REUTILIZACIÓN & RECICLAJE DE RESIDUOS HORTOFRUTÍCOLAS POR GANADO RUMIANTE

REDUCCIÓN DE EMISIONES

PROYECTO LOW CARBON FEED

T. Romero[1], M. Romero-Huelva[2], C. Fernández[1]

[1] Departamento de Ciencia Animal de la Universitat Politècnica de València

[2]UNIPROCA

Aunque la mayor parte de las emisiones de metano (CH_4) provienen del ganado bovino (74%) y de los búfalos (11%), la población mundial de cabras (1,01 mil millones) produce alrededor de **4,6 millones de toneladas de CH_4 entérico**, lo que representa **el 5% de las emisiones totales de CH_4 del ganado** *(FAOSTAT 2018; Patra 2014)*.

El CH_4 se produce por microorganismos (*Archaeas* metanogénicas) en el interior del rumen e intestino grueso de los rumiantes. **La mayoría de las emisiones de CH_4 se producen a través de la respiración y el eructo** con **solo un 2-3% de emisión de CH_4 vía rectal** *(Murray et al., 1976)*.

Como este gas de efecto invernadero se produce a partir de fermentación de los alimentos en el rumen del animal, **una elevada producción de CH_4 es sinónimo de una menor eficacia alimentaria.** Es decir, la eficiencia de utilización del alimento no es lineal ni constante *(Kebreab et al., 2003; Jørgensen 2015)*, y una reducción en esta eficacia significará un aumento de desechos (material alimentario no digerido ni asimilado) y, en consecuencia, de las emisiones.

Por tanto, **para reducir el impacto ambiental y además incrementar la eficacia de utilización del alimento es necesario obtener valores *in vivo* directamente de los animales y que las medidas de las emisiones de CH_4 sean precisas.**

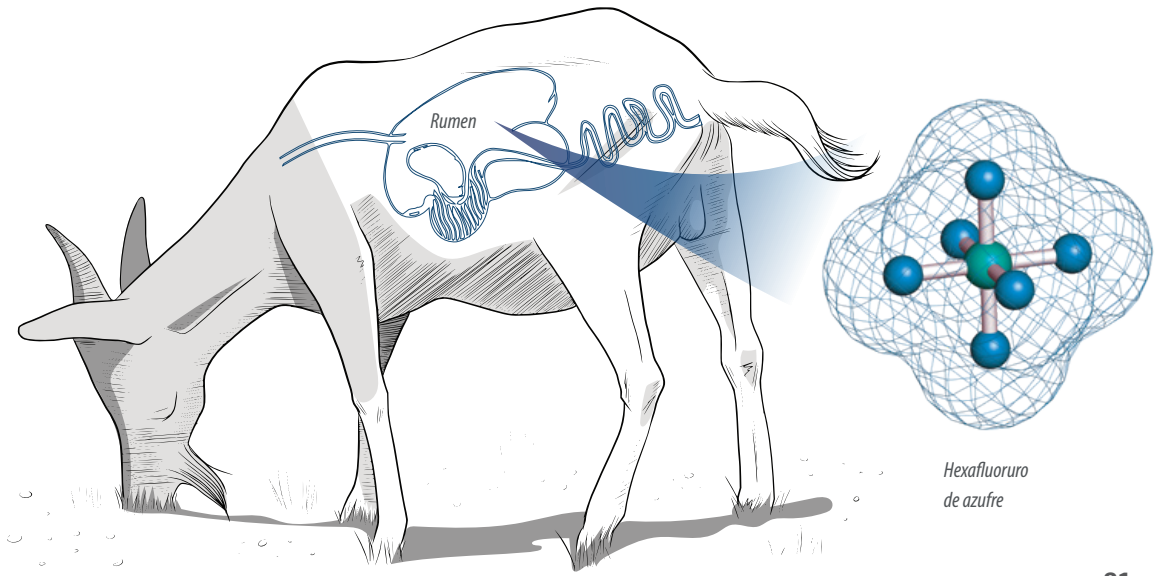
¿CÓMO PODEMOS CUANTIFICAR LA EMISIÓN DE GASES EN EL GANADO CAPRINO?

Los **métodos** más utilizados para cuantificar las emisiones de gases *in vivo* son las **cámaras respiratorias** y los **trazadores**.

TRAZADORES

El **trazador** más conocido es el **SF6** (hexafluoruro de azufre) que es un gas inerte que se introduce en el rumen-retículo del rumiante y es liberado a un flujo constante en el rumen.

