



Desarrollo e innovación de prototipos de trufa de chocolate fusión con dátíl (*Phoenix dactylifera*) cv Bolica y maca (*Lepidium meyenii*).

M. Gosalbez-Baldo ¹, F. Cerrón-Mercado ^{1,2*}, M. Viuda-Martos ¹, C. Botella-Martínez ¹ y J.A. Pérez-Alvarez ¹

¹ Grupo IPOA, Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental CIAGRO,

² Universidad Nacional Agraria la Molina, La Molina, 15024, Lima, Perú

¹Universidad Miguel Hernández, Orihuela, 03312, Alicante.

² Universidad Nacional Agraria la Molina, La Molina, 15024, Lima, Perú
mar.gosalbez@goumh.umh.es

Resumen

Una de las nuevas tendencias en el desarrollo e innovación de alimentos es la combinación de nuevos ingredientes, no tradicionales de una cultura, los llamados alimentos étnicos. Así el dátíl (*Phoenix dactylifera*) y la maca (*Lepidium meyenii*) muy utilizados en la gastronomía musulmana y andina, respectivamente, son una excelente opción para innovar cualquier producto tradicional como son las trufas de chocolate (trufa). Las propiedades beneficiosas para la salud del cacao, la maca y el dátíl son bien conocidas en sus países de origen. Los objetivos de este trabajo fueron el estudiar la viabilidad tecnológica del empleo del dátíl y la maca a través de sus propiedades tecnofuncionales (capacidad de retención de agua y aceite, capacidad de emulsión y estabilidad de esta y capacidad de hinchamiento) y el desarrollar un prototipo de trufa, que sea estable y apreciada por el consumidor.

Los prototipos, tipo trufa, se realizaron de acuerdo con la práctica industrial utilizando chocolate negro (52% cacao), nata (35% materia grasa) y cacao en polvo puro y harina de dátíl (hd) (fórmula control FC1) y FC1 + hd (FC2) y 3 formulaciones con diferentes concentraciones de harina de maca (hm) T1: (FC+2.5% hm); T2: (FC+5% hm); T3: (FC+7.5% hm). Se analizaron las propiedades tecno-funcionales, pH, aw color (CIELAB) composición proximal (AOAC) tanto de materias primas como de producto terminado.

La Aw en todas las formulaciones se encontraron entre el rango de valores de 0,754 y 0,770, y para el pH valores entre 5,29 (T3) y 5,49 (FC), siendo menores en las formulaciones con hm, afectando de forma positiva (entre el pH y la Aw) a la estabilidad del producto. Respecto a su valor nutricional, la incorporación de hm redujo el contenido de grasa y proteínas en el producto y a su vez aumentó el contenido de cenizas.

En relación con el color, todos los parámetros estudiados disminuyeron al adicionar hd. Sin embargo, al añadir conjuntamente las harinas, todos estos parámetros aumentaron a excepción del tono, donde en todas las concentraciones donde había hd y hm, el tono (h*) fue mayor a las muestras controles. La utilización de harina de dátíl y maca, en la formulación de los distintos prototipos, es viable tecnológicamente y pueden ser ingredientes con interesantes aplicaciones en el sector de los chocolates y que además pueden incorporar nutrientes (fibra dietética) que no son habituales en este tipo de productos.

Palabras clave: *Lepidium meyenii*, *Phoenix dactylifera* Cv. Bolica, chocolate, propiedades tecno-funcionales, color.

Development and innovation of prototypes of chocolate truffle fusion with date (*Phoenix dactylifera*) cv Bolica and maca (*Lepidium meyenii*).

Abstract

One of the new trends in food development and innovation is the combination of new, ethnic non-traditional ingredients, the so-called ethnic foods. Thus, dates (*Phoenix dactylifera*) and maca (*Lepidium meyenii*), widely used in Muslim and Andean gastronomy, respectively, are an excellent option to innovate any traditional product such as, the chocolate truffles (truffles). The cocoa, maca, and dates' healthy properties are well known in their countries. The objectives of this work were to study the technical feasibility of the use of dates and maca through their techno-functional properties (water and oil retention capacity, emulsion capacity and stability thereof, and swelling capacity) and to develop a truffle prototype, which will be stable and appreciated by the consumer. The truffle-type prototypes were made in accordance with industrial practice using dark chocolate (52% cocoa), dairy cream (35% fat) and pure cocoa powder and date flour (hd). The following formulations were developed, control formula (FC1) and FC2 (FC1 + hd) and 3 formulations with different concentrations of maca flour (hm) T1: (FC+2.5%



hm); T2: (HR+5% hm); T3: (HR+7.5% hm). The techno-functional properties, pH, Aw color (CIELAB) and proximal composition (AOAC) of both raw materials and finished product were analyzed.

