

## ESTUDIO DE LA BIOACCESIBILIDAD DE MINERALES EN ANÁLOGOS DE QUESOS

Reinares, María Delfina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Tecnología de Alimentos, FIQ-UNL  
Directora: Garzón, Antonela  
Codirectora: Drago, Silvina

Área: Ingeniería

Palabras claves: Quesos veganos, Bioaccesibilidad, Calcio.

### INTRODUCCIÓN.

A pesar de los beneficios nutricionales de los lácteos, los consumidores demandan cada vez más alimentos y bebidas alternativas para evitar el consumo de leche. En este sentido, hay un interés creciente en sucedáneos de quesos diseñados a base de vegetales, estimándose un crecimiento en el sector del 7,6% para el 2024 y alcanzando un valor de mercado mundial de 4 billones de dólares. La elaboración de quesos veganos se basa en el concepto de reemplazar las proteínas y grasas lácteas por alternativas vegetales, utilizando diferentes tipos de almidón, proteínas y grasas o aceites de cereales y leguminosas. El desafío en la formulación de este tipo de productos es obtener un perfil nutricional similar a los quesos lácteos, con un aporte apropiado de minerales que sean bioaccesibles, además de obtener en el producto final características similares en cuanto a sabor, textura y apariencia.

### OBJETIVOS

Los objetivos fueron estudiar las propiedades tecnofuncionales, sensoriales y la bioaccesibilidad de minerales de análogos de quesos formulados a base de ingredientes vegetales con adición de extracto de levadura y/o calcio.

### METODOLOGÍA

Se elaboraron quesos a base de ingredientes vegetales de acuerdo a estudios previos del grupo de trabajo, donde se optimizó una formulación utilizando fuentes de proteínas vegetales para obtener un producto similar al queso cheddar. En este trabajo se evaluó la adición de extracto de levadura, y/o

Título del proyecto: Aprovechamiento del residuo de levaduras cerveceras para la obtención de un extracto natural con propiedades bioactivas y con potencial saborizante en quesos veganos  
Instrumento: PICT 2021 0742  
Año convocatoria: 2021  
Organismo financiador: Agencia Nacional de promoción Científica y Técnica  
Directora: Garzón, Antonela



la adición de calcio a la fórmula control, obteniendo 4 productos: Q1: queso vegano control, Q2: queso vegano adicionado con extracto de levadura, Q3: queso vegano adicionado con fuente calcio, Q4: queso vegano adicionado con extracto de levadura y con fuente de calcio. Los niveles de extracto de levadura y de calcio se definieron para mejorar la aceptabilidad sensorial del producto y para lograr un nivel de calcio similar a los quesos lácteos, respectivamente. No se menciona la fórmula de los quesos por motivo de confidencialidad. Sobre los cuatro análogos de quesos desarrollados se analizaron: la composición centesimal según la metodología de la AOAC (2000), el contenido de minerales (Fe, Zn, Ca y Na) por absorción atómica, el pH utilizando un electrodo de punción, la actividad de agua ( $a_w$ ) utilizando un equipo AQUALAB, el color (sistema CIELAB) utilizando un espectrofotómetro Minolta CM-508d (Japón) y determinando la diferencia de color global ( $\Delta E$ ) utilizando Q1 como referencia, la capacidad de fusión medida a 180°C durante 3 min, y establecida como la diferencia de diámetro después y antes de la cocción (cm), utilizando para esto un calibre Vernier; y el análisis de perfil de textura (TPA) utilizando un texturómetro TA.TX2 StableMicrosystem Surrey. Además, se determinaron los parámetros sensoriales de apariencia general, sensación en boca y dureza comparando con un queso cheddar lácteo. El puntaje del 1 (más alejado de queso cheddar) al 5 (más parecido a queso cheddar) se otorgó por consenso, con un panel entrenado compuesto por 3 jueces. Posteriormente, los quesos *plant-based* evaluados fueron sometidos a un proceso de simulación de digestión gastrointestinal utilizando membranas de diálisis (Drago y col., 2005), para determinar sobre las muestras dializadas el porcentaje de bioaccesibilidad del Fe, Zn y Ca. Se realizó el test de ANOVA para determinar diferencias significativas entre muestras ( $p < 0,05$ ) y el test de Duncan para comparación de a pares al 95% de confianza, utilizando el Software StatgraphicsCenturion XV.

## RESULTADOS/CONCLUSIONES

En cuanto a la composición, todos los análogos de quesos presentaron un contenido medio de humedad, proteínas, grasa y fibra dietaria total de 58,0, 6,1, 10,2 y 0,9 g /100 g producto, respectivamente. Respecto al contenido de cenizas, Q3 y Q4 presentaron un mayor valor comparado con Q1 y Q2 (2,1 vs. 0,8 g/100 g producto, respectivamente), debido al agregado de calcio. Entre las distintas muestras, no se observaron diferencias significativas en la cantidad de Fe (12,5 mg/kg), ni de Zn (2,5 mg/kg), es decir que el extracto de levadura al nivel adicionado en Q2 y Q4 no aportó cantidades significativas de estos minerales. El contenido de Ca presentó diferencias significativas entre las muestras a las que se les agregó una fuente de calcio exógena (Q3 y Q4: 4185,7 mg/kg vs. Q1 y Q2: 225,7 mg/kg). Teniendo en cuenta el contenido de estos minerales en un queso cheddar lácteo (4,74 mg Fe/kg, 36,18 mg Zn/kg y 7800 mg Ca/kg) (Deshwal y col., 2023), si bien el contenido de Zn y Ca de Q4 son menores, los valores obtenidos en este trabajo mejoran ampliamente el aporte de Ca de quesos veganos comerciales.

