

Digestión anaerobia de residuos cunícolas (I)

Dominga Trujillo Jacinto del Castillo * Juan Fernando Pérez Gutiérrez**
 Francisco José Cebreros Ritz***

Introducción

Los residuos producidos en las unidades intensivas dedicadas a la cría de animales han ido provocando un considerable aumento del impacto ambiental, fundamentalmente en el entorno de la explotación, lo que condiciona el tener que plantearse seriamente posibles alternativas sobre el mismo.

El tratamiento que exige el residuo, si lo que se persigue es su eliminación, suele ser bastante costoso y conlleva la pérdida de materias naturales valiosas. Es por ello por lo que existe una gran necesidad de desarrollar técnicas que permitan procesar de forma lógica y coherente los mismos, paliando en parte este problema.

Dada la apreciable cantidad de residuos producidos en las granjas y la naturaleza biodegradable de éstos, parece en cierto modo obvio que una posible vía de solución al problema planteado podría ser la digestión anaerobia, bien desde el punto de vista de la reducción de biogás que podría ser utilizado "in situ" para calefacción o refrigeración según convenga, o mediante su conversión en energía eléctrica, o bien de la obtención de un sustrato que podría utilizarse de forma directa como fertilizante con menor poder de toxicidad como pienso, o de forma indirecta para la obtención de proteínas mediante cultivos acuáticos.

Dentro de esta línea de actuación hay que indicar que en los últimos años se han desarrollado numerosos trabajos de investigación sobre la digestión anaerobia de diferentes

residuos, fundamentalmente enfocados hacia su aprovechamiento energético, (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) y (8).

En relación con la producción general de residuos ganaderos de carácter recuperable existentes en las Islas Canarias, ésta suele estar en torno a las 200.000 Tm. por año, (9), en tanto que unas 6.000 Tm corresponden a residuos cunícolas. Sin embargo, no se utilizan de forma adecuada ante una situación como la actual que está caracterizada por:

- Un elevado precio de los combustibles y de los fertilizantes de tipo químico.
- Un continuo empobrecimiento en materia orgánica de los suelos agrícolas.
- Una creciente sensibilización hacia una mayor calidad de vida.

Teniendo en cuenta todo lo indicado anteriormente, el objetivo del presente trabajo se centra en el estudio del comportamiento de la digestión anaerobia de residuos cunícolas a escala laboratorio, desde un punto de vista energético, lo que condiciona el tener que analizar la influencia que la concentración inicial en SV del sustrato y el tiempo de digestión ejercen sobre el proceso.

Técnica experimental

La fermentación anaerobia del residuo se llevó a cabo en un digestor de laboratorio de un litro de capacidad, diseñado para poder realizar el seguimiento y control del proceso a lo largo del tiempo. Una descripción detallada del mismo aparece en (10) y (11).

La digestión se realizó dentro del rango mesofílico a una temperatura de $37 \pm 0,6^\circ \text{C}$ mediante inmersión del reactor en un baño termostatzado, en tanto que se efectuaban agitaciones del sustrato durante 15 de cada 45 minutos.

* Catedrática de Física de la EUITA. La Laguna. Universidad Politécnica de Canarias

** Profesor Titular de Física de la EUITA. La Laguna. Universidad Politécnica de Canarias

*** Ingeniero Técnico Agrícola

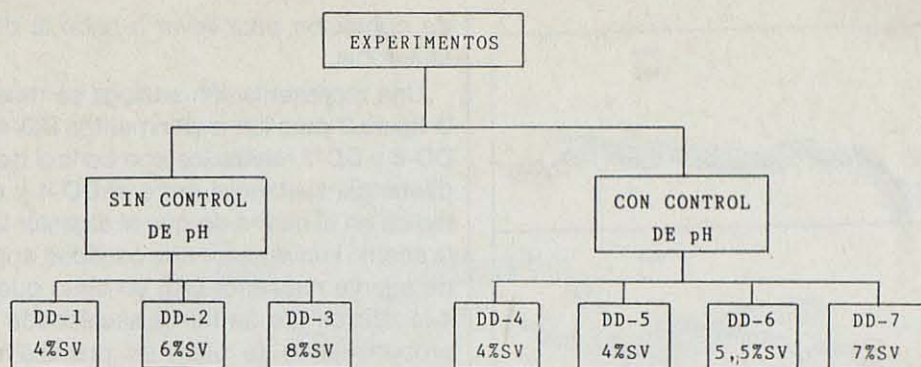


Figura 1.

