DESARROLLO DE UN QUESO ANÁLOGO CON PROTEINAS EXCLUSIVAS DE LACTOSUERO

S. S. Monroy-Galván[a*], J. C. Ramírez-Orejel[b, c], A.H. Ramírez-Pérez[c]

[a] Pasante de Química de Alimentos, Facultad de Química, UNAM. [b] Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM.[c] Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. *sophmonroy@gmail.com

RESUMEN:

Los concentrados de proteína de lactosuero son utilizados en la preparación de geles, espumas y emulsiones; éstos contienen principalmente α-lactoalbúmina y β-lactoglobulina, las cuales poseen un alto valor biológico ya que no son deficientes de ningún aminoácido esencial. La inulina es un carbohidrato del grupo de los fructanos, el cual nutricionalmente, posee propiedades funcionales y efectos que promueven la salud como la reducción del valor calórico, es fibra dietética y prebiótico; han sido ampliamente utilizada industrialmente como ingredientes en productos cárnicos y lácteos. El objetivo de este estudio fue el desarrollo del queso análogo que aproveche las características bioquímicas y nutrimentales de las proteínas de lactosuero, así como la reducción en la grasa, mediante su sustitución con inulina. Se evaluó la estructura formada a través del análisis de la composición, el perfil de textura, el color y la microscopía, además de su agrado. Se desarrolló un queso análogo con inulina, el cual posee una estructura estable, un aporte de proteína de 16.75% y 3.59% de fibra dietética total, una reducción del 22% del aporte calórico mediante la sustitución de la grasa con inulina en el queso análogo desarrollado originalmente; además tuvo una buena aceptación por parte de los consumidores.

ABSTRACT:

Whey protein concentrates are used in the production of gels, foams and emulsions; they contain mainly α-lactalbumin and β-lactoglobulin which have a high biological value because they contain all the essential amino acids. Inulin belongs to a class of carbohydrates known as fructan and nutritionally, it has functional properties and health-promoting effects that include reduced calorie value, dietary fiber and prebiotic effects, it has been used in industrially processed dairy and meat products. The objetive of these study was to develop a cheese analogue that utilize the nutritive value and beneficial functional properties of whey proteins, as well as, the reduction of fat though its replacement with inulin. The structure was evaluated though the composition, texture profile, color, microscopy and sensory evaluation with consumers. The cheese analogue developed with inulin, has a stable structure with 16.7% of total protein and 3.59% of dietary fiber and a reduction of 22% of the caloric intake due to the fat replacement with inulin from the original cheese analogue; it was well received by consumers.

Palabras clave: inulina, proteínas de lactosuero, queso análogo
Keywords: cheese analogue, inulin, whey proteins
Área: Desarrollo de Nuevos Productos

INTRODUCCIÓN

El suero de leche debido a su gran producción y a que su desecho directo es causante de contaminación por su alta demanda biológica de oxígeno, promueve el desarrollo de productos a base del lactosuero, éstos han tenido un incremento en los últimos años gracias al desarrollo de tecnología moderna para procesar alimentos.

Las proteínas del lactosuero son de una calidad excepcional, ya que, no son deficientes de ningún aminoácido esencial, además, su elevado contenido en lisina (11% en β-Lg y 10-11 % en la α-La) lo hace un complemento ideal para los requerimientos de cualquier organismo en crecimiento. En el plano nutritivo, las proteínas del lactosuero tienen un valor biológico superior al de la caseína. Los concentrados de proteína de lactosuero (WPC, 30-80% de proteína) se preparan mediante ultrafiltración y son comúnmente utilizados como ingredientes funcionales en la preparación de geles, espumas y emulsiones (Mangino 1992).

Se han desarrollado a nivel mundial, productos conocidos como quesos procesados análogos, los cuales están hechos a partir de mezclas de proteínas lácteas o vegetales con grasa vegetal o no vegetal; el objetivo de éste proyecto fue utilizar un concentrado de proteínas de lactosuero como única fuente de proteína para obtener un producto con características sensoriales aceptables para aprovechar las características bioquímicas y nutricionales de las proteínas del lactosuero y además, se desarrolló un queso análogo con inulina, con el objetivo de aplicar sus beneficios nutricionales y su funcionalidad como sustituto de grasa.

