

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL

## DESARROLLO DE UN PROCESO SOSTENIBLE PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CON INGREDIENTES AUTÓCTONOS: MERMELADAS DE DÁTIL EN LA LOCALIDAD DE TINEJDAD (MARRUECOS)

TRABAJO FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

ALUMNA: Nieves González García

TUTOR ACADÉMICO: M. Mar Camacho Vidal

COTUTOR ACADÉMICO: Marta Igual Ramo

*Curso Académico:* 2015-2016

VALENCIA, JULIO 2016



## **DESARROLLO DE UN PROCESO SOSTENIBLE PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CON INGREDIENTES AUTÓCTONOS: MERMELADAS DE DÁTIL EN LA LOCALIDAD DE TINEJDAD (MARRUECOS)**

### **Resumen**

En el contexto de un proyecto de investigación más amplio, dedicado a mejorar y poner en valor la sociedad rural de Tinejda, dentro de uno de los grandes palmerales del Sur de Marruecos que forma parte de la Reserva de la Biosfera de los Oasis del Sur Marroquí, se plantea este trabajo con el fin de hacer partícipes a las mujeres a la hora de impulsar y acompañar los esfuerzos del desarrollo local y con la intención de fomentar la igualdad entre sexos. La puesta en valor de los productos autóctonos está suponiendo un instrumento a la hora de generar oportunidades de valorizar el patrimonio natural y cultural. En este sentido, están proliferando cooperativas de mujeres dedicadas a la fabricación de textiles y/o productos alimenticios tradicionales pero que están interesadas en ampliar la gama de productos disponibles. En una primera aproximación, y tras una reunión en este sentido con una de las asociaciones de mujeres, se decidió estudiar la posibilidad de elaborar una mermelada de dátil, fruta rica en antioxidantes y que, además de tener un alto valor energético, aporta fibra, vitaminas, minerales y proteínas, proporcionando numerosos beneficios para la salud. El objetivo de este trabajo fue la formulación de mermeladas de dátil y otras materias primas autóctonas para posteriormente trasladar el proceso a la zona y que, una vez aprendido, el producto obtenido pudiera ser comercializado. El proceso incluyó no solo la obtención de la mermelada sino también el envasado y el etiquetado. Después de desarrollar una serie de formulaciones a base de dátil, azúcar, limón y diferentes especias, se seleccionaron, teniendo en cuenta la caracterización fisicoquímica, la consistencia y el color, dos mermeladas, una de dátiles y otra de dátiles aromatizada con canela. El proceso de elaboración, el envasado y el etiquetado se enseñó a mujeres de asociaciones de la localidad de Tinejda. Actualmente, estas mermeladas se están comercializando.

**Palabras clave:** Cooperación, sostenibilidad, mermelada, dátil, mujer, desarrollo local.

**ALUMNA:** Nieves González García

**TUTORA ACADÉMICA:** M. Mar Camacho Vidal

**COTUTORA ACADÉMICA:** Marta Igual Ramo

VALENCIA, JULIO 2016

## **Abstract**

In the context of a larger Project of research, whose aim is to improve and enhance the rural society of 'Tinejda' (which is set within one of the largest palm grooves of southern Morocco, being part of The "Oasis Du Sud Marocain" Biosphere Reserve). This work has been done in order to involve women in supporting local development as well as promoting gender equality. The valorization of local goods is an instrument to generate opportunities to put in value the natural and cultural heritage of this region. In this sense, women cooperatives dedicated to manufacture textiles and/or traditional food products, are proliferating, and they are interested in expanding their range of products available. In the first contact, and after a meeting dealing this point with one of the women's associations, it was decided to study the possibility of manufacturing date's jam, a fruit rich in antioxidants, with high energy value, and that also provides fiber, vitamins, minerals and proteins, contributing with numerous health benefits. The objective of this work is the following: after we have developed the formulation of both date's jam and other local fruits jams, the process would be moved to the area and taught to the people, who will now be able to trade with it. Packaging and labelling of the jam will also be included in the process. After developing a series of formulations based on date, sugar, lemon and different spices, were selected, taking into account the physicochemical characterization, consistency and color, two jams, one of dates and other flavored dates cinnamon. The process of elaboration was taught to the women from associations of Tinejda town that nowadays are trading with the jams.

**Key words:** Cooperation, sustainability, jam, jujube, woman, local development.

**ALUMNA:** Nieves González García

**TUTORA ACADÉMICA:** M. Mar Camacho Vidal

**COTUTORA ACADÉMICA:** Marta Igual Ramo

VALENCIA, JULIO 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al proyecto ADSIDEO COOPERACIÓN 2014, a la investigadora responsable del proyecto Teresa Gil Piqueras y al resto de miembros del mismo, por haberme dado la oportunidad de formar parte de él.

A la directora de este trabajo M. Mar Camacho Vidal, por haber confiado en mí para desarrollar este proyecto, por la orientación y la supervisión, y por haberse convertido en mi amiga.

A Marta Igual Ramo, cotutora de este proyecto, por el seguimiento, la orientación y la supervisión continúa.

A toda mi familia, en especial a mis padres por haberme brindado la posibilidad de seguir estudiando, por animarme y por toda la ayuda prestada los años de universidad.

A mis compañeros y amigos del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, por todos los buenos momentos que hemos pasado y por su apoyo y ayuda cuando los he necesitado.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. ORIGEN DEL ESTUDIO.....	1
1.2. EL DÁTIL .....	2
1.3. PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES .....	3
1.4. ELABORACIÓN DE MERMELADA .....	4
<b>2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.....</b>	<b>7</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2. PLAN DE TRABAJO.....	7
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1. MATERIA PRIMA.....	8
3.2. MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE DÁTIL.....	8
3.2.1. Elaboración de mermelada a escala de laboratorio.....	8
3.2.2. Escalado del proceso .....	9
3.2.3. Adaptación a los medios locales .....	9
3.3. ANÁLISIS REALIZADOS.....	10
3.3.1. Determinación de humedad .....	10
3.3.2. Determinación del pH .....	10
3.3.3. Determinación de la actividad del agua.....	10
3.3.4. Determinación de sólidos solubles.....	10
3.3.5. Determinación de las propiedades ópticas.....	10
3.3.6. Determinación de la consistencia .....	11
3.3.7. Análisis estadístico .....	11
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	12
4.2. OBTENCIÓN DE LA MERMELADA A ESCALA DE LABORATORIO .....	12
4.3. OBTENCIÓN DE LA MERMELADA MEDIANTE EL PROCESO ADAPTADO A LOS MEDIOS LOCALES.....	18
4.4. TALLER DE ELABORACIÓN DE MERMELADA EN EL KHORBAT (MARRUECOS) .....	22
4.5. CARACTERIZACIÓN DE LA MERMELADA ELABORADA EN EL KHORBAT .....	25
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>28</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formulación de cada una de las mermeladas (M) y tiempos (t) de cocción para cada una de ellas.....	<b>8</b>
<b>Tabla 2.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones del contenido de agua ( $X_x$ , g agua/g dátil) de las variedades de dátil: <i>Deglet Nour</i> (D.N.), <i>Soyh</i> (SOYH), <i>Boufeggous</i> (BOU), <i>Abouzzgagh</i> (ABO), mezcla de dos variedades sin identificar (MEZCLA) y la utilizada en el taller llevado a cabo en el Khorbat (TALLER).....	<b>12</b>
<b>Tabla 3.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g agua/g dátil), pH, actividad del agua ( $a_w$ ) y consistencia (expresada en función del avance, mm/g) para cada una de las mermeladas (M).....	<b>13</b>
<b>Tabla 4.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las de las propiedades ópticas en el espacio de color CIE-L*a*b* para cada una de las mermeladas (M).....	<b>14</b>
<b>Tabla 5.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g agua/g dátil), pH y actividad del agua ( $a_w$ ) para la mermelada M9 y cada una de las mermeladas (M9) con especia: canela (CA), jengibre (J), anís (A), clavo (CL), romero (R) y sal y pimienta (SP). ....	<b>15</b>
<b>Tabla 6.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de la luminosidad ( $L^*$ ), las coordenadas colorimétricas $a^*$ y $b^*$ , la saturación de color ( $C^*ab$ ) y el tono ( $h^*ab$ ) para la mermelada M9 y cada una de las mermeladas (M9) con especia: canela (CA), jengibre (J), anís (A), clavo (CL), romero (R) y sal y pimienta (SP).....	<b>16</b>
<b>Tabla 7.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g agua/g dátil), pH y actividad del agua ( $a_w$ ) para cada una de las mermeladas con proceso de elaboración artesanal de cada variedad de dátil: <i>Deglet Nour</i> (ART), <i>Soyh</i> (SOYH), <i>Boufeggous</i> (BOU), <i>Abouzzgagh</i> (ABO) y mezcla (MEZCLA). Aquellas con nomenclatura C/C incorporan la especia en su formulación. ....	<b>19</b>
<b>Tabla 8.</b> Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de la luminosidad ( $L^*$ ), las coordenadas colorimétricas $a^*$ y $b^*$ , la saturación de color ( $C^*ab$ ) y el tono ( $h^*ab$ ) para para cada una de las mermeladas con proceso de elaboración artesanal de cada variedad de dátil: <i>Deglet Nour</i> (ART), <i>Soyh</i> (SOYH), <i>Boufeggous</i> (BOU), <i>Abouzzgagh</i> (ABO) y mezcla (MEZCLA). Aquellas con nomenclatura C/C incorporan la especia en su formulación. ....	<b>20</b>

**Tabla 9.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g de agua/g dátil), pH, actividad del agua ( $a_w$ ), consistencia (expresada en función del avance, mm/g), luminosidad ( $L^*$ ), coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$ , saturación de color ( $C^*_{ab}$ ), tono ( $h^*_{ab}$ ) y diferencia de color ( $\Delta E$ ) para cada mermelada elaborada de forma artesanal con dátiles de la variedad Boufeggous en el laboratorio (BOU) y en el Khorbat (TALLER), sin y con canela (C/C).....**25**

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada. ....	<b>5</b>
<b>Figura 2.</b> Valores medios y desviaciones estándar de las determinaciones de consistencia expresada en función del avance (mm/g) para la mermelada M9 y cada una de las mermeladas (M9) con especia: canela (CA), jengibre (J), anís (A), clavo (CL), romero (R) y sal y pimienta (SP). ....	<b>16</b>
<b>Figura 3.</b> Representación de las coordenadas colorimétricas L* y a* para la mermelada M9 y las mermeladas con especias. Valores medios y desviaciones estándar. ....	<b>17</b>
<b>Figura 4.</b> Diferencia de color de cada una de las mermeladas con especia con respecto a la mermelada base (M9). Valores medios y desviaciones estándar. ....	<b>18</b>
<b>Figura 5.</b> Variedades de dátil autóctonas de Marruecos. ....	<b>19</b>
<b>Figura 6.</b> Valores medios y desviaciones estándar de las determinaciones de consistencia expresada en función del avance (mm/g) para cada una de las mermeladas con proceso de elaboración artesanal de cada variedad de dátil: <i>Deglet Nour</i> (ART), <i>Soyh</i> (SOYH), <i>Boufeggous</i> (BOU), <i>Abouzggagh</i> (ABO) y mezcla (MEZCLA). Aquellas con nomenclatura C/C incorporan la especia en su formulación. ....	<b>20</b>
<b>Figura 7.</b> Representación de las coordenadas colorimétricas L* y a* para las mermeladas de elaboración artesanal. Valores medios y desviaciones estándar. ....	<b>21</b>
<b>Figura 8.</b> Diferencia de color de cada una de las mermeladas con especia con respecto a la mermelada base (M9). Valores medios y desviaciones estándar. ....	<b>22</b>
<b>Figura 9.</b> Etiquetas diseñadas para los botes de mermelada de dátiles y mermelada de dátiles con canela. ....	<b>24</b>
<b>Figura 10.</b> Tarro de mermelada de dátiles. ....	<b>25</b>



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ORIGEN DEL ESTUDIO

Este trabajo surge de la colaboración con un proyecto de cooperación internacional, ADSIDEO 2014, impulsado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia (ETSIE-UPV): "Arquitectura y Hábitat: Investigación para la Mejora Global de Espacios Habitacionales en la Región del Tafilalt", en Marruecos.

