

El Raps se Extingue en Chile, pero en el Mundo tiene Otros Usos

Patricio C. Parodi P.
pcparodi@puc.cl
Departamento de Ciencias Vegetales

Las antiguas civilizaciones del Asia y las costas del Mediterráneo registran el primer uso del aceite de canola (raps), (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) primero para iluminación y posteriormente para su incorporación a los alimentos. Aunque el raps se cultivaba en Europa en el siglo 13, el uso de esta especie no se extendió hasta el descubrimiento del motor a vapor, cuando se determinó que su aceite se adhería mejor que otros lubricantes a superficies metálicas humedecidas por agua o vapor. Como le ocurrió a otros aceites de origen vegetal, la utilización del aceite de raps como combustible y lubricante se vio abruptamente terminada en el siglo pasado por el descubrimiento y desarrollo de los recursos petroleros en el Medio Este, irónicamente el mismo lugar geográfico donde se originaron las variedades de raps de alto contenido de ácido erúxico. Esta situación tuvo una interrupción durante la Segunda Guerra Mundial, cuando el aceite de raps se usó como lubricante para los motores de los barcos de las armadas aliadas. De hecho, esta necesidad introdujo el raps a Canadá en 1942.

Durante la década pasada, el raps ha experimentado la más rápida expansión en superficie que todos los otros cultivos en la agricultura de zonas templadas. En el Reino Unido, por ejemplo, ocupa más suelo que cualquier especie de hoja ancha. Tiene similar importancia en muchos otros países europeos.

Chile comenzó a cultivar raps en la década de los años 50; el cultivo se

expandió hasta alcanzar unas 60 mil ha, principalmente en las Regiones VIII, IX y X, para luego descender, en algunos años casi desaparecer, y en otros volver con cierto ímpetu. El rendimiento promedio del cultivo se mantuvo bajo por bastante tiempo, para luego iniciar una curva ascendente que lo ha llevado a cerca de 2,5 ton · ha⁻¹, un valor aceptable considerando la dispersión que lleva a constituir este promedio. No obstante, informaciones recientes indican que el cultivo está próximo a desaparecer de la agricultura chilena, básicamente por la eliminación de salvaguardias aduaneras a las mezclas de aceite importado. Esto tiene obvias implicancias agronómicas, económicas y sociales.

La investigación nacional en raps ha sido en general restringida; de hecho, en Chile actualmente no se hace investigación formal en esta especie. No obstante, la introducción de cultivares del tipo canola, incluso recientemente de un híbrido, ha permitido que los agricultores dispongan de ma-

terial genético de alto valor.

Con alrededor de 16 millones de hectáreas en el mundo, que producen cerca de 38 millones de toneladas, el raps es el segundo cultivo oleaginoso, después de soya (154,3 millones de toneladas), y seguido de semilla de algodón y maravilla (33,2 y 23,6 millones de toneladas, respectivamente). El conocimiento científico sobre esta especie, sin embargo, es menor en comparación con el que se tiene respecto a los cultivos con los cuales compete y con los cereales. Es necesario superar esta deficiencia para sostener una producción eficiente en un mundo crecientemente más consciente del valor dietético de los aceites vegetales poliinsaturados.

Posiblemente el avance más significativo en investigación en raps, fue el descubrimiento e incorporación de los genes que controlaban la reducción del ácido erúxico y el aumento del ácido oleico en el aceite, y la reducción de los glucosinolatos en el afrecho, logrado por los Drs. R. Keith



Downey y Baldur Stefansson en Canadá. Esto dio lugar a la formación de los cultivares conocidos como «canola» o «doble cero», el primero de los cuales se entregó a la producción comercial en Canadá en 1974, y cuya utilización se ha ido generalizando en el mundo dadas las notorias ventajas que representan para la salud humana y animal. En efecto, el ácido erúxico ha sido implicado en el desarrollo de ciertas cardiopatías humanas, mientras que los glucosinolatos son tóxicos o dañinos para los animales, especialmente monogástricos. En Febrero de 1990, Chile decretó la reducción del ácido erúxico en el aceite de raps para consumo humano, cuyo contenido no debía exceder el 5% en 1994, convirtiendo toda la superficie nacional a canola. Otros países habían legislado sobre esta materia con anterioridad.

Uno de los propósitos de la investigación agrícola es determinar la importancia relativa de los factores que pueden restringir la expresión del potencial de rendimiento de los cultivares producidos por los genetistas. Se requiere mejor entendimiento y mejor información acerca de la respuesta del raps a complejos de factores ambientales, agrícolas y de manejo. Hasta hace poco tiempo, la mayor parte de la investigación en raps se había concentrado en problemas selectos de interés sólo para algunas disciplinas científicas, como el caso del ácido erúxico y los glucosinolatos. No obstante, los cultivos responden a una gama de factores fuera de la competencia o habilidad de una sola disciplina, y por lo tanto el valor de tal investigación puede ser limitado. Esto es especialmente efectivo en una especie heterógama como el raps, el cual es bien conocido por su capacidad para compensar los efectos de algunos tipos de daño.

