

# La basura ¿un futurible valor en alza?

Texto: **Antonio J. Nevado**

Técnico TIC del Ayuntamiento de Soto de la Vega  
Consejero Delegado de Energía Limpia ECOFA S.A.

**U**no de los grandes problemas medioambientales a los que se enfrentan los países desarrollados es cómo eliminar o valorizar las ingentes cantidades de basura generadas por el modelo de vida actual. Las crecientes cantidades de basura suponen un gran problema que llega a ser extremo en algunas situaciones puntuales. Sin embargo es posible que en la basura se encuentre, paradójicamente, una solución para la mejora del medio ambiente.

De este modo la forma de ver y tratar la basura cambiaría totalmente, ya que pasaría de ser un desecho a ser algo útil y quizás, incluso, hasta valioso. El razonamiento es simple: ¿quién tira algo que tiene valor? Y si de todas formas se hiciera, con toda seguridad habría alguien que lo recogería, no tanto por su civismo medioambiental como por el aspecto crematístico del asunto.

La sociedad y los ciudadanos saldríamos beneficiados y los vertederos y las incineraciones pasarían a ser historia reciente, reduciéndose de esta manera la contaminación en el aire, agua y suelo y se evitarían malos olores al mismo tiempo que recuperaríamos los paisajes, entornos naturales y el aspecto más amable de los núcleos urbanos.

Imaginemos por un momento que por la tolva

de entrada de una planta de reciclaje de R.S.U. se introducen toda clase de basuras domésticas, orgánicas o no, desechos hospitalarios, papel y cartón, destríos de frutas y hortalizas, restos de podas y otros residuos del campo, despojos de mataderos, y en general cualquier metal o plástico y al final de un proceso interno y prácticamente semiautomático, acabáramos obteniendo un biocombustible apto para ser utilizado, tanto en una caldera como en cualquier motor de gasoil. Esto no es ya ciencia ficción, es una realidad inminente.

## **Las crisis económicas mundiales y el incremento del precio del petróleo**

El petróleo tiene sus años contados, o siglos, ¡qué más da! De cualquier forma se agotará porque sus reservas menguan continuamente por las extracciones y no es renovable. Esta circunstancia unida a la dependencia energética provocada por la *monopolización natural* que asiste a ciertos países y económica a ciertas empresas, hace que su precio fluctúe en función de intereses que evidente no son solidarios con los del resto de países del

mundo y por descontado con las empresas que no sean las petrolíferas. Esto explica que en poco tiempo un barril de crudo pase de 150\$ a 50\$ o viceversa, sin un argumento económico coherente sino es la simple especulación puntual.

Lo cierto es que estas situaciones han provocado y provocan las crisis económicas que padecemos sobre todo los países más desarrollados y por tanto más consumistas, pero que castigan especialmente a los últimos eslabones de la cadena como son los ciudadanos de clase media y baja, a quienes más afectan las subidas generalizadas de precios, provocadas por las alzas en el precio del petróleo.

### **Aparición y crisis de los biocombustibles**

Ante estas situaciones de dependencia energética y crisis económicas, los países buscan energías alternativas y a poder ser limpias, renovables y sostenibles que contribuyan lo menos posible al efecto invernadero y en consecuencia al cambio climático. Los biocombustibles comienzan, tímidamente, a tener su propio espacio en la tarta energética.

Francisco Angulo hace la prueba del funcionamiento de ECOFA en un vehículo, con motivo de la presentación en Madrid del ensayo "Ecofa una solución viable" en la Fundación Progreso y Cultura. Foto: Ana Sevilla.



El biodiésel sustitutivo del gasoil y el bioetanol en lugar de la gasolina surgen como buenas alternativas a los combustibles fósiles y cumplen también con las premisas antes indicadas, excepto la sostenibilidad (poder cubrir con su producción toda la demanda potencial).

Su historia es relativamente corta. En el año 1992 se inició la producción a escala industrial y el uso de biodiésel en Europa. Los gobiernos han procedido a legalizar la exención de impuestos, como es el caso del español, que en principio ha fijado hasta el 31 de diciembre del año 2012 como límite para el tipo impositivo cero (Ley 53/2002) y por lo tanto, de esta manera, fomentar el uso de biocombustibles en los motores de automoción.

