

Aplicación para usuarios intolerantes a la fructosa

M. Gimeno Tébar¹, N. Ortigosa^{2,3}

¹ Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Universitat de València, cargite@alumni.uv.es

² I.U. Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València, nuorar@upvnet.upv.es

³ Departament d'Informàtica, Universitat de València

Resumen

La intolerancia a la fructosa, a diferencia de la intolerancia a lactosa o al gluten, no dispone del etiquetado adecuado y específico en los productos comerciales. Por ello, el presente trabajo pretende solventar este problema mediante el desarrollo de una aplicación capaz de, analizando una fotografía de los ingredientes de un producto, indicar si el mismo es adecuado o no para los diferentes niveles de intolerancia a fructosa. Por otra parte, también incluirá un listado de alimentos ordenados por cantidad de fructosa por cada 100 gramos de alimento en el que el usuario pueda buscar directamente un producto (natural o procesado) y comprobar si su composición hace que sea adecuado para la intolerancia a la fructosa o no, indicándose mediante un código de colores tipo semáforo. La aplicación final es capaz de proporcionar una ayuda a usuarios que padezcan este tipo de intolerancia alimentaria, facilitándoles el reconocimiento de aquellos productos que contengan fructosa en alguno de sus ingredientes o edulcorantes, y funcionando con todo tipo de productos, incluso aquellos nuevos que se lancen al mercado.

1. Introducción

En los últimos diez años se ha duplicado el número de personas que padecen algún tipo de intolerancia o alergia alimentaria. Actualmente, más del 20% de la población padece alguna intolerancia alimentaria, y las intolerancias a la lactosa, al gluten o a la fructosa se hayan entre las más frecuentes [1].

Además, siguiendo este ritmo de crecimiento, se prevé que para el año 2025 casi el 50 por ciento de la población tenga algún tipo de intolerancia alimentaria [2].

La fructosa es un azúcar simple que se encuentra de forma natural en la miel, en muchas frutas (entre el 20% y el 40% de ellas) y otros alimentos, y que se ingiere principalmente en forma de sacarosa [3]. La sacarosa, también conocida como azúcar común, es una molécula compuesta por glucosa y fructosa y que, al ser ingerida, se separa en el intestino en sus dos moléculas. Otra posible fuente de fructosa común es el sorbitol, un edulcorante que al ser metabolizado por nuestro organismo genera este azúcar. La fructosa debe ser absorbida por las células de nuestro intestino y metabolizada por nuestro organismo para poder ser utilizada. En el momento en que existe algún problema en su absorción o metabolización es cuando surge la intolerancia a la fructosa.

La intolerancia hereditaria a la fructosa (IHF) es una enfermedad donde la enzima aldolasa B, que degrada la

fructosa en hígado, intestino y riñones, no funciona de forma adecuada. Es una enfermedad hereditaria que se transmite de padres a hijos. Además, está considerada como una patología rara, ya que tiene una baja incidencia en la población (se estima que afecta a 1 de cada 20.000 personas) [4].

El único tratamiento que existe actualmente para los afectados de IHF es una dieta estricta sin fructosa en la que no se consuma más de 1-2 gramos al día ya sea en forma de fructosa, sorbitol o sacarosa.

Por otra parte, la malabsorción de la fructosa es una situación mucho más común que afecta a alrededor del 30% de la población en diferentes grados [5]. El tratamiento consiste en disminuir la ingesta de fructosa o sorbitol, así como los alimentos que contengan mezclas de estos [6], y restringir los alimentos que contengan más fructosa que glucosa. En este caso la sacarosa no suele ser un problema, pues al romperse en el intestino libera la misma cantidad de glucosa que de fructosa.

Existen diferentes aplicaciones móviles para analizar la composición de los productos del mercado a partir del código de barras de los mismos y que, como resultado, devuelven si el producto es apto o no según las diferentes intolerancias alimentarias. Por ejemplo, entre las más populares en España se encuentran *Facemovil* [7], utilizada por personas celiacas o que deban realizar una dieta sin gluten. Esta aplicación incluye un escáner del código de barras de un producto para consultar si está dentro de sus listas de alimentos permitidos. Además, contiene información sobre restaurantes, hoteles o puntos de venta que ofrecen opciones sin gluten.