El residuo cunícola utilizado procedía de una granja de selección de las razas California y Neozelandés, explotadas en líneas convencionales y contenía 611 g/Kg en sólidos totales: 538 g/Kg en sólidos volátiles y una demanda química de oxígeno de 672.019 ppm, así como un pH medio de 8,23.

Una vez caracterizado, se efectuaba la dilución del mismo hasta la concentración deseada y se introducía en el digestor una cantidad conocida, con la finalidad de someterlo a una fermentación anaerobia de tipo discontinuo.

La evolución del sistema se seguía de forma diaria realizando medidas tanto del biogás producido como de su composición, la primera por lectura directa en una bureta de gases, en tanto que la segunda, usando técnicas de cromatografía gaseosa.

De forma simultánea y con la frecuencia ya indicada, se efectuaban sobre el sustrato medidas del pH, así como un control del mismo en los casos que fuese necesario.

Resultados y discusión

En la figura 1 se indican de forma esquematizada las series de experimentos realizadas en régimen discontinuo de operación y condiciones mesofílicas, para distintas concentraciones iniciales del sustrato.

Se inician los experimentos con la serie DD-1, DD-2 y DD-3 en la que tiene lugar una interrupción de la digestión en la primera etapa de la misma, como consecuencia de una acidificación del medio.

La siguiente serie experimental DD-4, DD-5, DD-6 y DD-7 por las causas ya indicadas,

se llevó a cabo con control del pH durante la etapa de inducción, utilizado como agente regulador $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tal como recomienda la bibliografía, (12).

En la figura 2 se representan los valores del pH frente al tiempo de digestión en días para los experimentos DD-1, DD-2 y DD-3, observándose como en los tres digestores el valor del pH va disminuyendo progresivamente y de una forma más acusada durante los primeros diez días para estabilizarse posteriormente en valores de 5,3; 5,7 y 5,9 respectivamente. En todos los casos se ha

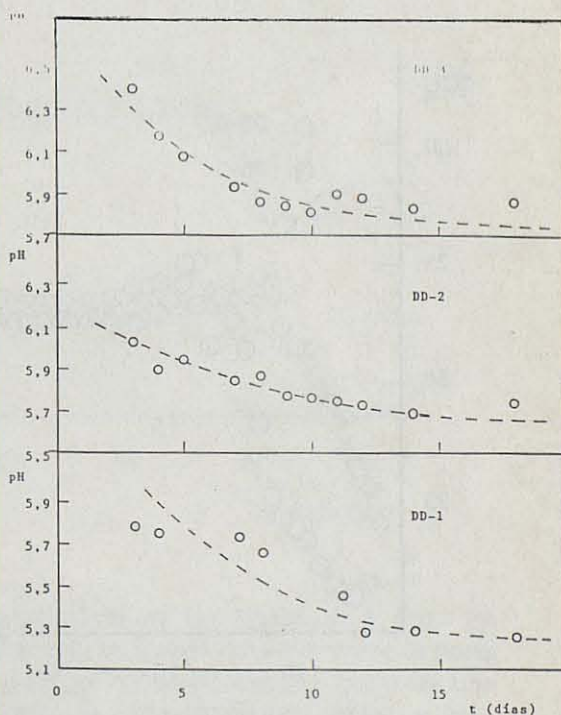


Figura 2.

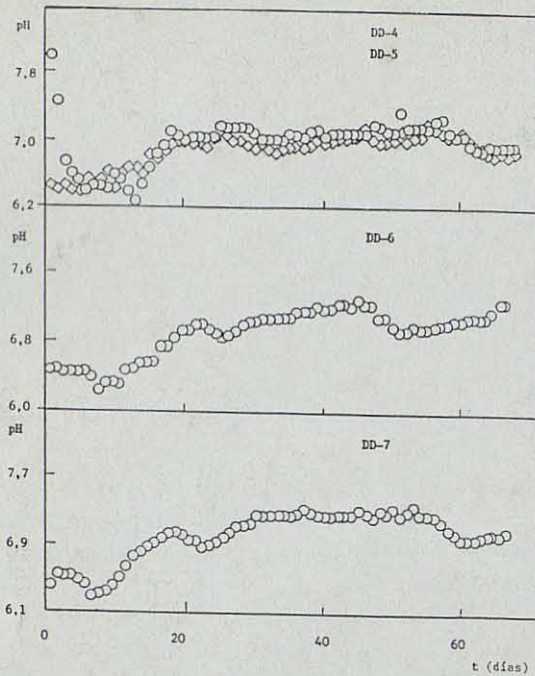


Figura 3.

rebasado el límite mínimo permisible, propuesto en la bibliografía (13) como condición

de operación para llevar a cabo la digestión anaerobia.