El queso análogo con inulina contiene 16.75% de proteína total, 5.08% de grasa y 3.59% de fibra dietética total con un aporte energético de 143.5 kcal por 100 gramos de queso; con la adición de inulina, se reduce la adhesividad, cohesividad y dureza del queso análogo, se disminuye el color rojo (Δa^*=-0.353) y el color amarillo (Δb^*=-0.872). A los 100 consumidores encuestados, el producto tiene una calificación general de me gusta (7 en la escala hedónica de 9 puntos) y un 70% de los encuestados comprarían el producto; por lo que se logró desarrollar un queso análogo con proteínas exclusivas de lactosuero y una buena aceptación por parte de los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como ingredientes: concentrado de proteína de lactosuero HilmarTM 8000 WPC 80% (78% proteína total en base húmeda), grasa butírica (80% grasa); citrato y pirofosfato de sodio como sales emulsificantes, carragenina como agente gelificante, ácido láctico como acidulante, dióxido de titanio como colorante y cloruro de sodio como potenciador de sabor; todos los aditivos de grado alimenticio y con proveedor de Droguería Cosmopolita. También se utilizó inulina marca BIO-AGAVE, (Ingredion como proveedor) como prebiótico, agente estabilizante y sustituto de grasa.

Se pesó y se disolvió el WPC en agua potable, se agregó el citrato, pirofosfato y cloruro de sodio y se calentó con agitación constante a 50°C, una vez disuelto se mezcló con la grasa butírica. Aparte se disolvió la carragenina en agua y se calentó a ebullición hasta formar un gel homogéneo (en el queso análogo desarrollado con Inulina, en este paso se adicionó la inulina). Las dos preparaciones se mezclaron en licuadora a una velocidad media por 30 segundos, in situ se agregó el ácido láctico (3N) y el dióxido de titanio, se licuó de nuevo a la misma velocidad por 20 segundos. La mezcla resultante se moldeó en recipientes de vidrio aptos para calentarse y los cuales se pusieron a baño maría hasta que se alcanzó una temperatura interna de

80°C manteniéndola por 5 minutos. Los quesos análogos se enfriaron y se mantuvieron a 5°C para llevar a cabo los distintos análisis.

Se realizó el análisis químico proximal de los quesos análogos determinando: Humedad (método de secado en estufa), proteína total (método Kjeldahl), grasa (Método Mojonnier), cenizas (método incineración a 550°C), carbohidratos reductores (método DNS) y fibra dietética total (Método enzimático), pH (licuando 10 g en 100 mL de agua destilada); cada análisis se realizó por triplicado para cada uno de los quesos análogos desarrollados.

Se obtuvieron 3 rebanadas de cada queso análogo y se midió el color de cada una, utilizando un medidor de Colorimetría CR-400 marca Konica Minolta. Se utilizó la escala de color especificada por la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Las coordenadas evalúan L* la luminosidad (0 para negro, 100 para blanco), a* cromacidad que va de (-) verde a (+) rojo, y b* que indica la cromacidad de (-) azul a (+); utilizando un blanco de (L*= 98.25, a*=-0.1y b*=0.015).

Se obtuvieron 4 cubos de 2.5 cm de arista de cada queso análogo y se realizó el análisis del perfil de textura, utilizando el Texturómetro TA-TX2, con una sonda de aluminio de 50 mm, una velocidad de ensayo de 1mm/seg y un porcentaje de compresión de 35%.

Para poder obtener las microscopías electrónicas de barrido ambiental (ESEM por sus siglas en inglés), los quesos análogos se diseccionaron utilizando un bisturí sin relieve para obtener piezas de aproximadamente 0.5 centímetros de lado con 2 milímetros de alto; las piezas se congelaron y se liofilizaron utilizando un equipo marca Edwards Freeze Dryer, Super Modulyo dejando las muestras bajo vacío por 96 horas. Se observó la microscopía utilizando el equipo JEOL Scanning Electron Microscope, modelo JSM-5900LV con una presión de 8Pa sin recubrir la muestra.

Para realizar la evaluación sensorial del queso análogo con Inulina, se preparó 800 gramos de queso análogo y se dividió en fracciones de tamaño de un bocado, las cuales se ofrecieron a 100 consumidores al lado de un punto de venta de productos lácteos. Se les pidió que contestaran el cuestionario el cual contenía las siguientes preguntas: ¿qué tanto le gusta el color?, ¿qué tanto le gusta el aroma lácteo?, ¿qué tanto le gusta el sabor salado?, en general, ¿qué tanto le gusta el queso?; para estas preguntas se utilizó una escala hedónica de 9 puntos. Para evaluar la textura se utilizó una escala justo como me gusta en cuanto a la dureza del queso y por último se preguntó si estaría dispuesto a comprar el queso análogo. También se preguntó si estaría dispuesto a comprar el producto y por qué.

