

Nuestra huerta. ¡Mucha química para comérsela!

Una aproximación a la química de alimentos para estudiantes de ESO y Bachillerato

Francisco Rojas Melgarejo

Resumen: Utilizamos una fruta de temporada (membrillo), y estudiamos la química de uno de sus hidratos de carbono (pectinas), para explicar los procedimientos, técnicas y tecnologías necesarias para obtener un producto natural, saludable y de fácil conservación de forma sencilla, segura, económica y reproducible (dulce de membrillo). Las propiedades ácidas del jugo de limón y las propiedades higroscópicas de sacarosa favorecerán las interacciones intercadena y la gelificación de pectina. La inversión de sacarosa será determinante para mejorar la palatabilidad del producto final. Las sustancias responsables del color y aroma característicos aparecerán durante la caramelización de la fructosa generada.

Palabras clave: Membrillo, pectinas, alto metoxilo, gelificación, inversión de sacarosa.

Abstract: We use a seasonal fruit (quince), and we study the chemistry of one of its carbohydrates (pectins), to explain the procedures, techniques and technologies necessary to obtain a natural product, healthy and easy to keep in a simple, safe, economical and reproducible way (quince jelly). The acidic properties of lemon juice and the hygroscopic properties of sucrose will favor the interchain interactions and the gelation of pectin. The inversion reaction of sucrose will be decisive to improve the palatability of the final product obtained. The substances responsible for the colour and fragrant characteristic will appear during the caramelization process of the fructose generated.

Keywords: Quince, pectins, high methoxyl, gelation, inversion of sucrose.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en las actividades propuestas por el departamento de Física y Química del IES Dos Mares de San Pedro del Pinatar (Murcia) para conmemorar el Año Europeo del Patrimonio Cultural en 2018: celebración de la diversidad y la riqueza de nuestro patrimonio europeo. En este proyecto pretendemos poner el acento sobre la importancia de nuestra huerta como patrimonio cultural y natural de nuestra tierra, su importancia en el desarrollo de nuestra sociedad, influencia sobre nuestra educación y definición de nuestra forma de ser, así como en la necesidad de conservarla pues guarda un fino equilibrio con el mantenimiento estable de todo nuestro ecosistema local y regional. Además queremos poner énfasis en la importancia de nuestros ascendientes más recientes (abuelos, abuelas y bisabuelos, bisabuelas) en la transmisión de todo este acervo cultural.

En este trabajo utilizaremos una fruta de temporada de nuestra huerta, el membrillo, y estudiaremos uno de sus hidratos de carbono constituyentes, las pectinas, para explicar la química que hay en ellos así como la química necesaria para el procesado de esta fruta con el fin de obtener un producto completamente natural, saludable y de fácil conservación. Las pectinas son una familia de complejos polisacáridos que sirven como cemento en las paredes celulares de todos los tejidos de las plantas. Consisten en ésteres metilados del ácido poligalacturónico, y están formadas por cadenas de 300 a 1.000 unidades de ácido D-galacturónico (Figura 1) conectadas por enlaces $\alpha(1\rightarrow4)$.^[1,2,3,4] El grado de esterificación (GE)^[1,3] afecta a las propiedades gelificantes de la pectina. Una pectina con un 60 % de esterificación se define como pectina GE60. La pectina es un ingrediente importante para conservas de frutas, jaleas, mermeladas y en nuestro caso en la elaboración del dulce de membrillo. Destacan sus efectos beneficiosos en la salud de humanos,^[4,5,6] de ahí la importancia del consumo de frutas que como el membrillo presentan un alto contenido de este componente



F. Rojas Melgarejo

Universidad de Murcia
Grupo de Química de Carbohidratos, Polímeros y Aditivos
Industriales E047-01
Calle Campus Universitario, 11
30100 Murcia
C-e: projasme@um.es
IES Dos Mares. San Pedro del Pinatar (Murcia)
C-e: francisco.rojas@murciaeduca.es

Recibido: 16/07/2019. Aceptado: 02/12/2019.