La Comisión Europea ha propuesto la modificación de la norma EN-14214 que establece la composición que requiere un biodiésel (con excepción del índice de yodo que se indica en la 140), para de esta manera facilitar el uso de una mayor variedad de aceites vegetales, como materia prima para su obtención. El Gobierno de España en el Consejo de Ministros celebrado el 20 de julio de 2007, aprobó un completo paquete de planes y normas que están permitiendo a nuestro país a ponerse al día en la lucha contra el cambio climático.

Además, a primera vista parece que todo son bondades:

- \* **Independencia energética** de los países que no son productores de petróleo. Se establecería una reducción en las importaciones de crudo que aliviarían posibles déficits en la balanza de pagos de comercio exterior de los países que son importadores netos.
- \* **Fin de la dictadura del “oro negro”** en cuanto a decisiones arbitrarias que pueden ocasionar recesiones económicas mundiales. Suecia ya ha declarado abiertamente su intención de ser energéticamente independiente en el año 2020.
- \* **No dependencia de países productores**, políticamente inestables. En una visión todavía más global, los biocombustibles, contribuyen a superar la dependencia del petróleo, que algunos casos se encuentra localizado en países que históricamente son fuente de conflictos sociales y políticos.
- \* **Son renovables**: Su producción es potencialmente inagotable.
- \* **Mayor diversificación energética** en cuanto los orígenes productivos. Se puede obtener a partir

de más de 300 especies vegetales, dependiendo de cual sea la que más abunde en el país.

- \* **Incremento de la seguridad** en el abastecimiento energético, al estar las plantas de producción más diversificadas en cuanto a su localización, que los pozos petrolíferos.
  - \* **Ahorro energético** importante en su logística y transporte por la autosuficiencia energética regional.
  - \* **Oportunidad para las zonas rurales**, donde se estima que se concentra el 70% de la población más desfavorecida del planeta.
  - \* **Valor ecológico incalculable**. Los biocombustibles son biodegradables. Por este motivo, y en su transporte en caso de accidente, no se producirán desastres por vertidos de crudo al mar como la del “Prestige” o la más reciente ocurrida en las costas surcoreanas.
  - \* **Menor riesgo** ante manipulación inadecuada, accidentes o catástrofes naturales.
  - \* **Ventajas logísticas**. Al contrario de otras energías renovables, como la eólica y solar, el biocombustible una vez producido, se almacena fácilmente.
  - \* **Ventajas medioambientales**. Se reduce la emisión neta de (CO<sub>2</sub>), de otros Gases de Efecto Invernadero (GEI), y la formación de (CO) al tener una proporción más grande de oxígeno que mejora su combustión.
  - \* **Por este motivo, al producirse menos contaminación**, disminuyen los riesgos para salud de los ciudadanos y para el patrimonio arquitectónico.
  - \* **Al tener mayor proporción de oxígeno**, eleva el índice de octano, evitando el uso de compuestos, con análogas pretensiones, como el MTBE (éter metilterbutílico), aditivo promovido por las petroleras, que se sospecha es cancerígeno.
  - \* **Grandes posibilidades** de bajada de precios del petróleo.
  - \* **Creación de nuevos puestos de trabajo** y desarrollo industrial.
- La obtención del bioetanol y el biodiésel se produce mediante procedimientos distintos. En el primero se fabrica por fermentación del azúcar mediante la aportación de levaduras y la posterior destilación para separar el agua del alcohol, tal y como se viene haciendo desde tiempos inmemoriales para obtener alcohol etílico. Si se utilizan cereales o almidones, previamente hay que convertir el almidón en azúcar mediante la intervención de enzimas (sacarificación).

## Primeros informes, análisis y resultados de ECOFA

*“Utilización de bacterias biogeneradoras de ácidos grasos para la producción de biodiésel a partir de residuos sólidos urbanos”.*

“ECOFA es un biocombustible del subgrupo de los biocarburantes obtenido de ácidos grasos biosintetizados por microbios para aplicación en los actuales motores de combustión interna diésel y Otto”

Biotit Scientific Biotechnology Laboratory. Sevilla (España) julio 2008.

- \* Se basa en el principio bionatural del metabolismo mediante el cual todos los seres vivos, incluidas las bacterias, producen ácidos grasos. La gran aportación de las patentes de Francisco Angulo -y de ahí su incalculable valor económico- es precisamente que este principio lo destina a la producción de biocarburante con origen en el carbono de cualquier resto orgánico.
- \* Los microorganismos que sintetizan productos útiles para el hombre representan, como máximo, unos pocos centenares de especies de entre las más de 100.000 descritas en la Naturaleza.
- \* Los pocos que se han encontrado con utilidad industrial son apreciados por elaborar alguna sustancia que no se puede obtener de manera fácil o barata por otros métodos.