De todos los resultados obtenidos, se realizó un análisis de varianza utilizando el programa Prism 6 comparando con α=0.5 y se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de medias de Sidak.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diferencia en cuanto a la humedad entre los quesos Original y Con Inulina se atribuyen a las diferencias en el proceso, ya que debido a que no se cuenta con un equipo para el proceso (una cocedora de doble tornillo o un extrusor). El aporte de fibra dietética total es de 3.59% en el queso análogo con inulina, tomando en cuenta que para lograr un nivel de incorporación de inulina al que se le pueda atribuir aspectos nutricionales (actividad bifidogénica y efectos como fibra dietética), los niveles típicos de adición deben ser de 1-6% y se deben proveer cerca de 3-8g por porción típica (Hennelly et al. 2006); por lo que se tendría que proponer un consumo diario de 100 gramos del producto para atribuirle esos aspectos nutricionales al queso análogo.

Ya que el queso con Inulina es reducido en grasa y tomando en cuenta el aporte energético de la Tabla I, la reducción de la grasa debido a su sustitución con inulina representa un 22% menos de las kilocalorías consumidas por 100 gramos del queso análogo (183.8 kcal en 100g del queso análogo original contra 143.5 kcal en 100g de queso análogo con inulina); por lo que además de los efectos benéficos a la salud que aporta la inulina, se añade una reducción en el aporte calórico del producto.

Tabla I. Composición del queso análogo original y con inulina expresado en porcentaje ± su desviación estándar, pH y aporte energético (kcal/100g de queso).

	Análogo Original	**Análogo Inulina**
Humedad	61.42 ± 0.16[a]	64.27 ± 0.17[b]
Materia Seca	38.58 ± 0.16[a]	35.73 ± 0.17[b]
Proteína	15.73 ± 0.19[a]	16.75 ± 0.30[b]
Grasa	11.66 ± 0.36[a]	5.08 ± 0.33[b]
Carbohidratos reductores	3.59 ± 0.06[a]	4.09 ± 0.08[b]
Fibra Dietética Total	0.4 ± 0.0	3.59 ± 0.0
Ceniza	7.20 ± 0.342[a]	6.22 ± 0.442[b]
pH	5.47 ± 0.10[a]	5.53 ± 0.09[a]
Aporte energético (kcal/100g de queso)	183.8	143.5

[a-b] Entre columnas, los números que presentan la misma letra superíndice no son estadísticamente diferentes ($\propto = 0.05$).

Se ha reportado que al utilizar inulina como sustituto de grasa en quesos procesados utilizando caseína ácida adicionados con polímeros de proteínas de lactosuero, se reducen los valores de b* y a* comparando contra las muestras control correspondientes, además los quesos que contienen menos grasa se caracterizan por tener los valores de L* menores (Solowiej et al. 2014).

Tabla II. Cuantificación de color L*a*b* (promedio ± la desviación estándar) y ∆E del queso análogo original y con inulina

	L*	**a***	**b***	**∆E**
Análogo Original	91.320 ± 0.096[a]	2.240 ± 0.010[a]	14.200 ± 0.157[a]	0.943
Análogo Inulina	91.388 ± 0.366[a]	1.888 ± 0.168[c]	13.328 ± 0.309[c]	

[a-b] Entre columnas, los números que presentan la misma letra superíndice no son estadísticamente diferentes ($\propto = 0.05$).

Los resultados obtenidos de color en este estudio (Tabla II), arrojan que no existe

diferencia entre el valor de L* por lo que ambas muestras de queso análogo presentan la misma luminosidad, sin embargo, se disminuye el color rojo (Δa^*=-0.353) y disminuye el color amarillo (Δb^*=-0.872), por lo que existe la misma tendencia a la disminución de los parámetros a* y b* con la sustitución de la grasa con inulina; además hay una diferencia total de color de 0.943 entre el queso análogo original y el que contiene inulina. La composición de un queso análogo determina en gran medida su textura, así, al incrementar el contenido de humedad se disminuye la dureza del queso análogo, además la humedad en el queso funciona como un plastificante haciendo a las muestras más elásticas y menos propensas a la fractura (Marshall, 1990).

Entre el queso análogo original y el queso análogo con Inulina no se encuentra diferencia en cuanto a la elasticidad, cohesividad y masticabilidad (Tabla III), al incluir inulina en la formulación, se reduce la adhesividad del queso análogo y ya que esta propiedad es la tendencia a resistir la separación al contacto con otro material y la adhesión es la atracción entre moléculas distintas, podemos inferir que la inulina forma un gel con una estructura tridimensional débil con interacciones entre proteína/grasa/inulina/carragenina menores a comparación de la estructura tridimensional del queso análogo original la cual es del tipo de interacciones proteína/grasa/carragenina afectando la dureza de la estructura obtenida.

