

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

FORO CONSULTIVO
CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Transformando riesgos en oportunidades: del nejayote a la vainillina

La Paz, B.C.S., a 29 de agosto de 2010



Ali Asaff Torres

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (Centro Público CONACYT)

Problemática

Los efluentes industriales vertidos a los cursos naturales de agua o al drenaje municipal, generalmente sin tratamiento alguno, se han convertido en un tema de preocupación ambiental entre los sectores industriales, gubernamentales y la sociedad en general. El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 del Gobierno Federal establece en su eje rector 4 la sustentabilidad ambiental, con un eficaz aprovechamiento de los recursos naturales como es el agua y estableciendo como meta para el final del sexenio un aumento del 15% al 60% en el tratamiento de las aguas residuales y reutilización de las aguas tratadas. En el caso de la industria del nixtamal se vierten entre 16 a 22 millones de m³/año de aguas de desecho conocidas como nejayote. Este efluente es considerado altamente contaminante debido a su carga inorgánica y orgánica elevada que genera demandas bioquímicas de oxígeno del orden de 7000 a 10000 mg O₂/L, mientras que la normativa ambiental (NOM-002-ECOL 1996) señala un límite máximo de descarga de 200 mg O₂/L. El material contenido en el nejayote está compuesto principalmente por residuos de pericarpio del maíz, sólidos en solución entre los que se incluyen arabinosidos, almidones, dextrinas, calcio y compuestos fenólicos antioxidantes, como el ácido p-cumárico y el ácido ferúlico, por citar algunos. Sin embargo, la problemática ambiental que generan ha sido muy difícil de resolver debido a la elevada complejidad de estos efluentes. Hasta la fecha se han probado sin éxito diversos sistemas de tratamiento de aguas residuales por lo que resulta urgente generar alternativas que permitan enfrentar esta problemática que pone en serio riesgo la actividad de las empresas del rubro. Dados los inconvenientes que ocasionan estos efluentes, la mayor parte de los esfuerzos se ha centrado en generar tecnologías alternas a la nixtamalización tradicional, en las que se reduce drásticamente la producción de efluentes y consumo de agua. Pese a estos esfuerzos, el producto resultante de estos procesos no es aceptado por el consumidor final por lo que las empresas del sector mantienen el proceso tradicional y consecuentemente continúan generando nejayote.



Fig. 1. Desarrollo de la cadena de valor para el aprovechamiento integral de los productos de alto valor contenidos en el nejayote.

Usuarios

El proyecto cuenta con el soporte científico tecnológico del CIAD y es cofinanciado por el CONACYT (Proyecto N° 113675 PROINNOVA 2009), MINSAs.A. de C.V. y BIODKAB S.A. de C.V., empresas comprometidas con el cuidado del medio ambiente, el cumplimiento de la normatividad vigente y la innovación como motor de la competitividad. La información generada en el proyecto, que comprende los estudios de Planta Piloto para la recuperación de ácido ferúlico a partir del nejayote y su transformación biotecnológica a vainillina, será empleada por las empresas para el escalamiento industrial de los procesos, como usuarios directos. Sin embargo, otras industrias del área de alimentos, cosméticos o cuidado de la salud humana y animal podrán también verse beneficiadas como usuarios intermediarios de los productos.

Proyecto

El ácido ferúlico es un compuesto presente en muchas especies vegetales, como el maíz, arroz, trigo, cebada, avena, caña de azúcar, remolacha azucarera, entre otras. Sin embargo, no se encuentra libre, sino formando enlaces glicosídicos con las cadenas de carbohidratos de la pared celular, por lo cual para su liberación se recurre a métodos hidrolíticos enzimáticos o alcalinos. BIODKAB, S.A. de C.V., llevó a cabo los estudios básicos necesarios para obtener un proceso eficiente de recuperación y purificación del ácido ferúlico contenido en el nejayote, donde este compuesto ya se encuentra en su forma libre. Gracias a este método no sólo se recupera un compuesto de alto



interés comercial sino que se disminuye la carga orgánica de los efluentes, reduciendo también su carácter contaminante. Dicho proceso cuenta con una solicitud internacional de patente (WO 2004/110975 A1) y una patente nacional otorgada (Título N° 259521).