En Europa ha habido un cambio reciente en el énfasis de la investigación, desde la maximización de los rendimientos hacia estudios del uso más eficiente de los insumos agrícolas. En Asia, por otra parte, subsiste la necesidad de maximizar el rendimiento de algunos cultivos. Por ejemplo, en la India, el rendimiento promedio del raps se ha mantenido bajo (alrededor de 0,7

ton·ha⁻¹), comparado con zonas de Europa donde el rendimiento excede las 3 ton·ha⁻¹. Chile, con un rendimiento promedio de 2,47 ton·ha⁻¹, tiene una posición muy interesante en cuanto a productividad. No obstante, los resultados de la investigación nacional demuestran que es posible mejorar significativamente el rendimiento del cultivo. Su rentabilidad depende de factores ajenos al ámbito científico, pero la investigación puede proponer usos alternativos al aceite de raps, los que podrían asegurar no sólo su permanencia en la agricultura nacional, donde ha sido un importante constituyente en las zonas centro sur y sur, sino que además favorecer su expansión por las ventajas de otro orden que pueden derivarse de ellos; esto se pretende demostrar en el resto de este artículo.

En Suiza, la sobre producción de trigo y otros alimentos ha despertado el interés en aumentar las opciones de cultivar recursos renovables para uso industrial, o como biomasa para energía. Se han discutido varias proposiciones. Una de ellas considera duplicar la superficie cultivada con raps desde 17 a 34 mil hectáreas (cerca del 11% de la superficie arable). El aceite de raps puede convertirse fácilmente en éster metílico, y con ello sería posible usarlo como bioenergía para mover la mayoría de los 4.000 buses públicos que existen en Suiza.

Recientemente se han realizado en Zurich experimentos con buses Mercedes Benz diesel convencionales, los que funcionan con éster metílico de raps EMR (en inglés Rape Methyl-Esther o RME). Al comienzo se produjeron algunas quejas de los conductores de los buses y del público, en el sentido que los motores despedían un olor que les recordaba algo a las papas fritas. En vista de ello, se probó en el mismo tipo de buses un convertidor catalítico especial, que eliminó el olor.

Los problemas agronómicos para producir combustible de la semilla de raps han sido superados, aunque los aspectos económicos son a la fecha menos promisorios. No obstante, se ha demostrado que, en algunos casos, producir combustible del aceite de raps no costaría al gobierno suizo más que

lo que se estaba gastando en la utilización de los excedentes agrícolas, por ejemplo usar trigo panadero como alimento animal. La ausencia de daño ambiental es otro factor importante. Los residuos de la combustión del aceite de raps contienen menos partículas de hollín y prácticamente nada de óxidos de azufre, y el sistema cerrado del CO₂ contribuiría a una reducción del efecto de invernadero.

Parece entonces que, un siglo después, llegó el día en que el aceite de raps ha encontrado de nuevo su nicho como combustible, hecho que sólo fue pospuesto hasta que las condiciones fueran apropiadas. Así, en la última década del siglo veinte, con los recursos no renovables de aceite fósil en disminución, y múltiples preocupaciones relacionadas con los excedentes agrícolas, suelos arables dejados sin cultivar, el ingreso agrícola en baja, los acuerdos comerciales internacionales, y el medio ambiente, existe un renovado interés en el recurso renovable de los aceites vegetales como lubricantes y combustibles, y otros usos industriales.

Se estima que se ha iniciado una revolución en la producción agrícola y en el procesamiento de aceite, gatillada por los avances hechos por la ingeniería genética en las plantas cultivadas, y por la preocupación por la polución ambiental; el raps y su aceite parecen estar a la cabeza del proceso. La investigación y desarrollo de las aplicaciones industriales y uso del aceite de raps, y el diseño de variedades adecuadas para satisfacer esas necesidades, están avanzando rápidamente en Europa y Norte América. Se han logrado avances importantes en los Estados Unidos, el Reino Unido, Francia y Suiza, pero es en Alemania, con las características especiales de su industria de fitomejoramiento, reconocida por su autarquía, rápida respuesta a las necesidades del mercado y capacidad de innovación tecnológica, donde se está fijando la velocidad de avance en esta investigación. Mientras que en la mayoría de los países desarrollados del resto del mundo, grandes compañías multinacionales dominan el mercado del mejoramiento genético de plantas, Alemania mantiene alrededor de 50



empresas de tamaño medio, las que son responsables por casi todos los nuevos cultivares que se utilizan en el país. La flexibilidad innata de la empresa más pequeña, junto con una política de «compartir el desarrollo» con otros fitomejoradores, y con científicos de las universidades, la industria y el gobierno, es la clave del éxito de estas empresas. Dos empresas, por ejemplo, tienen el 90% del mercado de la semilla de raps en Alemania, y el 70% de todo el raps cultivado en Europa.

