

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, ÓPTICAS Y MECÁNICAS DE CREMAS VEGETALES COMERCIALES

Ruth Martínez Las Heras¹, Ángela Periche¹, Ana M^a Andrés¹, Isabel Escriche¹

RESUMEN

Las verduras constituyen uno de los elementos característicos de la dieta mediterránea, considerada una de las más saludables del mundo. Por esta razón, las cremas de verduras se han convertido en un producto nutritivo y fácil de consumir para cualquier grupo de población. Como consecuencia de la gran diversidad de hortalizas, existe actualmente una gran oferta de este tipo de productos en el mercado. En este contexto, se plantearon como objetivos de este trabajo: 1) la prospección de la gama de cremas que existen actualmente en el mercado local, 2) identificar los ingredientes mayoritarios que aparecen en sus etiquetas, en especial aquellos que contribuyen a la textura característica de las cremas vegetales, y 3) caracterizar una selección de cremas comerciales en cuanto a sus propiedades físico-químicas, ópticas y mecánicas. La prospección del mercado local permitió identificar 53 cremas vegetales de 12 marcas distintas. De la información de sus etiquetas se deduce que en todas las formulaciones se incluye algún tipo de grasa y otros ingredientes con función espesante, siendo muy variadas las formulaciones para un mismo tipo de crema. De este conjunto de productos, se seleccionaron 14 cremas y se les midieron el pH, a_w , humedad y Brix, así como el color, textura y reología. La correlación de estos parámetros con la formulación resulta complicada, debido especialmente a la falta de información cuantitativa de los distintos ingredientes. Si bien, todas las muestras analizadas presentan propiedades físico-químicas similares, y colores homogéneos en función del vegetal mayoritario, las propiedades mecánicas analizadas presentan una gran dispersión, por lo que sería necesario realizar estudios sensoriales que permitan identificar las preferencias del consumidor en estas propiedades, y poder así reformular o ajustar las formulaciones.

PALABRAS CLAVE

Textura, color, crema de verduras, propiedades reológicas.

RESUM

Les verdures constituïxen un dels elements característics de la dieta mediterrània, considerada una de les més saludables del món. Per esta raó, les cremes de verdures s'han convertit en un producte nutritiu i fàcil de

¹ Instituto Universitario de Ingeniería de los Alimentos para el Desarrollo (IU-IAD). Camino de Vera, s/n. 46022, Valencia, España.

consumir per a qualsevol grup de població. Com a conseqüència de la gran diversitat d'hortalisses, existix actualment una gran oferta d'este tipus de productes en el mercat. En este context, es van plantejar com a objectius d'este treball: 1) la prospecció de la gamma de cremes que existixen actualment en el mercat local, 2) identificar els ingredients majoritaris que apareixen en les seues etiquetes, en especial aquells que contribuïxen a la textura característica de les cremes vegetals, i 3) caracteritzar una selecció de cremes comercials en quant a les seues propietats fisicoquímiques, òptiques i mecàniques. La prospecció del mercat local va permetre identificar 53 cremes vegetals de 12 marques distintes. De la informació de les seues etiquetes es deduïx que en totes les formulacions s'inclou algun tipus de greix i altres ingredients amb funció espesant, sent molt variades les formulacions per a un mateix tipus de crema. D'este conjunt de productes, es van seleccionar 14 cremes i se'ls van mesurar el pH, a_w , humitat i Brix, així com el color, textura i reologia. La correlació d'estos paràmetres amb la formulació resulta complicada, degut especialment a la falta d'informació quantitativa dels distints ingredients. Si bé, totes les mostres analitzades presenten propietats fisicoquímiques semblants, i colors homogenis en funció del vegetal majoritari, les propietats mecàniques analitzades presenten una gran dispersió, per la qual cosa seria necessari realitzar estudis sensorials que permeten identificar les preferències del consumidor en estes propietats, i poder així reformular o ajustar les formulacions.

PARAULES CLAU

Textura, color, crema de verdures, propietats reològiques.

ABSTRACT

Vegetables are one of the most important components of the Mediterranean diet, considered one of the healthiest in the world. For this reason, vegetable creams have become a nutritive and easy product to eat for whatever population group. Due to the existence of a wide variety of vegetables, a large supply of these products is nowadays available on the market. In this context, the following objectives are proposed: 1) Get to know the gamma of creams that are currently existent in the local market, 2) To identify the major ingredients shown on their labels, especially those that contribute to the texture characteristic of the vegetable cream, and 3) To characterize a selection of commercial creams from the physico-chemical, optical and mechanical properties point of view. The former market research permitted the identification of 53 vegetable creams of 12 different brands. The labels Information showed that all formulations include some kind of fat or and other thickening agents, varying considerably among the same type of cream. From those 53, 14 creams were selected in order to measure different parameters: pH, a_w , moisture and Brix, as well as color, texture and rheology. The correlation of these parameters with the formulation is complicated, especially due to the lack of quantitative information of some

ingredients. Despite all samples having similar physico-chemical properties, and analogous colors related to the most abundant vegetable, the mechanical properties analyzed show a wide dispersion. For this reason, it would be necessary to carry out sensory studies in order to identify the preferences of the consumer in relation to these properties and, hence, reformulate or vary the formulations.

KEY WORDS

Texture, color, vegetable cream, rheological properties.

INTRODUCCIÓN

Los cambios demográficos, sociológicos (horario de trabajo, incorporación de la mujer al mercado de trabajo) y culturales (interés por la salud y el peso, exigencia de calidad y preocupación por el medioambiente) de los últimos años en los países desarrollados, están cambiando los hábitos alimentarios de la población (Díaz Mendez, 2007). La industria agroalimentaria no es ajena a esta situación y ello se refleja en la aparición, en el mercado, de nuevos tipos de alimentos que intentan satisfacer las demandas de los consumidores (fundamentalmente listos para consumir, saludables y de gran calidad organoléptica).