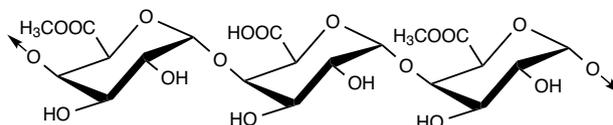


Figura 1. Cadena de pectina

(1,4-1,8 %).^[6] Sin embargo, su escaso uso entre la población la hacen una perfecta desconocida entre las frutas de temporada.^[5,6]

FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA Y PEDAGÓGICA

Este trabajo ha sido realizado por estudiantes de 4º-ESO que cursaron la asignatura de Física y Química durante el curso escolar 2017-2018. Se trata de estudiantes que por primera vez, de forma voluntaria, deciden cursar una asignatura de carácter científico, por lo que resulta de interés mostrarles las diferentes etapas del método científico. El laboratorio de química permite trabajar de forma integrada las diferentes competencias básicas del currículo recogidas en la normativa educativa en curso, y en la actualidad desglosadas en los diferentes estándares de aprendizaje que concretan los criterios de evaluación que deben regir el proceso educativo de estos alumnos. Este trabajo de laboratorio permitirá a los estudiantes comprobar cómo conceptos que impartimos en clase, están presentes en nuestro entorno y en los procesos de transformación de la materia prima que de él obtenemos. Mostramos cómo la ciencia trata de comprender el funcionamiento de nuestro entorno y lo expresa en forma de postulados, teorías y leyes, que son transmitidas de generación en generación para que sirvan de punto de partida para que las sucesivas investigaciones científicas abiertas en los diversos campos de la ciencia, permitan ampliar nuestro conocimiento y comprensión de los fenómenos que ocurren en la naturaleza.

Por otro lado nuestro propósito es acercar a nuestro alumnado toda la tradición atesorada en nuestra tierra desde hace más de cincuenta años en la elaboración de un producto artesanal (dulce de membrillo) a partir de una fruta desconocida entre la mayor parte de nuestra población. Profundizaremos en la base química que explica los pasos seguidos, las propiedades y funciones de cada componente añadido y de los productos de reacción obtenidos en cada etapa de la reacción química realizada durante la elaboración de este producto, así como los beneficios que para la salud en humanos conlleva su consumo, todo ello de una manera sencilla, segura, económica y reproducible.

MATERIALES

Membrillo natural (*Cydonia oblonga*) recogidos directamente de una huerta de la localidad de Cieza en la comarca natural de la Vega Alta del Segura. Exprimidor BRAUN citromatic MPZ-2, batidora de vaso UFESA BS4798, medidor de pH Checker®Plus HI98100, con electrodo de pH HI1271, placa de inducción portátil BRANDT TI1FSOFT (2000 wats), waterproof digital multi thermometer TP3001, cronómetro de laboratorio KKF002 y azúcar blanco de Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG.

METODOLOGÍA

El membrillo es una fruta de temporada (septiembre-diciembre)^[6] con alto contenido en pectina.^[5,7] junto con manzanas verdes o ácidas, moras o zarzamoras verdes, limones, lima, manzanas silvestres, arándanos, grosellas, ciruelas (no variedad italiana) o uva de la variedad *Eastern Concord* de Estados Unidos. Su alto contenido en pectina permite la no adición de una cantidad extra de pectina para lograr el grado de gelificación deseado.^[1,3] Además, el membrillo presenta una pectina con alto contenido de metoxilo (GE \geq 50 %) ^[2,3,4] que desaconseja la utilización de iones calcio (Ca^{2+}) ^[1,2,3] para conseguir su gelificación. En nuestro caso será necesaria la utilización de una cantidad de aproximadamente el 80 % en masa de sacarosa ^[2,3,4,6,8] con respecto a la masa de fruta utilizada, para conseguir este efecto. Mientras que en frutas con pectina de bajo contenido de metoxilo, los iones Ca^{2+} constituyen puentes de calcio ^[2,9] entre dos grupos funcionales de ácido carboxílico pertenecientes a restos de ácido D-galacturónico ^[2] próximos para conseguir la gelificación del producto (Figura 2), en el caso de frutas con pectina de alto contenido de metoxilo, se requiere utilizar un medio ácido ^[1,4] para garantizar que la mayor parte de los grupos carboxilo no metoxilados se encuentren en forma no ionizada ^[1,3,4] para facilitar la formación de puentes de hidrógeno entre grupos funcionales carboxílicos pertenecientes a cadenas diferentes de pectina. ^[4] Esto se conseguirá mediante la adición al medio de ensayo de un volumen de 100 mL de jugo de limón que aportará dichas propiedades ácidas mediante el ácido cítrico ^[3,6] que contiene. Además se requiere utilizar las propiedades higroscópicas ^[3,8,10,11] (retención de agua) de la sacarosa, para disminuir la actividad de agua en el medio de reacción y evitar la formación de puentes de hidrógeno con moléculas de agua, con lo que se disminuye el agua de solvatación en las cadenas de pectina ^[4] favoreciendo las interacciones intercadena. El proceso de caramelización ^[8,11] que tendrá lugar durante la elaboración de nuestro producto, liberará al medio de reacción protones ^[12] que contribuirán a mantener un pH ácido y a los grupos carboxilo en forma no ionizada. Se utilizó azúcar blanco