El ámbito geográfico de la investigación se encuentra en la localidad de Tinejda, dentro del oasis del Ferkla, uno de los grandes palmerales del Sur de Marruecos que forma parte de la Reserva de la Biosfera de los Oasis del Sur Marroquí. La región del Ferkla, que actúa de transición entre el Alto Atlas y el Anti Atlas, recoge las aguas del río Todra, repartiéndolas por toda su superficie a través de una amplia red de acequias e incluso a través de khetaras que garantizan la presencia de vida en el palmeral. Dentro del palmeral del Ferkla se encuentran el ksar el Khorbat Akedim (ciudad antigua) y el Khorbat Jdid (ciudad nueva), típicas ciudades de tierra de origen árabe-bereber cuya tipología está ampliamente difundida por el Sur de Marruecos y en la que históricamente se han ido empleando técnicas constructivas tradicionales y materiales sostenibles tomados del propio entorno para su construcción.

En este contexto, y teniendo en cuenta los cambios que está sufriendo el hábitat tradicional y, consecuentemente, la calidad de vida de la población, es interesante una acción dirigida a la mejora y puesta en valor de éste. Pero este tipo de acciones excluye directamente a la mujer del proceso, ya que en países con marcadas diferencias de género la construcción normalmente se vincula al género masculino. Sin embargo, la mujer también puede implicarse a la hora de impulsar y acompañar los esfuerzos del desarrollo local. La puesta en valor de los productos autóctonos está suponiendo un camino sólido de generación de oportunidades en torno a ellos y una forma de valorizar el patrimonio natural y cultural.

En los últimos años ha habido un cambio en la mentalidad de la sociedad civil marroquí, lo que ha conllevado el surgimiento y consolidación de numerosas asociaciones de mujeres que luchan contra la analfabetización, la discriminación que sufre el colectivo femenino dentro del ámbito laboral o que tienen como objetivo la promoción de la vida profesional. Pese a estas iniciativas, en regiones rurales y aisladas, como la del Tafilalt, el papel de las mujeres sigue siendo tradicional, vinculado a la agricultura y el hogar. Con la intención de conocer de qué manera podría implicarse a la mujer marroquí en el desarrollo local de la zona y teniendo en el punto de mira los productos alimenticios autóctonos, se realizó una primera aproximación a las asociaciones de mujeres de la zona, como la Asociación Femenina Tamount, caracterizando los productos que elaboraban y estudiando las nuevas alternativas a llevar a cabo. Finalmente se decidió desarrollar una mermelada de dátil, fruto de gran importancia en la zona, adicionada de alguna especia o planta aromática que hiciera que el producto obtenido se identificara con el pueblo marroquí, para así facilitar su comercialización.

## 1.2. EL DÁTIL

El dátil es el fruto obtenido de la palmera datilera, *Phoenix dactylifera*, que pertenece a la familia de las arecáceas. Tiene forma ovoide, está recubierto de una cáscara fina pero resistente, presenta una carne dulce y un hueso de forma alargada. Tanto la cáscara como la carne están coloreadas, pudiendo variar de amarillo a caoba o marrón oscuro, según el grado de madurez y la variedad. La mayoría de variedades se destinan a la producción de frutos secos, sobre todo en invierno, pero existe una tendencia creciente a su comercialización en fresco (Illescas *et al.*, 2007). No es una fruta desecada, a pesar de tener una consistencia y un aspecto parecido, no se deja desecar después de su recolección, sino que se seca al sol en el mismo árbol y después se recolecta (MAGRAMA, 2014).

Los dátiles tienen un elevado poder calórico, son una buena fuente de hidratos de carbono y se caracterizan por su contenido en betacarotenos y luteína, compuestos bioactivos que favorecen la salud y previenen enfermedades degenerativas, en especial de los ojos. Destacan en contenido en potasio y niacina, favoreciendo el buen funcionamiento nervioso y muscular (MAGRAMA, 2014).

En España se comercializan distintas variedades de dátil, entre las que destacan las siguientes (Illescas *et al.*, 2007):

- *Deglet Nour*: Es la variedad más popular, de origen tunecino. Se caracteriza por su piel lisa y brillante de color variable y por ser sabroso y tierno. Resulta tan apreciado por su abundancia, calidad y buena conservación.
- *Medjoul*: Es una de las principales variedades de Israel, que se diferencia del resto por unos frutos son largos y grandes, de piel arrugada y una textura suave y dulce, aunque su conservación es más difícil.

En Marruecos se distinguen más de 400 variedades de dátiles y miles de *khaltis* (híbridos seleccionados de manera semi-natural a los que no se les ha asignado nombre), cuya producción se estima alrededor de las cien mil toneladas por año favorable. Hay que tener en cuenta que, pese a que no todas las variedades de dátiles marroquíes son conocidas por toda la población, la variedad *Boufeggous* es la más conocida y mejor valorada, así como también la más consumida (Chetto *et al.*, 2005). El dátil ocupa un lugar muy importante entre los cultivos nacionales. De hecho, su producción representa para la población de los oasis, un elemento predominante y esencial en la contribución económica. Sin embargo, la producción nacional de dátiles no se beneficia de los intereses de los que se benefician otros sectores agrícolas, y que deberían concederse a la mejora de su calidad, y por lo tanto a su valor de mercado. Generalmente se presentan al consumidor sin empaquetar, en unas condiciones precarias de higiene, de buena presentación o acondicionamiento. En estas condiciones los dátiles a menudo no se amortizan o son devaluados. Las condiciones de almacenamiento son, en general, desfavorables, lo que conlleva una mayor susceptibilidad a alteraciones y contaminaciones (Boujnah y Harrak, 2012).

Por otra parte, la mitad de la producción nacional consiste en variedades de baja calidad que son utilizadas como alimento para animales, mientras que podrían ser utilizadas para el consumo humano si se valorara una transformación adecuada. De hecho, a parte de algunas preparaciones tradicionales y algunas transformaciones de carácter artesanal y semi-industrial a pequeña escala, la tecnología de procesamiento de los dátiles en Marruecos sigue siendo muy insuficiente (Boujnah y Harrak, 2012).

La modernización tecnológica de los últimos años, respaldada por la industria de alimentos altamente emergente en el país, permite la transformación de los dátiles de bajo valor. Esto ha ayudado a proporcionar al consumidor un producto de calidad, contribuyendo al cambio en los patrones de consumo y los hábitos alimenticios, aumentando el consumo de dátiles en el país y ampliando el mercado de producción datilera. En el campo del procesamiento industrial de dátiles, las operaciones tecnológicas son muy diversas y casi innumerables. En la siguiente lista se recogen algunas de las posibles acciones de transformación a nivel nacional y las desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigación Agronómica de Marruecos (Boujnah y Harrak, 2012):

- Diversificación de la producción para la obtención de: pasta o paté, harina, mermelada, dátiles rellenos...
- Procesamiento para la comercialización de: jarabe o sirope, bebidas, vinagre, alcohol quirúrgico o industrial, levadura...
- La utilización de los residuos para la obtención de productos secundarios como: azúcar, alimentos para animales, biogás, etc.

En este sentido, la utilización del dátil como ingrediente en productos transformados constituye una industria emergente en el país.

### **1.3. PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES**

Las plantas aromáticas y medicinales (PAM) engloban un grupo muy extenso de plantas que presentan como característica común un elevado contenido de sustancias o principios activos con propiedades químicas, bioquímicas u organolépticas muy específicas, que permiten su uso con finalidades terapéuticas, aromáticas o gastronómicas. Estos principios activos son sustancias elaboradas por las plantas como metabolitos secundarios, cuya presencia en cantidades elevadas diferencia las PAM del resto de plantas cultivadas. En función del tipo de estos compuestos presentes en las plantas se definirá su uso y se podrán clasificar como medicinales, aromáticas o condimentos. En función de la especie vegetal, la parte aprovechable de la planta rica en principios activos puede ser las hojas (menta, romero, hierba luisa), las flores (rosa, manzanilla), los frutos (cilantro, enebro), las semillas (anís, hinojo), las raíces (valeriana), la corteza (canela, sándalo) o el epicarpio (todos los cítricos: limón, naranja). Las PAM se pueden comercializar en formato de planta (o partes de plantas) fresca o congelada, planta seca, aceites esenciales, extractos o esencias (Cristobal *et al.*, 2006).

La línea de separación entre hierbas aromáticas y especias no está muy clara, aunque las primeras suelen ser de uso más localizado y tienen fragancias y sabores menos concentrados y

más suaves. Las especias se pueden definir como productos de origen vegetal que, enteros, troceados o pulverizados, se añaden a los alimentos para otorgarles su sabor y aroma propios, haciéndolos más sápidos y apetecibles. Algunas de las más utilizadas a nivel culinario son: el pimentón, la pimienta, la mostaza, el comino, el anís estrellado, el hinojo, la vainilla, el azafrán, el clavo de olor, el romero, la menta, la canela y el jengibre, entre otras (Falder, 2005).

Por sus contrastes geográficos, Marruecos ofrece una gran variedad de bioclimas mediterráneos, lo que se traduce en una rica flora compuesta por más de 4200 especies y una variada vegetación, con un endemismo muy pronunciado. Entre toda esta variedad floral y vegetal alrededor de 500 y 600 especies tienen un marcado interés aromático y/o medicinal (Zrira, 2015).

Marruecos es considerado uno de los mercados proveedores tradicionales en el mundo de las PAM. Casi 100 especies son exportadas en forma de plantas secas, para satisfacer necesidades en cuanto a aromas y condimentos alimentarios, y más de 20 se utilizan para producción de aceites esenciales y otros extractos aromáticos, principalmente para la industria de perfumes, cosméticos y productos de higiene (Zrira, 2015).

Se puede decir que Marruecos es uno de los países mediterráneos más ricos en plantas aromáticas y medicinales (PAM), cuya supervivencia se ve seriamente amenazada por factores antropozoogenéticos (eliminación excesiva e incontrolada y destrucción de hábitats naturales) y las consecuencias del cambio climático (sequías, lluvias torrenciales que causan una intensa erosión y elevadas temperaturas en verano) (Alfaiz, 2015). Por ello en los últimos años se han apoyado numerosas iniciativas para conseguir reducir la presión sobre las poblaciones naturales en constante disminución, y además constituir un método de valorización en cuanto a ofrecer un aprovisionamiento regular a los mercados (Tricio *et al.*, 2014; Zine el Abidine *et al.*, 2011).

Las especias ocupan, dentro de la alimentación árabe, un lugar muy importante, por su abundancia, utilización y mención en muchos libros de cocina como Kitab al-Tabikh (Libro de cocina) al-Warraq, el de al-Baghdadi, el anónimo almohade Kitab al tabikh fi-l-Maghrib wa-l-Andalus fi `asr al-Muwahhidin (Libro sobre la cocina en africa del norte y en al andalus en tiempos de los almohades) o Fuḍālat-al-Hiwan Fi Tayyibat al-Ta'am Wa-l-Alwan de al-Tugibi (Abu-Shams, 1999).

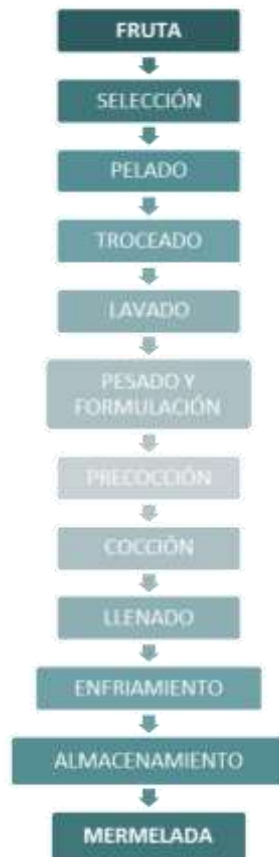
Algunas de las más utilizadas en la cocina Marroquí actual son: la alcaravea, el azafrán, la canela, el cilantro, el clavo, el comino, la cúrcuma, el jengibre y la pimienta (Abu-Shams, 1999).

#### **1.4. ELABORACIÓN DE MERMELADA**

El consumo de frutas y hortalizas transformadas durante el año 2015 permanece estable, con una variación positiva del 0,9% con respecto al año precedente (MAGRAMA, 2015). Éstas suponen una alternativa al consumo de frutas y hortalizas frescas, ya que la vida útil es superior y conservan muchas de las propiedades nutricionales de las frutas y hortalizas de las que provienen. Las mermeladas pueden incluirse en este grupo, y se definen según el Real Decreto 670/1990 («BOE» núm. 130, 1990) como “el producto preparado por cocción de frutas enteras, troceadas, trituradas, tamizadas o no, a las que se han incorporado azúcares hasta

conseguir un producto semilíquido o espeso. La cantidad de fruta utilizada para la fabricación de 1.000 gramos de producto acabado no será inferior a 300 gramos. El contenido en materia seca soluble, determinado por refractometría, será igual o superior al 40 por 100 e inferior al 60 por 100.”