Otro método con trazadores que está empezando a ser muy popular es el *GreenFeed (www.c-lockinc.com)*.



Hexafluoruro de azufre

En la actualidad, el método de intercambio gaseoso basado en la calorimetría indirecta es el más utilizado y el más preciso (midiéndose directamente los gases como CH_4, oxígeno y dióxido de carbono).

Este método incluye **cámaras respiratorias, campanas de ventilación** y **máscaras respiratorias**. Hay multitud de diseños, pero todos trabajan bajo los mismos principios y la misma base científica:

- Hay que **crear un flujo de aire unidireccional** a través de la cámara y **medirlo con un caudalímetro** (en dicha cámara situaremos el animal).
- **La concentración de gases también hay que medirla**, dentro y fuera de la cámara respiratoria o del dispositivo elegido.
  - Para ello hay que **muestrear aire de la línea principal** con una bomba de membrana y dirigir esa muestra de aire hacia un **analizador de gases**.
  - Hay que tener controlada la **humedad y la temperatura** del aire atmosférico y del aire en el interior de la cámara.

La ***Figura 1*** muestra un esquema del dispositivo de calorimetría indirecta de la Universitat Politècnica de Valencia.

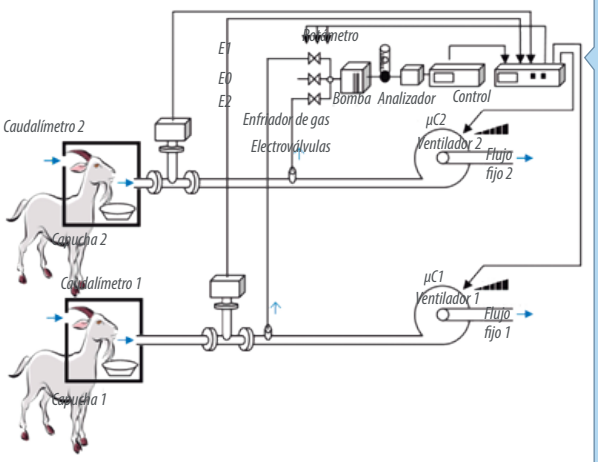


Figura 1. *Esquema representativo de la unidad de calorimetría indirecta.*

*Los **ventiladores** son centrífugos y extraen el aire de la **capucha** a un flujo conocido. El **caudalímetro** es el responsable de mantener ese flujo de aire, por ejemplo, a 3000 L/h. La **capucha** o **campana** es donde tiene el animal metida la cabeza y tiene un orificio de entrada de aire atmosférico para evitar que el animal se asfixie. Por otro lado, el tener el **ventilador centrífugo** al otro lado de la capucha nos permite recolectar el aire espirado por el animal. Después, de esa línea principal sale una línea secundaria más fina que transporta el aire respirado hacia el **analizador de gases** y el **centro de control de datos** (la bomba de membrana se encarga de este muestreo). Las **electroválvulas** se encargan de muestrear aire del animal 1, después aire atmosférico y después del animal 2, y así sucesivamente.*

*Como se analiza el aire atmosférico y también el aire que sale de la respiración-espiración del animal, por diferencia se puede cuantificar la cantidad de CH_4 producida. El aire atmosférico tiene teóricamente un 0% de CH_4, y el analizador de gases puede trabajar en un rango entre el 0 y el 0,2% de CH_4. Si el aire atmosférico tiene 0% de CH_4, las cantidades de CH_4 que registre el **analizador** provendrán del aire espirado por el animal que a su vez resultan de la fermentación de los alimentos en el rumen.*

UTILIDAD DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES

Independientemente del diseño elegido, **tanto las cámaras respiratorias como las campanas respiratorias, permiten un completo control del intercambio gaseoso y se puede recuperar CH_4 con un 99% de exactitud**.

Otra de las ventajas es que los animales pueden comer y beber y las determinaciones del intercambio gaseoso son continuas a lo largo del tiempo.

Entre las desventajas está que el diseño no permite tener animales en pastoreo, ya que dependemos de unas instalaciones.

Dentro de las instalaciones, las cámaras respiratorias son costosas de construir, mientras que las campanas son dispositivos más baratos.

La ***Figura 2*** muestra el dispositivo basado en una campana extractora de aire.

Figura 2. *Dispositivo de medidas de intercambio gaseoso de la Universitat Politècnica de Valencia.*

Figura 3. *Problemática medio ambiental en la Comunidad Valenciana.*

En los últimos años la **paja de arroz** (residuo de los campos de arrozales) se está eliminando mediante la **quema controlada de los cultivos**. Por otro lado, los **restos de poda de cultivos citrícolas** son también eliminados mediante la quema o triturado en verde y posterior incorporación al campo. **Todas estas prácticas causan grandes emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera** (***Figura 3***).

