

Aprovechamientos de subproductos agrícolas en alimentación animal

L.F. Hernández Gómez*; A. Briones Pérez**; J. Úbeda***

SUBPRODUCTOS DE ORIGEN MUY DIVERSO

Dos hechos han contribuido de forma decisiva a prestar una creciente atención a los desechos agrícolas como fuente de recursos ganaderos u otras aplicaciones que aporten beneficios suplementarios al agricultor. Uno de ellos ha sido el impacto que ha tenido en la UE la prohibición del uso de subproductos animales para la fabricación de piensos y su sustitución por otros de origen agrícola y, por otra parte, el creciente valor de las producciones agrícolas lo que ha repercutido indudablemente en la idea de que nada es desaprovechable en el sector agrario (Rodehutschord y otros, 2002).

Cualquier subproducto agrícola es susceptible de ser empleado como pienso animal y en principio este es uno de los usos más racionales por las bajas inversiones que son necesarias; no obstante, el contenido nutricional de los mismos debe ser conocido antes de incorporarse en dietas animales balanceadas destinadas a un engorde rápido. Los subproductos primarios, sin transformación por tratamientos químicos o biológicos, podrían usarse preferentemente en dietas de mantenimiento. Los costes, disponibilidad del subproducto y manejo, entre otros, son consideraciones a tener en cuenta al evaluar el uso potencial de estos subproductos en la alimentación animal (Schingoethe, 1991).

La variedad de subproductos agrícolas empleados en este sector es tan amplia y variada que resulta difícil resumir brevemente la bibliografía existente en este campo. Estos compuestos se administran solos o mezclados tras un tratamiento tecnológico mas o menos elaborado, con o sin transformación previa que a su vez puede ser química o microbiana pudiendo, además, estar desecados total o parcialmente (Lawlor, 2002). Los piensos elaborados a partir de plantas no forrajeras tienen variados orígenes y provienen de fuentes tan diversas como los destilados de cereales, salvado de trigo, pulpa de remolacha, cáscara de soja, pulpa desecada de cítricos, manzanas ricas en pectinas, y hasta incluso de frutas tropicales como la lima y pieles de plátano y



piñas, solas o mezcladas (Ruíz-López y otros, 2000; Pietain y otros, 1999). La adición de algunos de estos preparados al pienso no influye en la calidad de la carne y se reducen los costes de producción de forma sensible (Scerra y otros, 2001).

El primer paso en la fabricación de estos piensos novedosos es el análisis cualitativo de su composición en monosacáridos y la digestibilidad *in vitro* por los animales a los que van destinados (Aregheore, 2000). Otros análisis adecuados son su contenido en galactosa, arabinosa, pectina, glucano, xilano y lignina (Miron y otros, 2002).

El gobierno USA apoya decididamente la alimentación del ganado en las zonas productoras de algodón, con sus semillas y otros subproductos como la cascarilla o cualquier otra parte de la planta que no se utilice por su valor textil ya que constituyen un suplemento proteico de interés (Rogers y otros, 2002).

Los subproductos de origen muy diverso (industria alimentaria, cultivos agrícolas, forestales, animales, etc.) aunque biodegradables, pueden contener microorganismos patógenos, medicamentos, aditivos, sales, metales, etc. que causan problemas ambientales y pueden acabar afectando a los animales y la vida en general. El uso de estos subproductos en la alimentación animal es una vía alternativa prometedora y, aunque no se han detectado crisis en el caso de los subproductos agrícolas, no debería subestimarse la aparición de problemas por lo que es necesaria, en cualquier caso, una evaluación de riesgos (Loehr, 1978).

* Licenciado CC. y Tecnología de los Alimentos (E.U.I.T.A.).

** Prof. Titular de la Universidad de Castilla - La Mancha de Dietética y tecnología de alimentos. Dirección Académica de investigación.

*** Catedrático de la Escuela Universitaria de Ingeniería Agrícola de Ciudad Real (E.U.I.T.A.). Universidad de Castilla- La Mancha.

LOS EJEMPLOS SON INNUMERABLES

El ensilado de remolacha mezclada con maíz y patatas se usa en dietas para la finalización de toros (Boucque y otros, 1994) y, los subproductos de esta última son empleados para la alimentación del ganado a precios competitivos en algunas zonas ganaderas. Así la pulpa de la remolacha mezclada con cebada, y concentrados a base de pulpa de cítricos, gluten de maíz complementados con heno y semillas de soja se han ensayado para la alimentación de vacas y ovejas (Arthington y otros, 2002). La pulpa de patata se obtiene como subproducto de la extracción del almidón siendo rica en este polisacárido y celulo-



sas, hemicelulosas, pectinas, proteínas, aminoácidos libres y diversas sales. El autoclavado es útil para lisar las células vegetales, y su secado posterior produce un polvo que puede ser usado como cola o pienso (Mayer y otros, 1997).