Tradicionalmente la mermelada se elabora con tratamiento térmico, concretamente por cocción, obteniendo un producto estable en el tiempo que permite asegurar su estabilidad microbiológica. Para llevar a cabo su procesado se sigue el diagrama de flujo que se presenta en la figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de mermelada.

En primer lugar, la fruta se selecciona, para eliminar aquellas unidades en mal estado o que presenten defectos, ya que la calidad de la mermelada dependerá de la fruta empleada. Acto seguido se lava, para eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad, restos de tierra o de tratamientos anti-fúngicos o plaguicidas que pueda tener adherida.

Previamente a la cocción se lleva a cabo una etapa de pre-cocción, la fruta se cuece ligeramente con el objetivo de romper las membranas celulares y extraer la pectina natural contenida en ellas.

La cocción es la etapa de mayor importancia en el proceso de elaboración de las mermeladas, ya que influye directamente en su calidad. El tiempo de cocción depende de la

variedad y textura de la materia prima. Por lo general un tiempo de cocción corto permite conservar las características naturales de la fruta, como el color y el sabor, mientras que un tiempo de cocción largo produce un oscurecimiento de la mermelada como consecuencia de la caramelización de los azúcares. Durante la cocción se añaden el resto de los ingredientes, siendo necesaria una agitación constante hasta que se haya conseguido la homogeneización de todos ellos. La mezcla se lleva a ebullición, también con agitación constante, para facilitar la evaporación y concentración de la mermelada. La etapa de cocción finaliza cuando se haya obtenido el % de sólidos solubles deseado.

A continuación se lleva a cabo el llenado de los envases, se coloca inmediatamente la tapa y se voltean los envases con el propósito de esterilizarla. El producto envasado se enfría y se almacena en un lugar fresco, limpio y seco, con el fin de garantizar su conservación hasta el momento de su consumo o comercialización.

Por lo que respecta a la legislación a nivel nacional marroquí de confituras y mermeladas se basa en lo estipulado en la norma del CODEX para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAN 296, 2009), en la que se define la mermelada sin frutos agrios como “el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce hasta obtener un producto semi-líquido o espeso/viscoso”.

## **2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del trabajo es elaborar mermelada a base de dáttil que cumpla con la legislación marroquí, con el fin de hacer posible su comercialización por mujeres marroquíes de diferentes asociaciones.

### **2.2. PLAN DE TRABAJO**

El plan de trabajo y las tareas específicas para conseguir este objetivo son:

- Identificación y selección de las materias primas.
- Puesta a punto, a escala de laboratorio, de la elaboración de las mermeladas.
  - Estandarización del proceso en cuanto a temperatura, tiempo y cantidad de ingredientes para la obtención de una mermelada que cumpla con la legislación.
  - Formulación y selección de mermeladas utilizando diferentes especias como ingrediente diferenciador.
- Puesta a punto, simulando los medios locales, del proceso de elaboración de mermelada.
  - Adaptación del proceso de obtención de la mermelada a los medios locales.
  - Elaboración de mermeladas utilizando variedades de dáttil autóctono de Marruecos y adaptación de las formulaciones.
  - Selección de la variedad de dáttil autóctono con mejores características para la obtención de la mermelada.
- Taller de elaboración de las mermeladas en El Khorbat.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIA PRIMA

Para la elaboración de las mermeladas se empleó dátil de las siguientes variedades:

- A nivel de laboratorio:
  - Variedad adquirida en Valencia: *Deglet Nour*.
  - Variedades adquiridas en Marruecos: *Soyh*, *Boufeggous*, *Abouzzgagh* y una mezcla de dos variedades sin identificar.
- A nivel local: *Boufeggous*.

Además se utilizaron los siguientes ingredientes: azúcar, agua, limón y especias (canela, jengibre, anís, clavo, romero y sal y pimienta).

#### 3.2. MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE MERMELADA DE DÁTIL

##### 3.2.1. Elaboración de mermelada a escala de laboratorio

Para la elaboración de mermelada en esta etapa se utilizó un robot de cocina, Thermomix Vorwerk. Se llevó a cabo la estandarización del procedimiento en cuanto a temperatura, tiempo y cantidad de ingredientes (agua, azúcar, zumo y corteza de limón), partiendo siempre de la misma cantidad de dátiles (200 g), de la variedad *Deglet Nour*. Estos se seleccionaron, lavaron y deshuesaron. En primer lugar, se llevó a cabo una etapa de pre-cocción durante 5 minutos con agitación constante, a 70°C. A mitad de esta etapa se añadió parte del agua (100 mL) y, a continuación, se incorporaron el resto de los ingredientes. Éstos se añadieron en diferentes proporciones y fueron variando en función de los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y ópticos evaluados para la obtención de una mermelada que cumpliera los requisitos legales (tabla 1). La cocción se realizó a 90°C de acuerdo con los tiempos que se muestran en la tabla 1 para cada mermelada. Una vez finalizada ésta se procedió al envasado de la mermelada en tarros de vidrio

**Tabla 1.** Formulación de cada una de las mermeladas (M) y tiempos (t) de cocción para cada una de ellas.

Mermelada	Agua (mL)	Azúcar (g)	Zumo de Limón (mL)	Corteza de Limón (g)	t cocción (minutos)
M1	300				15
M2	400				15
M3	400	50			15
M4	500	150			35
M6	500	200			35
M7	500	200	25		55
M8	500	200	25	30	55
M9	500	200	30	15	55

La formulación base seleccionada, por motivos que se presentan en el apartado de resultados de este trabajo, fue la M9, formulación base con zumo y corteza de limón. A esta



formulación, y con el objetivo de elaborar un producto con una característica diferenciadora y relacionada con la cultura del pueblo marroquí, se le incorporó, durante la etapa de cocción, una especia. La especia se adicionó en una cantidad suficiente como para que aportase sus aromas característicos sin ocultar el aroma y el sabor típico del dátil. Para ello se prepararon mermeladas aromatizadas con 0,4 g de canela, 0,4 g de jengibre, 0,4 g de anís, 0,3 g de clavo, 0,6 g de romero y una mezcla de 1,7 g de sal y 0,5 de pimienta. Las condiciones de tiempo y temperatura de pre-cocción se mantuvieron con respecto a la mermelada M9.

### **3.2.2. Escalado del proceso**

Para la elaboración de las mermeladas en esta etapa se utilizó una placa calefactora, una olla y los utensilios necesarios para la agitación durante el proceso de elaboración (batidora y cucharas de madera). Lo que se pretendía, llegado este momento, era elaborar el producto con los medios lo más parecido posible a los que se utilizarían para su elaboración en El Khorbat (Tinejda, Marruecos).

Para el escalado del proceso se empleó la formulación de la mermelada M9. Se seleccionaron, lavaron y deshuesaron los 200 g de dátiles de la variedad *Deglet Nour*, para someterlos a un proceso de majado manual. Se llevó a cabo una etapa de pre-cocción durante 5 minutos a 70°C, utilizando una batidora como sistema de agitación continuo, a mitad de la cual se añadió 100 ml de agua. A continuación se incorporó el resto de ingredientes. Una vez finalizada la cocción, las mermeladas se envasaron en tarros de vidrio. El mismo procedimiento se utilizó para la elaboración de las mermeladas con y sin especia, seleccionada anteriormente, de las cuatro variedades de dátiles autóctonas de la zona de Marruecos: *Soyh*, *Boufeggous*, *Abouzggagh* y la mezcla de las dos variedades sin identificar.

### **3.2.3. Adaptación a los medios locales**

Una vez en el Khorbat, se llevó a cabo un taller en el que se enseñó a elaborar la mermelada de dátil obtenida anteriormente. Al taller asistieron cuatro mujeres, dos de la Asociación Femenina Tamount y dos de la Asociación El Ouaha Aoufous de Er-rachidia. Junto con ellas, se adquirieron todos los ingredientes necesarios para la elaboración de las mermeladas (dátiles, azúcar, limones y canela), en los establecimientos de la zona y en el mercado de Tinejda. También se procedió a la adecuación de la cocina, que fue facilitada para llevar a cabo el taller, con el objetivo de que el trabajo se realizase posteriormente de la forma más cómoda y rápida posible.

En vez de utilizar una placa calefactora se utilizó un hornillo que funcionaba con gas butano. Pese a estas modificaciones, las etapas del proceso de elaboración fueron las mismas que las llevadas a cabo para el escalado del proceso en el laboratorio. Se lavaron los dátiles para someterlos a un proceso de majado manual. Se llevó a cabo una etapa de pre-cocción en agitación constante con una cuchara de madera. Una vez finalizada la cocción, mediante la lectura de °Brix, a una temperatura aproximada de 90°C, se procedió al envasado de la mermelada en tarros de cristal.

### **3.3. ANÁLISIS REALIZADOS**

Las mermeladas obtenidas fueron caracterizadas por triplicado según las siguientes propiedades físico-químicas: humedad, pH, actividad del agua, contenido en sólidos solubles, propiedades ópticas y consistencia.

#### **3.3.1. Determinación de humedad**

Para la determinación de la humedad ( $X_w$ ) se siguió el método 20.013 (AOAC, 1980). Este método se basa en la determinación de la pérdida de peso de una muestra, previamente homogeneizada (Ultraturrax T25, Janke & kunkel), cuando se coloca en una estufa de vacío (50 mm Hg) (J. P. Selecta S.A, España) a una temperatura constante de 60°C, permaneciendo en dicha estufa hasta alcanzar un peso constante. La variación de peso después del secado en la estufa, referida al peso inicial de la muestra, proporciona la humedad de la misma.

#### **3.3.2. Determinación del pH**

La determinación de pH se llevó a cabo para cada una de las muestras. Para ello se utilizó un pH-metro (Crison Instruments S.A., Basic 20+, España), previamente calibrado con soluciones tampón, pH 7 y 4, a temperatura ambiente.

#### **3.3.3. Determinación de la actividad del agua**

Las determinaciones de  $a_w$  se llevaron a cabo mediante un higrómetro de punto de rocío (Decagon Devices Inc, Aqualab 4TE, USA), previamente calibrado con soluciones salinas saturadas con  $a_w$  similares a las de las muestras. Las lecturas se realizaron para cada una de las muestras previamente homogeneizadas.

#### **3.3.4. Determinación de sólidos solubles**

La determinación de los sólidos solubles se realizó mediante la medida del índice de refracción de la fase líquida de las muestras previamente homogeneizadas. Los °Brix se determinaron para cada muestra con un refractómetro (PortableLab™, METTLER TOLEDO, España) a temperatura ambiente.

#### **3.3.5. Determinación de las propiedades ópticas**

El color físico de las mermeladas se determinó mediante un espectrocolorímetro (Minolta, CM 3600D, Japón), midiendo el espectro de reflexión de las muestras en una cubeta. Previamente a las mediciones se calibró el equipo y las muestras homogeneizadas se introdujeron en cubetas de 20 mm de espesor. Las condiciones utilizadas fueron iluminante D65 y observador 10°. Se utilizó el espacio de color CIE-L\*a\*b\* para calcular las coordenadas de color, donde L\* indica la luminosidad, a\* la cromaticidad desde verde hasta rojo y b\* la cromaticidad desde azul hasta amarillo. A partir de ellas se calcularon el tono  $h^*_{ab}$  y el croma  $C^*_{ab}$  de todas las mermeladas, al igual que la diferencia de color ( $\Delta E$ ) para comparar determinadas mermeladas según las ecuaciones 1,2 y 3 respectivamente.

$$h_{ab}^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad (1)$$

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

### 3.3.6. Determinación de la consistencia

Para la determinación de la consistencia de las mermeladas se utilizó un consistómetro Bostwick. Este dispositivo se compone de una plataforma de acero inoxidable dividida en dos compartimentos. El primero permite albergar, inicialmente, una cantidad conocida de muestra (30 g), y se separa del segundo por una compuerta. El segundo compartimento es un canal dotado de una serie de líneas paralelas a intervalos de 0.5 cm. Cuando la compuerta se abre se mide la distancia recorrida por la muestra en 30 s. Se utiliza la distancia avanzada como parámetro para caracterizar la consistencia de las muestras, relacionándolo con el peso de las mismas (mm / g) (Bourne, 1982).