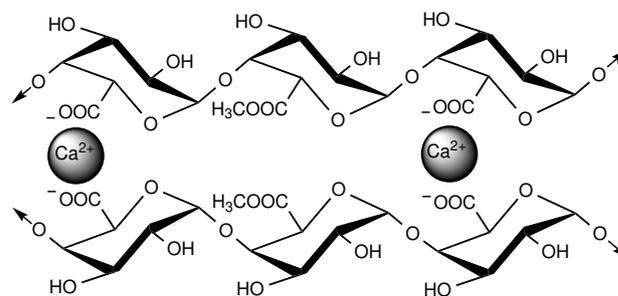


Figura 2. Puentes de calcio entre cadenas de pectina de bajo metoxilo

para no aportar una coloración extra a nuestro producto final, el cual vendrá determinado por las tonalidades marrón aparecidas durante el proceso de caramelización. Todo esto, en conjunto, facilita la interacción intercadena^[3] mediante la formación de puentes de hidrógeno y de intensas interacciones hidrofóbicas^[1,4,9] favorecidas, estas últimas, por el hecho de tratarse de largas cadenas lineales hidrocarbonadas en las que las fuerzas de dispersión de London tienen su máximo protagonismo. De esta manera se conseguirá el mismo efecto de gelificar la pectina de la fruta que el obtenido con el uso de iones Ca^{2+} en pectinas de bajo metoxilo.^[1,9,13]

Preparación de la materia prima

Como fruta de temporada que es, los membrillos utilizados para este trabajo se recogieron el día 25 de noviembre de 2017 y fueron guardados en el frigorífico a una temperatura de 5 °C para su correcta conservación hasta que fueron utilizados (Figura 3, izquierda). Se eligieron aquellos membrillos que mejor presentación externa presentaban y que en épocas pasadas servían para el “careo” de los envases que eran llevados a las lonjas de los pueblos. Se utilizaron tres piezas de membrillo con una masa que osciló entre 420-505 gramos y un calibre entre 100-110 milímetros. Los membrillos se lavaron a fondo con agua del grifo para eliminar la capa vellosa^[6] superficial protectora que caracteriza a esta fruta. Una vez limpios y secos se procedió a eliminar cualquier punto negro presente en la piel para evitar que aparezcan irregularidades a la vista y al paladar en el producto final procesado. Con la ayuda de un cuchillo cada membrillo se cortó en cuatro trozos aproximadamente iguales, para facilitar su posterior proceso de cocción. La dureza de este fruto desaconseja cualquier manipulación adicional para eliminar el corazón de pepitas de su interior, pues el riesgo de corte con el cuchillo o cúter es extremadamente alto. Además los membrillos serán procesados provistos de su piel para aprovechar al máximo el contenido de pectina de este fruto.^[3,4]

