



La cáscara del limón y sus posibilidades productivas

La industria cítrica tucumana es una de las más importantes del mundo y procesa anualmente alrededor de un millón de toneladas de limón. Aunque la industrialización primaria permite obtener varios productos comerciales como aceite esencial, jugo, pulpa y cáscara, esta última representa una oportunidad poco explorada. En este contexto, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC) ha estado trabajando en la extracción de flavonoides y pectinas a partir de la cáscara húmeda de limón, con el objetivo de encontrar alternativas productivas más sostenibles y rentables. Este artículo explora las posibilidades de la cáscara del limón como subproducto industrial y su potencial para la producción de fibra dietética.

Oscar A. Diez y Paula M. Diez

Sección Ingeniería y Proyectos Agroindustriales y Sección Química de los Productos Agroindustriales, EEAOC.
Email: oadiez@eeaoc.org.ar.

Clasificación de la fibra dietética

La clasificación de la fibra dietética según su grado de fermentabilidad es una forma práctica de entender las propiedades fisiológicas de la fibra. La celulosa, que forma parte de las paredes de los vegetales, es un polisacárido

estructural y resiste la hidrólisis por las enzimas digestivas del intestino delgado. La hemicelulosa, por otro lado, es un polisacárido de cadenas largas con ramificaciones y una gran variedad de pentosas y hexosas en su composición. El almidón resistente, que incluye tanto almidón como productos de su degradación, presenta una fermentación total en el

colon, aunque una pequeña porción se elimina en las heces.

Los oligosacáridos como los fructooligosacáridos (FOS) y la inulina son polímeros de fructosa que fermentan completamente en el colon. Los galactooligosacáridos (GOS), por otro lado, son creados a partir de la lactosa y también



fermentan casi en su totalidad en el colon. Las pectinas son polímeros de ácido galacturónico y otros azúcares, mientras que la lignina es una estructura compleja que contribuye a dar rigidez a la pared celular. Los mucílagos son sustancias vegetales viscosas, y las gomas son moléculas de alto peso molecular.

En resumen, la fibra dietética es un componente complejo de origen vegetal que incluye polisacáridos y otros compuestos de la pared vegetal resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas del intestino delgado. Al alcanzar el intestino grueso, es atacada por la microflora colónica, produciendo ácidos grasos de cadena corta, hidrógeno,

dióxido de carbono y metano. Cada tipo de fibra tiene propiedades diferentes en función de su grado de fermentabilidad, solubilidad en agua, viscosidad y capacidad para producir efectos fisiológicos deseables en el ser humano.

■ Cascara húmeda como subproducto industrial

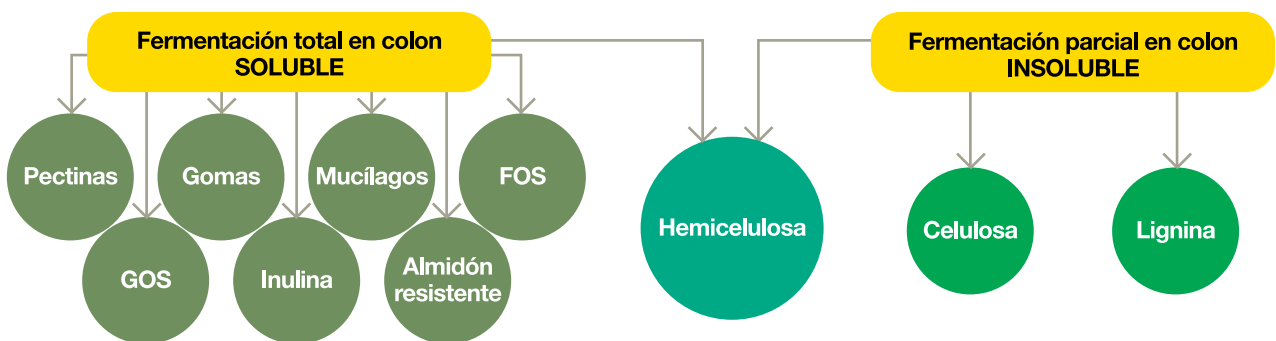
En la industrialización del limón, una vez extraído el jugo y el aceite esencial, el coproducto resultante está formado por la cáscara (albedo y flavedo), las semillas y la pulpa de la fruta no separada. El componente principal de este producto es el agua, por lo que su valor calórico es escaso, 44 kcal/100 g. Quedan además

cantidades de vitaminas, azúcares y minerales.

La pulpa contiene ácidos orgánicos, fundamentalmente ácido cítrico; y en menor cantidad, málico, acético y fórmico, que poseen un notable efecto antiséptico. Se revela, además, la presencia de compuestos fenólicos como los ácidos cafeico y ferúlico, que son potentes antioxidantes e inhiben la actividad carcinogénica.