## Planta de reciclaje RCN modelo de implementación H-150, complementaria para la producción de ECOFA

Fruto de una alta tecnología, diseñada dentro de un proyecto español de ingeniería industrial de I+D+i, su reactor Higienizador es una auténtica novedad mundial de vanguardia. Entran en su interior los residuos sólidos urbanos, -R.S.U- todos mezclados (papel, bolsas de basura doméstica, plásticos, metales, etc.) y al cabo de 30 minutos salen todos los restos separados en cuatro grupos y totalmente asépticos: biomasa, metales, plásticos y otros. La fracción orgánica, que viene a ser el producto final más importante representando aproximadamente un 60% del total, será la que se utilice como materia prima (fuente de carbono) para la producción de ECOFA con una granulometría inferior a 10mm tamizada por un Trómel.

En el caso de la caña de azúcar, se ahorra este proceso ya que ésta, de por sí, contiene un elevado porcentaje de la misma.

Para obtener biodiésel se emplea como materia prima cualquier aceite de origen vegetal o también grasas vegetales o animales que se someten a un proceso llamado transesterificación mediante el cual resulta un producto llamado éster que ya se puede utilizar como biocombustible en los motores de ciclo diésel, bien combinado con gasoil o sin mezclar. En el R.D.61/2006 de 31 de enero, se regula el uso de determinados biocarburantes. En referencia al gasóleo y al biodiésel, la especificación EN-590 (Gasóleo A) establece que el gasoil no debe de contener más del 5% de mezcla con biodiésel. El biodiésel puro, es decir sin mezcla se denomina genéricamente éster metílico considerándose apto como combustible cuando se atiene a la norma EN-14214 a la cual ya he aludido anteriormente. Según el origen de materia prima usada, tenemos los siguientes tipos de ésteres:

- \* **RME** (Rape Methyl Ester): Éster Metílico de Aceite de Colza.
- \* **SME** (Soya/sunflower Methyl Ester): Éster Metílico de Aceite de Soja o Girasol.
- \* **PME** (Pal Methyl Ester): Éster Metílico de Aceite de Palma.
- \* **FAEE** (Fatty Acid Ethyl Ester): Éster Etilico de Ácidos Grasos, que en realidad integra a otros tipos de Aceites y/o grasas vegetales y/o animales y/o sus mezclas.
- \* **FAME** (Fatty Acid Methyl Ester): Igual que el anterior, pero con Éster Metílico en vez de Etilico. Puestos a elegir, la mejor apuesta sería el biodiésel, ya que el bioetanol no es tan ecológico (pese a ser un biocombustible) al necesitar, dependiendo del cultivo, casi tanta o más energía que la que produce, contando la que se tiene que emplear desde el inicio del proceso y la que se obtiene finalmente (balance energético). Las cuentas se inician a partir de la siembra, la recogida de la cosecha elegida (de maíz, trigo, cebada, caña de azúcar, etc), pasando por el transporte y acabando en las altas temperaturas que se necesitan alcanzar para la destilación.

Además en el proceso se liberan considerables cantidades de (CO<sub>2</sub>). En el caso de la caña de azúcar (cuyo balance energético sí es positivo, ya que se produce una relación 1 a 8, es decir se consiguen 8

litros de combustible por cada litro empleado), por el contrario hay que tener en cuenta la quema previa de la caña, que se requiere para matar serpientes y así facilitar el corte de la misma, que se hace a mano y representa un durísimo trabajo de los jornaleros además de la emisión de metano y óxido nítrico, gases que también producen el efecto invernadero. El balance energético del biodiésel siempre ha resultado positivo, al no requerir el proceso tanta energía. Las ventajas con respecto al gasoil, serían todas las expuestas anteriormente para los biocombustibles en general (biodiésel o bioetanol) más otras específicas que se pueden resumir en:

- \* Mayor lubricidad, con lo cual se alarga la vida del motor y reduce el ruido del motor.
- \* Mayor poder disolvente, que hace que no se produzca carbonilla ni se obstruyan los conductos y mantiene limpio el motor.
- \* Mayor diversificación en los orígenes de producción para el biodiésel (incluso más que para el bioetanol).
- \* No contiene azufre.
- \* No es tóxico.
- \* Los niveles de emisión son mucho más bajos.