Proceso de cocción de la fruta

Los trozos de membrillo cortados se cubrieron con agua del grifo y se sometieron a un proceso de cocción durante 40 minutos mediante una placa de inducción a niveles de potencia con una secuencia de 1.000-800-500 vatios, para alcanzar una temperatura de cocción entre 95-100 °C, pero evitando que un intenso burbujeo del medio de cocción produjera derrames sobre la placa de calentamiento. La dureza de la fruta se fue comprobando con la ayuda de un cuchillo a intervalos de tiempo hasta que se alcanzó el punto de reblandecimiento deseado. Tras este tiempo, los trozos de fruta se separaron del agua de cocción y se dejaron enfriar a temperatura ambiente (20 °C) durante diez minutos. El agua de cocción filtrada se recogió y guardó

en el frigorífico (2,5 °C) hasta nuevo uso. Una vez que los trozos de membrillo pudieron ser manipulados, se eliminó el corazón de pepitas y se comprobó la ausencia de cualquier resto leñoso. Los trozos de fruta a procesar provistos de su piel, se pesaron en una balanza con un resultado de 723 gramos.

Obtención de ácido cítrico

Varios limones de nuestra huerta (2-3 limones) fueron cortados y utilizados sin almacenado previo para ser exprimidos con la ayuda de un exprimidor BRAUN citromatic MPZ-2 para obtener 100 mL de jugo de limón. El jugo fue convenientemente colado para eliminar restos de pulpa, granillos y otra materia sólida que pudiera contener y que no pueden estar presentes en nuestro producto final. El pH fue medido con un medidor de pH Checker®Plus HI98100, previamente calibrado mediante calibración automática en dos puntos con disoluciones tampón de pH 4,01 y 7,01, obteniendo para nuestra disolución un valor de pH 2,47. El pH de esta disolución permitirá que la mayor parte de los grupos carboxilo no metoxilados de los restos de ácido D-galacturónico no se encuentren ionizados, favoreciendo el proceso de gelificación de la pectina. Además la acidez del ácido cítrico favorecerá la inversión de la sacarosa,^[10,11] que se hidrolizará para dar lugar a cantidades equimoleculares de glucosa y fructosa. La glucosa y fructosa obtenidas favorecerán la no cristalización de la sacarosa^[11] en la masa de nuestro producto final y mejorará convenientemente su palatabilidad.

Homogeneización de la fruta

Los 723 gramos de membrillo se homogeneizaron en una batidora de vaso UFESA BS4798 hasta alcanzar el grado de homogeneización deseado. Para ello se añadió la fruta en trozos pequeños, poco a poco, con intervalos de intensa agitación entre adición y adición. Finalmente se añadió los 100 mL de jugo de limón para lograr la completa homogeneización de la masa de fruta que quedó finamente troceada y con un agradable color crema. La jarra de la batidora con la masa de fruta homogeneizada se almacenó en el frigorífico, durante toda la noche, a una temperatura de 2,5 °C. La baja temperatura y el ácido cítrico presente actuarán de conservantes^[14] durante todo este tiempo de almacenado.

Gelificación de la pectina

Tras 24 horas de almacenado en el frigorífico, la masa de fruta se trasladó a un recipiente donde tendría lugar la gelificación de la pectina de membrillo. No se observó aumento de la coloración de la masa de fruta después del tiempo de almacenado. La masa de fruta homogeneizada