El ácido ferúlico posee propiedades bioactivas, pudiendo ser aplicado en diversos campos. Una revisión en bancos de patentes muestra que existen más de 800 solicitudes y patentes otorgadas relacionadas con el uso y aplicaciones del ácido ferúlico, lo que habla de su gran potencial. Una de sus aplicaciones comerciales más importantes es como precursor de la vainillina, el saborizante de mayor consumo mundial y principal constituyente del extracto natural de vainilla (*Vanilla spp*), con un precio de venta de 7 veces superior al del ácido ferúlico. A partir del año 2000, la empresa francesa Rhodia empezó la venta de vainillina producida biotecnológicamente por transformación de ácido ferúlico extraído de la cascarilla de arroz. Este producto no es competitivo en precio con la vainillina sintética, aunque a diferencia de esta última, puede ser etiquetada como saborizante natural y competir con el extracto natural de vainilla. La obtención biotecnológica de vainillina se desarrolla en sistemas líquidos de fermentación por lotes, donde cierto tipo de microorganismos transforman el ácido ferúlico en vainillina. BIODKAB desarrolló un proceso alternativo y novedoso a partir de microorganismos inmovilizados por fermentación de superficie en un soporte inerte. La combinación adecuada de este sistema con condiciones exactas de operación y un método efectivo de purificación, permite altos rendimientos, confiriéndole ventajas adicionales frente a otros procesos ya descritos. Gracias a sus características innovadoras, dicho proceso se está patentando (WO 2008/130210 A1). Para proceder al escalamiento industrial de ambos procesos se están realizando previamente, estudios de Planta Piloto con el propósito de seleccionar las variables críticas del proceso, el desarrollo de prototipos y estimación de costos. Adicionalmente, se están ejecutando estudios sobre las propiedades bioactivas del ácido ferúlico producido, con el propósito de respaldar científicamente su uso en la industria de alimentos, cosmética, salud humana y animal.

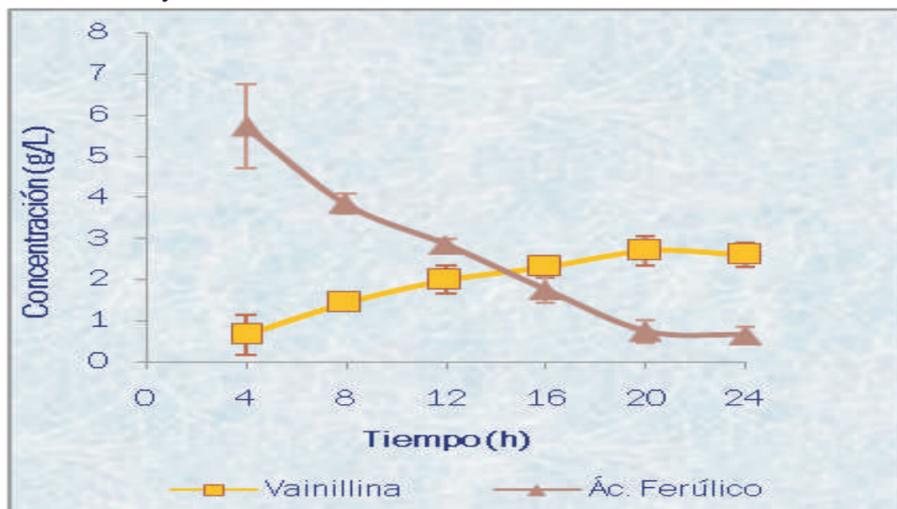


Fig. 2. Cinética de bioconversión de ácido ferúlico en vainillina según el proceso desarrollado por BIODKAB S.A. de C.V.

La solución al problema está en el desarrollo de una cadena de valor para el aprovechamiento integral de los productos de alto valor contenidos en el nejayote. Por ejemplo, la recuperación de antioxidantes fenólicos, como el ácido p-cumárico, ácido ferúlico, o su posterior biotransformación en productos de valor agregado, como la vainillina o ésteres de estos compuestos. Desde esta perspectiva, no solamente se reduciría el carácter contaminante del nejayote, sino que se incrementaría sustancialmente la competitividad de las empresas, al expandir su horizonte comercial con nuevos procesos/ productos innovadores. Incluso, podría obtenerse agua de reuso luego de tratamientos secundarios mínimos, transformando así los riesgos en oportunidades.

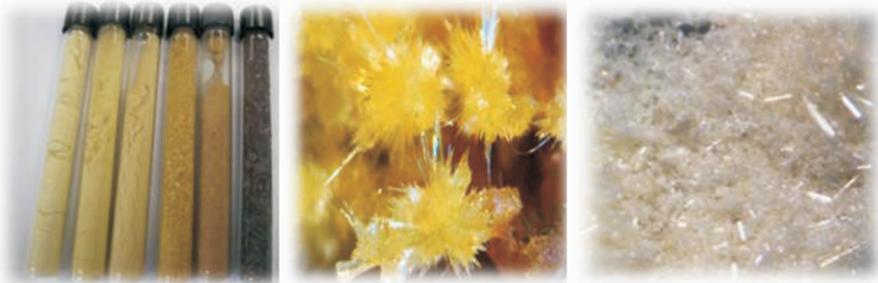


Fig. 3. Concentrados de ácido ferúlico obtenidos a partir de maíz y cristales del compuesto con diversos grados de pureza.

Impacto socioeconómico

Sin duda el proyecto tiene un gran impacto socio económico debido a la creación de nuevas empresas de base biotecnológica, altamente competitivas, sustentadas en procesos/productos innovadores. Con ello se crean también nuevas fuentes de empleo, con los beneficios sociales que esto conlleva. Gracias a los resultados alentadores del proyecto se creó la empresa MINKAB MEXICANA que será la responsable del escalamiento industrial de los procesos descritos y su explotación comercial. En el caso del ácido ferúlico, la empresa será la primera a nivel mundial en su producción comercial a partir de maíz.

Contacto: <http://pcti.mx>, hulasco2008@hotmail.com