En la **Tabla 1** se muestran las propiedades fisicoquímicas, tecno-funcionales y sensoriales de Q1-Q4. Puede observarse que el pH fue mayor en los productos con agregado de Ca. Sin embargo, los valores obtenidos están dentro de lo esperado para un queso cheddar (pH ~5,1 – 5,3). En cuanto a la actividad de agua ( $a_w$ ), no se observaron diferencias significativas entre los análogos de quesos, y los valores obtenidos fueron cercanos a valores de  $a_w$  de quesos cheddar lácteo (0,85-0,93). Sin embargo, dado que el valor obtenido es alto, se debe evaluar la adición de conservantes para el almacenamiento del producto. La capacidad de fusión se vio mejorada tanto por el agregado de Ca como por el agregado de extracto de levadura, siendo Q4 el producto que mejor capacidad de fusión presentó.

**Tabla 1.** Propiedades fisicoquímicas, tecno-funcionales y sensoriales de los análogos de quesos: Q1 (control), Q2 (con extracto de levadura), Q3 (con fuente de Ca) y Q4 (con extracto de levadura + fuente de Ca).

	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>pH</b>	4,59±0,01 <sup>a</sup>	4,64±0,01 <sup>a</sup>	4,99±0,02 <sup>b</sup>	5,02±0,04 <sup>b</sup>
<b>Actividad de agua</b>	0,98±0,00 <sup>a</sup>	0,98±0,00 <sup>a</sup>	0,98±0,00 <sup>a</sup>	0,98±0,00 <sup>a</sup>
<b>Capacidad de fusión (mm)</b>	0,90±0,07 <sup>a</sup>	1,32±0,12 <sup>bc</sup>	1,16±0,03 <sup>b</sup>	1,48±0,11 <sup>c</sup>
<b>Color</b>				
<b>L*</b>	64,58±0,31 <sup>a</sup>	63,80±0,32 <sup>a</sup>	67,19±1,01 <sup>b</sup>	66,71±0,30 <sup>b</sup>
<b>a*</b>	9,06±0,28 <sup>b</sup>	8,85±0,13 <sup>b</sup>	8,45±0,23 <sup>a</sup>	8,45±0,19 <sup>a</sup>
<b>b*</b>	39,30±1,08 <sup>c</sup>	38,17±1,03 <sup>cb</sup>	37,45±0,72 <sup>ab</sup>	36,16±0,71 <sup>a</sup>
<b>h*</b>	77,02±0,18 <sup>a</sup>	76,94±0,29 <sup>a</sup>	77,28±0,39 <sup>a</sup>	76,85±0,07 <sup>a</sup>
<b>C*</b>	40,33±1,10 <sup>c</sup>	39,19±1,02 <sup>bc</sup>	38,40±0,72 <sup>ab</sup>	37,13±0,74 <sup>a</sup>
<b>ΔE*</b>		3,22±0,12 <sup>a</sup>	1,49±0,12 <sup>b</sup>	4,29±0,21 <sup>c</sup>
<b>Perfil de Textura</b>				
<b>Dureza (gf)</b>	7465,96±437,32 <sup>b</sup>	7809,13±311,69 <sup>b</sup>	7499,92±390,01 <sup>b</sup>	6376,54±316,07 <sup>a</sup>
<b>Masticabilidad (gf)</b>	4970,15±299,75 <sup>b</sup>	5167,94±246,26 <sup>b</sup>	4993,43±248,18 <sup>b</sup>	4130,09±235,59 <sup>a</sup>
<b>Elasticidad (%)</b>	92,26±3,33 <sup>a</sup>	92,26±2,95 <sup>a</sup>	92,94±2,00 <sup>a</sup>	91,78±2,03 <sup>a</sup>
<b>Cohesión</b>	0,72±0,02 <sup>a</sup>	0,73±0,02 <sup>a</sup>	0,72±0,01 <sup>a</sup>	0,71±0,02 <sup>a</sup>
<b>Resiliencia (%)</b>	48,01±2,74 <sup>a</sup>	48,18±2,68 <sup>a</sup>	48,43±2,35 <sup>a</sup>	46,51±0,70 <sup>a</sup>
<b>Adhesividad (g.s)</b>	-2,829±1,49 <sup>a</sup>	-26,23±0,81 <sup>a</sup>	-2,20±0,14 <sup>a</sup>	-9,63±1,68 <sup>a</sup>
<b>Puntaje Sensorial</b>				
<b>Apariencia general</b>	4,0	4,0	3,5	3,5
<b>Sensación en boca</b>	3,5	4,0	3,0	3,5
<b>Dureza</b>	3,5	3,5	3,5	3,5