Las semillas de cucurbitáceas y otros frutos tropicales, abundantes en América central, tienen un elevado contenido en grasas y proteínas, suministrando alimentos ricos en provitamina A, ácido ascórbico y compuestos aromáticos variados. Los "purés" de pulpa fresca o desecada mezclados con soja y maíz son adecuados para su uso como pienso animal (Bressani y otros, 1977). En zonas productoras de cacao, las vainas rígidas se usan en alimentación animal por su elevado contenido proteico (Baensch, 1993).

La biomasa microbiana constituida por levaduras de diversas especies (*Candida pintolopesii*, *C. saitoana* y *Saccharomyces cerevisiae*) y los sólidos solubles, subproductos de las cerveceras, que son mezclas de azúcares residuales, cebada no fermentada, derrames y biomasa de levadura, se usan como probióticas en alimentación animal por su contenido en proteína unicelular (Hemschemeier y Doerner, 1997; Tadiyanant y otros, 1993).

La alimentación de terneras lactantes "Holstein" con residuos del proceso de fabricación por fermentación de diferentes aminoácidos, ricos en nitrógeno, mezclados con ensilados de alfalfa, de maíz y sus espigas, proteína cruda de soja, urea, y "medianos" de trigo entre otros, ha ofrecido buenos resultados (Broderick y otros, 2000). La pulpa del anacardo y la de manzana, por su contenido en azúca-

res, constituyen buenos sustratos de fermentación para levaduras como *Saccharomyces* y otras no *Saccharomyces* como *Candida utilis* o *Torula utilis*, ya que los transforman en bioetanol, aunque éste alcohol requiere inversiones cuantiosas para su uso como aditivo en combustibles fósiles; no obstante, el bagazo resultante, una vez desecado, se emplea como pienso por su contenido en proteínas, lípidos y vitamina C (De Holanda y otros, 1998; Joshi y Sandhu, 1996). En algunos casos la sustitución del grano de cereal se efectúa con algún extracto de la fermentación fúngica (Sievert y Shaverm, 1993). Al igual que lo que ocurre con los subproductos ricos en fibra, los fermentados parecen ser más adecuados para la alimenta-

ción de especies no rumiantes debido a su escasa capacidad para la retención del nitrógeno (Ragland y otros, 1998).

Los residuos de la destilación alcohólica también se han ensayado como candidatos a ser usados en alimentación animal. Los subproductos, tanto húmedos como desecados, de la destilación de fermentados de trigo, sorgo y maíz, usados en la producción de whiskie, son ricos en proteína y energía y se emplean en la alimentación de "terminación" apreciándose un mayor aprovechamiento energético y una menor acidosis (Ham y otros, 1994; Larson y otros, 1993). En general estas materias, sobre todo si no se desecan, poseen un elevado contenido en materia orgánica y nitrógeno digerible y pueden utilizarse en la fabricación de piensos más complejos (Lodge y otros, 1997). El bagazo de las hojas de agave, usadas para la elaboración del tequila, puede sustituir al rastrojo de maíz empleado en Méjico habitualmente en la alimentación animal; además, sus fibras de diferente longitud tienen aplicación en dietética (Iniguez-Covarrubias y otros, 2001).

Otros residuos agrícolas sin fermentar, como el bagazo de la caña de azúcar, se han usado desde hace mucho para los mismos fines; sin embargo, la estrecha asociación que existe entre la celulosa, hemicelulosa y lignina limita su aprovechamiento por los rumiantes por lo que es necesario un pretratamiento químico suave con ácido fosfórico para aumentar su valor nutritivo (De Brabander y otros, 1999). Las semillas oleaginosas de algarroba tratadas con NaHCO_3 o ácido acético para la alimentación de gallinas pone-

doras, mejora la puntuación de los huevos y su alimentación con aceite de palma y granos de amaranto disminuye sensiblemente su contenido en colesterol manteniendo las características de aceptabilidad de los consumidores (Madrid y otros, 1999). La pulpa de cítricos desecada para la alimentación de codornices también se ha ensayado con buenos resultados (Florou-Paneri y otros, 2001).