De esta información Chile también podría aprender algo, y aunque expandirse sobre ello requeriría de otro artículo, al menos se puede comentar que los fitomejoradores que operan en el país, multinacionales, estatales, universitarios y privados, no tienen la política de compartir el desarrollo como en Alemania.

Respecto a uso industrial, los cultivares de raps con alto contenido de ácido erúxico son la orden del día para proveer la materia prima para la producción de polímeros, cosméticos, lubricantes, tintas y farmacéuticos. Por ejemplo, los erucamides son usados como agentes de cubrimiento para láminas de plástico, lo que impide que las bolsas plásticas, la película plástica y otros productos finales, se autoadhieran. Esta demanda ha sido cubierta por cultivares como 'Askari', el que se empezó a comercializar en 1992 para producir aceite para la industria alemana de detergentes y

antiespumantes.

La combinación química ideal de aceite de raps industrial es alto contenido de ácido erúxico y bajo contenido de glucosinolatos, de manera que el residuo de la extracción del aceite pueda ser usado en la formulación de alimento animal. Sin embargo, el ligamiento genético que existe entre alto contenido de ácido erúxico y glucosinolatos ha dificultado este objetivo. Una empresa alemana de fitomejoramiento ha informado que ha podido producir líneas con las características deseadas, llamadas raps «más cero» (plus zero), cuyo potencial económico es máximo tanto desde el punto de vista industrial como del de alimentación animal. La investigación dirigida al desarrollo de cultivares de raps industriales, está además produciendo beneficios a la industria del aceite comestible. Los cultivares con alto contenido de ácido erúxico tienen en general un mayor contenido total de aceite que sus similares con alto contenido de ácido oleico. Los fitomejoradores están cruzando genotipos de raps con alto contenido de ácido erúxico con cultivares doble cero, para producir variedades con aún mayor contenido de ácido oleico, hasta 75%.

La falta de pureza es un problema clave común a la mayoría de los aceites vegetales. Más que contener un solo ácido graso predominante, contienen una mezcla, y el raps no es una excepción. La biotecnología vegetal

está trabajando en crear aceites vegetales homogéneos, que contengan 90% o más de un determinado ácido graso deseado; la producción comercial de esos cultivares aún está algo distante. La pureza del aceite es particularmente importante en el uso industrial, por lo que se estima que con el desarrollo de cultivares de raps con más de 90% de ácido erúxico, la demanda debería aumentar. Esto se debe a que la demanda por productos tales como el ácido erúxico presenta una alta elasticidad de precios, es decir, si se puede fabricar y vender más barato, la demanda sería significativamente estimulada. De hecho, la industria ha calculado que el desarrollo de cultivares de raps con más de 90% de ácido erúxico podría llevar a un incremento de 10 veces en la demanda industrial por productos basados en ácido erúxico. Esto llenaría más de la mitad de los 2 millones de hectáreas que se ha programado dejen de producir alimentos en el Reino Unido entre 1994 y 1995 .

Alemania es un ejemplo clásico del progreso que se está alcanzando en explotar los usos industriales del aceite de raps. Estos son materia prima para la industria química, aceites lubricantes, fluido hidráulico y sustitución de petróleo diesel. En 1993, cerca del 8% de la tierra arable de Alemania se sembraba con raps, aunque podría incrementarse hasta un 25% (2 millones de hectáreas adicionales) en cualquier momento. Luego de un proyecto piloto en Gifhorn (Baja Sajonia), donde los agricultores cultivaron 1.500 ha de raps con alto contenido de ácido erúxico, el cultivo quedó bien establecido. Los agricultores recibieron el precio del mercado mundial para el raps, más la compensación adicional normal de la CEE, y un subsidio especial para «cultivos industriales» del gobierno local, ascendiente a US\$100 · ha⁻¹. De acuerdo con UFOP (Asociación para la Promoción del Aceite y Proteína Vegetal de Alemania), los contratos se han renovado y está preparado el escenario para un aumento en la producción futura.

Respaldo por un aporte anual del Gobierno Federal Alemán de US\$ 40 millones, para investigación y desarrollo, y servicios de extensión a los

agricultores, la industria alemana tiene como meta que las 8.000 toneladas de aceite lubricante que se usa anualmente en el país en sierras forestales sean producidas de aceite de raps. Los departamentos estatales forestales han estipulado que el aceite lubricante biodegradable de raps sea el único que se use en sus bosques. El mercado alemán de fluido hidráulico, de 166.000 toneladas anuales, es otra meta para el aceite industrial de raps. La investigación ha demostrado que el aceite de raps, con un mínimo de aditivos, es un sustituto económico para el fluido tradicional basado en aceites minerales; la industria de la construcción está conduciendo investigación como preludio a su utilización.