Entre este tipo de alimentos se encuentran las cremas de verduras (calabaza, calabacín, champiñones, setas, etc.) que ofrecen una forma rápida, nutritiva y cómoda de consumir hortalizas para cualquier segmento de población. Estos productos tienen una serie de efectos beneficiosos para nuestro organismo ya que son fuente de fibra, vitaminas, antioxidantes y minerales. Son alimentos que si en su formulación se incorporan niveles bajos en grasa, resultan muy adecuados para personas con problemas cardiovasculares, obesidad, etc. y adicionalmente por su contenido en fibra, también contribuyen a un correcto tránsito intestinal además de equilibrar los niveles de colesterol, prevenir el cáncer de colon y combatir las subidas de glucosa en sangre (Lattimer y Haub, 2010). Estos productos también incorporan un elevado contenido en agua que contribuye a la hidratación del organismo.

Actualmente, existe en el mercado una amplia gama de cremas que presentan una gran variabilidad en cuanto a sus propiedades físico-químicas (pH, a_w , contenido en humedad, grasa y sólidos solubles) y sensoriales (color, viscosidad, consistencia, etc.) dependiendo no solo del tipo de vegetal sino también en función de las diferentes marcas existentes en el mercado. Las cremas están compuestas principalmente de agua, hortalizas, espesantes y aditivos (estabilizantes, colorantes y potenciadores del sabor). Las características particulares de cada uno de estos ingredientes, sus cantidades relativas y las interacciones entre ellos, pueden dar lugar a diferencias notables en las propiedades reológicas y sensoriales del producto final que pueden incidir en la respuesta del consumidor.

Los objetivos de este trabajo han sido, en primer lugar, identificar a partir de la etiqueta los ingredientes mayoritarios, en especial aquellos que contribuyen a la textura característica de las cremas vegetales existentes actualmente en el mercado local; y en segundo lugar, caracterizar una selección de cremas comerciales en cuanto a sus propiedades físico-químicas y reológicas. La correlación de dichas propiedades con los ingredientes utilizados en la formulación del producto permitirá abordar estudios de optimización y sustitución de ingredientes como la grasa, por otros más saludables (ej: inulina) (Mendoza et al., 2001; Tárrega et al., 2011) sin detrimento de la calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para identificar los ingredientes mayoritarios y en especial aquellos que contribuyen a la textura característica de las cremas vegetales se adquirieron, 53 cremas comerciales de 12 marcas distintas en diferentes cadenas de distribución local. La clasificación e identificación de los ingredientes de los 53 productos, se realizó en base a la información suministrada en sus etiquetas.

Dado que las 53 cremas identificadas en el mercado, correspondían a productos de distinta complejidad en su formulación, encontrando cremas de uno, dos ó más vegetales, de este conjunto se seleccionaron 14 productos. El criterio de selección fue que incluyeran en su formulación 1 ó como máximo 2 vegetales (Tabla 1), y fue a este subconjunto de 14 cremas a las que se determinaron las propiedades fisicoquímicas, el color y las propiedades mecánicas, con el objetivo de intentar correlacionar de forma sencilla la formulación con dichas propiedades. Las 14 cremas seleccionadas pueden agruparse en 4 grupos atendiendo al vegetal mayoritario (CC: calabacín; ES: espinacas; CZ: calabaza; CH: champiñón) lo que junto a la marca (K, D, F, L, V, Y, A, C y H) explica el código asignado a cada muestra.

TABLA 1. Ingredientes y marca comercial del producto

Muestra	Denominación Comercial de la crema	Ingredientes
CC_K	Calabacín con queso	Agua, verduras y hortalizas (30%) (calabacín (82%), cebolla, espinaca), patata, nata (2,8%), almidón modificado de maíz, queso fundido (quesito)(1,2%)(leche desnatada, queso, mantequilla, proteína de leche, sal), azúcar, sal, aromas(contiene gluten), aceite de oliva (0,3%), vitaminas (C, B6, B9), especia. Contiene trazas de huevo y apio.
CC_D	Calabacín	Agua de cocción, verduras y hortalizas (calabacín 17%, patata y cebolla), aceite de oliva virgen extra, fécula de maíz, proteína láctea, sal y aromas.
CC_F	Calabacín con mascarpone	Agua, calabacín, cebolla, patata, aceite de oliva, mantequilla, queso mascarpone, leche en polvo, sal, estabilizante: goma xantana, caldo vegetal y almidón modificado de maíz. Sin gluten. Contiene apio.
CC_L	Calabacín y judía verde	Agua, verduras y hortalizas (21%)(calabacín (28%), judía verde (19%), puerro (11%), apio, zanahoria, guisantes, cebolleta, brécol, espinaca, chalota, cebolla), leche desnatada, patata, almidón modificado de maíz, sal, aceite de oliva virgen extra (0,5%), aceite vegetal, vinagre de vino blanco, vinagre de alcohol, aromas (contiene gluten), mostaza, extracto de levadura, vitaminas (C, B6, B9), azúcar.
ES_K	Espinacas con queso a las finas hierbas	Agua, espinacas (20%), leche desnatada, queso con especias y sal (7%), patata (7%), nata (4%), almidón modificado de maíz, mantequilla, sal, potenciador del sabor (glutamato monosódico), aceite vegetal y especias.