The Aw in all the formulations were found between the range of values of 0.754 and 0.770, and for the pH values between 5.29 (T3) and 5.49 (FC), being lower in the formulations with hm., affecting in a way positive (between pH and Aw) to the stability of the product. Regarding its nutritional value, the addition of hm reduced the fat and protein content in the product and in the opposite the ash content was increased.

In relation to the color, all the parameters studied decreased when adding hd. However, when the flours were added together, all these parameters increased except for hue, where in all concentrations where hd and hm were present, the hue (h*) was higher than the control samples.

The use of date and maca flour, in the formulation of the different prototypes, is technologically feasible and can be ingredients with interesting applications in the chocolate sector and that can also incorporate nutrients (dietary fiber) that are not common in this type of products.

Keywords: *Lepidium meyenii*, *Phoenix dactylifera*, chocolate, techno-functional properties, nutritional, color.

1. Introducción

La maca (*Lepidium meyenii*) es un tubérculo andino muy apreciado por la población y con reconocidas propiedades saludables. La parte comestible es el hipocótilo o raíz, similar en forma a un rábano. Tradicionalmente, la maca se consume de distintas formas, (cocida o tostada, fresca o deshidratada por liofilización natural, entera o molida en forma de harina). Fuera de los países andinos, actualmente, la maca es consumida principalmente como suplemento dietético. Sin embargo, son escasos los productos a los que se le incorpora, lo que permite un importante nicho para la Investigación, Desarrollo, Innovación y Comunicación (I+D+i+C) de productos más saludables. Desde el punto de vista de las propiedades saludables de la maca, se encuentra el de aumentar la fertilidad (El-Khatib et al., 2019), efectos analgésicos, antiinflamatorios y neuroprotectores, liberación neurotransmisores en el sistema nervioso (Gonzalez y Alarcón-Yaquetto, 2018), elevación en los niveles de estradiol en mujeres perimenopáusicas y en posmenopáusicas (Meissner et al., 2006), disminuir los efectos de la fatiga física al atenuar el daño del músculo esquelético y del miocardio durante el ejercicio (Zheng et al., 2019), efecto protector sobre órganos regulados por hormonas esteroideas (Zhang et al., 2006), mejor capacidad cognitiva, en particular la memoria espacial además de presentar una disminución de la concentración de malondialdehído (Marnett, 1999). Los compuestos fitoquímicos asociados a estos efectos son los macaenos y las macamidas, alcaloides, glucosinolatos (todos son metabolitos secundarios de la planta), fitoesteroles (campesterol y β -sitosterol), y compuestos fenólicos (Dini et al., 1994). En el caso del dátil, éste se incorpora a los alimentos por sus peculiares características como son las sensoriales, destacando el sabor, color, aroma o textura y además por sus propiedades tecnológicas, como son la capacidad de retención de agua, capacidad antioxidante, capacidad antimicrobiana, etc. También es interesante ubicar el consumo de dátil adecuado para determinadas formas de vida saludables (Martín-Sánchez, 2014).

El cacao y sus derivados, además de ser considerado como un alimento consumido por sus propiedades organolépticas (sensoriales), posee diversos aspectos saludables y propiedades funcionales, destacando el incremento, en el organismo, de la actividad antioxidante, la modulación de la función plaquetaria e inflamación y la disminución de la tensión arterial (sistólica y diastólica). Respecto a la actividad antioxidante en el cacao y sus derivados, esta se debe a la presencia de flavonoides como la catequina, la epicatequina y las procianidinas. Estos compuestos antioxidantes fenólicos están presentes en el cacao en mayor proporción que en la mayoría de los alimentos consumidos habitualmente (Katz et al., 2011). Hasta el momento, no se ha elaborado ningún alimento que fusiones los tres ingredientes citados anteriormente (maca, dátil y chocolate). De aquí que el objetivo de este trabajo fue el de estudiar la viabilidad tecnológica del empleo del dátil y la maca a través de sus propiedades tecno-funcionales (capacidad de retención de agua y aceite, capacidad de emulsión y estabilidad de ésta y capacidad de hinchamiento) en el desarrollo de un prototipo de trufa de chocolate.

2. Materiales y Métodos

2.1 Materias primas

La harina de dátil se procesó de acuerdo con el procedimiento descrito por Muñoz-Bas et al., (2022) y Candela-Salvador (2022) y suministrados por la Cátedra Palmeral de Elche (UMH). La harina de maca,

la nata, el cacao en polvo y el chocolate 52% (en riqueza de cacao), fueron adquiridos en un supermercado local. En el caso de la harina de maca, presentó la siguiente composición (hidratos de carbono 66%, de los cuales 44% son azúcares, fibra dietética 22%, proteína 11% y grasas 0%).