Así, ese coproducto resultante de la extracción de jugo y aceite del limón constituye una excelente fuente de fibra dietética con cantidades suficientes de fibra dietética soluble e insoluble, una gran capacidad de absorción de agua, y un efecto

FIBRA



Clasificación de la fibra según grado de fermentabilidad. Tomado de P. García Peris y C. Velasco Gimeno. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500004



positivo en el crecimiento de las bacterias benéficas, pero negativo en el de las patógenas. Es además, una buena fuente de ácido acético, el cual es necesario para mantener una buena salud intestinal.

Se ha reportado que el mejor efecto de la fibra dietética se obtiene en una proporción de 50 a 70% de fibra insoluble y de 30 a 50% de fibra soluble. En este sentido, la

fibra proveniente del limón es muy completa ya que posee tanto fibra soluble como insoluble.

Por lo hasta acá considerado, realizar una planificación inteligente de la producción industrial conjunta de bioflavonoides, pectina y fibra dietética a partir de cáscara húmeda de limón, donde los niveles extractivos de los flavonoides y pectinas permitan un residuo

fibroso con contenidos de fibra soluble e insoluble adecuadamente balanceados, puede mejorar sustancialmente la rentabilidad del proceso de industrialización de limón e impactar fuertemente en mejorar los balances energéticos y ambientales del sistema.

■ **Fibra dietética y la nutrición saludable**

Cuando se considera la seguridad e inocuidad alimentaria, una de las mayores preocupaciones es la contaminación de alimentos por bacterias patógenas y las enfermedades que estas puedan causar. En general, cuando no se puede evitar el ingreso de este tipo de bacterias, el uso de antibióticos es la solución inmediata, pero siempre subyace el peligro del uso frecuente que termina generando la resistencia de los agentes patógenos. Encontrar alternativas menos riesgosas con productos funcionales se ha convertido en una prioridad desde el punto de vista de la salud.

La fibra presente se comportará de modo distinto con el agua según sus propiedades físicas. En el caso del limón encontramos principalmente





Producción de flavonoides y pectina

En el caso de la producción de flavonoides y pectina, permitiría la sustitución de importaciones, y la producción de fibra dietaria posicionaría a Tucumán como proveedor de un mercado de excelencia técnico-científica asociado al concepto de la nutrición funcional.

En conclusión, la obtención de fibra dietética a partir de la cáscara húmeda de limón es una alternativa altamente sustentable y rentable para la producción de alimentos funcionales. Además, la producción conjunta de bioflavonoides, pectina y fibra dietética puede mejorar la eficiencia energética y ambiental del proceso industrial, disminuir las importaciones y posicionar a Tucumán en el mercado de la nutrición funcional.

fibra soluble como la pectina (que se encuentra principalmente en la capa blanca que hay debajo de la corteza). Las fibras solubles absorben gran cantidad de agua formando geles y sustancias viscosas que aumentan el contenido del estómago y generan sensación de saciedad. Además, producen un enlentecimiento en la absorción de los nutrientes en el intestino, que ayudará a reducir los niveles de colesterol y frenar el aumento de glucosa en sangre. Esta fibra es muy fermentable por las bacterias del colon, formando ácidos grasos de cadena corta que pueden ser parcialmente absorbidos y metabolizados (efecto prebiótico).

Las fibras insolubles no retienen demasiada agua, por lo que forman mezclas de poca viscosidad, circulan por el intestino delgado sin ser digeridas y llegan más o menos intactas al colon, contribuyendo a aumentar el peso y volumen de las heces.

En cuanto a los fitonutrientes, tanto

la capa blanca que se encuentra debajo de la corteza como la pulpa del limón presentan flavonoides con propiedades antiinflamatorias. En relación con estos compuestos, algunos autores han señalado que la hesperidina y otros flavonoides (diosmina, naringenina, eriocitrina, etc.) son venotónicos y vasoprotectores, reforzando la pared de los vasos capilares, dando elasticidad a las arterias y disminuyendo la formación de trombos.

La fibra cítrica tiene la capacidad para inhibir el crecimiento de algunos microorganismos patógenos del ser humano, y por lo tanto resulta atractiva su incorporación en la dieta. Está estudiado a nivel laboratorio el efecto de la fibra de los cítricos en el crecimiento de bacterias probióticas y patógenas, con resultados similares a la inulina, como compuesto estimulante del crecimiento de bacterias benéficas en el tracto intestinal, disminuyendo la concentración de bacterias patógenas.