### 3.3.7. Análisis estadístico

Para establecer diferencias significativas entre muestras se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para un nivel de significancia de 0,05 utilizando el software Statgraphics Plus 5.1.

## 4. RESULTADOS

En este trabajo se han elaborado diferentes mermeladas con base de dátil, con el objetivo de dar con un proceso sostenible de elaboración y asegurar que cumplan con los requisitos establecidos en la norma marroquí para mermeladas y confituras (basada en la norma CODEX STAN 296-2009), para hacer posible su comercialización en la localidad de Tinejda, Marruecos. Para conseguirlo se analizaron las propiedades fisicoquímicas y ópticas de las diferentes formulaciones, a fin de garantizar:

- Un pH entre 3,7 y 4,6.
- Unos °Brix entre 40 y 60.
- Un contenido en fruta en el producto terminado no inferior al 30%.

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En primer lugar se determinó la humedad de los dátiles de las diferentes variedades empleadas en el estudio (tabla 2).

**Tabla 2.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones del contenido de agua ( $X_w$ , g agua/g dátil) de las variedades de dátil: *Deglet Nour* (D.N.), *Soyh* (SOYH), *Boufeggous* (BOU), *Abouzggagh* (ABO), mezcla de dos variedades sin identificar (MEZCLA) y la utilizada en el taller llevado a cabo en el Khorbat (TALLER).

Variedad	Contenido de agua ( $X_w$ )
D.N.	0,187 (0,005) <sup>a</sup>
SOYH	0,1597 (0,0007) <sup>c</sup>
BOU	0,1792 (0,0003) <sup>b</sup>
ABO	0,1773 (0,0004) <sup>b</sup>
MEZCLA	0,1789 (0,0008) <sup>b</sup>
TALLER	0,1799 (0,0007) <sup>b</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

Los dátiles de la variedad *Deglet Nour* presentaron un contenido de agua significativamente ( $p < 0,05$ ) mayor que el resto de variedades, sin embargo la variedad *Soyh* mostró valores de este parámetro significativamente ( $p < 0,05$ ) menores. El resto de variedades presentan humedades similares, sin observarse diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

### 4.2. OBTENCIÓN DE LA MERMELADA A ESCALA DE LABORATORIO

Una vez obtenidas las mermeladas de acuerdo con la tabla 1 del apartado 3.2.1 de materiales y métodos, se caracterizaron en cuanto al contenido en sólidos solubles y agua, pH, actividad del agua, consistencia y color. El contenido de fruta en todas ellas osciló entre 40 y 60 %.

En las tablas 3 y 4 se presentan los valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las propiedades fisicoquímicas determinadas para cada una de las mermeladas (M).

**Tabla 3.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles (°Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g agua/g dátil), pH, actividad del agua ( $a_w$ ) y consistencia (expresada en función del avance, mm/g) para cada una de las mermeladas (M).

Merm	°Brix	$X_w$	pH	$a_w$	Consistencia
M1	36,3 (0,5) <sup>d</sup>	0,596 (0,002) <sup>ab</sup>	5,23 (0,07) <sup>b</sup>	0,951 (0,002) <sup>b</sup>	0,0 (0,0) <sup>c</sup>
M2	30,5 (0,0) <sup>e</sup>	0,65437 (0,00003) <sup>a</sup>	5,44 (0,02) <sup>a</sup>	0,9557 (0,0006) <sup>a</sup>	0,05 (0,04) <sup>c</sup>
M3	35,5 (0,3) <sup>d</sup>	0,6044 (0,0018) <sup>ab</sup>	5,193 (0,012) <sup>b</sup>	0,953 (0,003) <sup>ab</sup>	0,03 (0,03) <sup>c</sup>
M4	45,0 (0,4) <sup>c</sup>	0,5033 (0,0012) <sup>cd</sup>	5,127 (0,006) <sup>bc</sup>	0,9440 (0,0010) <sup>c</sup>	0,084 (0,017) <sup>c</sup>
M6	47,67 (0,06) <sup>b</sup>	0,4802 (0,0009) <sup>d</sup>	5,06 (0,00) <sup>c</sup>	0,931 (0,002) <sup>d</sup>	0,301 (0,017) <sup>b</sup>
M7	47,00 (0,10) <sup>b</sup>	0,56 (0,11) <sup>bc</sup>	4,06 (0,02) <sup>f</sup>	0,9327 (0,0006) <sup>d</sup>	0,89 (0,14) <sup>a</sup>
M8	47,9 (0,4) <sup>ab</sup>	0,472 (0,002) <sup>d</sup>	4,90 (0,17) <sup>d</sup>	0,922 (0,002) <sup>e</sup>	0,24 (0,04) <sup>b</sup>
M9	48,7 (1,3) <sup>a</sup>	0,455 (0,002) <sup>d</sup>	4,50 (0,02) <sup>e</sup>	0,9113 (0,0015) <sup>f</sup>	0,25 (0,05) <sup>b</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

En un principio se intentó utilizar las mínimas materias primas para abaratar el proceso por lo que se intentó elaborar las mermeladas sin azúcar. Este es el caso de las formulaciones M1 y M2. En la elaboración de la M2 se utilizó una mayor cantidad de agua, lo que justifica el valor inferior de °Brix respecto de la M1 (tabla 3). Para alcanzar un valor de °Brix adecuado (entre 40 y 60 °Brix) se incorporó azúcar en diferentes cantidades a la formulación de las mermeladas hasta alcanzar la proporción de azúcar adecuada en las mermeladas M4 y M6. Sin embargo, estas mermeladas no alcanzan el pH que dicta la normativa, entre 3.7 y 4.6 (tabla 3), por lo que se incorporó zumo de limón como ingrediente en la formulación, que actúa como acidulante natural. Las únicas mermeladas que cumplen, por tanto, con el requisito de la norma en cuanto a pH y contenido en sólidos solubles son la M7 y la M9. Como puede observarse en la tabla 3, éstas presentan valores significativamente inferiores, para el pH, que el resto de las formulaciones ( $p < 0,05$ ). La diferencia entre M7 y M9 es la presencia de corteza de limón rallada en esta última. Ésta fue añadida, como fuente de pectina natural, para aumentar la consistencia de la mermelada y alcanzar valores similares a los propuestos por otros autores (Igual *et al.*, 2010).

Por lo que respecta al contenido en agua de las mermeladas, los valores oscilan entre 0,455 y 0,65437 g de agua/g de dátil, coincidiendo los valores de humedad más bajos con aquellas mermeladas en las que se había alargado el tiempo de cocción (M4, M6, M8 y M9). Las humedades de las mermeladas M8 y M9 son similares y significativamente inferiores que el resto ( $p < 0,05$ ), probablemente como consecuencia de la incorporación en la formulación de la corteza de limón, que se caracteriza por una baja humedad.

Las diferencias en cuanto a los valores de  $a_w$  parecen estar relacionadas con los ingredientes utilizados en las mermeladas. Por lo que respecta a las mermeladas M1 y M2, el uso de una mayor cantidad de agua en M2 implica una mayor proporción de agua disponible para reaccionar, lo que justifica el incremento de la  $a_w$  en dicha mermelada. En las mermeladas M3, M4 y M6, la  $a_w$  es más baja cuanto mayor es la cantidad de azúcar empleada en la

formulación, lo que implica que más moléculas de agua estarán unidas a los azúcares y quedará menos agua disponible para reaccionar. Estas variaciones también podrían deberse al alargamiento de la cocción, ya que favorece la evaporación de agua y por tanto la disminución de la  $a_w$ . Por último, las mermeladas M8 y M9 se caracterizan por unos valores de  $a_w$  significativamente ( $p<0,05$ ) inferiores al resto, probablemente como consecuencia de la adición de corteza de limón con una baja humedad.

En cuanto a las coordenadas de color (tabla 4), las mayores variaciones se detectan en la coordenada  $a^*$  y en el tono ( $h^*_{ab}$ ). El valor de  $a^*$ , que indica la cromaticidad de verde a rojo, aumenta en las mermeladas en las que se utiliza una mayor cantidad de azúcar y se alarga el tiempo de cocción ( $M3<M4<M6$ ). Los valores más elevados implican una mayor cromaticidad en rojo, que puede deberse a la mayor cantidad de azúcares susceptibles a reacciones de caramelización durante la cocción a elevadas temperaturas, que da lugar a la formación de pigmentos coloreados oscuros. El tono es el ángulo que mide la tonalidad, que indica la orientación relativa del color respecto al origen  $0^\circ$ . Si se define como origen  $0^\circ$  en la posición  $a^*$  positiva y  $b^*=0$ , donde se situaría un color estrictamente rojo, los valores obtenidos para todas las mermeladas próximos a este origen implican que la tonalidad de las mermeladas es próxima al rojo estricto, siendo la más próxima la mermelada M7.

**Tabla 4.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las de las propiedades ópticas en el espacio de color CIE-L\*a\*b\* para cada una de las mermeladas (M).

Mermelada	L*	a*	b*	Tono	Croma
M1	28,5 (0,6) <sup>e</sup>	4,4 (0,7) <sup>e</sup>	15,4 (0,7) <sup>ab</sup>	1,29 (0,02) <sup>b</sup>	16,0 (0,8) <sup>b</sup>
M2	31,7 (0,6) <sup>a</sup>	4,6 (0,3) <sup>e</sup>	14,8 (0,6) <sup>bcd</sup>	1,272 (0,013) <sup>c</sup>	15,5 (0,6) <sup>bc</sup>
M3	29,0 (0,5) <sup>cde</sup>	3,7 (0,3) <sup>f</sup>	14,1 (0,6) <sup>de</sup>	1,312 (0,015) <sup>a</sup>	14,6 (0,7) <sup>d</sup>
M4	29,5 (0,3) <sup>bc</sup>	5,2 (0,3) <sup>d</sup>	13,8 (0,9) <sup>e</sup>	1,212 (0,017) <sup>d</sup>	14,7 (0,9) <sup>cd</sup>
M6	26,1 (0,4) <sup>f</sup>	7,1 (0,5) <sup>a</sup>	13,6 (0,6) <sup>e</sup>	1,091 (0,017) <sup>f</sup>	15,3 (0,7) <sup>bcd</sup>
M7	29,9 (0,7) <sup>b</sup>	6,22 (0,18) <sup>b</sup>	14,4 (0,3) <sup>cde</sup>	0,98 (0,19) <sup>e</sup>	19,6 (11,4) <sup>b</sup>
M8	29,2 (0,6) <sup>bcd</sup>	5,7 (0,2) <sup>c</sup>	15,05 (1,04) <sup>abc</sup>	1,210 (0,018) <sup>d</sup>	16,08 (1,03) <sup>b</sup>
M9	28,7 (0,6) <sup>de</sup>	6,9 (0,3) <sup>a</sup>	15,8 (0,4) <sup>a</sup>	1,1601 (0,0108) <sup>e</sup>	17,2 (0,4) <sup>a</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p<0,05$ ).

De acuerdo con todas las características fisicoquímicas, la consistencia y las propiedades ópticas estudiadas, se seleccionó la mermelada M9, como la formulación base, para elaborar las mermeladas posteriores. Esta mermelada cumple con los requisitos legales de la norma y presenta una consistencia adecuada similar a los obtenidos por otros autores, como hemos mencionado anteriormente.

Partiendo de la formulación base M9, tal y como se ha comentado en el apartado de materiales y métodos, se elaboraron mermeladas que incluían en su formulación canela, jengibre, anís, clavo, romero o sal y pimienta. Para la selección de la formulación más adecuada para su comercialización, se llevó a cabo una caracterización de cada una de ellas, en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y ópticas.

Los valores de  $^\circ$ Brix de las mermeladas con especias (tabla 5) resultaron, en todos los casos, superiores al valor de la mermelada M9. Puesto que las condiciones del proceso de

elaboración fueron similares y la formulación de todas las mermeladas fue la misma a excepción de la especia y cantidad añadida, las diferencias en cuanto a los valores de °Brix se pueden atribuir a la composición química de dichas especias. Algunos de los principales principios activos de las plantas aromáticas y medicinales, de entre las que se extraen las especias, son los heterósidos y los flavonoides (Bruneton y Villar del Fresno, 2001). Los heterósidos son glucósidos que por hidrólisis rinden dos tipos de sustancias: una de naturaleza glucídica (azúcar) y otra de naturaleza química variable (aglicón). Los flavonoides, por su parte, componen uno de los grupos más extensos dentro de los compuestos fenólicos. Tienen una estructura común básica de difenilpropano, usualmente formando un heterociclo oxigenado, que generalmente se encuentra unida a azúcares (Hernandez, 2010). Ambos son compuestos solubles, lo que justificaría el incremento de los °Brix.