Por otra parte, las aplicaciones *¿Qué puedo comer?* [8], y *¡Bueno para mí!* [9] contienen información alérgica y nutricional sobre gran diversidad de productos. En ambas, al escanear el código de barras de un producto mediante la cámara del teléfono móvil, se obtiene una ficha de este donde se detalla si su consumo es apto o no en función del perfil del usuario. En la segunda, además se aportan alternativas de otros artículos que sí se ajustan a la intolerancia alimentaria indicada por el usuario.

Actualmente, cuando a un paciente se le detecta la intolerancia a la fructosa, se le entrega un folleto informativo general y no específico sobre los productos que debe evitar. No obstante, existe un amplio listado de edulcorantes y aditivos empleados en la industria

alimentaria que no son bien tolerados por los pacientes con intolerancia a la fructosa.

Además, con frecuencia surgen dudas, ya sea porque en el etiquetado de los alimentos no conste con claridad cuáles son los edulcorantes utilizados, o porque alguno de los edulcorantes utilizados habitualmente puede contener fructosa o algún producto que se metabolice por la misma vía.

Dada la cantidad de población que demanda algún tipo de solución o ayuda con este problema y la poca oferta de soluciones tecnológicas que proporcionen información fiable que hay en el mercado en el caso de la intolerancia a la fructosa, existe una gran demanda por cubrir. Las aplicaciones generalistas que proveen información sobre el contenido de fructosa a partir del código de barras tienen múltiples carencias. Entre otras, por ejemplo, la no disponibilidad del código de barras de un producto en su base de datos, no pudiendo aportar información o indicaciones al usuario.

Por este motivo se ha decidido implementar una aplicación específica para las personas afectadas por la IHF, aunque también se ha tenido en cuenta a aquellos que padecen malabsorción a la fructosa, ya que el estudio de estas es muy similar, ambas intolerancias se basan en el control del mismo tipo de alimentos y edulcorantes, y la gente afectada por esta última es mucho mayor.

2. Materiales y métodos

La aplicación desarrollada plantea que, con solo tomar una fotografía al apartado de ingredientes de cualquier producto, se extraiga el texto de la imagen y se consulte en una base de datos previamente definida si alguno de los ingredientes contiene fructosa para mostrárselo al usuario.

Dependiendo del perfil del usuario (IHF o malabsorción, que será indicado en el primer paso de la aplicación), se utilizarán uno de los dos archivos JSON de las bases de datos creadas para tal fin. La información que contienen estos archivos ha sido obtenida y contrastada, especialmente con la base de datos de composición de alimentos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) [10], donde se detallan la cantidad de fructosa de cada alimento o ingrediente por cada 100gramos de este.

Para facilitar un amplio uso de la aplicación, esta debe poder utilizarse en cualquier dispositivo móvil, independientemente de su sistema operativo (Android y iOS). La interfaz debe ser sencilla e intuitiva, haciendo que los pasos para comprobar si un producto contiene fructosa sean lo menos tediosos posible. Además, la aplicación está pensada para que pueda funcionar en modo offline, aunque se recomienda tener una conexión a la red periódica para actualizar la base de datos en caso de que exista alguna modificación en la misma.

Por todo lo anterior, se ha utilizado *Visual Studio Code* con *Ionic Framework* para realizar la aplicación. Además de las librerías incluidas en la plataforma de *Ionic*, también se utilizarán las librerías *Tesseract* (para el reconocimiento óptico de caracteres de la imagen a analizar capturada por

el usuario) y *RxJS* (para trabajar con el archivo JSON de la base de datos de forma óptima).