Una representación análoga se muestra en la figura 3 para los experimentos DD-4, DD-5, DD-6 y DD-7 realizados con control de pH. La diferencia sustancial entre el DD-4 y el DD-5 radica en el hecho de que al digestor DD-5 se le añadió inicialmente una cantidad apreciable de agente regulador (1g) en tanto que al DD-4 la adición fue de forma escalonada (similar procedimiento se puso en práctica con los DD-6 y DD-7)

En dicha figura se puede observar como:

a) No existe una diferencia resaltable entre una adición inicial apreciable del agente regulador (que elevó el pH hasta valores alrededor de 0) y el aporte fraccionado. Todo lo cual nos permite admitir, que al menos dentro de la etapa de inducción el sistema es lo suficientemente flexible como para absorber moderados incrementos de pH.

b) Una vez rebasada dicha etapa, el pH va aumentando de forma espontánea hasta alcanzar valores medios de 7,03; 7,10 y 7,20 para concentraciones iniciales en sólidos volátiles de 4; 5,5 y 7% respectivamente, niveles que por otra parte se encuentran dentro

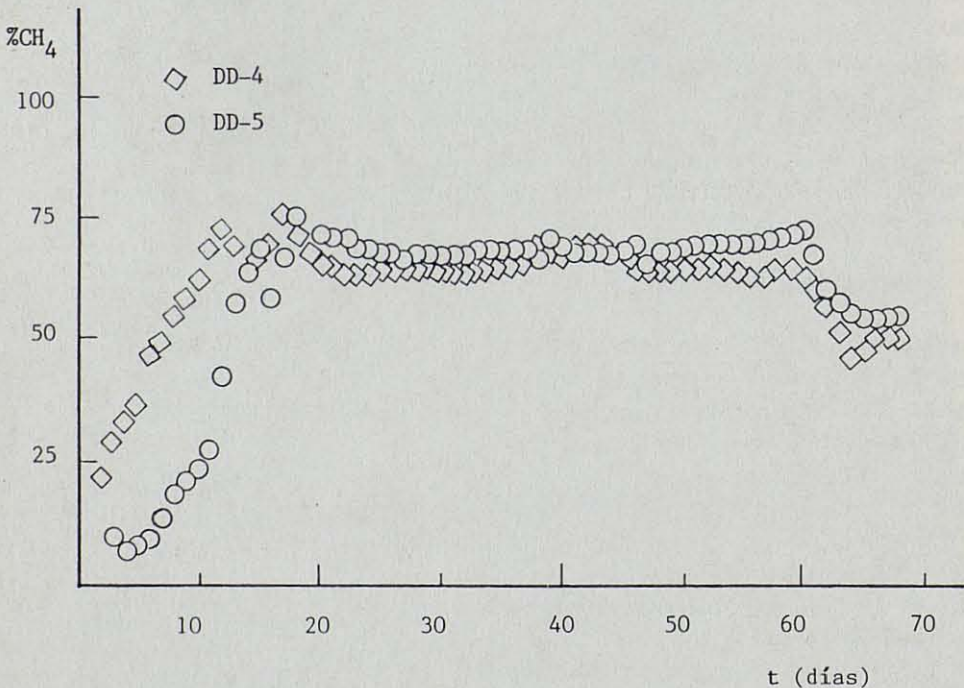


Figura 4.