se puso a calentar lentamente a una potencia de 500 vatios para alcanzar una temperatura próxima a los 100 °C.^[3] Durante el calentamiento se añadió 580 gramos de sacarosa, correspondiente a aproximadamente un 80 %^[6] de la masa de fruta empleada y se mezcló vigorosamente hasta conseguir una mezcla homogénea. A esta temperatura de trabajo se garantiza que la caramelización de sacarosa no se inicia ($T > 120$ °C)^[12] antes de conseguir que la mezcla haya sido completa. La presencia del ácido cítrico ($\text{pH} = 2,47$) a temperaturas próximas a los 100 °C provocará la inversión de sacarosa^[10] que se hidrolizará dando lugar a glucosa y fructosa, lo que permitirá obtener un doble efecto beneficioso sobre nuestro producto final. Por un lado no se producirá la cristalización de sacarosa^[11] y además se podrá iniciar la caramelización^[8,11] de fructosa que requiere menor temperatura de caramelización^[11,15] que sacarosa o glucosa, sobre todo en las condiciones de pH y de temperatura de trabajo,^[11] y que dará lugar a las sustancias responsables del color y aroma característicos de este proceso,^[11,12] similares, en algunos casos, a los obtenidos en la reacción de Maillard,^[11] pero evitando, gracias a las bajas temperaturas empleadas, que esta tuviera lugar hasta etapas muy avanzadas que podrían dar lugar a productos de reacción no saludables^[11,12] y que aportarían a nuestro producto final elaborado unas propiedades organolépticas no adecuadas.^[11] Además no perderemos el poder edulcorante de la sacarosa, puesto que fructosa presenta mayor poder edulcorante que sacarosa,^[11] y tampoco perderemos sus propiedades higroscópicas, puesto que fructosa también presenta esta propiedad de retención de agua.^[11] El poder antioxidante de los productos resultantes de la caramelización de fructosa ayudará a la conservación de nuestro producto final elaborado.^[11] Las bajas temperaturas de reacción empleadas impedirán la descomposición del ácido cítrico ($T_d = 175$ °C),^[16] lo que garantiza la conservación de las mismas condiciones de reacción durante todo el tiempo de procesado de nuestro producto. El producto final así obtenido, se dejó enfriar durante 5 minutos, lo suficiente para evitar quemaduras pero no demasiado para facilitar su manejabilidad. Se trasvasó a un recipiente de polipropileno y se guardó en el frigorífico a una temperatura de 2,5 °C hasta que estuvo listo para ser servido.

Presentación de nuestro producto final elaborado

Después de seis días de almacenado en el frigorífico a 2,5 °C, se sacó del molde de polipropileno y se cortó en trozos de tamaño adecuado para ser comidos de un solo bocado (Figura 3, derecha). La primera degustación fue realizada por el grupo de trabajo y una vez comprobado que estaba en su punto adecuado de textura y sabor se procedió a emplatarse. Para hacer más agradable la presentación de nuestro producto, el grupo fue a un supermercado para buscar algún otro alimento que pudiera acom-



Figura 3. (Izquierda) Membrillo natural (*Cydonia oblonga*). (Derecha) Producto final elaborado: dulce de membrillo

pañarlo. Se decidió por la compra de diferentes tipos de quesos así como de nueces que convenientemente fueron cortados y colocados sobre nuestra base de taquitos de dulce de membrillo. Una vez preparado, presentamos nuestro producto final a los miembros de nuestro centro, desde el equipo directivo, miembros del claustro, personal de administración, conserjes y cafetería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nuestro dulce de membrillo no resulta pesado al paladar. Es probable que la eliminación de sacarosa debido a su hidrólisis en medio ácido sea responsable de este efecto. Presenta un agradable sabor dulce que es suave en boca estando libre de partículas gruesas o con diferente color (puntos negros). Se aprecia un ligero sabor ácido que es coherente con el sabor inicial de la fruta y puede indicar que el ácido cítrico del jugo de limón no descompone durante el tiempo de reacción gracias a las bajas temperaturas mantenidas, garantizando unas condiciones de reacción similares a lo largo de todo el procesado de la fruta. Su textura resulta perfecta debido al correcto procesado de la fruta y homogeneización de su pulpa y, además, probablemente debido a la disminución de la cantidad de sacarosa tras su hidrólisis que impide su posterior cristalización en el producto final elaborado.

Nuestro producto final, además de ser valorado por toda nuestra comunidad educativa como se indica al final del apartado anterior, ha merecido la valoración positiva por parte de personas cualificadas en el sector agroalimentario como D. Fulgencio Marín Iniesta, Catedrático del área de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología de la Universidad de Murcia e investigador principal del grupo Biotecnología de Alimentos-BTA (E098-06), así como de D. Juan Luis Cánovas Pérez, investigador en el Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y la Alimentación de Molina de Segura (2006-2016).