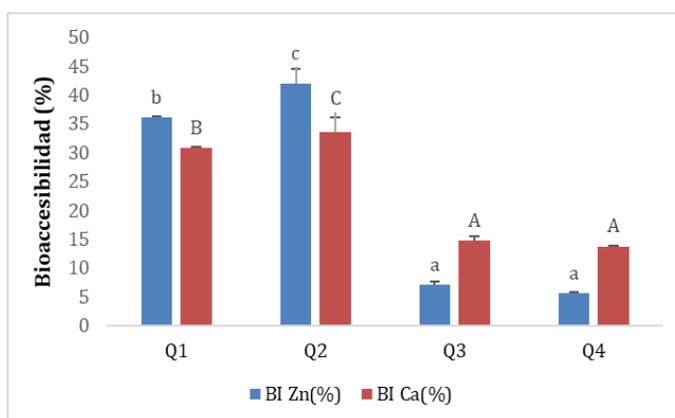
Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas entre las muestras ( $p < 0,05$ ).

Con respecto a los parámetros de color, el agregado de una fuente de calcio aumentó la luminosidad ( $L^*$ ) y disminuyó levemente la tonalidad amarilla de los análogos de queso cheddar (menor valor de  $b^*$  en Q3 y Q4); mientras que la adición de extracto de levadura incrementó levemente los tonos rojizos y la cromaticidad (mayor valor de  $a^*$  y  $C^*$  en Q1 y Q2). Al analizar el cambio de color global ( $\Delta E^*$ ) de Q2, Q3 y Q4 con respecto a Q1 se observó que tanto el agregado de extracto de levadura como de calcio modificaron el color del producto, siendo Q4 el de mayor cambio global. Es importante destacar que todos los productos se mantuvieron dentro de las tonalidades esperadas para un queso cheddar.

En cuanto a los parámetros del TPA, solamente se observaron diferencias significativas en la dureza y masticabilidad (Q4 menor dureza y masticabilidad), y no se observaron cambios significativos en los otros valores de textura. Sin embargo, el análisis sensorial de los productos mostró que todos ellos presentaron valores similares al queso control, con un alto puntaje sensorial y cercano a un queso cheddar lácteo. Es decir que la diferencia de dureza medida instrumentalmente no fue percibida sensorialmente. Estos resultados indican que es posible adicionar extracto de levadura

como aditivo, y una fuente de Ca para aumentar su valor nutritivo, sin modificar en gran medida el perfil de textura y la percepción sensorial.

En la **Figura 1** se muestra la bioaccesibilidad de Zn y Ca de los análogos de quesos evaluados, pero el Fe no fue detectado en los dializados. El agregado de Ca disminuyó la bioaccesibilidad del Zn endógeno. Al comparar Q1 y Q2, el extracto de levadura incrementó levemente la bioaccesibilidad tanto de Zn como de Ca, pero no tuvo efecto en presencia del Ca exógeno (Q3 vs Q4). Si bien los valores de bioaccesibilidad de Ca bajaron con el agregado de una fuente exógena de este mineral, los porcentajes obtenidos están dentro de lo reportado para diferentes productos adicionados de Ca (Drago y col., 2005). Además, teniendo en cuenta el mayor aporte de Ca en Q3 y Q4, estos productos tendrían una mayor cantidad de Ca bioaccesible que Q1 y Q2 para una misma porción de producto (30 g de producto aportarían 2 mg Ca vs 12 mg Ca bioaccesibles, para Q1/Q2 vs Q3/Q4, respectivamente).



**Figura 1.** Bioaccesibilidad(%) de Zn y Ca de los análogos de quesos: Q1 (control), Q2 (con extracto de levadura), Q3 (con fuente de Ca) y Q4 (con extracto de levadura + fuente de Ca). Letras minúsculas y mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre muestras para Zn y Ca, respectivamente ( $p < 0,05$ ).

Es importante destacar que una porción de 30 g del producto Q4 aporta un 12,5% de la ingesta diaria recomendada de Ca para adultos (1000 mg, C.A.A., capítulo XVII). Además, el producto desarrollado en este trabajo es bajo en Na, y aporta Ca y proteínas en niveles superiores al de los quesos veganos comerciales encontrados actualmente en el mercado.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

**AOAC.** 2000 Official Methods of Analysis, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington.

**Deshwal, G. K., Gómez-Mascaraque, L. G., Felon, M. y Huppertz, T.** 2023. Determination of Minerals in Soft and Hard Cheese Varieties by ICP-OES: A Comparison of Digestion Methods. *Molecules* 28(10): 3988.

**Drago, S. R., Binaghi, M., y Valencia, M. E.** 2005. Effect of Gastric Digestion pH on Iron, Zinc, and Calcium Dialyzability from Preterm and Term Starting Infant Formulas. *Journal of Food Science*, 70(2), S107–S112.

**Código Alimentario Argentino (C.A.A.)** 2023. Capítulo XVII, Alimentos de régimen o dietéticos.