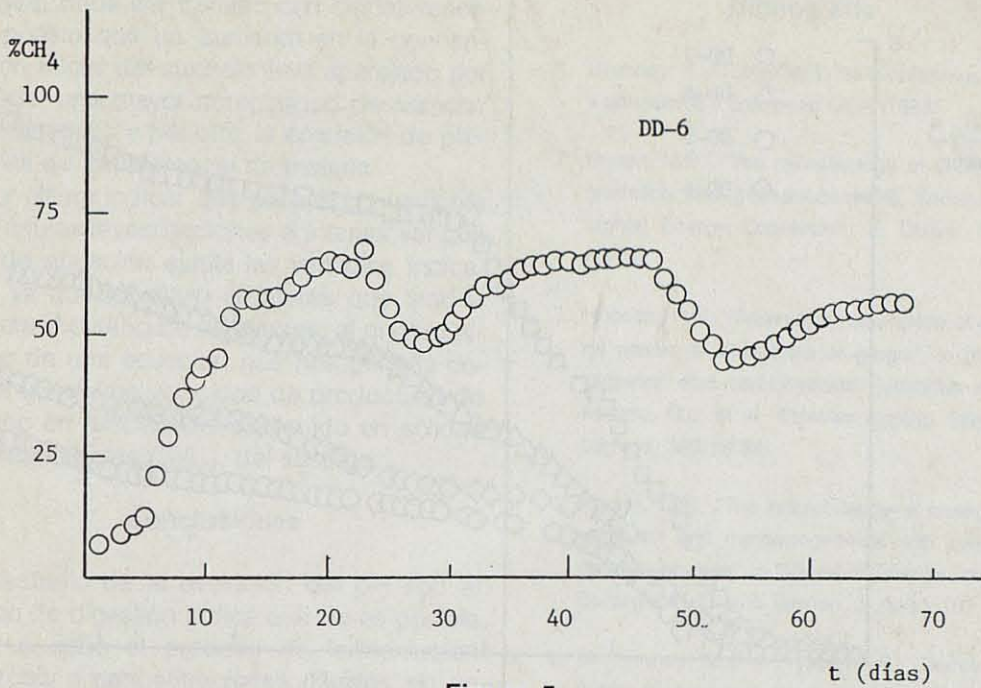


Figura 5.

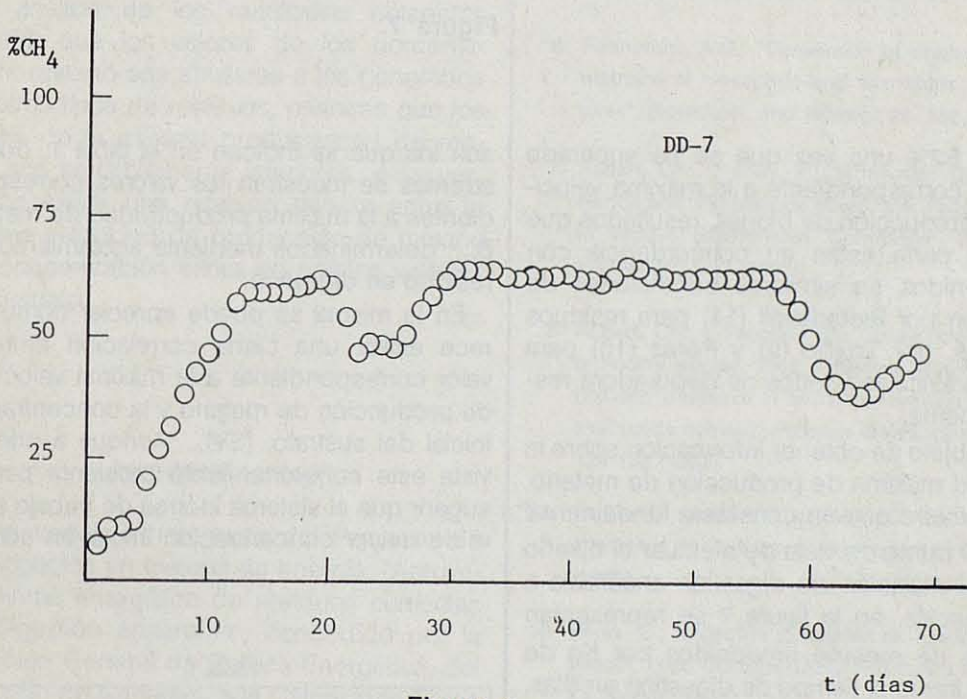


Figura 6.

del intervalo fijado como óptimo (13) para la fermentación anaerobia.