Muestra	Denominación Comercial de la crema	Ingredientes
ES_V	Verde de espinacas	Agua, verduras y hortalizas (36%)(guisantes (42%), apio, calabacín (14%), espinacas (14%), cebolla, cebollino), nata, almidón de maíz, sal, extracto de levadura, zumo de acerola en polvo, fibra de maíz.
CZ_K	Fina de calabaza con suave toque de nata	Verduras y hortalizas (49%) (calabaza (59%), zanahoria, cebolla y tomate concentrado), agua, patata (4%), nata (1,6%), mantequilla, sal, azúcar, aroma (contiene gluten), extracto de levadura y vitaminas (C, B6 y B9).
CZ_Y	Zanahoria y calabaza	Agua, zanahoria, puerros, calabazas, aceite de oliva virgen extra (3%), patatas, cebollas, tomates, almidón modificado de maíz, sal, proteínas lácteas, aromas naturales.
CZ_A	Calabaza	Agua, verduras (calabaza 17 %, zanahoria 14 %, cebolla 1.3 %, puré de tomate reconstituido 0.8 %), nata (1.9 %), almidón de maíz transformado, sal jarabe de glucosa, azúcar, aroma, potenciador del sabor (glutamato de sodio), vitamina A (beta-caroteno). Puede contener trazas de apio.
CH_K	Setas de bosque con champiñones	Agua, setas (9%) (champiñones (58%), setas del bosque (42%)(boletus edulis y chantarela)), nata (9%), almidón modificado de maíz, harina de trigo, sal, extracto de levadura, aroma (contiene mostaza), chalotas, cebollino, aceite vegetal, azúcar, ajo, vitaminas (C, B6 y B9), especias. Contiene trazas de huevo y apio.
CH_F	Boletus	Agua, hongos (Boletus Edulis), cebolla, patata, leche en polvo, aceite de oliva, queso Mascarpone, sal, estabilizante: goma xantana y almidón modificado de maíz. Sin gluten.
CH2_C	Setas silvestres	Agua, setas (15%), doble nata, aceite vegetal, almidón modificado de maíz, harina de trigo, setas silvestres (2%), sherry (contiene sulfitos), mantequilla, azúcar, caldo vegetal concentrado (sal, azúcar, extracto de levadura, cebolla en polvo, almidón de patata, semillas de apio, aceite de girasol, especias y extracto de hierbas), sal, estabilizador: extracto de polifosfato de sodio, perejil y pimienta negra.
CH_H	Champiñones	Agua, champiñones 17.7%, mantequilla, almidón modificado de maíz, nata, cebolla, sal, leche desnatada en polvo, extracto de levadura y aromas.
CH1_C	Champiñones	Agua, champiñones (16%), doble nata, aceite vegetal, almidón modificado de maíz, harina de trigo, sherry (contiene sulfitos), mantequilla, azúcar, caldo vegetal concentrado (sal, azúcar, extracto de levadura, cebolla en polvo, almidón de patata, semillas de apio, aceite de girasol, especias y extracto de hierbas), sal, estabilizador: extracto de polifosfato de sodio, perejil y pimienta negra.

En cada una de las 14 muestras comerciales (Tabla 1) se midió la humedad, brix, actividad de agua, pH, color, textura y reología según los métodos que se describen a continuación. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Determinación de la humedad

El contenido en humedad se determinó gravimétricamente, mediante el secado de aproximadamente 0.5 g de muestra en estufa de vacío a 60 °C hasta peso constante según el método 20.103 AOAC (1980).

Determinación de los grados Brix

Los grados Brix se determinaron mediante un refractómetro de mesa ABBE ATAGO 3-T a 20°C.

Determinación de actividad de agua (a_w)

La determinación de actividad de agua de las muestras se realizó utilizando un higrómetro de punto de rocío (FA-st lab, GBX) a 25 °C, con una sensibilidad de ± 0.003 , previamente calibrado con disoluciones salinas saturadas.

Determinación del pH

El pH se determinó a temperatura ambiente con un pH-metro (SevenEasy, Mettler Toledo) por inmersión directa del sensor en la muestra.

Determinación de las propiedades ópticas (color)

La determinación de las propiedades ópticas (color) se realizó en cubetas de 20 mm de espesor mediante un espectrocolorímetro (MINOLTA, mod. CM- 3600d). Las coordenadas del espacio de color CIEL*a*b* se obtuvieron a partir del espectro de absorción proporcionado por el equipo entre 380 y 770 nm por reflectancia utilizando como sistema de referencia el iluminante D65 y el observador 10°. Previamente, el equipo se calibró sobre fondo negro y blanco, y se realizaron medidas en las muestras sobre ambos fondos con el fin de determinar la traslucidez de las mismas. En este caso las muestras son opacas por lo que no se realizó la medida sobre ningún fondo.

Determinación de la textura: consistencia y adhesividad

Se realizaron determinaciones objetivas de consistencia y adhesividad a 25 y 50 °C con el test de Back extrusion utilizando un texturómetro del tipo TA/XT/PLUS Texture Analyser y el accesorio celda Back extrusion con anillo de 35 cm (García-Martínez et al., 2002; Sesmero et al., 2007).

El ensayo back extrusion consistió en hacer avanzar un embolo circular de base plana y 35 mm de diámetro, a una velocidad constante de 10 mm/min.

Determinación de las propiedades reológicas

El comportamiento al flujo de las cremas se analizó con un reómetro (RheoStress 1, Haake) de cilindros concéntricos (Canet et al. 2005; Kechinsk et al. 2011) utilizando un sensor de doble gap Z34 DIN, conectado a un baño termostático y controlado con un RheowinPro Software (versión 3.61, Haake). Las muestras se analizaron a 25°C (temperatura ambiente a la que se encuentra la crema) y a 50°C (temperatura aproximada de consumo del producto). Se realizó un ensayo estacionario utilizando un gradiente de velocidad ($\dot{\gamma}$) de 0 a 200 s⁻¹. Los datos de la curva se ajustaron la ley de potencia de Ostwald de Waele (Ecuación 1).

$$\sigma = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

Donde: σ (Pa) es el esfuerzo de cizalla, $\dot{\gamma}$ (s⁻¹) es el gradiente de velocidades, K (Pa sⁿ) es el índice de consistencia y n es el índice de flujo.