LAS CLAVES DEL PROYECTO *LOWCARBON FEED*

El Proyecto LIFE16/CCM/ES/000088 trabaja en el diseño de dietas **LOWCARBON FEED** para la alimentación de ganado rumiante con el objetivo de **reutilizar la paja de arroz y restos de poda de cítricos**. Con ello se pretende **reducir la quema de estos restos hortofrutícolas y reciclarlos hacia la producción ganadera**.

Las dietas **LOWCARBON FEED** han incorporado **paja de arroz y residuos de hoja de naranjo y limón al pienso compuesto de los animales rumiantes**. Es decir, dichos residuos no se han utilizado como fuente forrajera, sino que se han introducido como un ingrediente más en la **elaboración de un pienso compuesto** (***Figura 4***).

Figura 4. *Diseño y elaboración de las dietas LOWCARBON FEED.*

Una breve descripción de las dietas de lactación es la siguiente:

Como forraje se ha empleado **heno de alfalfa** (37%) y como concentrado pienso compuesto (63%).

Las **dietas** fueron **iso-proteicas** e **iso-energéticas** (180 g/kg MS y 17 MJ/kg MS, respectivamente). Como fuente proteica se utilizó **guisante de primavera** y **haba caballar.**

La **dieta Control** incluyó **cebada** como cereal (26%) y las **dietas LOWCARBON FEED** sustituyeron la cebada por **hoja de naranja** (19%) o de **limón** (19%).

La **paja de arroz** fue un 12% en ambas dietas y, además a estas 2 dietas experimentales se les añadió **aceite de soja** (2%) para subir el contenido energético (***Figura 5***).

Figura 5*. Instalaciones para la cuantificación de las emisiones de* CH_4 *con el equipo de calorimetría indirecta utilizando las dietas de reciclaje de residuos mencionadas anteriormente.*

En la ***Figura 6*** se muestran las emisiones de CH_4 en **cabras en lactación**.

Cuando se utilizó **hoja de naranja** y paja de arroz el CH_4 pasó de 30 g/d a 27 g/d, es decir, se produjo una **reducción significativa en las emisiones de CH_4 del 10%**.

Cuando la dieta **Control** se sustituyó por **hoja de limón** y paja de arroz, el descenso en las emisiones fue superior y también significativo; de un 22% (con la dieta **Control** las cabras emitieron de media 31 g/d y con la dieta con **Limón** 24 g/d).

Figura 6. *Emisiones de Metano (g/d) en cabras en mitad de lactación.*

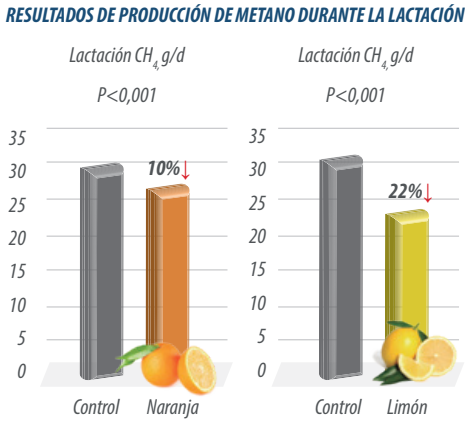
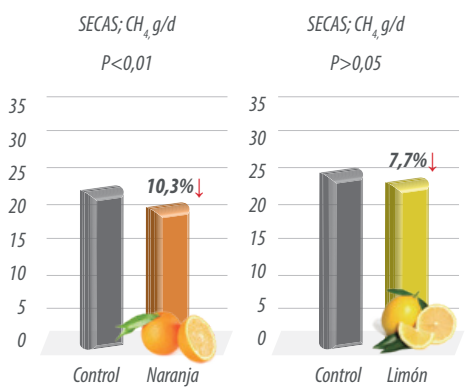


Figura 7. *Emisiones de Metano (g/d) en cabras en mantenimiento.*



Por otro lado, se evaluaron también las emisiones de CH_4 en **cabras no gestantes ni lactantes** (***Figura 7***).

Para las cabras en mantenimiento, las dietas **LOWCARBON FEED** llevaban en este caso un 48% de **hoja de naranja** o **limón** y un 20% de paja de arroz.

La dieta **Control** contenía paja de cereal y pulpa de remolacha.

Tanto las dietas **Control** y **LOWCARBON FEED** llevaban un 22% de harina de girasol.