CONCLUSIONES

El trabajo aquí propuesto y los contenidos que engloba pueden ser trabajados y desarrollados en los niveles correspondientes a segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria así como en Bachillerato dependiendo del grado de concreción y profundización que de estos contenidos el profesor quiera conseguir. Nos introducimos en la química de alimentos para conocer sus mecanismos, entender los procesos de fabricación actuales para, mejorarlos, resolver problemas planteados y, en su caso, proponer mejores procesos de fabricación y obtención de nuevos productos finales.

En nuestro fruto, el membrillo, destacamos la importancia de un medio ácido y sacarosa para favorecer las interacciones entre sus cadenas de pectina. El inicio y desarrollo de la reacción favorecerá el mantenimiento de estas condiciones. Las bajas temperaturas de cocción empleadas, evitan reacciones secundarias que darían lugar a productos de reacción no saludables y aportarían a nuestro producto propiedades organolépticas no adecuadas a la vez que provocaría la descomposición del ácido cítrico, perdiendo las propiedades que aporta al medio de reacción y a la conservación de nuestro producto final. La caramelización, responsable del aspecto y propiedades de nuestro producto debe ser atribuida a la fructosa obtenida por hidrólisis ácida de sacarosa, capaz de desempeñar el mismo papel que sacarosa en facilitar las interacciones entre las cadenas de pectina y proporcionar las propiedades a nuestro producto final, a la vez que reducimos la cantidad de edulcorante empleado. Concluimos, por tanto, en la importancia de controlar la acidez del zumo de limón empleado, usar bajas temperaturas de cocción y la posibilidad de sustituir sacarosa por fructosa, al menos en una cantidad, en masa, equivalente a la presente en la sacarosa empleada en este trabajo, que haría a este producto apto para ser consumido por aquellas personas que deben reducir la ingesta de sacarosa.

Nuestro proyecto inicial se convirtió en todo un proyecto multidisciplinar en el que participaron todos los departamentos de nuestro centro así como otros sectores de nuestra comunidad educativa, como parte activa de su desarrollo y obtención de las conclusiones finales. Críticas realizadas a nuestro producto final coinciden en destacar la frescura y suavidad de su sabor. La conclusión final de todos fue que el resultado del proyecto estaba muy bien ejecutado y en general que “esta química sí que nos gusta”.

Este trabajo pone de manifiesto la arraigada tradición popular de nuestra huerta como factor determinante de nuestros hábitos alimenticios que han dado lugar a la denominada dieta mediterránea y que han repercutido positivamente sobre una población especialmente longeva y con alta calidad de vida. La selección natural de las especies que ha explicado la evolución de los individuos y las especies a las que pertenece desde tiempos remotos, debe necesariamente ir acompañada de la selección

natural del conocimiento aprendido. Sólo aquellos individuos que logran alcanzar un conocimiento adecuado de la naturaleza, de sus recursos y procesos, alcanzan la supervivencia individual, así como la de su especie si son capaces de transmitirla correctamente. Además, sólo el conocimiento de nuestra huerta y de sus tradiciones nos obligará moral y sentimentalmente a su cuidado y preservación para las generaciones futuras como mecanismo de preservar el medioambiente y los ecosistemas que en él se interrelacionan. Es importante dar a conocer las cualidades beneficiosas del fruto que aquí presentamos como estrategia necesaria para la recuperación de sabores y saberes tradicionales de nuestra tierra. No debemos olvidar que el sector primario es la base del ciclo natural de los seres vivos, de ahí su relevancia más allá de los aspectos económicos que el desarrollo reciente de las poblaciones humanas conlleva aparejados.