Análisis Estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se realizó con el programa Statgraphics 5.1 para Windows. Se han realizado diagramas de caja-bigote y análisis de la varianza (ANOVA) a un nivel de confianza del 95% con intervalo de confianza LSD (Least Significant Difference) para evaluar la significación estadística de las diferencias encontradas en los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio de prospección de los diferentes tipos de cremas de verduras que se ofertan en el mercado se comprobó que este tipo de producto, si bien está monopolizado por las grandes empresas de renombre, las marcas blancas han creado sus propias cremas aunque con una menor diversidad. La Tabla 2 recoge la denominación comercial de las 53 cremas encontradas en el mercado local, así como los espesantes y aditivos incluidos en su etiqueta. En la información recogida en dicha tabla se observa una gran variabilidad en el tipo de ingredientes utilizados para la elaboración de un mismo tipo de crema. Asimismo, se deduce que en todas las formulaciones se incluye algún tipo de grasa probablemente para aportar sabor y textura a este tipo de productos, siendo las más utilizadas: el aceite de oliva, la nata, la mantequilla, el aceite vegetal y en menor medida la grasa de pollo. Se identifican asimismo otros ingredientes con función espesante distintos de las grasas, siendo los más comunes el almidón modificado de maíz y la patata, este último utilizado no como hortaliza, sino por el almidón que aporta como ingrediente espesante. Por otro lado, no es muy común el uso de aditivos en este tipo de producto, sin embargo, cuando se añaden, los más habituales son los potenciadores del sabor (glutamato monosódico), estabilizantes (goma xantana y polifosfato de sodio), colorantes (beta-caroteno) y conservantes (sulfito sódico).

TABLA 2. Espesantes y aditivos utilizados en las 53 cremas comerciales.

Marca	Denominación comercial de la Crema	Espesantes		Aditivos
		Grasa	Otros	
K	Calabacín con queso	AO, M, N	P, AM	
	La Crema de Alicia	AV, GP, M, N	P, AM	
	Espinacas con queso a las finas hierbas	AV, M, N	P, LD, AM	GM
	Fina de calabaza con suave toque de nata	M, N	P	
	Blanca de espárragos y coliflor	AV, N,	AM, FM	
	Verde de calabacín, espinacas y guisantes	N	AM, FM	
	Naranja de calabaza y zanahoria con un toque cítrico	N	AM, FM	
	Berenjenas con queso fundidos y hierbas de Provenza	AO, M, N	P, AM, SL, PL	
	Suave de alcachofas con un toque de nata	N	P, AM	
	Fina de zanahorias y hortalizas	N	P	
	Suave de verduras mediterráneas	M, N	P, AM	
	Setas del bosque con champiñones	AV, N,	AM, HT	
	Verduras de la huerta	N	P, AM,	
	Zanahoria, puerro y cebolla salteada	GV, AV	P, AM,	
	Calabacín y judía verde	AO, AV	LD, P, AM	
	Selección de verduras	M	AM	
	Espárragos con espárragos trigueros y romero	AV, N, M,	AM, HT, LD	GM, E451, E452, E101
Setas silvestres y finas hierbas	AV, M, N,	LD, AM, HT	GM, E451, E452	
A	Puerros Vichyssoise	AO, N	P	
	9 verduras mediterráneas	AO	P	
	Suave de guisantes a la menta	AO	C, E	
D	Calabacín	AO	FM, PL	
	Menestra de verduras	AO	FM, PL	
	Zanahoria con puerros	AO	FM, PL	
GB	Triturado de 8 verduras	AO	P, AA	
	Verduras de Pueblo	N	AA, B, LD	
C	Calabaza y hortalizas enriquecido con vitamina A	N, M	AM, P	E101
	Provenzal	AO	AA	
	Verduras de la huerta	M	AM, P	
	Setas silvestres	N, AV, M	AM, HT	S, PS
	Champiñones			
	Espárragos			PS
E	Calabaza y zanahoria	AO, N	F, P, AM	
	Verduras	AO, M	AM, P	
	Puerros	AO, M	AM, P	
	Champiñones	AO, M	AM	
AK	Calabaza	AO, N	AM, P	
	Verduras			
ACH	Calabaza		AM, JG	GM, B
Y	Zanahoria y calabaza	AO	P, AM, PL	
	Verduras	AO	P, AM, PL	
	Puerros	AO	P, AM, PL	
F	Vichyssoise	AO, N, M,	AM, F	GX
	Calabacín	AO, M	LD, AM	GX
	Boletus	AO	LD, P, C, AM	GX
	Verduras con Mozzarella	AO	LD, AM	GX

Marca	Denominación comercial de la Crema	Espesantes		Aditivos
		Grasas	Otros	
H	Calabaza	N, M		
	Puerro y patata	N, M	AM	
	Verduras	N, M	AM	
	Champiñón	N, M	AM	
DMM	Espárragos verdes	AO	P	
	Calabaza y zanahoria	AO	P	
	Verduras	AO, AG		

Espesantes: AO (aceite de oliva), M (mantequilla), N (nata), P (patata), AM (almidón modificado de maíz), AV (aceite vegetal), GP (grasa de pollo), LD (leche desnatada), FM (fibra de maíz), SL (suero de leche), PL (proteína de leche), HT (harina de trigo), GV (grasa vegetal), C (cebolla), E (espárragos), FM (fécula de maíz), AA (almidón de arroz), B (queso fresco burgos), F (queso fresco), JG (jarabe de glucosa), AG (aceite de semilla de girasol).

Aditivos: GM (glutamato monosódico), S (sulfito sódico), PS (polifosfato de sodio), B (beta-caroteno), GX (goma xantana)

Para simplificar el estudio de caracterización, de las 53 cremas identificadas se seleccionaron 14 (Tabla 1) y los resultados de su caracterización fisicoquímica se recogen en la Tabla 3. La Figura 1 representa para cada parámetro físico-químico analizado el gráfico de cajas y bigotes, y el gráfico de medias y LSD resultantes del ANOVA.

TABLA 3. Valores medios y desviaciones estándar de humedad, pH, Brix y a_w de las 14 cremas comerciales seleccionadas, agrupadas en base al vegetal mayoritario (CH: champiñón; CC: calabacín; ES: espinacas; CZ: calabaza).