3. Resultados

La funcionalidad de la aplicación implementada es la siguiente:

1. Al entrar por primera vez en la aplicación, se muestra un breve tutorial.
2. Al finalizar el tutorial, el usuario debe especificar si padece IHF o malabsorción a la fructosa.
3. El usuario puede introducir los ingredientes de un producto mediante la adquisición o carga de una fotografía al apartado ingredientes de este.
4. El usuario también puede introducir los ingredientes (o buscar alguno en particular) mediante texto introducido manualmente.
5. En el caso de tomar una fotografía, se permite recortar o rotar la imagen para ayudar a su posterior lectura.
6. El sistema analiza la imagen para extraer el texto en ella y vuelca el resultado a un cuadro de texto.
7. El sistema comprueba automáticamente si alguno de los ingredientes existe en la lista de las bases de datos de ingredientes con contenido de fructosa, así como palabras muy similares en caso de posibles errores en el reconocimiento óptico.
8. La aplicación muestra, en caso de encontrar resultados, los ingredientes que contengan fructosa. En caso de no contenerlos, se indica que el producto es adecuado para el usuario.
9. El usuario, si lo desea, también puede consultar una lista de alimentos básicos y filtrarlos por diferentes grupos predefinidos, indicándose en cada caso su contenido en fructosa.

A continuación, se muestran algunas capturas de pantalla de la aplicación desarrollada (Figuras 1 a 4).



Figura 1. Pantalla de bienvenida de la aplicación y ejemplo de pantalla del tutorial.

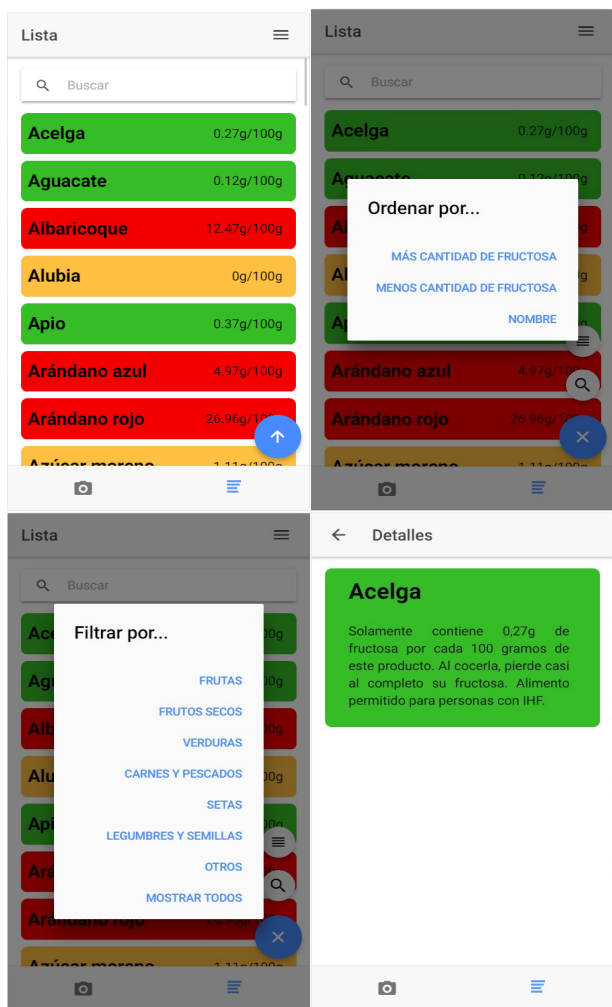


Figura 2. Ejemplos de uso de la aplicación.

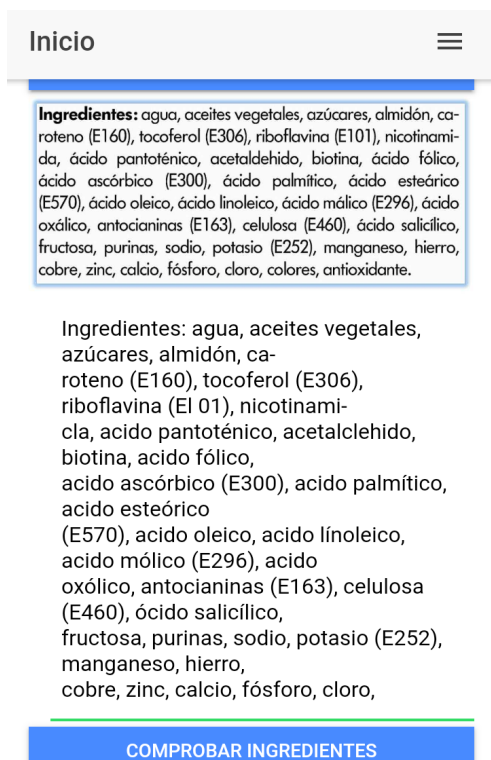


Figura 3. Ejemplo de reconocimiento de texto en una imagen.