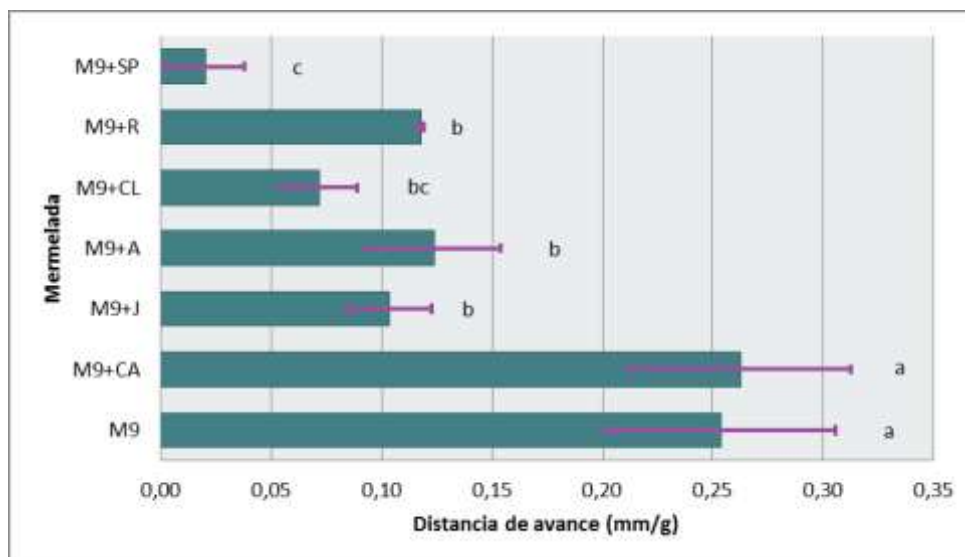
**Tabla 5.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles (°Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g agua/g dátil), pH y actividad del agua ( $a_w$ ) para la mermelada M9 y cada una de las mermeladas (M9) con especia: canela (CA), jengibre (J), anís (A), clavo (CL), romero (R) y sal y pimienta (SP).

Mermelada	°Brix	$X_w$	pH	$a_w$
M9	48,7 (1,3) <sup>d</sup>	0,455 (0,002) <sup>b</sup>	4,50 (0,02) <sup>b</sup>	0,9113 (0,0015) <sup>ab</sup>
M9+CA	50,0 (0,3) <sup>d</sup>	0,481 (0,002) <sup>a</sup>	4,173 (0,006) <sup>d</sup>	0,913 (0,001) <sup>a</sup>
M9+J	55,9 (2,4) <sup>c</sup>	0,437 (0,004) <sup>c</sup>	4,107 (0,015) <sup>e</sup>	0,909 (0,001) <sup>b</sup>
M9+A	61,8 (1,7) <sup>ab</sup>	0,3992 (0,0018) <sup>d</sup>	3,900 (0,017) <sup>g</sup>	0,890 (0,001) <sup>d</sup>
M9+CL	60,4 (0,5) <sup>b</sup>	0,381 (0,004) <sup>e</sup>	4,32 (0,02) <sup>c</sup>	0,882 (0,003) <sup>e</sup>
M9+R	56,4 (1,6) <sup>c</sup>	0,437 (0,004) <sup>c</sup>	4,547 (0,015) <sup>a</sup>	0,902 (0,004) <sup>c</sup>
M9+SP	63,1 (0,3) <sup>a</sup>	0,3294 (0,0012) <sup>f</sup>	3,930 (0,017) <sup>f</sup>	0,866 (0,002) <sup>f</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

En general, la incorporación de especias en la formulación, como cabe esperar, provocó un descenso en la actividad del agua de las mermeladas. Por otro lado, las mermeladas con contenido en especias presentaron valores más bajos de pH que la mermelada M9.

Los valores obtenidos en cuanto a la consistencia de las mermeladas (figura 2), son similares a los obtenidos por otros autores (Igual *et al.*, 2010; Igual *et al.*, 2013). Una mayor distancia de avance implica menor consistencia de las mermeladas, como es el caso de la mermelada con canela (M9+CA), que es la que más se asemeja a M9, sin presentar diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ellas. Por otro lado, se obtuvieron algunas mermeladas con una consistencia excesiva como por ejemplo las elaboradas con clavo y sal y pimienta (M9+CL y M9+S+P).



**Figura 2.** Valores medios y desviaciones estándar de las determinaciones de consistencia expresada en función del avance (mm/g) para la mermelada M9 y cada una de las mermeladas (M9) con especia: canela (CA), jengibre (J), anís (A), clavo (CL), romero (R) y sal y pimienta (SP).

Letras a continuación de las barras representan grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

Los principales compuestos coloreados de las plantas, a partir de algunas de las cuales se extraen las especias, pertenecen a dos tipos principales: carotenoides y flavonoides. Los carotenoides son compuestos terpenoides amarillos, naranjas y rojos, que sirven como pigmentos auxiliares en la fotosíntesis. Por su parte, los flavonoides son compuestos fenólicos que incluyen un amplio rango de sustancias coloreadas en el que destacan las antocianinas, responsables de la mayoría de colores rojo, rosa, morado y azul. El color de las antocianinas depende de muchos factores, ello y la posible presencia de carotenoides hacen que en la naturaleza existan muchos colores de plantas, flores y frutos (Lincoln y Zeiger, 2006). Como consecuencia, las especias que se extrañen de diferentes plantas aromáticas o medicinales son de colores muy variados, lo que puede afectar a las características del color de los productos en los que se utilizan. En la tabla 6 se muestran los valores medios y desviaciones estándar de las coordenadas colorimétricas, el tono y el croma de la mermelada M9 y las mermeladas con especias.

**Tabla 6.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de la luminosidad ( $L^*$ ), las coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$ , la saturación de color ( $C^*ab$ ) y el tono ( $h^*ab$ ) para la mermelada M9 y cada una de las mermeladas (M9) con especia: canela (CA), jengibre (J), anís (A), clavo (CL), romero (R) y sal y pimienta (SP).

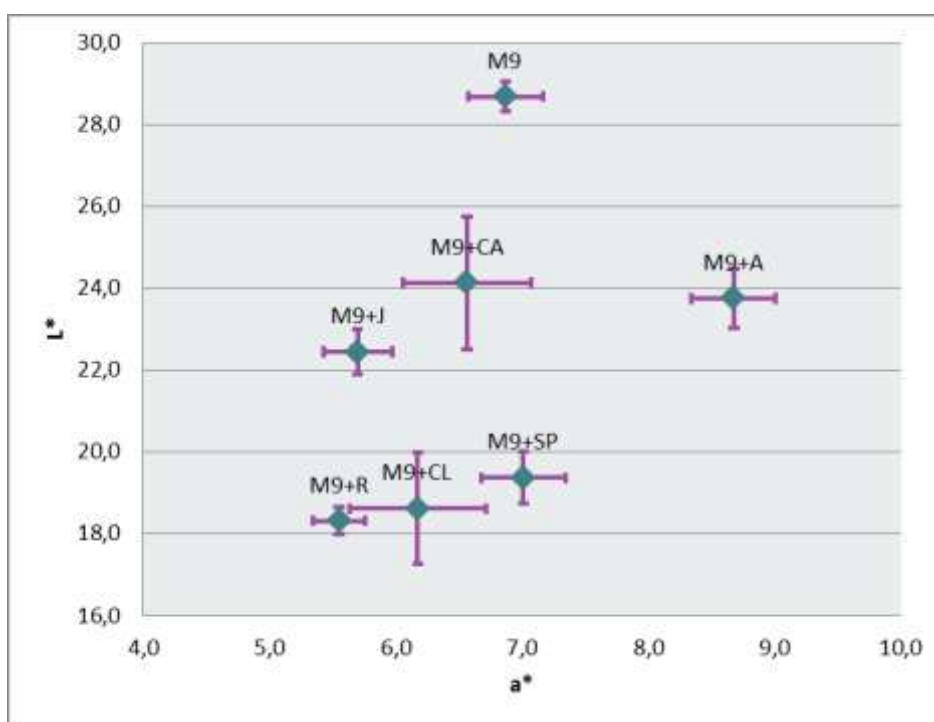
Mermelada	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$h^*ab$	$C^*ab$
M9	28,7 (0,6) <sup>a</sup>	6,9 (0,3) <sup>bc</sup>	15,8 (0,4) <sup>a</sup>	1,1601 (0,0108) <sup>a</sup>	17,2 (0,4) <sup>a</sup>
M9+CA	24,1 (1,0) <sup>b</sup>	6,6 (0,5) <sup>cd</sup>	13,7 (1,6) <sup>b</sup>	1,12 (0,03) <sup>b</sup>	15,2 (1,6) <sup>b</sup>
M9+J	22,4 (1,0) <sup>c</sup>	5,7 (0,3) <sup>e</sup>	13,8 (0,6) <sup>b</sup>	1,178 (0,015) <sup>a</sup>	14,9 (0,6) <sup>b</sup>
M9+A	23,7 (0,8) <sup>b</sup>	8,7 (0,3) <sup>a</sup>	15,3 (0,7) <sup>a</sup>	1,05 (0,02) <sup>d</sup>	17,5 (0,7) <sup>a</sup>
M9+CL	18,6 (0,8) <sup>de</sup>	6,2 (0,5) <sup>d</sup>	11,7 (1,4) <sup>c</sup>	1,08 (0,03) <sup>c</sup>	13,2 (1,4) <sup>c</sup>
M9+R	18,3 (0,4) <sup>e</sup>	5,6 (0,2) <sup>e</sup>	11,9 (0,3) <sup>c</sup>	1,134 (0,008) <sup>b</sup>	13,1 (0,4) <sup>c</sup>
M9+SP	19,4 (0,6) <sup>d</sup>	7,0 (0,3) <sup>b</sup>	13,1 (0,6) <sup>b</sup>	1,079 (0,015) <sup>c</sup>	14,8 (0,7) <sup>b</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).



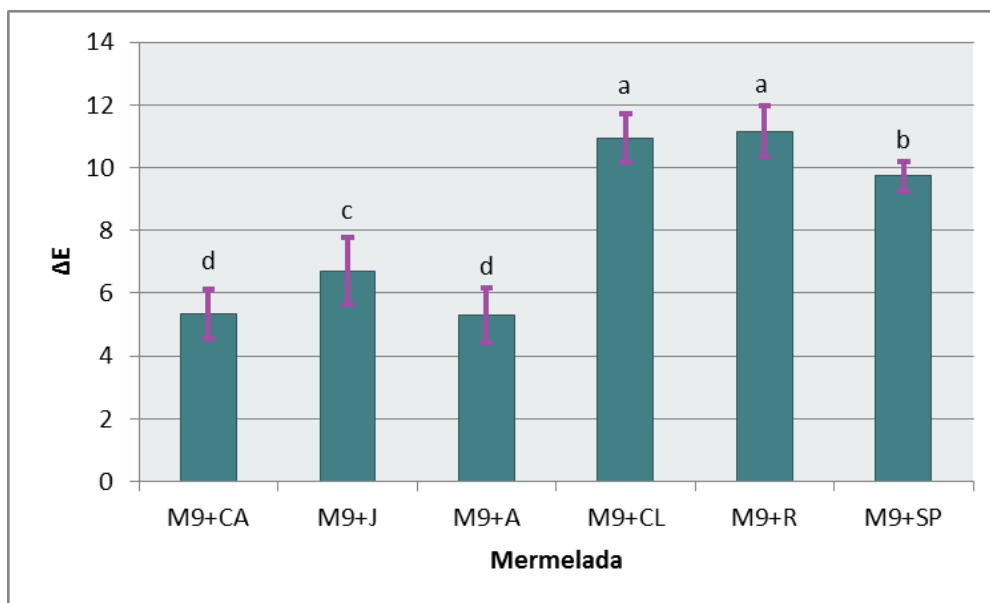
Para todas las mermeladas con especia se obtienen valores de luminosidad ( $L^*$ ) significativamente ( $p < 0,05$ ) inferiores al valor de M9. Pese a que valores positivos de las coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$  evidencian cromaticidades rojas y amarillas, también resultan inferiores a los valores de la mermelada base. Los valores más bajos de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se traducen en una disminución del tono y el croma, lo que supone colores más oscuros y rojizos de las mermeladas.