Muestras	Humedad	pH	Brix	a_w
CH1_C	91,5 ± 0,5	5,79 ± 0,01	7,3 ± 0,1	0,987 ± 0,001
CH_H	90 ± 1	5,69 ± 0,01	5,7 ± 0,1	0,996 ± 0,002
CH_K	91,3 ± 0,3	5,81 ± 0,01	5,9 ± 0,1	0,993 ± 0,000
CH_F	87,4 ± 0,3	5,65 ± 0,01	6,3 ± 0,1	0,995 ± 0,002
CH2_C	86,6 ± 0,5	6,02 ± 0,01	7,1 ± 0,1	0,987 ± 0,001
CC_K	92,24 ± 0,15	5,58 ± 0,01	5,9 ± 0,1	0,989 ± 0,002
CC_D	93,1 ± 0,2	5,46 ± 0,01	3,9 ± 0,1	0,991 ± 0,002
CC_F	92,3 ± 0,7	5,86 ± 0,01	4,0 ± 0,1	0,991 ± 0,002
CC_L	93,4 ± 0,6	5,39 ± 0,01	4,5 ± 0,1	0,993 ± 0,001
ES_K	88,39 ± 0,19	5,80 ± 0,01	5,6 ± 0,1	0,998 ± 0,002
ES_V	90,9 ± 0,6	5,96 ± 0,01	4,3 ± 0,1	0,994 ± 0,001
CZ_Y	93,8 ± 0,9	5,12 ± 0,00	5,2 ± 0,1	0,995 ± 0,001
CZ_K	91 ± 1	5,40 ± 0,01	6,4 ± 0,1	0,992 ± 0,002
CZ_A	93,55 ± 0,05	5,26 ± 0,01	6,3 ± 0,1	0,998 ± 0,001

Desde el punto de vista fisicoquímico, los parámetros analizados de pH, Brix, humedad y a_w se mueven en un intervalo de valores bastante estrecho por lo que no permiten establecer diferencias ni entre cremas de un mismo vegetal y distinta marca (Tabla 3), ni entre cremas de distintos vegetales (Figura 1).

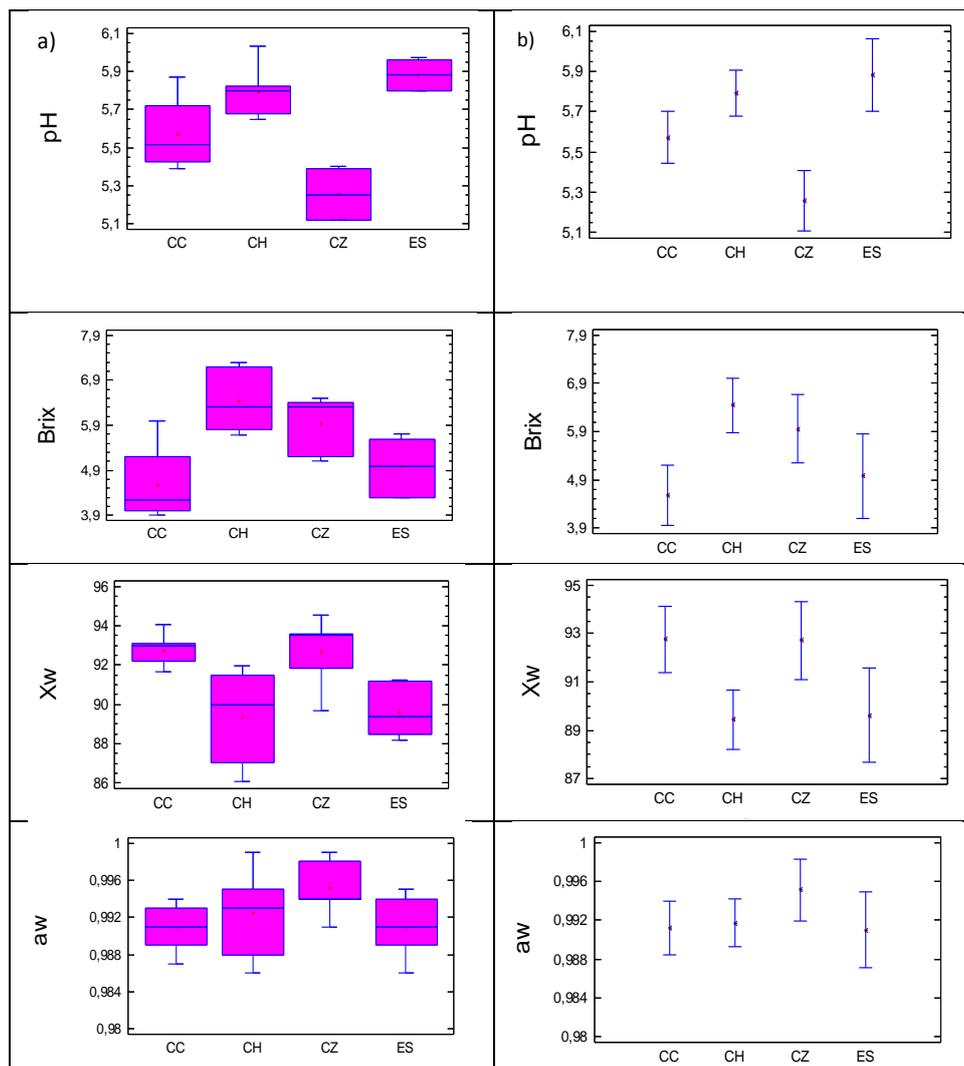


FIGURA 1. Representación de los parámetros físico-químicos (a_w = actividad de agua; pH; Brix; Xw = humedad) agrupados en base al vegetal mayoritario (CH: champiñón; CC: calabacín; ES: espinacas; CZ: calabaza). a) Gráfico de caja y bigotes y b) Medias e intervalos LSD.

El color es el principal atributo que en este tipo de productos permite al consumidor asociar la crema al vegetal mayoritario y también es una de las principales características que influyen en la aceptación del producto. Las distintas formulaciones y tratamientos térmicos utilizados en su elaboración podrían establecer diferencias significativas en el color. De ahí, que se midieran las coordenadas de color en el grupo de cremas seleccionadas.