Figura 4. Resultados de la ventana “Ingredientes” tras realizar el análisis.

Producto	% reconoc.	Muestra	Nº real
Mayonesa	100%	4	4
Bebida espelta	100%	1	1
Chocolate blanco	100%	3	3
Helado vainilla	100%	3	3
Barrita cereales	99.20%	4	4
Galleta de cacao	98.33%	3	3
Ketchup	94.74%	3	3
Yogur manzana	94.73%	3	3
Cereales	92.06%	3	3
Helado naranja	90.82%	8	9
Leche piña/coco	86.27%	5	5
Crema calabaza	74.19%	9	9
Mostaza	61.54%	1	2
Batido	47.62%	2	2
Mermelada	44.12%	2	2

Tabla 1. Algunos ejemplos de productos utilizados en las pruebas de verificabilidad. Las columnas muestran el producto, el porcentaje de caracteres correctamente reconocidos, el número de ingredientes con fructosa que muestra la aplicación, y el número real de ingredientes con fructosa que contiene el producto.

Para analizar los resultados de usabilidad de la aplicación, se han realizado diferentes tests tanto con un grupo diverso de usuarios (diferentes dispositivos móviles, diferentes sistemas operativos, diferentes grupos de edad), así como con imágenes tomadas en diferentes circunstancias (de iluminación, de enfoque, de encuadre, etc). Un total de 10 usuarios testearon la aplicación, tomando fotografías de un mínimo de 5 productos y un máximo de 10, comprobando los resultados obtenidos en cada caso.

En la Tabla 1 se muestran algunos de los resultados de reconocimiento de ingredientes problemáticos para

aquellas personas con distintos grados de intolerancia a la fructosa en diferentes conjuntos de productos alimentarios (de los que hemos omitido la marca), así como los porcentajes de reconocimiento del texto, el número de ingredientes mostrados por la aplicación como problemáticos, y el número que realmente contiene fructosa. No obstante, la aplicación ha sido testada en una amplia base de datos de imágenes (más de 50 imágenes de productos diferentes).

En global, sobre la base de datos de las imágenes analizadas, debía haberse mostrado un total de 138 ingredientes por contener fructosa. La aplicación ha mostrado 106 de esos ingredientes, pudiendo decir que su nivel de verificabilidad general es de un 76,81%. Este último porcentaje se obtiene al contar con todas las imágenes utilizadas por los usuarios, incluyendo aquellas en las que la calidad de la imagen capturada no es buena (mal enfoque, mala iluminación, brillos y reflejos). También aparecen errores de ingredientes no detectados cuando el usuario toma por ejemplo una fotografía de un envase cilíndrico, en el que los ingredientes no se ven en su totalidad o aparecen distorsionados. Este aspecto se puede solucionar tomando una nueva fotografía donde se puedan leer bien los mismos. Además, la aplicación también indica al usuario final el porcentaje de texto reconocido por lo que, si este es bajo, el usuario puede tomar una nueva fotografía de mejor calidad (mejor enfocada y con mejor iluminación) para obtener un mejor análisis.

Si únicamente se contabilizan aquellas imágenes en las que se ha reconocido más del 50% del número de ingredientes (las de una calidad de imagen suficiente), el número total de ingredientes que la aplicación debía mostrar son 96, de los cuales muestra 92, dejando así un nivel de verificabilidad del 95,83%. No obstante, para un usuario con intolerancia o malabsorción, lo importante es poder detectar que un producto contiene o no un ingrediente que le provocará reacción si lo ingiere. De esta forma, hay productos de la Tabla 1 (como pueden ser el helado de naranja o la mostaza, por ejemplo) de los que la aplicación no reconoce la totalidad de los ingredientes problemáticos para el usuario, pero sí detecta la presencia de al menos algunos de ellos. Por ello, a pesar de no haber reconocido el 100% de ingredientes, al haber detectado alguno, la aplicación lanzaría igualmente el aviso de que el alimento no es seguro para el usuario, pudiendo así este evitar trastornos posteriores debidos a su ingesta.