La evolución del porcentaje de metano presente en el biogás, expresado en volumen, para la segunda serie experimental indicada

se representa en las figuras 4, 5 y 6. En las mismas se puede observar cómo la pauta seguida por dicho porcentaje, presenta una analogía de comportamiento similar al indicado para el pH, alcanzándose valores en

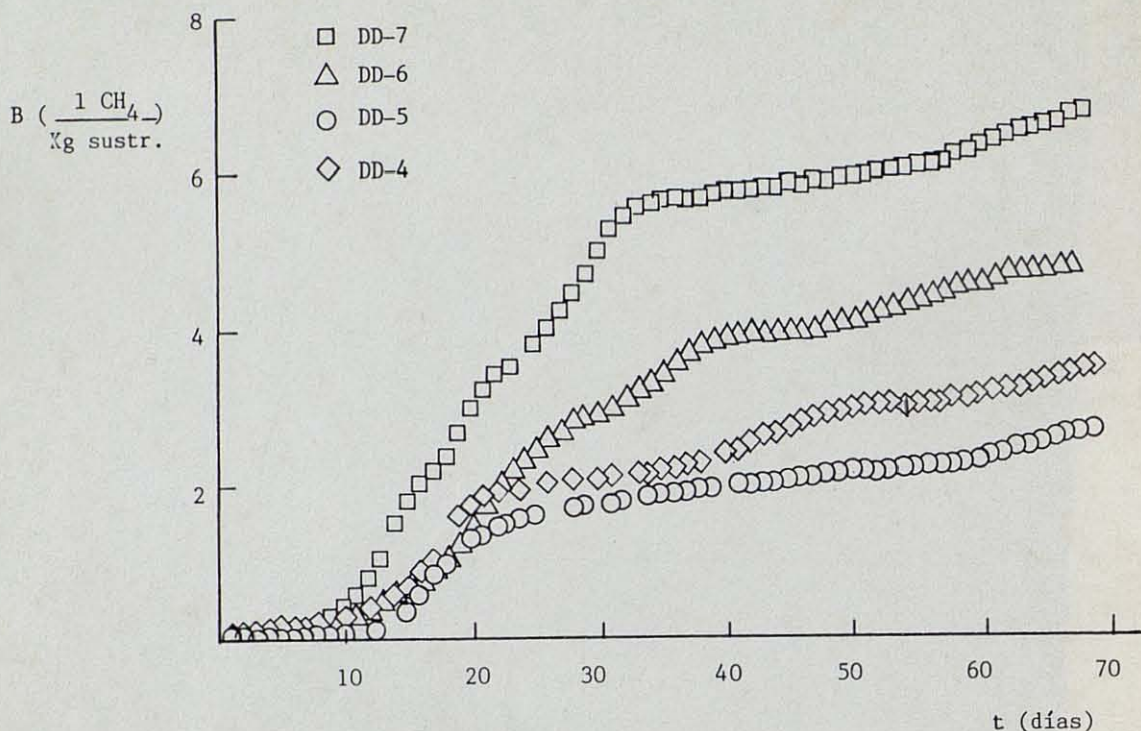


Figura 7.

torno al 62% una vez que se ha superado la etapa correspondiente a la máxima velocidad de producción de biogás, resultados que por otra parte están en concordancia con los obtenidos en similares condiciones de operación por Rieradevall (14) para residuos cunícolas, por Trujillo (9) y Pérez (10) para residuos avícolas y lodos de depuradora respectivamente.

Con objeto de obtener información sobre la velocidad máxima de producción de metano, γ_v , parámetro que se considera fundamental desde el punto de vista de efectuar el diseño de una instalación de digestión anaerobia a mayor escala, en la figura 7 se representan los litros de metano producidos por Kg de sustrato frente al tiempo de digestión en días. Obteniéndose dicho parámetros, sin más que determinar la pendiente de los tramos rectos localizados entre el final del período de inducción y la etapa correspondiente al inicio del agotamiento del residuo. Los valores obtenidos mediante regresión lineal, así como sus respectivos coeficientes de correlación

son los que se indican en la tabla 1, donde además se muestran los valores correspondientes a la máxima productividad de metano B_∞ , determinados mediante agotamiento del residuo en digestión.

En la misma se puede apreciar como parece existir una cierta correlación entre el valor correspondiente a la máxima velocidad de producción de metano y la concentración inicial del sustrato, $(SV)_0$. Aunque a primera vista este comportamiento creciente parece sugerir que el sistema idónea de trabajo sería el de mayor concentración inicial en sólidos

Tabla 1.