La Figura 2 muestra los planos cromáticos de las distintas cremas analizadas en los que se observa claramente una agrupación de productos en función del vegetal principal incluido en su formulación. La escasa influencia de la formulación, y por tanto de la marca en el color de las cremas de un mismo vegetal indica que el color es una característica bastante estandarizada en la producción de estos productos.

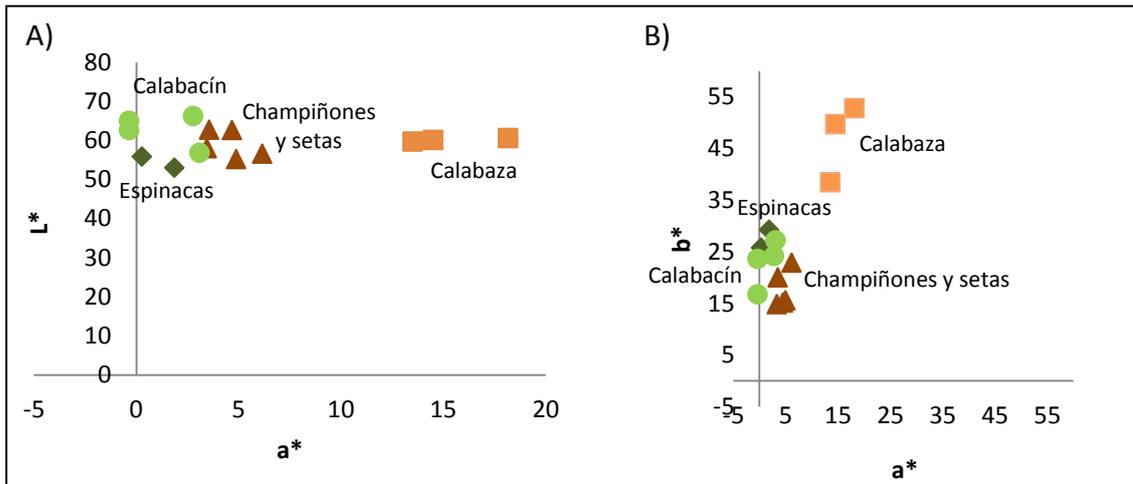


FIGURA 2. Planos cromáticos según tipo de vegetal, (a^* = componente $+a^*$ [rojo] y $-a^*$ [verde]; b^* = componente $+b^*$ [amarillo] y $-b^*$ [azul]; L^* = luminosidad que varía de 0 [negro] a 100 [blanco]). A) L^* frente a componente a^* ; B) b^* frente a componente a^*

Otro de los atributos más importantes en este tipo de productos está relacionado con la textura y la fluidez, por lo que resulta interesante medir y comparar los resultados obtenidos de los análisis de textura y reología de las muestras seleccionadas, ya que incluso a simple vista se observan grandes diferencias.

La Tabla 4 muestra los resultados de consistencia y adhesividad evaluadas a través de los ensayos back-extrusion, donde puede observarse que en 4 de los productos seleccionados no fue posible realizar el ensayo por ser cremas muy líquidas. Los ensayos se realizaron a 25 °C y a 50°C para evaluar la influencia de la temperatura en la textura. En este sentido y tal y como era de esperar, se observa en todos los casos una disminución de la consistencia y adhesividad al aumentar la temperatura, debido al aumento de la movilidad molecular en el sistema alimentario. Para cremas de un mismo vegetal y distinta marca se observan grandes diferencias de textura, lo que se correlaciona fácilmente con los diferentes ingredientes (grasas y espesantes) utilizados. Así por ejemplo, en las cremas de calabacín, aquellas que incluyen queso en su formulación (CC_K y CC_F) presentan valores de consistencia mayores que la crema formulada con judía verde (CC_L), mientras que la que no incluye ninguno de estos ingredientes (CC_D) ni siquiera pudo medirse debido a su consistencia tan líquida. Resultados análogos se observa en las cremas de espinacas, en las que únicamente la formulada con queso (ES_K) pudo ser analizada.

TABLA 4. Valores medios de los parámetros de textura (Consistencia y Adhesividad) en cremas comerciales medidos mediante ensayos back-extrusion a 25 y 50°C. (ND= no determinado).

Muestra	Consistencia		Adhesividad	
	25°C	50°C	25°C	50°C
CC_K	0,911 ± 0,004	0,575 ± 0,003	-0,070 ± 0,002	-0,032 ± 0,002
CC_F	0,666 ± 0,022	0,464 ± 0,019	-0,045 ± 0,002	-0,024 ± 0,003
CC_D	ND	ND	ND	ND
CC_L	0,621 ± 0,001	0,455 ± 0,019	-0,029 ± 0,001	-0,019 ± 0,001
CZ_Y	1,222 ± 0,019	0,880 ± 0,019	-0,103 ± 0,001	-0,066 ± 0,004
CZ_K	ND	ND	ND	ND
CZ_A	ND	ND	ND	ND
ES_K	1,003 ± 0,011	0,442 ± 0,022	-0,072 ± 0,001	-0,013 ± 0,002
ES_V	ND	ND	ND	ND
CH_H	0,825 ± 0,008	0,672 ± 0,009	-0,050 ± 0,000	-0,042 ± 0,003
CH1_C	ND	ND	ND	ND
CH_K	0,524 ± 0,005	0,419 ± 0,008	-0,022 ± 0,001	-0,007 ± 0,001
CH_F	1,463 ± 0,008	1,082 ± 0,012	-0,139 ± 0,002	-0,107 ± 0,005
CH2_C	0,501 ± 0,032	ND	-0,025 ± 0,001	ND

ND: no determinado

Una de las propiedades tecnológicas importantes en este tipo de productos es su comportamiento al flujo o comportamiento reológico, que además suele variar con la temperatura, de ahí que también se midiera tanto a la temperatura ambiente (25° C) como a la temperatura aproximada de consumo (50°C). En la figura 3, se recogen los reogramas obtenidos de los ensayos a 50°C, para las 14 muestras analizadas, agrupadas según el vegetal mayoritario. Al igual que en los resultados de textura, se observa una notable dispersión de los resultados para un mismo tipo de crema, poniendo de manifiesto nuevamente la influencia de los ingrediente utilizados en la formulación.