El aporte de fibras neutras a los piensos animales mejora de forma sensible su aprovechamiento; así, el efecto en cabras de una alimentación a base de paja de diversos cereales suplementada con subproductos cítricos ha sido objeto de estudio para correlacionar los datos obtenidos *in vivo* e *in vitro* (Madrid y otros, 1999). El aporte de fibras de mazorca en forma de pellets a la alimentación de terneras "Hereford" modifica positivamente la masticación y por lo tanto una mejor digestión del pienso (Campbell y otros, 1992). La estructura física de algunos tubérculos y cereales como la remolacha forrajera y la pulpa de la azucarera, las patatas y ensilados, la cebada cervecera y la mazorca del maíz mezclados con forraje, constituyen una materia poco digerible que aumenta el volumen de los piensos (De Brabander y otros, 1999). La finalidad en todos los casos es la sustitución del forraje o cereales ricos en carbohidratos pero pobres en fibra, empleados habitualmente y con un precio de mercado mas o menos elevado, por fibras no forrajeras provenientes de subproductos agrícolas para alimentar rumiantes de diversas especies.

Se ha estudiado el uso de diferentes subproductos como los medianos de trigo, la cascarilla de semilla de soja y el gluten de maíz como suplementos de los forrajes, ya que se producen en grandes cantidades. Su uso es mas adecuado para los rumiantes que para los animales monogástricos ya que su contenido en fibras digeribles es muy elevado. El emplear uno u otro subproducto dependerá del contenido en proteínas y minerales del forraje; así por ejemplo, si este es pobre, habría que complementarlo con gluten de maíz o medianos de trigo. El gluten debe limitarse a una proporción máxima ya que su contenido en azufre es elevado (Pore y otros, 2002). En cualquier caso es importante estudiar el balance de carbohidratos en las dietas a base de forrajes suplementados con fibra detergente neutra no forrajera procedente de los subproductos de cereales. Las vacas alimentadas con dietas ricas en fibras neutras son menos susceptibles a la acidosis del rumen (Pereira y otros, 1999).

A pesar de lo dicho acerca de los rumiantes como animales de destino de estos subproductos, algunos autores proponen su uso en la alimentación de conejos, y en este sentido, se han llevado a cabo ensayos con alfalfa, pulpa de cítricos y de remolacha, orujo de vid y cascarilla de arroz (Raga y otros, 1991). Los cerdos se les ha alimentado con fibra dietética, a base de polisacáridos fermentables sin almidón, no observándose cambios en su actividad física; esto es debido a que la fermentación tiene lugar en el tracto gastrointestinal y no se produce un aumento indeseable del volumen intestinal (Schrama y Bakker, 1999).

TAMBIÉN PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA

El procesado adecuado de algunas plantas tropicales permite su uso integral tanto para la alimentación humana como animal. Así, del cacao se ha obtenido zumo, vino, vinagre y mermelada. Esta última, se elabora añadiendo azúcar de caña a la pulpa fresca y a los residuos triturados (Baensch, 1993).

Por otra parte, y en el campo de la alimentación humana, en Asia y Africa se utilizan diversas materias primas para elaborar alimentos que van desde el "natto", obtenido a partir de judías de soja tostadas, hasta el "ogi", a base de harina de maíz deshidratada y fermentada mezclada con harina de semillas de melón. En estos alimentos, de fermentación bacteriana espontánea, las proteínas son hidrolizadas en aminoácidos y péptidos liberándose el ión amonio que hace aumentar el pH confiriendo características apreciadas por las poblaciones indígenas. Tanto el "ogi", como el "tempe", fortificado con soja con o sin la adición de harina de semilla de melón, se emplean en alimentación infantil al final de la lactación ya que tienen un gran valor nutritivo debido al contenido en proteínas, lo que las asemeja a productos ya comercializados tipo "Cerelac" (Egounlety y otros, 2002).

En algunas partes de Africa se fermenta el melón, mejorándose el contenido en carbohidratos y las características sensoriales, mediante una extracción con solventes orgánicos, obteniendo de esta manera productos apreciados y de amplio consumo (Arogba y otros, 1995). En España se han hecho ensayos de fermentación y destilación de cerezas, ciruelas y melón excedentarios para la elaboración de licores y aguardientes, y algunos de ellos se encuentran en fase de producción industrial.

En Nigeria se han efectuado estudios para la elaboración de dietas infantiles aptas para el final de la lactancia, usando semillas de melón, soja y nueces por su contenido en aceites y proteínas mezcladas con otras fuentes de hidratos de carbono como la cassava, la fruta del pan y el almidón de maíz (Adewusi y otros, 1992). En este país, se usan las semillas de las cucurbitáceas por sus aceites no convencionales de elevado valor nutritivo, estabilidad y propiedades físico-químicas (Badifu, 1993), siendo pionero en la búsqueda de nuevos alimentos fermentados a partir de materias primas abundantes con una biota bacteriana heterogénea, *Bacillus* y *Acinetobacter*, y de levaduras y mohos, *Rhizopus* y *Mucor*. Como sustratos de partida se emplean semillas mezcladas de cacahuate (*Arachis hypogea*) y de variedades autóctonas de melón (*Citrullus vulgaris schrad*) para elaborar alimentos a los que se les enriquece con ácido ascórbico y harina (Nwosu y Ojmelukwe, 1993).