AGRADECIMIENTOS

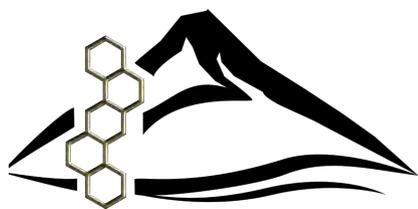
A mis alumnos y alumnas T. Alejandre Ezzoubeiri, L. A. Cristea, P. García Martínez, J. García Pérez, A. C. Ion, J. J. Lozano Pérez, M.^a J. Mañogil Fernández, A. I. Munteanu, E. G. Naranjo Zapata, M. Rodríguez Sáez, L. Sánchez Celadrán, L. Sánchez Espín y A. M.^a Zmau, que han dedicado su tiempo de descanso diario y otros períodos no recogidos en su horario semanal al desarrollo de este proyecto. A mis compañeros de trabajo que han contribuido a su formación y al equipo directivo del IES Dos Mares por facilitar nuestra tarea en todas aquellas cuestiones solicitadas. A D. Fulgencio Marín Iniesta y D. Juan Luis Cánovas Pérez por su generosa contribución a la evaluación de nuestro producto. Al Excmo. Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar (Murcia) por su continuo apoyo a nuestra labor docente.

“A Antonio Rojas Ortega y Gloria Melgarejo Guirao, a Ángel Olmos Mateo y M.^a Ángeles López Zapata, unos abuelos que siguen cultivando las tradiciones de nuestra huerta y han sabido transmitirlas a sus hijos e hijas y ahora a sus nietos y nietas”.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. A. Baker, N. Berry, Y. H. Hui and D. M. Barrett. *Fruit Preserves and Jams. Processing Fruits: Science and Thechnology*, Segunda Edición de CRC Press LLC., 2005, Capítulo 6.
- [2] Y. Kakino, Y. Hishikawa, R. Onodera, K. Tahara and H. Takeuchi. Gelation Factors of Pectin for Development of a Powder Form of Gel, Dry Jelly, as a Novel Dosage Form. *Chem. Pharm. Bull.* **2017**, 65(11), 1035-1044.
- [3] J. A. Martínez-Pons. La preparación de mermelada como recurso didáctico. *An. Quím.* **2009**, 105(3), 221-226.
- [4] B.R. Sharma, L. Naresh, N.C. Dhuldhoya, S.U. Merchant and U.C. Merchant. An Overview on Pectins. *Times Food Processing Journal* **2006**, June-July, 44-51.

- [5] T. Dzhan. The study of fatty and organic acids composition in quince leaves and fruits (*Cydonia Oblonga Mill.*). *Eureka: Life Sciences* **2016**, 5, 39-44.
- [6] R. Sharma, V. K. Joshi and J. C. Rana. Nutritional composition and processed products of Quince (*Cydonia oblonga Mill.*). *Indian Journal of Natural Products and Resources* **2011**, 2(3), 354-357.
- [7] S. A. Mir, S. M. Wani, T. A. Wani, M. Ahmad, A. Gani, F. A. Masoodi and A. Nazir. Comparative evaluation of the proximate composition and antioxidant properties of processed products of quince (*Cydonia oblonga Miller*). *International Food Research Journal* **2016**, 23(2), 816-821.
- [8] K. R. Goldfein and J. L. Slavin. Why Sugar Is Added to Food: Food Science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **2015**, 14, 644-656.
- [9] B. R. Thakur, R. K. Singh and A. K. Handa. Chemistry and uses of pectin-A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **1997**, 37(1), 47-73.
- [10] Sacarosa. Ficha de información técnica. Acofarma distribución, S. A.
- [11] T. Barclay, M. Ginic-Markovic, P. D. Cooper and N. Petrovsky. The chemistry and sources of fructose and their effect on its utility and health implications. *J. Excipients and Food Chem.* **2012**, 3(2), 67-82.
- [12] L. W. Kroh. Caramelisation in food and beverages. *Food Chemistry* **1994**, 51, 373-379.
- [13] D. Gawkowska, J. Cybulska and A. Zdunek. Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review. *Polymers* **2018**, 10, 762.
- [14] Citrinox (Ácido cítrico). Ficha técnica. Laboratorios López Valero, S. L.
- [15] M. Hurtt, I. Pitkänen and J. Knuutinen. Melting behaviour of D-sucrose, D-glucose and D-fructose. *Carbohydrate Research* **2004**, 339, 2267-2273.
- [16] Ácido cítrico. Hoja de seguridad. Fujian Shan, S. A., 2009.



**XXVIII Reunión Bienal
de Química Orgánica**
Santa Cruz de Tenerife
10 - 12 junio de 2020

