leche entera en polvo, leche descremada en polvo, fórmulas infantiles, entre otras.

Evaluación del efecto del tratamiento térmico

Los tratamientos térmicos aplicados a la leche tienen la función de permitir la obtención de un producto más saludable y aumentar su vida útil. Sin embargo, estos procesos generan, inevitablemente, modificaciones en los componentes de la leche las que dependen de la temperatura y la severidad de los procesos térmicos aplicados. Aun así, la leche tratada térmicamente entrega la mejor relación entre inocuidad y calidad nutricional y organoléptica.

Para la evaluación del efecto del proceso de calentamiento en la leche, se han propuesto diferentes indicadores químicos y biológicos.

Estos se agrupan en:

- i) Degradación, desnaturalización e inactivación de componentes lábiles al calor, por ejemplo:
 - *Fosfatasa alcalina*: es una enzima presente naturalmente en la leche cruda que se inactiva durante la pasteurización. Por esta razón, la determinación de esta enzima en la leche se considera un indicador de la efectividad del tratamiento térmico.

- *Lactoperoxidasa*: es otra enzima naturalmente presente en la leche que es más estable al calor que la fosfatasa alcalina. Se inactiva a 75-80°C; por lo tanto, si la leche ha estado expuesta a una temperatura más alta (>75°C) durante la pasteurización, se producirá la inactivación de esta enzima.
 - *Proteínas del suero*: son las más sensibles al calor entre los componentes de la leche. Tienden a la desnaturalización y a formar complejos con la caseína, incluso a temperaturas relativamente bajas. Por esta razón, la fracción de proteínas de suero solubles es inversamente proporcional a la intensidad del tratamiento térmico.
- ii) Formación de productos por efecto de la temperatura
- *Furosina*: es el producto de la hidrólisis de la ϵ -lactulosa-lisina, esta última es uno de los productos intermediarios de la reacción de Maillard, la que ocurre entre un grupo amino de la proteína y un azúcar reductor. Esta reacción es dependiente de la temperatura. La presencia de furosina se usa comúnmente como un indicador inicial del efecto del tratamiento térmico aplicado a la leche. En cambio, se puede usar como indicador más avanzado de la reacción de Maillard la determinación de 5 hidroximetil furfural (HMF).
 - *Lactulosa*: es una molécula que no está presente en la leche cruda, se forma por epimerización de la lactosa debido al tratamiento térmico. El proceso de isomerización está estrechamente relacionado con el pH, el tiempo y la temperatura; por lo tanto, la determinación de lactulosa está destinada a evaluar la severidad del tratamiento térmico de la leche. La lactulosa es considerada un prebiótico que promueve la proliferación de bifidobacterias en el intestino, ejerciendo un efecto positivo para la salud (Schuster-Wolff-Buhring y cols. 2010; Seki & Saito,2012).

Efecto del tratamiento térmico en la composición de diferentes tipos de leche

Poca es la información que existe sobre la composición/calidad de la leche dependiendo de su procesamiento térmico. Un trabajo realizado en el INTA de la Universidad de Chile (Guzmán y cols,2003), concluye que los procesos de UHT y de deshidratación (secado), producen una disminución de la vitamina A, aunque no hay diferencias sustanciales entre ambos procesos.

Una revisión reciente sobre el efecto del tratamiento térmico en el valor nutricional de las proteínas indica una disminución de la lisina disponible (Sanket G. Borad, Anuj Kumar & Ashish K. Singh (2017) Effect of processing on nutritive values of milk protein, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57:17, 3690-3702).

Lan *et al.* (2010), evaluaron el efecto de las diferentes temperaturas y el uso de leche reconstituida en diferentes indicadores de tratamiento térmico. Los autores evaluaron el efecto del tratamiento térmico de la leche cruda y leche compuesta (leche cruda + leche reconstituida, 1:3), donde la leche reconstituida se preparó a partir de leche en polvo. Las leches se procesaron entre 65-115 °C durante 15 s. Al aumentar la temperatura, el contenido tanto de lactulosa como de furosina aumentó, y como era esperado la lactoperoxidasa disminuyó. La adición de leche reconstituida aumentó los contenidos de lactulosa y furosina, y disminuyó el contenido de lactoperoxidasa.

Otro trabajo evaluó el efecto del tratamiento térmico sobre los niveles de lactulosa y furosina en leches pasteurizadas por el método estándar o por tratamiento a ultra-alta temperatura (UHT). Los resultados mostraron un aumento en el contenido de lactulosa y furosina con el aumento de la temperatura y el tiempo de calentamiento, siendo mayores los niveles en la leche UHT (Young-Hee Cho y cols, 2012).

Finalmente, un trabajo comparó el efecto de diferentes temperaturas en los niveles de lactulosa y furosina en leche cruda, leche en polvo reconstituida y leche condensada reconstituida. Los resultados muestran que las leches en polvo presentan mayores niveles de furosina y lactulosa. Sin embargo, la aplicación de un nuevo tratamiento térmico en la leche cruda aumentó los niveles de furosina y

lactulosa llegando a niveles similares a la leche en polvo cuando es sometida a una temperatura de 140 °C (Lambros Sakkas y cols, 2014).

Es ampliamente reportado el efecto de la temperatura en los niveles de furosina. Sin embargo, los estudios sobre los niveles de furosina en la leche en comparación con otros alimentos como carne asada, cereales, jarabes de alta fructosa y productos secos tipo chips u otros, muestran que la leche presenta valores muy bajos. Además, a nivel internacional no existe consenso ni estándares que definan límites máximos de ingesta permitida de furosina según tipo de alimentos.

Dado estos antecedentes, el INTA considera que no hay argumentos suficientes que permitan considerar una modificación al Reglamento Sanitario de los Alimentos, en relación a las definiciones de leche natural, leche reconstituida, leche recombinada y queso, puesto que: a) la clasificación del RSA define claramente la naturaleza del producto; b) la leche en polvo que es reconstituida sigue siendo leche; y c) la leche reconstituida mantiene sus propiedades nutricionales. Además, el queso puede ser elaborado con leche reconstituida, y ello no implica ningún detrimento en su calidad nutricional.