En la figura 3 se ven representadas las mermeladas en función de los valores de luminosidad ( $L^*$ ) y  $a^*$ . Cabe destacar los valores de luminosidad de las mermeladas con clavo, romero y sal y pimienta, que se encuentran muy por debajo del valor de la mermelada base M9. Los valores de  $a^*$  de todas las mermeladas resultan inferiores al valor de M9, a excepción de la mermelada con anís. La mermelada con canela destaca de entre todas por presentar los valores más similares a M9 de ambos parámetros.



**Figura 3.** Representación de las coordenadas colorimétricas  $L^*$  y  $a^*$  para la mermelada M9 y las mermeladas con especias. Valores medios y desviaciones estándar.

Para poder comparar el color de las mermeladas con y sin especias se calculó la diferencia de color ( $\Delta E$ ) (Eq. 3), cuyos resultados se muestra en la figura 4. En todos los casos, las diferencias de color son perceptibles para el ojo humano ya que son superiores a 3 unidades (Bodart *et al.*, 2008). Como se aprecia en la figura 4 las mermeladas que presentaron mayores diferencias de color con la mermelada base fueron las que contenían clavo o romero, y aquellas que presentaron menores diferencias de color fueron las que contenían canela o anís en su formulación.



**Figura 4.** Diferencia de color de cada una de las mermeladas con especia con respecto a la mermelada base (M9). Valores medios y desviaciones estándar.

Letras sobre las barras representan grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

De los resultados obtenidos del análisis de los parámetros estudiados, se puede observar que la mermelada con especias que más se parece a la mermelada base seleccionada es la formulada con canela (tabla 5, figura 2, tabla 6, figura 3 y figura 4). De todas formas, y para asegurarnos de esta elección, se reunió a los profesores responsables del proyecto para evaluar la mermelada base (M9) y aquellas con especias en su formulación. Los aspectos a valorar fueron la consistencia, la textura, el sabor, el aroma y las preferencias personales por cada una de las mermeladas, las muestras de las cuales estaban codificadas, de forma que no conocían los ingredientes de cada una. Teniendo en cuenta todos estos aspectos y siendo conocedores de la sociedad y tradiciones marroquíes, se decidió que en el taller del Khorbat se enseñaría a las mujeres de las asociaciones a elaborar las mermeladas con las formulaciones base M9 y con canela (M9+CA).

#### 4.3. OBTENCIÓN DE LA MERMELADA MEDIANTE EL PROCESO ADAPTADO A LOS MEDIOS LOCALES

En esta etapa del proceso, se pretendió elaborar el producto con los medios lo más parecidos posible a los que se utilizarían para su elaboración en El Khorbat. Con este objetivo, en primer lugar se procedió a la elaboración, con medios artesanales, de una mermelada con formulación M9 (tabla 1). Para esta primera mermelada artesanal (ART) se utilizó la misma variedad de dátil (adquirida en España) que la utilizada para la elaboración de las mermeladas anteriores, *Deglet Nour*. Mediante su caracterización (tabla 7) se comprobó que con el escalado del proceso, utilizando los medios locales, se obtenía un producto de calidad, atractivo y con unas características fisicoquímicas adecuadas y que cumplían con la legislación.

**Tabla 7.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles (°Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g agua/g dátil), pH y actividad del agua ( $a_w$ ) para cada una de las mermeladas con proceso de elaboración artesanal de cada variedad de dátil: *Deglet Nour* (ART), *Soyh* (SOYH), *Boufeggous* (BOU), *Abouzgaggh* (ABO) y mezcla (MEZCLA). Aquellas con nomenclatura C/C incorporan la especia en su formulación.

Mermelada	°Brix	$X_w$	pH	$a_w$
ART	57(3) <sup>bc</sup>	0,355 (0,004) <sup>f</sup>	3,96 (0,05) <sup>d</sup>	0,885 (0,005) <sup>e</sup>
SOYH	64,6 (1,7) <sup>a</sup>	0,2979 (0,0018) <sup>h</sup>	3,807 (0,012) <sup>e</sup>	0,827 (0,006) <sup>g</sup>
SOYH C/C	63,5 (0,7) <sup>a</sup>	0,3291 (0,0008) <sup>g</sup>	3,680 (0,010) <sup>f</sup>	0,843 (0,002) <sup>f</sup>
BOU	51,67 (1,02) <sup>d</sup>	0,415 (0,003) <sup>b</sup>	4,073 (0,006) <sup>c</sup>	0,896 (0,001) <sup>c</sup>
BOU C/C	53,8 (0,7) <sup>cd</sup>	0,449 (0,003) <sup>a</sup>	3,920 (0,010) <sup>d</sup>	0,908 (0,007) <sup>a</sup>
ABO	56,9 (2,6) <sup>bc</sup>	0,389 (0,002) <sup>e</sup>	4,41 (0,02) <sup>a</sup>	0,887 (0,003) <sup>d</sup>
ABO C/C	54,0 (1,3) <sup>bcd</sup>	0,405 (0,005) <sup>c</sup>	4,38 (0,03) <sup>a</sup>	0,885 (0,002) <sup>de</sup>
MEZCLA	56,3 (0,3) <sup>bc</sup>	0,395 (0,006) <sup>de</sup>	4,12 (0,00) <sup>b</sup>	0,895 (0,001) <sup>c</sup>
MEZCLA C/C	57,6 (0,2) <sup>b</sup>	0,399 (0,005) <sup>cd</sup>	4,10 (0,02) <sup>bc</sup>	0,902 (0,001) <sup>b</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

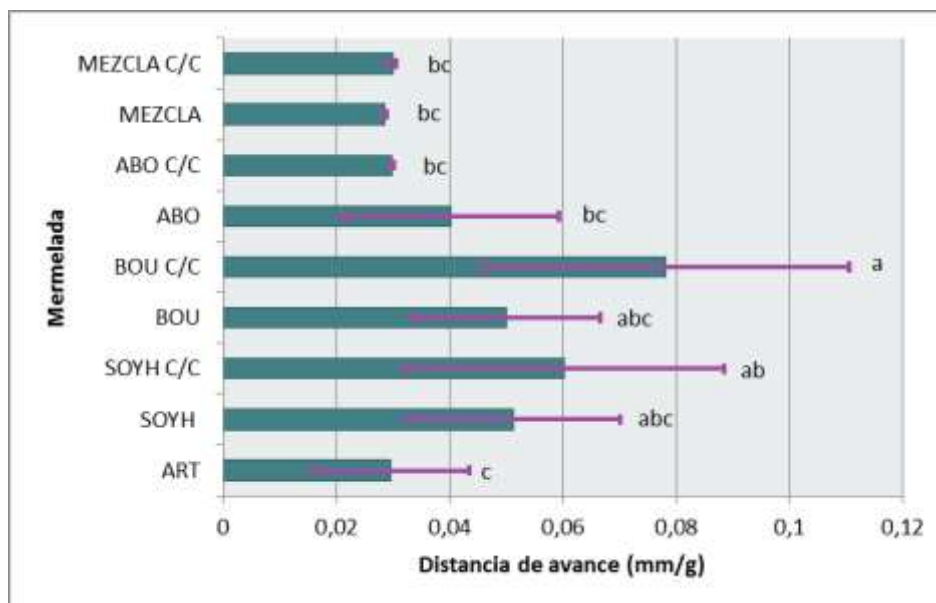
Dado que se disponía de 4 variedades de dátil autóctonas de Marruecos (figura 5), el siguiente paso fue la elaboración de mermeladas con y sin canela con cada una de ellas. En base a la caracterización de las mermeladas obtenidas (tablas 7 y 8) se determinó cuál de las variedades de dátil se utilizaría como materia prima en el taller de elaboración.



**Figura 5.** Variedades de dátil autóctonas de Marruecos.

De acuerdo con la tabla 7 se observan valores superiores de °Brix para las mermeladas de la variedad *Soyh* en comparación con el resto de mermeladas obtenidas. El incremento en los °Brix puede ser consecuencia de las características de la materia prima. Tal y como se puede observar en la tabla 1, la humedad de la variedad *Soyh* es inferior a la de la *Deglet Nour*, y por lo tanto su contenido en sólidos solubles es superior. Para una misma variedad, se observan diferencias en los valores de humedad y pH entre las mermeladas con y sin canela. El contenido en agua de todas las mermeladas con canela resulta superior al de las mermeladas de la misma variedad sin la especia, mientras que para el pH las mermeladas con canela presentan valores inferiores.

Los valores obtenidos en cuanto a la consistencia de las mermeladas (figura 6) son similares a los de otros estudios relacionados (Iguar *et al.*, 2010; Iguar *et al.*, 2013). Para las mermeladas elaboradas con la misma variedad de dátiles los valores de consistencia resultan similares lleven o no lleven canela. Aquellas mermeladas elaboradas con las variedades *Soyh* (SOYH) y *Boufeggous* (BOU) presentaron menor consistencia.



**Figura 6.** Valores medios y desviaciones estándar de las determinaciones de consistencia expresada en función del avance (mm/g) para cada una de las mermeladas con proceso de elaboración artesanal de cada variedad de dátil: *Deglet Nour* (ART), *Soyh* (SOYH), *Boufeggous* (BOU), *Abouzgaggh* (ABO) y mezcla (MEZCLA). Aquellas con nomenclatura C/C incorporan la especia en su formulación.

Letras a continuación de las barras representan grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

Por lo que respecta a las variaciones en el color de las mermeladas se ven significativamente afectadas por la variedad de dátil utilizada como materia prima, ya que los colores de los frutos son muy diferentes (figura 5). En la tabla 8 se muestran los valores medios y desviaciones estándar de las coordenadas colorimétricas, el tono y el croma de las mermeladas elaboradas artesanalmente.

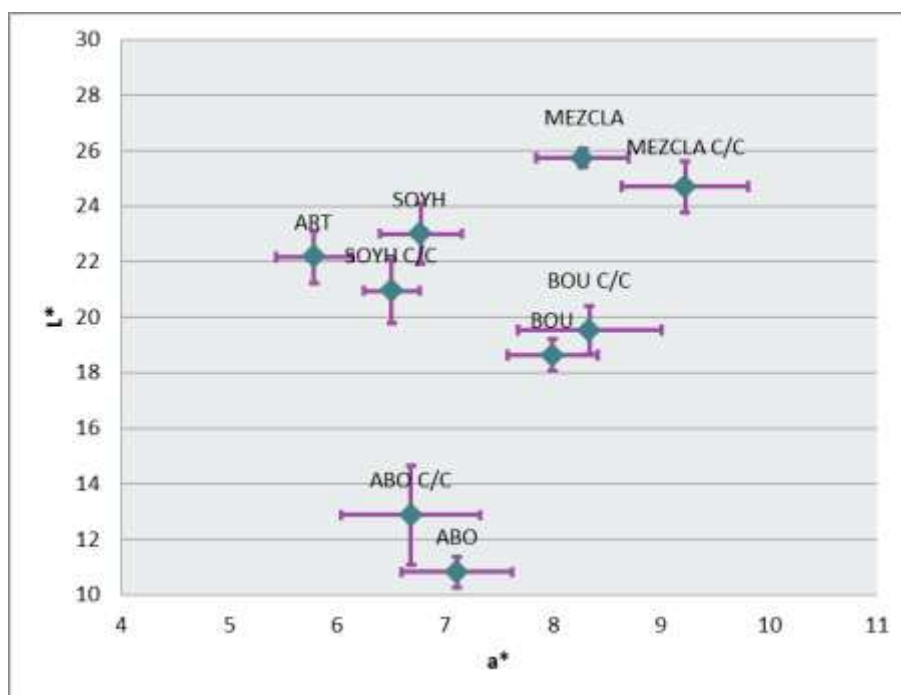
**Tabla 8.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de la luminosidad ( $L^*$ ), las coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$ , la saturación de color ( $C^*ab$ ) y el tono ( $h^*ab$ ) para para cada una de las mermeladas con proceso de elaboración artesanal de cada variedad de dátil: *Deglet Nour* (ART), *Soyh* (SOYH), *Boufeggous* (BOU), *Abouzgaggh* (ABO) y mezcla (MEZCLA). Aquellas con nomenclatura C/C incorporan la especia en su formulación.