Tabla III. Análisis del perfil de textura del queso análogo original y con inulina

	Análogo Original	**Análogo con Inulina**
Dureza (kgF)	2280.77 ± 292.52[a]	1814.64 ± 136.76[b]
Adhesividad	-234.00 ± 64.86[a]	-108.36 ± 32.58[b]
Elasticidad (mm)	0.65 ± 0.05[a]	0.67 ± 0.12[a]
Cohesividad	0.51 ± 0.03[a]	0.47 ± 0.02[a]
Masticabilidad (kgF*mm)	743.48 ± 103.17[a]	607.47 ± 169.24[b]

[a-b] Entre columnas, los números que presentan la misma letra superíndice no son estadísticamente diferentes ($\propto = 0.05$).

En el caso del queso análogo desarrollado, ya que es un sistema de multicomponentes se propone, que debido al proceso, se obtiene un gel de emulsión (gel de copolímeros), ya que primero se está favoreciendo la formación de una emulsión del tipo grasa en agua con las proteínas de lactosuero funcionando como emulsificantes, esta fase a su vez se hace interaccionar con el gel derivado de la carragenina (con inulina en su caso) en agua; esta estructura finalmente se estabiliza con el calor aplicado a la mezcla (Figura 1).

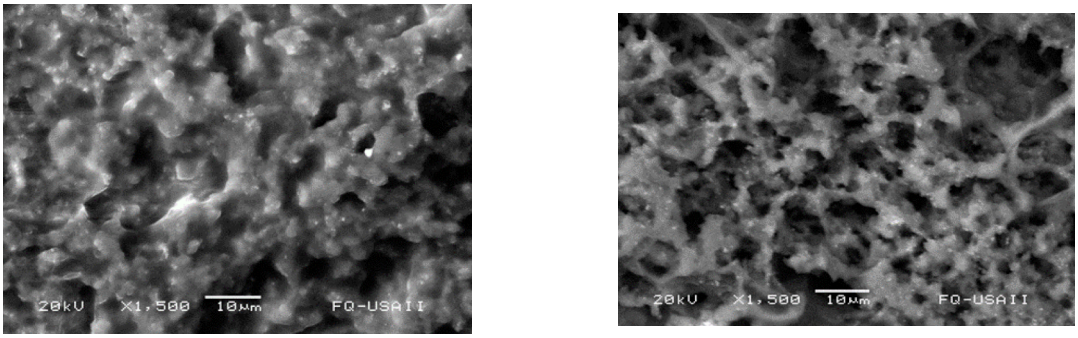

Figura 1. Microscopías ESEM obtenidas de los quesos análogos Original (superior izquierdo) y Con Inulina (superior derecho) a un aumento de 1500x.

Existe un agrado al queso análogo con inulina por parte de los consumidores con una calificación general de me gusta el queso (7, me gusta en la escala hedónica) para el atributo de color y sabor salado, a los consumidores les gusta un poco el atributo (6, me gusta un poco), en cuanto al aroma lácteo, a los consumidores les gusta el atributo (7, me gusta). En cuanto a la textura, el producto se encuentra entre menos duro de lo que les gusta (2 en la escala justo como me gusta) y justo como les gusta (3, justo como me gusta).

De los consumidores encuestados, un 70% comprarían el producto (de éstos, 57% son mujeres y 43% hombres), las principales razones por las que los consumidores comprarían el producto son: 48% consideran que tiene un buen sabor, a 16% les es de su agrado, 10% consideran que tiene un buen sabor y textura, mientras que un 7% considera el producto posee una gran versatilidad de uso y otro 7% considera que está rico y es diferente a los demás productos.

BIBLIOGRAFÍA

Hennelly, P. J., P. G. Dunne, M. O'Sullivan, and E. D. O'Riordan. 2006. "Textural, Rheological and Microstructural Properties of Imitation Cheese Containing Inulin." *Journal of Food Engineering* 75(3): 388–95.

Mangino, Michael E. 1992. "Properties of Whey Protein Concentrates." In *Whey and Lactose Processing*, ed. J. G. Zadow. Springer Netherlands, 231–70.

Marshall, R. J. 1990. "Composition, Structure, Rheological Properties and Sensory Texture of Processed Cheese Analogues." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 50: 237–52.

Solowiej, Bartosz et al. 2014. "The Effect of Fat Replacement by Inulin on the Physicochemical Properties and Microstructure of Acid Casein Processed Cheese Analogues with Added Whey Protein Polymers." *Food Hydrocolloids* 44: 1–11.