Comparación de los niveles de emisión entre el biodiesel y el gasóleo

Emisión	Biodiesel al 100% (Kg/100 km)	Biodiesel al 30% (Kg/100 Km)	Gasóleo (Kg/100 Km)
CO	0,37	0,43	0,46
HC	0,03	0,04	0,04
NO <sub>x</sub>	2,73	3,37	3,64
Partículas	0,62	1,48	1,85
CO <sub>2</sub>	0,87	3,53	4,67
SO <sub>2</sub>	0	1,14	1,62

Y cuando todo está en marcha resulta que eclosiona contundentemente la crisis de los biocombustibles tradicionales que son renovables, pero no sostenibles (más demanda que capacidad de producción) y están siendo un problema pasando en poco tiempo de ser una solución emergente a constituirse en el centro de los despropósitos por las subidas de

alimentos básicos que se les atribuyen.

La ansiedad de un rápido beneficio origina que las plantaciones de cereales u oleaginosas sustituyan a otras también imprescindibles para la alimentación humana, pero menos rentables. Esto ha provocado enormes subidas en productos alimenticios según informes de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y la escasez de algunos alimentos básicos, que ahora, se destinan a la producción de biocombustibles. Las organizaciones ecologistas ya se manifiestan claramente en contra y su utilización se está cuestionando entre la opinión pública. La crisis de los biocombustibles está servida.

## Descubrimiento de ECOFA

Francisco Angulo Lafuente, investigador autodidacta, se puso a investigar hace una década, por su cuenta y riesgo sin ninguna ayuda externa, en algo que por intuición, y sobre todo por su capacidad de observación, le pareció que podría ser un gran descubrimiento para la humanidad: obtener combustible a partir de las basuras orgánicas. Su avidez en buscar información le llevó a conocer el hecho de que los motores diésel podrían funcionar con un aceite vegetal. Leyó que el motor que presentó Rudolf Diésel en la Exposición Mundial de París de 1900 funcionó con aceite de cacahuete, cosa que el resto de sus congéneres no habrían ni imaginado, acostumbrados al gasoil desde que nacieron ya que el consumo mundial de los gasóleos como combustible se había iniciado en 1910 cuando el almirante Fisher de la flota británica, ordenó que se sustituyera el carbón por el gasóleo en todos sus barcos. Francisco hacía algún tiempo ya había reparado en la existencia de una fina capa de aceite que se producía sobre las aguas más o menos estancadas, como por ejemplo en los remansos de los ríos. Meditando sobre este fenómeno llegó a la conclusión de que era producida por efecto de las bacterias sobre los restos orgánicos que se encontraban en el agua. Reprodujo artesanalmente este escenario mezclando restos de comida, agua y un compuesto de bacterias y levaduras elaborado por él. A los pocos días pudo comprobar que

efectivamente en la superficie se encontraba flotando una especie de aceite que, filtrado convenientemente, introdujo en el depósito de su antiguo vehículo con motor de gasoil, el cual arrancó y puso en marcha sin problema ninguno recorriendo las mismas distancias, a la misma velocidad y con la misma potencia que lo habría hecho con un combustible al uso, y ya no paró de utilizarlo hasta que hizo unos 100.000 kms. pasando con éxito toda clase de pruebas e ITV.

Además de visionario, había sido precursor de un sistema distinto de obtención de biocombustible, como es el hacerlo aplicando pautas biotecnológicas en un único proceso. Realmente todo un adelantado a su tiempo, como ahora ha quedado demostrado.

## **El desarrollo de la biotecnología**

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo define a la biotecnología como *“toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”*. Utilizar microorganismos para ciertos usos está dando resultados espectaculares en áreas como la salud, el medio ambiente, los productos farmacéuticos, la agricultura y por ende la alimentación. La genómica, la farmacogenómica, la ingeniería tisular, la terapia genética y celular, la nanomedicina, la biorremediación, entre otras técnicas, están teniendo un auge exponencial desde aquellos años de la Primera Gran Guerra en el cual Chaim Weizmann, judío ashkenazí de origen ruso-polaco y nacionalizado británico,

339.000 balas de basura depositadas hace unos años de forma temporal en Valdefuentes del Páramo (León). Aún no se ha encontrado solución para estos RSU en 2008. Foto: A.J.Nevado.



investigando como director de los laboratorios del Almirantazgo británico, descubrió el proceso de sintetización de acetona y butanol por acción de la bacteria anaerobia “*Clostridium acetobutylicum*” que fermenta la glucosa. La producción industrial de acetona fue fundamental para el proceso de fabricación de “cordita”, explosivo utilizado por los cañones de la Armada Británica y muy importante en el curso de la primera guerra mundial. No obstante el destino más significado de Weizmann se escribiría años más tarde cuando en 1949 fue elegido democráticamente, por el recién creado Parlamento israelí (Knéset), primer presidente del nuevo Estado de Israel.