2.2 Preparación de las trufas

Para la elaboración de las trufas se utilizó una fórmula industrial (tabla 1) y se procesó siguiendo los procedimientos habituales de esta industria: (i) fusión del chocolate negro (52% de riqueza en cacao) al baño maría ($T < 40^{\circ}\text{C}$); (ii) incorporación de la nata (35% materia grasa); (iii) agitación hasta completa homogenización; (iv) adición de harina de dátil (hd) hasta su incorporación; (v) dependiendo de la formulación se adicionará o no harina de maca (hm) hasta su incorporación; (vi) atemperación de las distintas formulaciones durante 2h a temperatura ambiente; (vii) moldeo en unidades de 4,5g y (viii) recubrimiento con cacao en polvo puro (CPP).

Se formularon dos controles (FC1: chocolate negro + nata + CCP y FC2: FC1 +1% hd) y tres formulaciones con diferentes concentraciones de harina de maca: T1: (FC2+2,5% hm); T2: (FC2+5% hm); T3: (FC2+7,5% hm).

Tabla 1. Formulación de las diferentes trufas de chocolate

	Formulaciones				
	FC1	FC2	T1	T2	T3
Chocolate 52% (%)	70	70	70	70	70
Nata líquida (%)	30	30	30	30	30
Cacao en polvo (%)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Harina de maca (%)	0	0	2,5	5,0	7,5
Harina de dátil (%)	0	1,0	1,0	1,0	1,0

Las formulaciones de trufas de chocolate se elaboraron con: FC1: Control (Chocolate en tableta, nata líquida y cacao en polvo); FC2 (C1 + 1% Harina de dátil); T1 (C2+2,5% Harina de maca); T2 (C2 + 5% Harina de maca); T3 (C2 + 7,5% Harina de maca).

2.3 Propiedades tecno-funcionales de las harinas

La capacidad de retención de agua (CRA) y la capacidad de retención de aceite (CRO) se determinaron siguiendo las directrices de Beuchat (1977). Las muestras se centrifugaron a 3000rpm, durante 20min en un equipo C30P B.Braun Biotech International (Munich, Alemania). La CRA se expresó como g de agua retenida por g de muestra, mientras que la CRO se expresó como g de aceite retenido por g de muestra. Cada ensayo se realizó por triplicado.

$$\text{CRA/CRO (g/g)} = \frac{\text{masa del tubo y precipitado (g)} - \text{masa del tubo (g)} - \text{masa de la harina (g)}}{\text{masa de la harina (g)}} \quad (1)$$

La capacidad de hinchamiento (SWC), se determinó siguiendo las directrices de Beuchat (1977). La SWC se calculó con la ayuda de la Ecuación 2. Cada ensayo se realizó por triplicado

$$\text{SWC (mL/g)} = \frac{\text{volumen final de las muestras (mL)} - \text{volumen ocupado por la harina (mL)}}{\text{peso de la muestra (g)}} \quad (2)$$

También se evaluaron la actividad emulsionante (EA) y la estabilidad de la emulsión (ES). Se determinaron de acuerdo con Beuchat (1977). Cada ensayo se realizó por triplicado. Y se utilizó para su cálculo la Ecuación 3 y 4 respectivamente.

$$\text{EA (\%)} = \frac{\text{volumen de la capa emulsionada (mL)}}{\text{volumen de la capa completa en el tubo de centrífuga (mL)}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{ES (\%)} = \frac{\text{volumen de emulsión que permanece (mL)}}{\text{volumen de emulsión inicial (mL)}} \times 100 \quad (4)$$

2.4 Composición proximal de las trufas

La composición química analizada en las trufas fue la humedad, las proteínas, las grasas y las cenizas., Estos análisis se determinaron utilizando el Método AOAC correspondiente a cada parámetro (AOAC 2000). La humedad se determinó según el método AOAC 950.46. El contenido de proteína se determinó estimando el contenido de nitrógeno usando el método Kjeldahl (método AOAC 920.152). El contenido de cenizas se determinó por incineración a 525°C (método AOAC 940.26) mientras que la grasa se determinó por el método Soxhlet (método AOAC 963.15). En todos los parámetros estudiados, los resultados se expresaron como g/100 g de muestra

2.5 Análisis fisicoquímico de las trufas

pH

El pH se midió con un electrodo de punción (Mod. pH/Ion 510, Eutech Instruments Pte Ltd., Singapur), realizando las medidas por triplicado.

Actividad de agua (Aw)

La actividad del agua (Aw) se midió a 25 °C utilizando un higrómetro Novasina TH-500 (Novasina, Axair Ltd., Pfaeffikon, Suiza).