Mermelada	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Tono	Croma
ART	22,2 (0,9) <sup>bc</sup>	5,8 (0,4) <sup>d</sup>	14,2 (1,0) <sup>c</sup>	1,175 (0,013) <sup>bc</sup>	15,33 (1,06) <sup>b</sup>
SOYH	22,99 (1,10) <sup>b</sup>	6,8 (0,4) <sup>c</sup>	18,7 (1,1) <sup>a</sup>	1,224 (0,014) <sup>a</sup>	19,9 (1,1) <sup>a</sup>
SOYH C/C	20,95 (1,15) <sup>cd</sup>	6,5 (0,3) <sup>c</sup>	16,9 (1,3) <sup>ab</sup>	1,201 (0,017) <sup>ab</sup>	18,1 (1,3) <sup>a</sup>
BOU	18,6 (0,6) <sup>e</sup>	8,0 (0,4) <sup>b</sup>	18,3 (1,0) <sup>ab</sup>	1,16 (0,03) <sup>c</sup>	20,0 (0,8) <sup>a</sup>
BOU C/C	19,5 (0,9) <sup>de</sup>	8,3 (0,7) <sup>b</sup>	16,7 (2,0) <sup>b</sup>	1,11 (0,03) <sup>d</sup>	18,7 (2,0) <sup>a</sup>
ABO	10,8 (0,6) <sup>g</sup>	7,1 (0,5) <sup>c</sup>	11,7 (0,8) <sup>d</sup>	1,02 (0,02) <sup>e</sup>	13,7 (0,9) <sup>bc</sup>
ABO C/C	12,9 (1,8) <sup>f</sup>	6,7 (0,6) <sup>c</sup>	11,1 (1,5) <sup>d</sup>	1,03 (0,03) <sup>e</sup>	13,0 (1,6) <sup>c</sup>
MEZCLA	25,7 (0,3) <sup>a</sup>	8,3 (0,4) <sup>b</sup>	16,7 (0,8) <sup>ab</sup>	1,111 (0,018) <sup>d</sup>	18,7 (0,8) <sup>a</sup>
MEZCLA C/C	24,7 (0,9) <sup>a</sup>	9,2 (0,6) <sup>a</sup>	17,6 (0,6) <sup>ab</sup>	1,09 (0,03) <sup>d</sup>	19,9 (0,6) <sup>a</sup>

Superíndices iguales en columnas indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

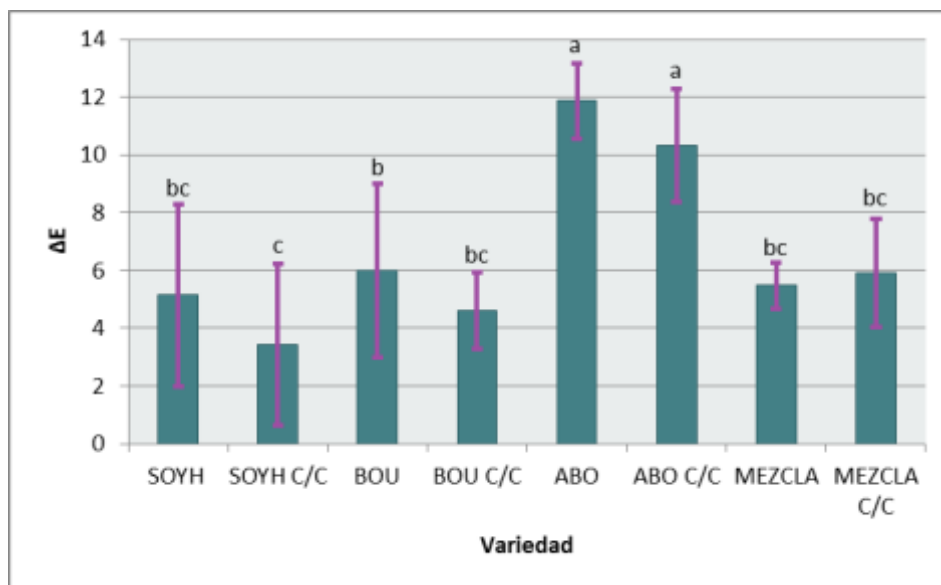
Como se puede observar en la figura 7, los valores de  $a^*$  son superiores en todas las mermeladas elaboradas con variedades autóctonas con respecto a la mermelada elaborada

con variedad *Deglet Nour*. En cuanto a la luminosidad ( $L^*$ ) cabe destacar el valor significativamente inferior al resto de las mermeladas elaboradas con la variedad de dátil *Abouzzgagh* (ABO). El resto de mermeladas presentan valores similares a los de la elaborada con variedad *Deglet Nour* (ART), aunque aquellas elaboradas con la mezcla presentan luminosidades algo superiores. De la misma forma, los valores de  $b^*$  también son superiores (Tabla 8), a excepción de las elaboradas con variedad *Abouzzgagh*. A excepción de la mermelada elaborada con variedad *Deglet Nour* (ART), los valores de croma son significativamente más elevados, lo que implica que las mermeladas elaboradas con variedades autóctonas son de colores más saturados y atractivos.



**Figura 7.** Representación de las coordenadas colorimétricas  $L^*$  y  $a^*$  para las mermeladas de elaboración artesanal. Valores medios y desviaciones estándar.

En la figura 8 se muestra la diferencia de color ( $\Delta E$ ) de cada mermelada elaborada con variedades autóctonas y la mermelada elaborada con la variedad *Deglet Nour* (ART). Las diferencias de color fueron superiores a 3 se pudo afirmar que dichas diferencias eran apreciables por el ojo humano (figura 8) (Bodart *et al.*, 2008). En cuanto a las mermeladas de dátiles de la misma variedad con y sin canela, no existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Por lo que respecta a las diferencias entre muestras, hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las mermeladas de dátiles de la variedad *Abouzzgagh* con el resto.



**Figura 8.** Diferencia de color de cada una de las mermeladas con especia con respecto a la mermelada base (M9). Valores medios y desviaciones estándar.

Letras sobre las barras representan grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

Todas las mermeladas elaboradas cumplieron con la norma de calidad, a excepción de la *Soyh* cuyo contenido en sólidos solubles fue superior al permitido. Sin embargo, como había que seleccionar la variedad a utilizar en el taller de elaboración de mermeladas en el Khorbat, se eligió la más utilizada y reconocida en Marruecos, además de ser la más económica, es decir, la variedad *Boufeggous* (BOU).

#### 4.4. TALLER DE ELABORACIÓN DE MERMELEDA EN EL KHORBAT (MARRUECOS)

Como ya se adelantó en la introducción del trabajo, uno de los objetivos del proyecto en el que se incluye éste, tiene como objetivo la inclusión de la mujer marroquí en el desarrollo local de una de las zonas rurales de Marruecos, a través de la elaboración y comercialización de mermelada a partir de productos típicos de la zona. Después del trabajo a nivel de laboratorio, dos de las mermeladas elaboradas que, además de cumplir con la legislación, fueron consideradas con unas buenas propiedades, fueron las elegidas para elaborarlas en un taller dirigido a mujeres de diferentes asociaciones.

El taller se realizaría en Marruecos, en el Khorbat, y desde España se suministrarían todos los materiales necesarios para la elaboración de la mermelada a excepción de las materias primas. Entre los materiales también se contaba con todo lo necesario para el envasado y el etiquetado legal del producto una vez terminado.

Una vez cargados con 200 botes de vidrio, 200 etiquetas, cuños para el marcado de fechas, tiras indicadoras de pH, refractómetro, balanza, protocolos de elaboración, rallador y una batidora, emprendimos el viaje en coche de dos noches hacia el Khorbat.

El día 23 de enero llegamos al hotel en el Ksar El Khorbat (valle del Todra) en el sur de Marruecos. El Khorbat es un antiguo Ksar, pueblo fortificado, construido en terrenos de

inundación en el siglo XIX y recientemente restaurado gracias a la cooperación internacional. La mitad de casas de Ksar aún están habitadas, pero otras han sido adaptadas para funciones como el alojamiento de viajeros (como es el caso del hotel donde nos hospedamos), museos y talleres de artesanía femenina. En 2002 se puso en marcha un proyecto de turismo responsable por dos socios, Ahmed Ben Amar y Roger Mimó Castellana. Ellos colaboran con la Asociación El Khorbat para el Patrimonio y el desarrollo sostenible para mejorar las condiciones de vida de los habitantes y para el desarrollo económico de los oasis.

Ahmed y Roger, socios dueños del hotel en el que nos alojábamos, eran colaboradores del proyecto, y se aseguraron de que a nuestra llegada las representantes de la Asociación Femenina Tamount estuvieran en el hotel. Por eso nada más llegar tuvimos el placer de conocerlas. Con ayuda de Ismail, hijo de Roger, nos presentamos, y supimos que sus nombres, eran Fátima y Fátima. Las dos mostraron un gran entusiasmo al vernos, estaban contentas y emocionadas por ver cómo nos habíamos comprometido tanto con la idea e imaginando lo que íbamos a hacer los próximos días. Ismail se prestó a ayudarnos los siguientes días a comunicarnos con ellas, ya que los idiomas que hablaban eran árabe y bereber, y pese a que sabían algo de francés y con gestos o dibujos nos hubiésemos podido entender, el trabajo hubiese sido mucho más complicado. Los cinco descargamos los materiales que habíamos traído desde Valencia, y nos dirigimos a la cocina que el hotel había acondicionado para llevar a cabo el taller de elaboración de mermeladas. Hicimos una lista de los materiales y utensilios de cocina que necesitaríamos al día siguiente, y que el hotel nos aportaría: una olla grande, un hornillo de gas, fuentes, platos, cucharas de madera, un cucharón, varios cuchillos y un exprimidor. Les dimos a probar las mermeladas que les enseñaríamos a elaborar en los próximos días para saber cuáles eran sus preferencias, y mientras que a una le gustó más la mermelada de dátiles la otra prefirió la de dátiles con canela. Acordamos que al día siguiente iríamos juntos los cinco al *Zoco* (mercado) para comprar todos los ingredientes que necesitábamos: dátiles, azúcar, limón y canela.

La visita al *Zoco* nos permitió, además de adquirir todo lo que necesitábamos, conseguir algo más de complicidad con las mujeres, ya que las vimos en un entorno en que se sentían cómodas. Vimos como el mercado estaba dividido en partes según los productos que se vendían: carne y pescado, frutas y verduras, especias y frutos secos, animales, casa y rastro. Después de dar una vuelta, nos dirigimos a la zona de alimentos, donde se compraron los dátiles, de variedad *Boufeggous*, los limones y la canela. El azúcar la adquirimos en un establecimiento diferente. Lo último que hicimos fue ordenar la cocina y organizar todos los ingredientes y utensilios que utilizaríamos al siguiente día para que el trabajo fuese lo más fácil y rápido posible.

El día 25 fue el primero en que elaboramos mermelada. Además de Fátima y Fátima, vinieron otras dos mujeres al taller, Karima y Haiets, de la Asociación El Ouaha Aoufous de Er-rachidia. Además de la ayuda de Ismail, para explicarles el proceso de elaboración, les entregamos unos protocolos con imágenes que habíamos traído de Valencia, para que los guardasen y consultasen cuando fuera necesario. Al ser la primera toma de contacto, además de explicarles el proceso, les ayudamos a elaborarlas. Les hicimos ver que el envasado de la mermelada debía ser en caliente y lo más rápido posible, para cerrar los botes y ponerlos boca

abajo durante cinco minutos, asegurando así un envasado aséptico. Lo que más nos costó explicarles fue cómo pesar las cantidades de los ingredientes en la balanza y cómo, pasado el tiempo de cocción, debían comprobar que se había alcanzado un valor de entre 40 y 60 °Brix con el refractómetro. También les enseñamos cómo interpretar los resultados de las tiras indicadoras de pH para que comprobasen que el pH de las mermeladas estaba comprendido entre 3,7 y 4,6. Al final del día habíamos elaborado dos lotes de mermelada, uno de mermelada de dátiles y otro de mermelada de dátiles con canela.