En las curvas de flujo (Figura 3), se observa en todos los casos un comportamiento no newtoniano por lo que se ajustó la Ley de potencia de Ostwald de Waele ($0,995 < R^2 < 0,999$). Los valores de los parámetros del modelo (K: índice de consistencia y n= índice de flujo) se muestran en la Tabla 5 junto con el valor de viscosidad aparente obtenido a $10s^{-1}$. El valor del índice al flujo n, en todos los casos < 1 , indica un comportamiento pseudoplástico (Krokida et al., 2001; Ahmed et al., 2002), caracterizado por una disminución de la viscosidad al aumentar la velocidad de deformación. Muchos productos presentan este comportamiento en mayor o menor medida y es el comportamiento más común. En cuanto a la influencia de la temperatura, se observa que el índice de consistencia (K) disminuye al aumentar la temperatura en todas las muestras a excepción de la muestra

CH_K. Sin embargo, el índice de flujo (n) aumenta en todas las muestras excepto en CH_K, CH_F y CZ_K, en las que disminuye ligeramente.

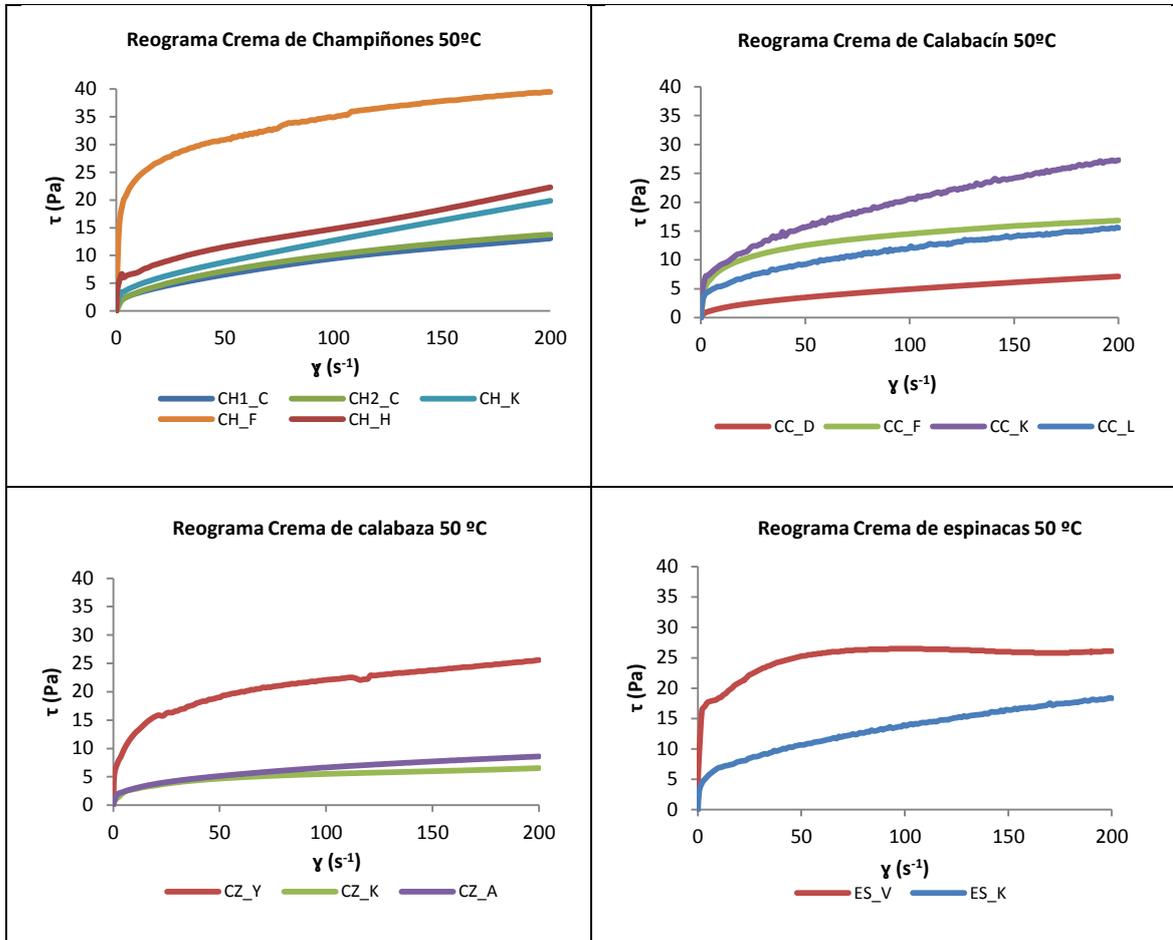


FIGURA 3. Curvas de flujo obtenidas a 50°C de las 14 cremas analizadas.

Puesto que los valores de K dependen de los valores de n , para estudiar las diferencias entre las muestras en las propiedades de flujo, se calcularon los valores de la viscosidad aparente a $10 s^{-1}$ (Tabla 5). Se eligió este valor de viscosidad aparente porque puede ser un índice práctico de la viscosidad percibida sensorialmente en este tipo de productos (Shama y Sherman, 1973). Sin embargo, la viscosidad de las cremas a 50°C oscila en un intervalo muy amplio (0.169 a 2.409 Pa s) y no se observa ninguna tendencia en función del vegetal mayoritario, estando muy influenciado por la presencia de grasas y espesantes. Los resultados de los ANOVAS revelaron diferencias significativas entre las cremas para un mismo tipo de vegetal y en todos los casos se observaron diferencias significativas al 99,9% tanto a 25 °C como a 50 °C.