Determinaciones de color de las trufas

El color se evaluó manteniendo las muestras a temperatura utilizando un espectrofotómetro (CM-2600D, Minolta Camera Co., Osaka, Japón) con iluminante D₆₅ y observador 10°. Se colocó un vidrio de baja reflectancia (CR-A51: Minolta Co.) entre la muestra y el equipo. El color fue medido usando el sólido de color CIEL*a*b*, se determinó siguiendo el procedimiento de Cassens et al. (1995). Se midieron las muestras ocho veces y se determinaron las siguientes coordenadas de color: luminosidad (L*), rojo-verde (a*, rojo+verde-) y amarillo-azul (b*: amarillo+azul -). A partir de estas coordenadas, se calcularon, las magnitudes psicofísicas tono (h*) y croma (C*) usando las ecuaciones 5 y 6.

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (5) \quad C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (6).$$

2.6 Análisis sensorial de las trufas

La evaluación sensorial se llevó a cabo en un laboratorio de análisis sensorial de la Universidad Miguel Hernández (Orihuela, España). El panel sensorial estuvo formado por 30 integrantes mayores de 18 años. Se mostraron las cinco muestras codificadas aleatoriamente con dígitos de tres unidades. Se usó una escala hedónica de 9 puntos (1: Disgusta extremadamente; 9: Gusta extremadamente), donde se evaluó la apariencia general, el olor global, el brillo, el aroma global, el dulzor, la suavidad y el sabor global.

2.7 Análisis estadístico

Se realizó una comparación de medias usando los diferentes tratamientos con el programa IBM SPSS Statistics 22 y se realizó un ANOVA con un post hoc y el Test de Tukey con un nivel de significación del 95% (p<0,05).

3. Resultados y Discusión

3.1 Propiedades tecno-funcionales de las harinas

Para definir la utilidad de una harina es necesario conocer las propiedades que son influenciadas por la composición química y las interacciones entre los componentes, ya que este efecto incide en su

comportamiento durante el procesamiento. Entre estas propiedades se encuentran la capacidad de retención de agua y grasa, relacionadas con los niveles de proteínas, carbohidratos (almidón), lípidos y fibra, principalmente, así como su distribución de tamaño de partícula (Nelson, 2001). En la tabla 2, se exponen las propiedades tecno-funcionales de la harina de dátil y harina de maca empleadas en las diferentes formulaciones.

La capacidad de retención de agua (CRA) es la capacidad de un material para retener el agua cuando se somete a una fuerza como es la gravedad externa, centrífuga o de compresión (Barberá et al., 2016). La harina de dátil mostró unos valores de 4,59 (g/g) y la maca de 3,35 (g/g). Esto implica que, a mayor concentración de dátil en un alimento, habría mayor retención del agua, aumentando su peso y disminuyendo, en principio, las pérdidas de humedad, aspecto interesante desde el punto de vista industrial.

La capacidad de retención de aceite (CRO) está relacionada con la estructura química de los polisacáridos de las plantas y depende de su estructura química y física (Fernández-López et al., 2009). La harina de dátil mostró unos valores de 1,28 (g/g) y la maca de 0,98 (g/g) La CRO es importante para la retención del sabor y el rendimiento del producto (Thebaudin et al., 1997) ya que permite retener en su estructura las grasas y aceites que pudiesen liberarse durante los tratamientos térmicos o aquellas que, por procedimientos mecánicos o interacciones entre los distintos ingredientes y/o aditivos son expulsadas de la ultraestructura del alimento. Desde el punto de vista industrial retener la grasa o aceite liberado durante el procesamiento lo haría mucho mejor la harina de dátil que la harina de maca

La capacidad de hinchamiento (SWC) es la capacidad de un ingrediente para aumentar su volumen en presencia de agua, estando influenciado por su composición (a mayor cantidad de fibra insoluble mayor capacidad de hinchamiento), porosidad y tamaño de partícula (Femenia et al., 1997). La EE de la harina de dátil mostró unos valores de 3,85(mL/g) y la maca de 6,2(mL/g). A efectos prácticos, desde el punto de vista industrial, para dar volumen al alimento, sin lugar a duda la harina de maca sería la opción seleccionada ya que casi duplica el volumen alcanzado por la harina de dátil y esto suele ser visualmente muy interesante por parte del consumidor a la hora de seleccionar sus productos.

La capacidad de emulsión (CE) es la capacidad de una molécula para actuar como un agente que facilita la solubilización o dispersión de dos líquidos inmiscibles, y la estabilidad de la emulsión (EE) es la capacidad de mantener la integridad de una emulsión. La CE de la harina de dátil mostró unos valores de 31 % y la maca de 2,11%. La EE de la harina de dátil mostró unos valores de 83,53 % y la maca de 2,23%. Los valores de CE y EE, encontrados en el dátil superiores a los valores de la maca, hacen que pueda ser empleada para alimentos que requieren agentes emulsionantes y aquellos con una vida útil larga que requieren estabilidad a largo plazo (Barberá et al., 2016). En comparación con otras harinas (Lucas-Gonzales et al., 2020) la harina de dátil y maca no serían las adecuadas para utilizar en los alimentos emulsionados. Que, en el caso de las trufas de chocolate, no son precisamente, una emulsión alimentaria completa como podría ser la mayonesa.