El "desamargado" mediante adsorción o empleando resinas de intercambio aniónico o carbón activo, elimina compuestos indeseables como los limonoides y otros fenoles, presentes en subproductos cítricos y pulpa de uvas exprimida. Este tratamiento conduce a productos aceptables para su uso alimentario como aditivos (Grohmann y otros, 1999).

Algunos subproductos agrícolas son apreciados por su contenido en fibra vegetal, muy demandada en las sociedades occidentales por sus efectos beneficiosos. Se han propuesto diferentes métodos enzimáticos para el análisis composicional de la fibra soluble e insoluble de algunos cereales (Goncalvez y otros, 1998). El tratamiento químico es a veces un paso obligado para aumentar el valor añadido de un subproducto agrícola; así, las hojas coriáceas de las cebollas se hidrolizan en medio ácido para obtener sus fibras dietéticas (Jaime y otros, 2002).

Las fibras dietéticas fermentables y los probióticos modulan diferentes propiedades del sistema inmune incluyendo el asociado a los tejidos linfáticos intestinales. El consumo de las mismas provoca cambios favorables en la microflora intestinal y actúa como mediador de los cambios inmunológicos debido al contacto de las bacterias lácticas con las células relacionadas con las defensas inmunes; además, se incrementa la producción de ácidos grasos de cadena corta y de mucina (Schley y Field, 2002). El incremento del cáncer de colon en algunos países occidentales se atribuye al incremento en el consumo de grasas y disminución en la de fibra (Furukawa y otros, 1995). Por otra parte, la fluctuación diaria del azúcar es un problema en el tratamiento de la diabetes siendo recomendable reducir el consumo de grasas. Se ha observado que esta enfermedad mejora sensiblemente en animales de laboratorio alimentados con fibra dietética obtenida de subproductos de las uvas y sus semillas, ya que son atóxicas y bien toleradas, recomendándose para la corrección del catabolismo defectuoso de los carbohidratos y lípidos (Shchelkunov, 2001).

APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS

La Biotecnología de última generación permite la obtención de productos de gran valor añadido. Evidentemente, las inversiones necesarias en I+D+i son muy superiores a las requeridas en los campos mencionados anteriormente. Los pigmentos carotenoides extraídos de levaduras como *Rhodotula glutinis* y *Debaromyces castellii*, son muy usados como aditivos alimentarios o se incorporan a la alimenta-

ción de algunos ciprínidos en piscifactorías. Diferentes oligosacáridos y dextrinas obtenidas del licor de maíz, subproducto en la extracción del almidón, se han usado como sustituto de fermentación para la producción de biomasa de estas levaduras "rosas" (Buzzini, 2001).

La cucumisina es una serin-proteasa aislada a partir del melón con actividad similar a la papaína, usada como cuajo industrial en la elaboración de quesos (Uchikoba y Kaneda, 1996). En el campo de los nuevos materiales se ha llegado a la fabricación de "composite" empleando polivinilalcoholes como fase continua y diferentes polímeros aislados de una variada gama de subproductos agrícolas (Chiellini y otros, 2001).

Finalmente, y en el campo de la farmacología cabe destacar la purificación de una proteína, "melonina", del melón (*Cucumis melo L.*) que inhibe fuertemente los ribosomas tanto de eucariotas como de procariotas proponiéndose como una RNAasa con propiedades especiales como anticancerígeno (Rojo y otros, 1995).

En vista de la tecnología disponible, de los precios de producción y las condiciones del mercado, es incuestionable el amplio campo de investigación aplicada que suponen los subproductos agrícolas, sobre todo en regiones españolas en donde la población ocupada en el sector agrario y la de servicios supone un sector económico básico.

El lector puede consultar la bibliografía empleada en: Jubeda@ita-cr.uclm.es

¿Te has perdido algún capítulo del coleccionable PRODUCCIÓN PORCINA INTENSIVA?

PÍDELO

**3 EUROS
POR CAPÍTULO**
+ GASTOS DE ENVÍO



PEDIDOS A:
Editorial Agrícola Española S.A.
Caballero de Gracia, 24 - 28013 MADRID
Tel 91 521 16 33 - Fax: 91 522 48 72
administracion@agricultura-revista.com