TABLA 5. Parámetros del modelo de Ostwald de Waele para cada una de las cremas comerciales a 25 °C y 50 °C, (ND= no determinado). La μ corresponde al valor obtenido a 10 s⁻¹.

Muestra	25 °C			50 °C		
	K(Pa·s ⁿ)	n	μ (Pa·s)	K(Pa·s ⁿ)	n	μ (Pa·s)
CC_D	1,450 ± 0,011	0,383 ± 0,003	0,374 ± 0,006	0,509 ± 0,018	0,492 ± 0,011	0,169 ± 0,003
CC_F	8,225 ± 0,154	0,175 ± 0,004	1,198 ± 0,012	5,157 ± 0,051	0,225 ± 0,001	0,848 ± 0,007
CC_K	6,591 ± 0,269	0,345 ± 0,008	1,641 ± 0,056	3,602 ± 0,304	0,382 ± 0,020	0,913 ± 0,036
CC_L	3,860 ± 0,113	0,346 ± 0,004	0,943 ± 0,036	2,383 ± 0,092	0,352 ± 0,005	0,551 ± 0,007
ES_K	7,273 ± 0,601	0,280 ± 0,018	1,470 ± 0,062	2,662 ± 0,117	0,356 ± 0,011	0,657 ± 0,027
ES_V	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CZ_Y	13,713 ± 0,405	0,182 ± 0,005	2,014 ± 0,049	7,783 ± 0,015	0,226 ± 0,001	1,266 ± 0,019
CZ_K	2,366 ± 0,067	0,270 ± 0,005	0,402 ± 0,005	1,683 ± 0,038	0,265 ± 0,008	0,293 ± 0,015
CZ_A	1,790 ± 0,011	0,355 ± 0,001	0,415 ± 0,003	1,259 ± 0,007	0,361 ± 0,001	0,294 ± 0,001
CH1_C	1,609 ± 0,055	0,472 ± 0,003	0,486 ± 0,011	0,971 ± 0,022	0,490 ± 0,003	0,319 ± 0,004
CH_H	2,270 ± 0,061	0,522 ± 0,004	0,976 ± 0,020	2,395 ± 0,164	0,398 ± 0,027	0,674 ± 0,023
CH_K	0,948 ± 0,019	0,636 ± 0,005	0,570 ± 0,001	0,988 ± 0,046	0,562 ± 0,010	0,464 ± 0,007
CH_F	21,750 ± 0,135	0,145 ± 0,001	3,059 ± 0,018	16,200 ± 0,252	0,168 ± 0,004	2,409 ± 0,001
CH2_C	2,157 ± 0,022	0,437 ± 0,003	0,609 ± 0,002	1,144 ± 0,004	0,474 ± 0,002	0,338 ± 0,004

CONCLUSIONES

El estudio de prospección de las cremas de vegetales del mercado actual refleja un aumento en el consumo de este tipo de productos, encontrándose en los comercios una amplia gama de cremas de distintos vegetales y marcas. Esta gran oferta junto a la enorme variabilidad encontrada en la textura y reología de los productos analizados, revela la situación de un mercado nuevo en el que afloran en poco tiempo muchos productos, de entre los cuales únicamente fidelizarán consumidores aquellos que se ajusten a las preferencias de éstos. Se requiere por tanto, identificar a través de un estudio de consumidores, el intervalo de preferencia en la textura y fluidez de estos productos, para poder ajustar las formulaciones en aras a garantizar la permanencia de estos productos en el mercado. Asimismo, la creciente demanda de productos más saludables exige que la industria se plantee la sustitución total o parcial de las grasas por otros ingredientes, que como el caso de la inulina puedan aportar beneficios adicionales, y diferenciar los productos en un mercado cada vez más competitivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, J., Shivhare, U.S. and Debnath, S. 2002. Colour degradation and rheology of green chili puree during thermal processing. *International Journal Food Technology*. 37, 57–63.
- AOAC. (1980). Association of Official Analytical Chemist. Official methods of Analysis. Washington DC.
- Canet W., Alvarez M.D., Fernández C., P.2005. Luna. Comparisons of methods for measuring yield stresses in potato puree: effect of temperature and freezing. *Journal of Food Engineering* 68, 143–153
- Díaz Méndez, M.; Gutiérrez Rodríguez, P.; Vázquez Burguete, J. 2007. Algunas consideraciones sobre la ética en el mercado. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, Vol. (5), p.29.
- García Martínez, E.; Ruiz Díaz, G.; Martínez Monzo, J.; Camacho, M.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. 2002. Jam manufacture with osmodehydrated fruit. *Food Research International*, 35, 301-306.
- Kechinski C., Schumacher A., Marczak L., Tessaro I., Cardozo N. 2011. Rheological behavior of blueberry (*Vaccinium ashei*) purees containing xanthan gum and fructose as ingredients. *Food Hydrocolloids* 25, 299-306.
- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. and Saravacos, G.D. 2001. Rheological properties of fluid fruit and vegetable puree products. *International Journal Food Properties* 4, 179–200.
- Lattimer, J. M.; Haub, M. D. 2010. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, 2(12):1266-1289.
- Mendoza, E.; García, M. L.; Casas, C.; Selgas, M. D. 2001. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387-393.
- Sesmero, R.; Quesada, M.A.; Mercado, J.A. 2007. Antisense inhibition of pectate lyase gene expression in strawberry fruit: Characteristics of fruits processed into jam. *Journal of food engineering*, 79, 194-199.
- Shama, F.; Sherman, P. 1973. Evaluation of some textural properties of foods with the Instron Universal testing machine. *Journal of texture studies*, 4, 344-352.
- Tárrega, A.; Torres, J.D.; Costell, E. 2011. Influence of the chain-length distribution of inulin on the rheology and microstructure of prebiotic dairy desserts. *Journal of Food Engineering*, 104, 356-363.