4. Conclusiones

En el presente trabajo se ha presentado una aplicación que, mediante la captura de una fotografía del listado de ingredientes de un producto, es capaz de proporcionar información acerca de la presencia de algún ingrediente que provoque una inadecuación del mismo para personas con distintos grados de intolerancia a la fructosa.

En base a las pruebas realizadas, la tasa de acierto al mostrar los ingredientes con fructosa en imágenes de calidad adecuada es superior al 95%. Además, el proyecto presentado elimina el problema de otras aplicaciones que necesitan que el código de barras del producto a analizar se

encuentre registrado en la base de datos de la aplicación. Así, la aplicación presentada puede utilizarse sobre cualquier producto, incluyendo aquellos nuevos que se puedan ir lanzando al mercado.

Además, aunque la aplicación esté diseñada específicamente para gente con IHF o malabsorción a la fructosa, está implementada de forma que pueda usarse el mismo modelo para otro tipo de intolerancias alimentarias, como la intolerancia a la proteína de la leche, simplemente cambiando el contenido de la base de datos a la que hacemos las consultas.

Finalmente, hemos de indicar que el trabajo presentado en este artículo ha sido registrado bajo el número 2019-146150. Como trabajo futuro, se propone la difusión de la aplicación, tras haber realizado exhaustivos cuestionarios de un sistema de escalas de usabilidad.

Agradecimientos

N. Ortigosa agradece el apoyo de la Generalitat Valenciana con el proyecto Prometeo/2017/102 y del MINECO con el proyecto MTM2016-76647-P.

Referencias

- [1] Lomer, MCE. Review article: the aetiology, diagnosis, mechanisms and clinical evidence for food intolerance. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, vol 41, sup 3, 2015, pp 262-75 (ISSN:1365-2036).
- [2] Ruiz Sánchez JG, Palma Milla S, Pelegrina Cortés B, et al. Una visión global de las reacciones adversas a alimentos: alergia e intolerancia alimentaria. *Nutrición Hospitalaria*, vol 35, sup 4, 2018, pp. 102-108 (ISSN: 0212-1611).
- [3] Ruiz Pons M, Sánchez-Valverde Visus F, Dalmau Serra J. Tratamiento nutricional de los errores innatos del metabolismo, 2015 (ISBN: 978-84-15950-60-8).
- [4] Cornejo V, Raimann E. Alteraciones del metabolismo de la fructosa. *Revista chilena de nutrición*, vol 31, sup 2, 2004 (ISSN: 0717-7515).
- [5] Pérez Alsa A, Riquelme A. Intolerancia a la fructosa-sorbitol. *Páginas informativas para pacientes de la comunidad hispanoparlante con síntomas gastrointestinales*. Asociación Española de Gastroenterología. Grupo CTO Editorial 2019.
- [6] Izquierdo García E, Moreno Villares JM, León Sanz M. Edulcorantes en pacientes con intolerancia hereditaria a la fructosa. *Acta pediátrica española*, vol 72, 2014, pp 15-23 (ISSN : 0001-6640).
- [7] Martín Cabrejas, I, Campos Caamaño A, Rivilla Lizcano L, et al. Manual de enfermedad celíaca: app Facemovil, 2017 (ISBN: 978-84-697-8507-2).
- [8] ¿Qué puedo comer? <https://www.quepuedocomer.es/> (Consultada: Octubre 2020).
- [9] ¡Bueno para mí! <http://www.buenoparami.com/> (Consultada: Octubre 2020).
- [10] U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. FoodData Central: Food Composition Databases. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/index> (Consultada: Octubre 2020).