Tabla 2. Valores medios y su desviación estándar de las distintas propiedades tecno-funcionales de la harina de dátil y harina de maca

	Harina	
	Dátil cv Bolica	Maca
CRA (g agua/g muestra)	4,59±0,1	3,35±0,09
CRO (g de aceite/g muestra)	1,28±0,02	0,98±0,04
SWC (mL de agua/g muestra)	3,85±0,13	6,2±0,20
AE (%)	31±19,31	2,11±1,05
EE (%)	83,53±14,78	2,23±1,03

CRA: capacidad de retención de agua; CRO: capacidad de retención de aceite; SWC: capacidad de hinchamiento; AE: Actividad emulsionante; EE: estabilidad emulsión.

3.2 Composición proximal de las trufas

En la tabla 3, se muestra el contenido de humedad, proteínas, grasas y cenizas de cada formulación de las trufas de chocolate. El contenido de humedad en las diferentes formulaciones no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre muestras. Encontrando valores entre 14,45% para el T2 y 15,81% en el T1.

El contenido de proteínas se ve incrementado significativamente por la adición de dátil y maca, siendo a mayor concentración de harina de maca, mayor el contenido de proteínas. Sin embargo, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la formulación T2 y T3. La maca, es un tubérculo con una cantidad de proteína de entre 8,87-11,60% (Castaño Corredor, 2008), por esta razón su incorporación a las formulaciones aumentó el contenido de proteínas.

El chocolate, es consumido por sus propiedades organolépticas, teniendo gran relación su contenido de lípidos, siendo de alrededor de un 29,2% (BEDCA 2007). El otro ingrediente principal de las formulaciones es la nata, también siendo un alimento graso (35% materia grasa). Al añadir harina de dátil y harina de maca a las formulaciones el contenido de grasa disminuye significativamente ($p > 0,05$) en la formulación FC1 (34,15%), FC2 (33,20) y T1 (31,56), frente a las muestras que no poseen maca.

Respecto al contenido de cenizas, la adición de ambas harinas aumento su contenido de forma significativa frente al control sin harina (1,32%). Sin embargo, no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la FC2 (1,53%) y T1 (1,81%). Conforme aumentó el contenido de maca, aumento el contenido de cenizas en el T3 (2,13%). Las cenizas, representa contenido de minerales en el alimento (Morillas-Ruiz, y Delgado-Alarcón, 2012), por lo que, a mayor contenido de maca, mayor cantidad de minerales en las trufas de chocolate.

Tabla 3. Valores medios y su desviación estándar de las distintas propiedades químicas de las distintas formulaciones ensayadas de trufas de chocolate

	Formulaciones				
	FC1	FC2	T1	T2	T3
Humedad (%)	15,14±0,98 ^a	15,66±0,2 ^a	15,81±1,12 ^a	14,45±1,03 ^a	15,23±0,16 ^a
Proteína (%)	6,075±0,159 ^a	6,207±0,177 ^{ab}	7,036±0,231 ^{bc}	7,342±0,398 ^c	7,582±0,018 ^c
Grasa (%)	34,15±0,33 ^a	33,20±0,118 ^{ab}	31,56±0,478 ^{bc}	30,25±0,27 ^c	31,22±0,06 ^c
Cenizas (%)	1,32±0,19 ^a	1,53±0,18 ^a	1,81±0,1 ^{ab}	2,06±0,13 ^{bc}	2,13±0,32 ^c

a-c, Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0.05$).

FC1: chocolate negro + nata + CCP y FC2: FC1 +1% hd) y tres formulaciones con diferentes concentraciones de harina de maca: T1: (FC2+2.5% hm); T2: (FC2+5% hm); T3: (FC2+7.5% hm)

3.3 Análisis físico-químico de las trufas

En la tabla 4, se muestran las propiedades físico-químicas de las diferentes formulaciones de las trufas, donde se incluyen los parámetros CIELAB, el pH y la A_w .

Color de las trufas

El color es un parámetro de calidad importante en los alimentos debido a que es la primera impresión que se percibe de un producto. Respecto a las coordenadas de color CIELAB, los valores de luminosidad (L^*) el chocolate negro mostró unos valores de 36,04 y la harina de maca de 70,05. En cambio, en las diferentes formulaciones la L^* osciló entre 27,53 y 30,66 en las distintas formulaciones.

La coordenada a^* (rojo-verde) presentó valores que oscilaron entre 3,31±0,61 y 4,73. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las muestras C1 (4,06), T2 (4,15) y T3 (3,88); mientras que para la coordenada b^* (amarillo-azul) los valores oscilaron entre 2,12 y 4,03. Finalmente, el parámetro h, no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre C1 (40,32), T1 (40,41), T2 (41,53) y el T3 (40,85).