Experimento	$(SV)_0$ %	γ_v	r	B_∞
		1. CH ₄ Kg Sust. día		1. CH ₄ Kg Sust.
DD-4	4,0	0,138	0,975	3,2
DD-5	4,0	0,158	0,993	3,0
DD-6	5,5	0,168	0,991	4,9
DD-7	7,0	0,230	0,996	7,2

volátiles, debe ser tomado con ciertas reservas puesto que un aumento en la concentración inicial del sustrato lleva aparejado por un lado, una mayor complejidad de carácter hidrodinámico y por otro, la aparición de problemas de transferencia de materia.

Por último indicar que parece conveniente para futuras investigaciones el intentar ver qué tipo de ecuación ajusta las variables indicadas, ya que es obvio el interés que tendría de cara al diseño de digestores, el poder disponer de una ecuación que nos permita conocer la máxima velocidad de producción de metano en función del contenido en sólidos volátiles iniciales (SV_o), del sustrato.

Conclusiones

El estudio de la evolución del pH con el tiempo de digestión indica que no es posible llevar a cabo el proceso de fermentación anaerobia a concentraciones diluidas sin un control del mismo en la etapa de inducción que evite una acidificación del medio.

El análisis de los resultados obtenidos muestra que los valores de los porcentajes de metano son similares a los generados por otros tipos de residuos, mientras que los valores de la máxima productividad de metano son sensiblemente inferiores. A su vez, parece existir una relación directa entre la máxima velocidad de producción de metano y la concentración inicial en sólidos volátiles del sustrato.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación en materia de energía: "Aprovechamiento energético de residuos cunícolas por digestión anaerobia", concedido por la Dirección General de Política Energética, del Gobierno de Canarias, a la Cátedra de Física y Termotecnia de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de La Laguna (Universidad Politécnica de Canarias).

Los autores desean agradecer la inapreciable colaboración recibida de D. Santiago López Casariego, suministrando todo el residuo necesario.

Bibliografía

1. Grundey, K.; "Tratamiento de los residuos agrícolas y ganaderos", Ediciones GEA (1982).
2. Bryant, M.P.; "The microbiology of anaerobic degradation and methanogenesis", Seminar on Microbial Energy Conversion, E. Goltze, Gottingen (1976).
3. Hobson, P.N.; "Anaerobic conversion of agricultural wastes to chemicals or gases", in "Anaerobic Digestion and carbohydrate Hydrolysis of waste", Ferrero, G.L. et al., Elsevier Applied Science Publishers, 369 (1984).
4. Bryant, M.P.; "The microbiology of anaerobic degradation and methanogenesis with special reference to sewage", in "Microbial Energy Conversion" Schlegel, H. G. and Barneo, J. (eds). 107 (1977).
5. Mc Inerney, M.J. y Bryant, M.P.; "Review of methane fermentation fundamentals", in "Fuel Gas Production from Biomass", Vol. 1, Wise, D.L. (ed.), CRC Press, Boca Raton, FLA, 19 (1981).
6. Hashimoto, A.G.; "Conversion of straw-manure to methane at mesophilic and thermophilic temperatures", Biotechnol. and Bioeng., 25, 185 (1983).
7. Aubart, Ch. y Bully, F.; "Anaerobic Digestion of Rabbit and Pig Manure Mixed with Rabbit Wastes in Various Experimental Conditions", Agricultural Wastes 10, 1-13 (1984).
8. Aubart, Ch. y Fauchille, S.; "Anaerobic digestion of Poultry wastes. Part. 1, Biogas production and pollution decrease in terms of retention time and total solids content", Process Biochemistry, 18 (2), 134-138 (1982).
9. Trujillo, D., Jarabo, F. y Pérez, C. "Fermentación anaerobia de Gallinazas", Agricultura 641, 948-961 (1985).
10. Pérez, C.; "Digestión anaerobia de residuos complejos", Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna, La Laguna (1987).
11. Pérez, C.; "Digestión anaerobia de lodos de depuradora. Estudio cinético", Tesina de Licenciatura, Universidad de La Laguna, La Laguna (1984).
12. Price, E.C. and Cheremirinnoff, P.N. "Biogas production and utilization", Ann Arbor Science Publishers, New York (1981).

(Continúa al pie de página 115)