

RESUMEN EN CASTELLANO

La malnutrición, provocada tanto por el déficit de nutrientes como por el exceso de estos, es una realidad a nivel mundial, y resulta alarmante en los países en desarrollo, entre los que se encuentra Colombia. Las enfermedades no transmisibles derivadas de una ingesta inadecuada de nutrientes, afectan a una de cada tres personas en el mundo y son responsables del 45% de las muertes que se presentan a nivel mundial. Además, la excesiva industrialización y los intereses económicos de las grandes empresas han promocionado las dietas ricas en alimentos procesados, contribuyendo a la degradación ambiental y a la pérdida de biodiversidad.

Los Objetivos Globales de Desarrollo Sostenible (ODS) se establecieron en 2015 por parte de los principales líderes mundiales, como un importante compromiso por erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad. En este contexto, los conceptos de soberanía alimentaria, economía circular, aprovechamiento integral y dieta sostenible recobran importancia y deben ser considerados a nivel de producción, transformación y comercialización, en el establecimiento de unos patrones alimentarios adecuados.

La presente tesis doctoral responde al interés de buscar alimentos alternativos, nutritivos y saludables, que permitan aprovechar los recursos naturales agroalimentarios autóctonos del departamento del Chocó (Colombia), y que contribuyan a mejorar el estado nutricional de su población infantil y adulta.

La importancia económica del fruto del lulo, su riqueza nutricional, accesibilidad y el elevado volumen de desperdicio asociado a la escasa industrialización, han provocado que este cultivo sea considerado por el gobierno colombiano como una de las cadenas productivas priorizadas para el desarrollo tecnológico y de innovación. Sobre este cultivo, se plantea la siguiente tesis doctoral, que tiene como objetivo general: Desarrollar productos medianamente procesados a partir del fruto del lulo mediante la aplicación de tecnologías sostenibles y/o innovadoras que garanticen la estabilidad de sus compuestos bioactivos y que permitan incluir otros, como los probióticos, de una forma controlada. Los productos irán dirigidos a la población adulta con problemas de obesidad e hipertensión y a la población infantil con problemas de desnutrición del departamento del Chocó (Colombia).

La consecución de este objetivo se aborda desde tres enfoques que configuran los tres capítulos en los que se ha estructurado el apartado de resultados: (i) Conocer las principales deficiencias de la población infantil, de entre 2 y 5 años, en Quibdó, una de las zonas más desfavorecidas del departamento del Chocó; (ii) determinar la adecuación del fruto de lulo para el desarrollo de alimentos que ayuden a paliar las diferentes formas de malnutrición en la población infantil y adulta. Y establecer las posibilidades de aplicación de tecnologías que garanticen la estabilidad de sus compuestos bioactivos y que permitan incluir otros, como los probióticos; (iii) determinar las características del residuo que pueda generarse a partir del fruto del lulo y proponer un procedimiento que asegure el aprovechamiento integral del mismo.

Los resultados del primer capítulo mostraron que, aunque las deficiencias en los principales macronutrientes en la población infantil no son alarmantes, sí que lo es el aporte de fibra y de micronutrientes como las vitaminas A y C y de minerales como el calcio. Esta situación

está provocada, principalmente, por la ausencia total de la leche fresca y el escaso consumo de frutas y verduras. El lulo resultó ser, prácticamente, la única fruta que consumen, lo que confirma su elevada accesibilidad y aceptación. El desarrollo de productos medianamente procesados a partir del lulo mediante tecnologías que conserven e incluso aumenten la disponibilidad de su fibra y componentes bioactivos, se presenta como una estrategia prometedora.

En el segundo capítulo se realizaron dos trabajos de revisión que permitieron identificar los compuestos bioactivos y los microorganismos probióticos más relevantes en la prevención de las alteraciones fisiológicas asociadas a la hipertensión y la obesidad; y que establecieron el tratamiento de altas presiones de homogenización (HPH) como una tecnología no térmica, adecuada para mejorar la calidad y funcionalidad de los zumos de frutas. Además, se determinaron las características macroestructurales, los parámetros de impregnación, y las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes (capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales y flavonoides, perfil de compuestos polifenólicos por LC-MS y contenido en espermidina) del fruto del lulo. Se evaluó el efecto de las presiones de homogeneización (50, 100 y 150 MPa) sobre las mismas propiedades del zumo. Por último, se estudió la posibilidad de utilizar el zumo de lulo como sustrato para producir una bebida probiótica con *Lactobacillus reuteri*; se consideraron zumos de lulo a dos niveles de pH y dos niveles de tratamiento con HPH y se evaluó el efecto sobre el crecimiento de *L. reuteri*, las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes y la resistencia de las células microbianas a la digestión gastrointestinal *in vitro*.

Los resultados obtenidos mostraron el lulo como una fruta con propiedades fisicoquímicas y funcionales ventajosas para el desarrollo de productos alimenticios saludables a partir de recursos autóctonos de la región del Pacífico colombiano. Sus características estructurales permiten la incorporación de protectores, conservantes, compuestos fisiológicamente activos u otros aditivos. El perfil polifenólico obtenido por LC-MS, reveló la presencia de 288 compuestos pertenecientes a diferentes clases fenólicas (principalmente flavonoides y ácidos hidroxicinámicos). Además, el aumento de la presión del tratamiento de HPH incrementó la diversidad de polifenoles del zumo. El zumo de lulo también resultó ser una matriz adecuada para que *Lactobacillus reuteri* CECT 925 pueda llevar a cabo la fermentación dando lugar a un zumo con potenciales propiedades probióticas. Aunque los niveles de viabilidad fueron mayores en los zumos homogeneizados a 100 MPa y pH 5,5, en todas las muestras se logró una concentración mínima de 10^7 UFC/mL al final del ensayo, concentración suficiente para que el microorganismo pueda ejercer sus efectos beneficiosos para la salud en el tracto intestinal del huésped.

En el último capítulo, se determinó la composición y las propiedades del bagazo resultante de obtener zumo de lulo y se valoraron diferentes procedimientos para realizar un aprovechamiento integral del mismo. Los resultados pusieron de manifiesto que el bagazo de lulo es una materia prima adecuada para obtener un polvo rico en fibra y carotenoides, que podría ser utilizado como ingrediente en la industria alimentaria y también a nivel doméstico. Se mostró un desequilibrio en la proporción entre fibra soluble e insoluble, lo que debería tenerse en cuenta en las aplicaciones posteriores y sobre todo si el producto se utiliza para alimentación infantil.