Posiblemente esta disminución de las distintas coordenadas de color (L^* , a^* y b^*) se deba fundamentalmente a las harinas de dátil y/o maca que estarían ejerciendo un papel antagónico (efecto sustractivo sobre las distintas coordenadas) a la hora de mezclar todos estos ingredientes. Ya que cabría esperar que, al tener valores superiores al chocolate, la mezcla aumentase sus valores, aspecto que ha quedado evidenciado que no ocurre. Estos cambios además estarían asociados a las propiedades tecno-funcionales de estas harinas, al “ocultar”, a efectos de la interacción de los compuestos que imparten color con la luz y como está no es reflejada por la ultraestructura formada por estas harinas en el producto.

Actividad de agua (A_w)

La actividad de agua (a_w) es una propiedad relacionada con el agua libre del alimento y que además sirve de indicativo para predecir, la estabilidad de un alimento, especialmente asociado con el crecimiento microbiano, por lo que resulta de importancia para predecir la vida útil de los alimentos. (Castillo Gollesy Silva Sánchez, 2015). Los valores para la actividad de agua en las trufas se encontraron entre 0,754 y 0,770 sin existir diferencias significativas ($p > 0,05$) entre formulaciones. Los valores obtenidos son inferiores a una A_w de 0,90, valor que permite conservar el alimento a temperatura ambiente (alimento de humedad intermedia) al verse muy limitado el crecimiento del microbiota alterante de los alimentos (Ospina Meneses et al., 2008), en especial mohos y levaduras, la microbiota que suele reducir la vida útil de este tipo de productos de confitería.

Tabla 4. Valores medios y su desviación estándar de las distintas propiedades fisicoquímicas analizadas para cada una de las distintas formulaciones de trufas de chocolate elaboradas.

	Formulaciones				
	FC1	FC2	T1	T2	T3
L^*	30,66±1,05 ^b	28,18±3,44 ^a	27,53±0,14 ^a	29,39±0,42 ^a	28,38±0,72 ^{ab}
a^*	4,06±0,2 ^b	3,31±0,61 ^a	4,73±0,11 ^c	4,15±0,12 ^b	3,88±0,12 ^b
b^*	3,45±0,17 ^b	2,12±0,63 ^a	4,03±0,13 ^b	3,68±0,12 ^{bc}	3,35±0,1 ^c
C^*	5,33±0,23 ^b	3,94±0,81 ^a	6,21±0,16 ^c	5,55±0,16 ^b	5,13±0,15 ^b
h^*	40,32±1,29 ^b	32,33±4,8 ^a	40,41±0,55 ^b	41,53±0,8 ^b	40,85±1,46 ^b
pH	5,49±0,19 ^a	5,38±0,02 ^a	5,30±0,01 ^a	5,35±0,04 ^a	5,29±0,04 ^a
A_w	0,761±0,008 ^a	0,761±0,007 ^a	0,770±0,001 ^a	0,754±0,005 ^a	0,767±0,001 ^a

a,b, Superíndices con distintas letras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).FC1: chocolate negro + nata + CCP y FC2: FC1 +1% hd) y tres formulaciones con diferentes concentraciones de harina de maca: T1: (FC2+2.5% hm); T2: (FC2+5% hm); T3: (FC2+7.5% hm)

3.4 Análisis sensorial de las trufas

En la figura 1, se muestran los atributos estudiados en el análisis sensorial realizados a las diferentes formulaciones de trufas ensayadas.