A día de hoy los estudios biotecnológicos orientados hacia los biocombustibles se han dedicado a investigar la producción de transgénicos que puedan ser cultivados en terrenos con condiciones climáticas adversas, pero que seguirían sin solucionar los problemas antes comentados como son los ciclos obligados para cosechar y la superficie de actuación, que evidentemente no es ilimitada, para satisfacer la demanda real.

Francisco Angulo Lafuente registró la patente de su invento el 5 de noviembre del año 2005 en la Oficina Española de Patentes y Marcas: “*Objeto de la Invención: La presente invención tiene por objeto un procedimiento para la obtención de un combustible apto para ser utilizado en motores de encendido por explosión tipo Diésel, siendo dicho combustible obtenido a partir de residuos orgánicos, tales como las basuras domésticas*”. Patente P200502149.

A partir de ahí y en un camino no exento de dificultades, el biocombustible ha seguido dando pasos. El hecho de que un organismo oficial,

como es el Ayuntamiento de Soto de la Vega, respaldara la demostración pública de la viabilidad y funcionamiento del ECOFA, fue el pistoletazo de salida para la breve carrera que han supuesto estos meses transcurridos desde entonces, dado que ha surgido una iniciativa privada que se ha implicado económicamente en el asunto y Energía Limpia Ecofa S.A. ya es una realidad desde julio de 2008 y ha comenzado a desarrollar la línea de investigación adecuada para optimizar el proceso que dé lugar a su pronta comercialización mundial.

### **ECOFA, el ecocombustible**

Hasta el descubrimiento de Francisco, a nadie se le había ocurrido aplicar las bacterias para producir biocombustible a partir de una materia prima que se genera a diario y por lo tanto es abundante y económica; que su utilización no influyera en los precios de alimentos para el consumo humano y que tampoco dependiera de los ciclos de las cosechas.

Esto es lo realmente sensacional, disponer de un combustible originado desde una materia prima que se desecha y al mismo tiempo solucionar otros inconvenientes inherentes al reciclaje de esa materia prima que causa enormes problemas de logística, tratamiento y transporte. Por eso a este biocombustible, se le bautizó como “eco-combustible”, para diferenciarlo de los biocombustibles al uso, añadiendo “FA” por las iniciales de Francisco Angulo. Simplificando, “ECOFA”.



## Ventajas de ECOFA con respecto al biodiésel actual:

- \* Solución, prácticamente integral, al problema que hay en los municipios con el tratamiento y almacenamiento de las basuras domésticas.
- \* No sería necesario destinar plantaciones específicas de maíz, trigo, cebada, remolacha, etc. que seguirían manteniéndose para el consumo humano sin crear distorsiones o hambrunas de consecuencias imprevisibles.
- \* Posibilidad para los Ayuntamientos del tratamiento autónomo en propias plantas que indudablemente generarían y atraerían riqueza a las poblaciones rurales. La producción se haría prácticamente en las localidades de consumo, por lo que no harían falta ni oleoductos ni barcos navegando con cargas susceptibles de ser



Rueda de prensa de presentación de Ecofa en Sevilla, conjuntamente con el laboratorio que está haciendo la investigación científica. De izquierda a derecha: José Luis Reino Moya y José Manuel González-Petit, director de I+D+i y director general de Biotit Scientific Biotechnology Laboratory. Francisco Angulo, Carmen García y Antonio J. Nevado de Elecofasa.

Foto: Carlos Rodríguez Machado.

derramadas al mar, ya que las plantas productoras no son técnicamente muy complejas y al ser el reactor modulable en forma de cajas metálicas bajo la normativa ISO 40 , facilita su traslado a cualquier punto del planeta.

- \* La utilización de los RSU (Residuos Sólidos Urbanos) para la producción de energía, previsiblemente presentará unas ventajas añadidas, en relación al medio ambiente, a las ya propias de los biocombustibles. Principalmente en lo relativo a los olores, mejora del paisaje y reducción de la contaminación en el aire, agua y suelo.
- \* Por último esta técnica microbiana se puede extender a otros restos orgánicos, vegetales o animales, como los contenidos en las aguas fecales urbanas. **a**