El día 27 fue el segundo día que elaboramos mermelada y, puesto que ya habían aprendido a hacerla, el proceso lo hicieron solas, aunque nosotras también estábamos por si necesitaban cualquier tipo de ayuda. Hicieron, a partir de 1 kg de dátiles como el día anterior, un lote de mermelada de dátiles y otro de mermelada de dátiles con canela. Decidieron elaborar un lote de mermelada de dátiles con canela utilizando 2 kg de dátiles de materia prima, por lo que les enseñamos cómo calcular las cantidades que tendrían que utilizar del resto de ingredientes. Para ellas era muy importante aprender a elaborar de una vez la mayor cantidad de mermelada posible. Las últimas tareas a realizar fueron el etiquetado y la decoración de los botes, ya que había que hacerlos atractivos para los compradores. Para ello utilizamos las etiquetas diseñadas por los profesores responsables del proyecto de la ETSIE (figura 9) que, además de cumplir con la legislación marroquí en cuanto a etiquetado de alimentos, tienen un diseño muy cuidado, que recoge la esencia de la región en cuanto a gama cromática y temática con el palmeral y la silueta del Ksar.



**Figura 9.** Etiquetas diseñadas para los botes de mermelada de dátiles y mermelada de dátiles con canela.

La figura 10 muestra la presentación final de los tarros de mermelada preparados para su comercialización. Otra tarea a realizar fue fijar el precio del tarro de mermelada, teniendo en cuenta los costes de las materias primas para elaborarla y el coste de las etiquetas y del resto de materiales para el envasado. El precio se fijó en 220 dirhams (aproximadamente 2,20 €), con el que obtenían un beneficio del 65%.





Figura 10. Tarro de mermelada de dátiles.

#### 4.5. CARACTERIZACIÓN DE LA MERMELEDA ELABORADA EN EL KHORBAT

Una vez en Valencia se llevó a cabo la caracterización de las mermeladas que se habían elaborado en el Khorbat, de la misma forma que se hizo para aquellas que se elaboraron en el laboratorio. En la tabla 9 se recogen los valores medios y desviaciones típicas de las propiedades fisicoquímicas, consistencia y propiedades ópticas evaluadas. El análisis estadístico se llevó a cabo con el fin de comparar las mermeladas elaboradas, con la misma variedad de dátiles, en el laboratorio y a nivel artesanal en Marruecos

**Tabla 9.** Valores medios y desviaciones estándar (entre paréntesis) de las determinaciones de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), contenido en agua ( $X_w$ , g de agua/g dátil), pH, actividad del agua ( $a_w$ ), consistencia (expresada en función del avance, mm/g), luminosidad ( $L^*$ ), coordenadas colorimétricas  $a^*$  y  $b^*$ , saturación de color ( $C^*ab$ ), tono ( $h^*ab$ ) y diferencia de color ( $\Delta E$ ) para cada mermelada elaborada de forma artesanal con dátiles de la variedad Boufeggous en el laboratorio (BOU) y en el Khorbat (TALLER), sin y con canela (C/C).

Mermelada	BOU	TALLER	BOU C/C	TALLER C/C
$^{\circ}$ Brix	51,67 (1,02) <sup>b</sup>	53,38 (0,16) <sup>a</sup>	53,8 (0,7) <sup>a</sup>	50,22 (0,10) <sup>b</sup>
$X_w$	0,415 (0,003) <sup>a</sup>	0,415 (0,003) <sup>a</sup>	0,449 (0,003) <sup>a</sup>	0,448 (0,004) <sup>a</sup>
pH	4,073 (0,006) <sup>b</sup>	4,120 (0,009) <sup>a</sup>	3,920 (0,010) <sup>b</sup>	4,176 (0,010) <sup>a</sup>
$a_w$	0,896 (0,001) <sup>a</sup>	0,895 (0,003) <sup>a</sup>	0,908 (0,007) <sup>a</sup>	0,904 (0,004) <sup>a</sup>
Consistencia	0,050 (0,017) <sup>a</sup>	0,0020 (0,0009) <sup>b</sup>	0,08 (0,03) <sup>a</sup>	0,0042 (0,0007) <sup>b</sup>
$L^*$	18,6 (0,6) <sup>a</sup>	17,9 (0,5) <sup>b</sup>	19,5 (0,9) <sup>a</sup>	19,4 (0,6) <sup>a</sup>
$a^*$	8,0 (0,4) <sup>a</sup>	8,2 (0,4) <sup>a</sup>	8,3 (0,7) <sup>b</sup>	9,7 (0,7) <sup>a</sup>
$b^*$	18,292 (1,007) <sup>a</sup>	14,3658 (1,1106) <sup>b</sup>	16,7 (2,0) <sup>a</sup>	14,6 (0,9) <sup>b</sup>
Tono	1,16 (0,03) <sup>a</sup>	1,05 (0,02) <sup>b</sup>	1,11 (0,03) <sup>a</sup>	0,98 (0,03) <sup>b</sup>
Croma	20,0 (0,8) <sup>a</sup>	16,54 (1,12) <sup>b</sup>	18,7 (2,0) <sup>a</sup>	17,61 (1,05) <sup>a</sup>
$\Delta E$		4,039 (2,007)		2,8 (0,9)

Superíndices iguales por filas y pareja de columnas, BOU-TALLER y BOU C/C-TALLER C/C, indican grupos homogéneos según el análisis estadístico ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a la comparación entre las mermeladas elaboradas con dátiles *Boufeggous* en el laboratorio y en el Khorbat hubo diferencias significativas en cuanto a °Brix, pH, consistencia, L\*, b\*, tono y croma. Por otro lado, la comparación entre las mermeladas elaboradas con dátiles *Boufeggous* y canela en el laboratorio y en el Khorbat evidenció diferencias significativas en cuanto a °Brix, pH, consistencia, a\*, b\* y tono. Para evaluar la influencia de las condiciones de elaboración en ambos lugares, se calculó la diferencia de color entre las mermeladas elaboradas con dátiles *Boufeggous* en el laboratorio y en el Khorbat (BOU y TALLER). Al obtener un resultado superior a 3, y por lo tanto una diferencia de color perceptible por el ojo humano (Bodart *et al.*, 2008), se puede decir que el método y recursos de elaboración influyen en las características finales de las mermeladas. También se calculó la diferencia de color ( $\Delta E$ ) entre las mermeladas elaboradas en el Khorbat sin y con canela (TALLER y TALLER C/C), para comprobar si la incorporación de la especia tenía un efecto significativo en el color de las mermeladas. Se obtuvo un resultado  $\Delta E=2,5$ , por lo que al ser un valor inferior a 3 y no ser perceptible para el ojo humano (Bodart *et al.*, 2008) se puede decir que la incorporación de canela no influía en el color final de la mermelada. Esto puede ser consecuencia de los valores inferiores de b\* correspondientes a las mermeladas elaboradas en el taller, y que se traduce en un color más oscuro que las mermeladas elaboradas en el laboratorio. Esto puede haber enmascarado el color de la canela. Todas estas diferencias en los resultados, a pesar de ser significativas, no son muy grandes y se pueden atribuir a las diferencias existentes en las materias primas.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, tanto a nivel de laboratorio como a escala local, permiten formular mermeladas de dátil con o sin canela que cumplen con la legislación marroquí. En estas mermeladas, la adición de azúcar y la incorporación del zumo y de la ralladura de limón se hace necesaria para la consecución de los °Brix, del pH y de la consistencia adecuados.

El proceso de aprendizaje por parte de las mujeres que formaron parte del taller de mermelada desarrollado en el Khorbat fue un éxito debido al interés de éstas, su capacidad de trabajo y su capacidad de organización. Las mermeladas elaboradas se ciñeron a la legislación y presentaron características similares a las obtenidas en las etapas previas, lo que les permite comercializarlas en la actualidad.

La participación en proyectos de cooperación relacionados con tu ámbito de estudio, además de permitir aprender nuevos conceptos y aplicar conocimientos ya adquiridos, permiten enfocar tus objetivos en un fin concreto para ayudar a personas, lo que también permite el crecimiento y desarrollo personal.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

ABU-SHAMS, L. (1999). Descripción de las especias más utilizadas en Al-Andalus y su uso actual en la cocina marroquí. *Aragón en la Edad Media*, 14-15(1), 27-34.

ALFAIZ, C. (2015). *Culture et Domestication des Plantes Aromatiques et Médicinales au Maroc*. Institut National de la Recherche Agronomique de Rabat. Marruecos. 9 pp.

BODART, M.; DE PEÑARANDA, R.; DENEYER, A.; FLAMANT, G. (2008). Photometry and colorimetry characterisation of materials in daylighting evaluation tools. *Building and Environment*, 43 (12), 2046–2058.

BOUJNAH, M.; HARRAK, H. (2012). *Valorisation technologique des dattes au Maroc*. Institut National de la Recherche Agronomique de Rabat. Marruecos. 160 pp.

BOURNE, M. C. (1982). *Food texture and viscosity*. Academic Press. 1ª Edición. New York.

BRUNETON, J.; VILLAR DEL FRESNO, Á. (2001). *Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales*. Editorial Acribia S.A. 2ª Edición. Zaragoza. 1099 pp.

CETTO, A.; HARRAK, H.; EL HACHAMI, N. (2005). *Le marketing des dattes au Maroc: défaillances, préférences et attentes*. Institut National de la Recherche Agronomique de Rabat. Marruecos. 96 pp.

CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; TALENS, P.; MORAGA, G. (2007). *Propiedades físicas de los alimentos*. Editorial UPV. Valencia. 203 pp.

CODEX STAN 296 (2009). Norma del CODEX para las confituras, jaleas y mermeladas. CODEX FAO/OMS, 10 pp.

CRISTÓBAL, R.; FANLO, M.; MELERO, R.; MORÉ, E.; MUNTANÉ, J. (2006). Plantas aromáticas y medicinales. *Dossier Tècnic, 13*. Direcció General de Producció, Innovació i Indústries agroalimentàries. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya. 20 pp.

FALDER, A. (2005). Especias, hierbas aromáticas y condimentos. *Enciclopedia de Los Alimentos*: 133–146.

GIL-PIQUERAS, M. T. (2012). Memoria científico-técnica y presupuesto del proyecto de investigación: "Arquitectura y hábitat: Investigación para la mejora global de espacios habitacionales en la región del Tafilalt". Institut Universitari de Restauració del Patrimoni-UPV, 21 pp.

HERNANDEZ, A. (2010). *Tratado de nutrición: Composición Y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Editorial Médica Panamericana. 2ª Edición. Madrid. 812 pp.

IGUAL, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, E.; CAMACHO, M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. (2013). Physicochemical and Sensorial Properties of Grapefruit Jams as Affected by Processing. *Food Bioprocess Technol.*, 6 (1): 177–185.

IGUAL, M.; CONTRERAS, C.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. (2010). Non-conventional techniques to obtain grapefruit jam. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(2), 335–341.

ILLESCAS, J. L.; BACHO, O.; FERRER, S. (2007). Análisis de los principales frutos tropicales comercializados. *Distribucion Y Consumo* 95, 54–55.

LINCOLN, T.; ZEIGER, E. (2006). *Fisiología vegetal, Volumen 1*. Publicacions de la Universitat Jaume I. Castelló de la Plana. 1338 pp.

MAGRAMA (2014). *Dátil, Date, Phoenix dactylifera L.* Plataforma de Conocimiento para el Medio Rural Y Pequero. Buenas Prácticas Sobre Alimentación. Características Nutricionales de Los Principales Alimentos de Nuestra Dieta. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Servicio de Información. 2 pp. Visto el 1 de julio de 2016.

[http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/datil\\_tcm7-315325.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/datil_tcm7-315325.pdf)

MAGRAMA (2015). *Informe del Consumo de Alimentación en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 139 pp. Visto el 1 de julio de 2016.

[http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informeconsumoalimentacion2014\\_tcm7-382148.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/informeconsumoalimentacion2014_tcm7-382148.pdf)

TRICIO, V.; VILORIA, R.; FAIZ, C.; SAN JOSÉ, M. L. (2014). Un proyecto España-Marruecos de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo. *CONAMA 2014, Congreso Nacional Del Medio Ambiente*, 1–27.

ZINE EL ABIDINE, A.; EL MAIZI, Y.; BOUDERRAH, M.; EZZAHIRI, M. (2011). Etat actuel et possibilité de domestication des plantes aromatiques et médicinales au niveau de quelques communes rurales limitrophes à Jbel Amssittene. *Actes du Premier Congrès International de l'Arganier*, Agadir 15 - 17 Décembre, 505-516.

ZRIRA, S. (2015). La filière des PAM au Maroc. Premier Atelier national de l'Examen national de l'export vert du Royaume du Maroc, 20 - 21 October 2015, Rabat, Morocco. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) Meetings. Presentations.