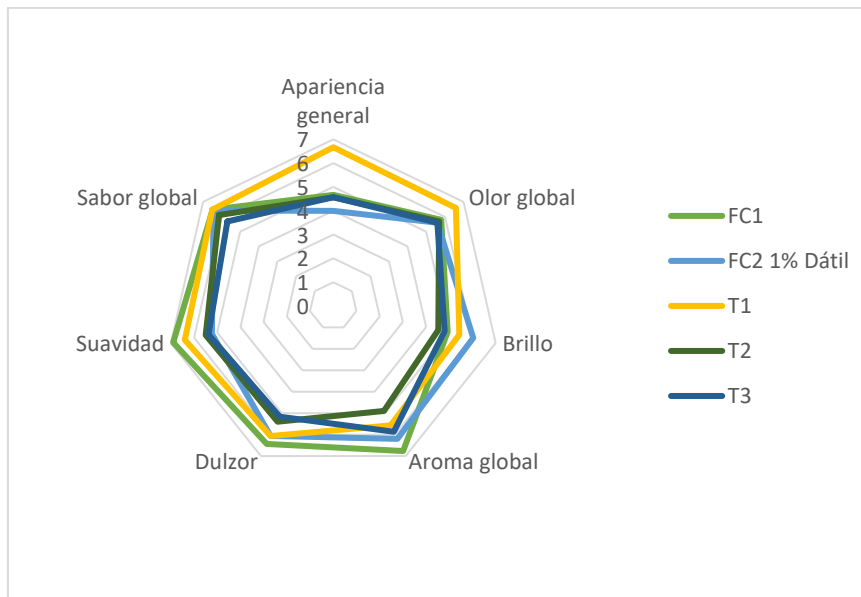


Figura 1. Diagrama de araña de los descriptores sensoriales analizados para las distintas formulaciones de trufas de chocolate adicionadas con harina de dátil y maca. FC1: chocolate negro + nata + CCP y FC2: FC1 +1% hd) y tres formulaciones con diferentes concentraciones de harina de maca: T1: (FC2+2.5% hm); T2: (FC2+5% hm); T3: (FC2+7.5% hm).

La formulación con mayor aceptación fue T1 (1% Dátil +2,5% Maca). Esta formulación mostró mejores puntuaciones en la apariencia general, olor y sabor globales. A mayores concentraciones de maca se obtuvieron puntuaciones más bajas en los parámetros estudiados. Sin embargo, la muestra T3 (1% Dátil +7,5% Maca), obtuvo la puntuación más alta en el brillo.

Por otra parte, la incorporación de harina de dátil en la muestra FC2 (1% Dátil), no modificó la percepción del dulzor de las muestras en comparación de formulación sin dátil (FC1); en cambio, la presencia de dátil mejoró la percepción positiva de brillo de la muestra. Granda-Santos y colaboradores (2020) formularon chocolate a la taza elaborado con harina de maca, quinua y plátano. Estas formulaciones no crearon un efecto negativo en sus características sensoriales; siendo tan apetecibles como el chocolate a la taza elaborado con 100% con pasta de cacao.

4. Conclusiones

La utilización de harina de dátil variedad Bolica y harina de maca es una opción viable tecnológicamente y que se puede usar en la elaboración de trufas de chocolate. La combinación de ambas harinas permite tener un producto con características de humedad intermedia (no requiere de refrigeración para su conservación, aunque se debe tener en cuenta las características de fusión del chocolate). Las harinas de maca y dátil poseen interesantes propiedades tecno-funcionales, principalmente capacidad de retención de agua, aceite y en particular la maca, una excelente capacidad de hinchamiento, lo que permite incrementar el volumen del producto. Las harinas de maca y dátil, de la variedad Bolica, presentan a efectos del color un efecto sustractivo de las distintas coordenadas de color (H^* , a^* , b^*).

La adición de harina de dátil y de maca modificó positivamente la composición química de las trufas de chocolate. Esto se debe a que incrementó su contenido de proteínas y cenizas y a su vez disminuyó el contenido de grasa, aspecto interesante y muy demandado por los consumidores. Respecto al análisis sensorial, la formulación elaborada con 1% de harina de dátil y 2,5% de harina de maca fue la que tuvo más aceptación.

5. Agradecimientos

Cátedra Palmeral d'Elx, por el suministro de la harina de dátil variedad Bolica. A los chefs, Luis Martín Fernández Rodríguez de “en tu casa o en la mía” y a David José Mayor Martínez, presidente de ACyRA (Asociación de Cocineros y Restauradores de la Provincia de Alicante) por el asesoramiento en los aspectos gastronómicos y culinarios del procesamiento de las trufas de chocolate.

6. Bibliografía

-Afoakwa, E. O. (2008). Cocoa and chocolate consumption—Are there aphrodisiac and other benefits for human health? *South African Journal of Clinical Nutrition*, 21:3, 107- 113. <https://doi.org/10.1080/16070658.2008.11734163>

-Base de datos española de composición de alimentos (BEDCA, 2007).

-Barberá, E. S., Álvarez, J. Á. P., López, J. F., Nadal, E. S., De Vera, C. N. R., Martos, M. V., Pérez, M. P. V., Jordán, M. M. V., Castaño, M. T. M., Gallego, N. N., Navarro, N. C. (2016). El dátil en la elaboración de alimentos saludables. Universidad Miguel Hernández.

-Beuchat, Larry R. "Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein." *Journal of Agricultural and Food chemistry* 25.2 (1977): 258-261.

-Castaño Corredor, M. P. (2008). Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón): composición química y propiedades farmacológicas. *Rev. fitoter*: 8(1):21-28

-Candela-Salvador, L. (2022). “caracterización de dátil bolicaano (variedad larga) y su aplicación en sistema modelo de embutido crudo-curado.” Trabajo Fin de Grado. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, UMH-Castillo Golles, D. M., & Silva Sánchez, C. N. (2015). Determinación de la vida de Anaquel del chocolate de taza elaborado por Asdeme, mediante pruebas aceleradas (ASLT) en dos tipos de empaque.