El uso de aceite de raps esterificado, (EMR) y diester, como sustitutos del petróleo diesel, son los productos que han recibido mayor publicidad por parte de la prensa. UFOP estima que en 1992 se usaron unas 10.000 ton. Una de las cooperativas más grandes del país, Railfeisen, ha abierto estaciones de servicio para vender EMR. Algunas comunidades están usando el EMR para sus flotas de buses, y varias organizaciones de taxis también están usando el producto como combustible. Cientos de taxis Mercedes Benz diesel ya han cambiado a EMR; la meta de largo plazo proyecta que 7.500 taxis en Berlín usarán sólo ese combustible.

Francia también está haciendo grandes avances; el grupo de inversiones Sofiproteol aumentó su capacidad de producción de diester de 40.000 a 120.000 ton por año en 1995, con la construcción de una nueva planta en Rouen, y con ello bajó los costos en FF 0,30 por litro. La diferencia de precio con el petróleo diesel podría acortarse a FF 0,20 por litro, dice la compañía, con una producción de 350.000 ton por año, y con ello resolver la principal restricción en el uso

de EMR. Al mismo tiempo, una cooperativa de 27 acopiadores de aceite vegetal llamada France Bio-Gazole, invirtió FF 400 millones en una planta de EMR con una capacidad de producción de 150.000 ton por año, con el objetivo de aumentar al menos en 30% el contenido de Bio-Gazole en el combustible de los vehículos municipales diesel, incluyendo buses y camiones recolectores de basura, y además incrementar las más de 50 estaciones de servicio Elf en París que ya están siendo abastecidas con petróleo diesel con biocombustible.

Una vez que se haya superado la desventaja temporal de precio del EMR con los aceites derivados del petróleo, el EMR y el diester proveerán una fuente renovable de combustible, el cual se quema con menor polución y produce CO₂ en cantidad equivalente a la usada en fotosíntesis por la mayor superficie de raps cultivada.

El diseño final es usar la ingeniería genética para producir cultivares de raps con una alta concentración de un determinado ácido graso específicamente deseado. Esto se está logrando mediante la transferencia de genes de otras especies, para producir cultivares de raps transgénico diseñados para suplir diversas demandas industriales, farmacéuticas y comestibles. Este nuevo concepto de diseñar cultivares de raps satisfecerá mercados existentes con un recurso renovable, creará nuevos mercados y elevará el precio del aceite de raps a niveles tres o cuatro veces superiores a los actuales.

Se pueden mencionar dos ejemplos recientes de este tipo de raps, producido en los Estados Unidos. En un caso, se aisló un gene de la California Bay Plant, sintetizadora natural del ácido graso de cadena corta ácido láurico; el gene se transfirió a plantas de raps, las que pudieron producir un aceite con más de 40% de ácido

láurico. En una investigación relacionada, los científicos pudieron «bajar» el gene que controla la síntesis de ácido oleico en raps, y así permitir el incremento de ácido esteárico en el paso biosintético. Así, se producirá un nuevo raps, con aceite que contiene concentraciones relativamente altas de ácido oleico y esteárico, el cual tiene un mercado potencialmente lucrativo como sustituto de la mantequilla de cacao en la industria de confitería. En el Reino Unido, los científicos del John Innes Centre están tratando de transferir al raps genes de dos especies no relacionadas, cilantro y ricino. Si tienen éxito, esto producirá un cultivar rico en ácido petroselinico, con un mercado potencial en la producción de plásticos y detergentes, y otro rico en ácido ricinoléico el cual ya tiene una fuerte demanda en la producción de lubricantes, plastificadores, cosméticos y farmacéuticos, para nombrar sólo algunos. Sería iluso pretender que Chile asuma esta investigación en su totalidad, y compita con Suiza, Alemania, Francia, Estados Unidos u otros países, en el intento de producir cultivares de raps especializados para usos industriales específicos, o en desarrollar las tecnologías necesarias para producir un biocombustible competitivo en precio con el petróleo diesel. Sin embargo, lo que sí es real, es que existiendo estas tecnologías avanzadas, es preciso dar los pasos necesarios para adoptarlas a la brevedad. El sólo hecho de poder lograr disminuir la contaminación del aire de Santiago, sin mencionar otras ventajas como la mejoría de la balanza comercial por sustitución de importaciones de petróleo justificaría esos esfuerzos. No se puede ignorar que Chile ha cultivado una superficie de raps varias veces mayor a la actual, y que hasta ese nivel máximo podría ser incrementado significativamente. Es un avance que no se puede ignorar. **FAF**

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal

Pontificia Universidad Católica de Chile

www.faif.puc.cl