-Dini, A., Migliuolo, G., Rastrelli, L., Saturnino, P., Schettino, O. (1994). Chemical composition of *Lepidium meyenii*. *Food chemistry*, 49(4): 347-349. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90003-5)

-El-Khatib, F. M., Yafi, N. R., y Yafi, F. A. (2019). Over-the-Counter Supplements and Men's Health. In *Effects of Lifestyle on Men's Health* (pp. 281-300). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816665-9.00015-9>

-Femenia, A., Lefebvre, A. C., Thebaudin, J. Y., Robertson, J. A., Bourgeois, C. M. (1997). Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. *Journal of food science*, 62(4), 635-639. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb15426.x>

-Fernández-López, J., Sendra-Nadal, E., Navarro, C. et al. “Storage stability of a high dietary fibre powder from orange by-products”. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 748-756. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01892.x>

-Gonzales, G. F., Alarcón-Yaquette, D. E. (2018). Maca, A Nutraceutical From the Andean Highlands. In *Therapeutic Foods*. Academic Press. Hoboken N.J. pp. 373-395. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811517-6.00012-X>

-Granda-Santos, M. S., Leiva-Espinoza, S. T., Oliva, M., & Pino, M. E. M. (2020). Caracterización físico química y sensorial de chocolate para taza, elaborado con harinas de quinua, maca y plátano. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(2), 69-77. [DOI:10.25127/aps.20202.562](https://doi.org/10.25127/aps.20202.562)

-Katz, D. L., Doughty, K., Ali, A. (2011). Cocoa and chocolate in human health and disease. *Antioxidants & redox signaling*, 15(10): 2779-2811. <https://doi.org/10.1089/ars.2010.3697>

-Marnett, L. J. (1999). Lipid peroxidation—DNA damage by malondialdehyde. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 424(1-2): 83-95. [https://doi.org/10.1016/S0027-5107\(99\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0027-5107(99)00010-X)

-Martín-Sánchez A.M. “Valorización de co-productos de la industria del dátil (*Phoenix dactylifera* L.): caracterización y aplicación en alimentos”. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche. 2014.

-Meier, B. P., Noll, S. W., y Molokwu, O. J. (2017). The sweet life: the effect of mindful chocolate consumption on mood. *Appetite*, 108: 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.018>

-Meissner, H. O., Mrozikiewicz, P., Bobkiewicz-Kozłowska, T., Mscisz, A., Kedzia, B., Lowicka, A., Reich-Bilinska, H., Kapczynski, W y Barchia, I. (2006). Hormone-balancing effect of pre-gelatinized organic Maca (*Lepidium peruvianum* Chacon) :(I) biochemical and pharmacodynamic study on Maca using clinical laboratory model on ovariectomized rats. *International journal of biomedical science: IJBS*, 2(3): 260.

-Morillas-Ruiz, J. M., & Delgado-Alarcón, J. M. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria* 32(2), 8-20. [ISSN: 1989-208X](https://doi.org/10.1016/j.ncl.2012.08.001)

- Muñoz-Bas, C., Candela-Salvador, L., Botella-Martínez C., Viuda-Martos M., Pérez-Álvarez J.A (2022). El dátil como un nuevo ingrediente en la elaboración de sistemas modelo de snacks cárnicos curados más saludables. *CUISA (Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria)*
Pendiente publicar

- Nelson, A. L. (2001). Properties of high-fiber ingredients. *Cereal Foods World*, 46(3), 93-97.

- Ospina Meneses, S. M., & Cartagena Valenzuela, J. R. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de investigación*, 5(2), 112-123.

-Lucas-González, R., Pérez-Álvarez, J. Á., Viuda-Martos, M., & Fernández-López, J. (2020). Persimmon Flour Co-Products as Novel Ingredients in the Reformulation of Pork Liver Pâté. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, 70(1), 72. https://doi.org/10.3390/foods_2020-07725

-Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M. et al. “Dietary fibres: Nutritional and technological interest”, *Trends in Food Science and Technology*, 8: 41-48, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(97\)01007-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(97)01007-8)

-Seem, S. A., Yuan, Y. V., Tou, J. C. (2019). Chocolate and chocolate constituents influence bone health and osteoporosis risk. *Nutrition*, 65: 74-84. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.02.011>

-Zhang, Y., Yu, L., Ao, M., y Jin, W. (2006). Effect of ethanol extract of *Lepidium meyenii* Walp. on osteoporosis in ovariectomized rat. *Journal of ethnopharmacology*, 105(1-2): 274-279. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.12.013>

-Zheng, Y., Zhang, W. C., Wu, Z. Y., Fu, C. X., Hui, A. L., Gao, H., Chen, P., Du, B., Zhang, H. W. (2019). Two macamide extracts relieve physical fatigue by attenuating muscle damage in mice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1405-1412. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9318>