En ambos experimentos, el de **hoja de naranja** y **hoja de limón**, se observaron reducciones en las emisiones de metano, aunque en la dieta **LOWCARBON FEED** con **hoja de limón** las diferencias no fueron significativas.

> En la dieta con **hoja de naranja** se pasó de 22 a 20 g/d (una reducción del 10%) y, en la dieta con **hoja de limón** se pasó de 25 a 23 g/d (reducción del 7,7%).

- Aunque las dietas de mantenimiento llevaban un porcentaje superior de hojas de cítricos que las dietas de lactación, también llevaban mayor contenido de paja de arroz, y esto puede ser uno de los motivos de que la reducción de las emisiones con las dietas **LOWCARBON FEED** para el mantenimiento, no fueran superiores a las de lactación.
- Otra de las posibles causas es que durante la lactación las hojas procedían directamente de la poda de los cítricos (sin almacenamiento previo), sin embargo, en las pruebas que se realizaron durante el mantenimiento las hojas procedían del almacén con un largo periodo de almacenamiento, y probablemente con un deterioro de su valor nutritivo.

Por último, en la ***Figura 8*** se muestran los resultados de unas pruebas realizadas en **4 granjas comerciales** de la empresa **UNIPROCA**.

Las granjas seleccionadas fueron **CAPRITEMA S.L., JIMPER S.L., María Isabel Bautista Durán** y **Alonso Manuel Rosa López**, ubicadas en Consuegra, Sierra de Fuentes, Almonte y Rociana del Condado, respectivamente.

En total participaron en el ensayo **562 cabras** en los **3 primeros meses de lactación** (140, 180, 144 y 98 cabras en Consuegra, Sierra de Fuentes, Almonte y Rociana, respectivamente).

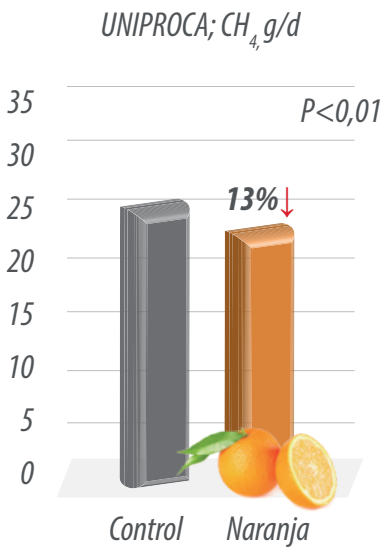
En este caso solo se utilizó **hoja de naranja** en el pienso compuesto y se añadió en un 10%, sustituyendo principalmente salvado de trigo y salvado de arroz de la fórmula de pienso habitual (en un 7% y 3 %, respectivamente).

También, las dietas **LOWCARBON FEED** cambiaron sus ingredientes, adaptándose a las materias primas de **UNIPROCA** (Talavera de la Reina, Toledo).

La reducción en este caso fue de un 13%, siguiendo la misma tendencia que la observada con **hoja de naranja** en las demostraciones anteriores.

Figura 8. *Emisiones de Metano (g/d) en cabras en mitad de lactación con el pienso comercial elaborado en UNIPROCA.*

RESULTADOS DE PRODUCCIÓN DE METANO DURANTE LA LACTACIÓN GRANJAS COMERCIALES UNIPROCA



Indudablemente, **el reciclaje de residuos hortofrutícolas hacia la alimentación animal parece presentarse como una alternativa de interés** a la quema de estos residuos.

Además, **en todos los experimentos realizados hemos observado, con el diseño de dietas LOWCARBON FEED, una reducción en las emisiones de CH_4 que rondan entre el 8 y el 22%.**

Agradecimientos

*Este trabajo forma parte del Proyecto **LOW CARBON FEED** cuya referencia es LIFE16/CCM/ES/000088.*

Reutilización y reciclaje de residuos hortofrutícolas por ganado rumiante
DESCÁRGALO EN PDF

CURSO DE
ALIMENTACIÓN PRÁCTICA
DE RUMIANTES

Curso dirigido a Veterinarios, Ingenieros Técnicos Agrícolas, Graduados en Ingeniería Agraria y del Medio Rural, Ingenieros Agrónomos y Máster en Ingeniería Agronómica cuyo **principal objetivo es potenciar el aprendizaje dotando al alumno de los conocimientos necesarios para la formulación práctica de dietas para rumiantes mediante el empleo de herramientas informáticas.**

Profesores: Dr. Vicente Jimeno Vinatea, Dra. Teresa Castro Madrigal y Dra. Almudena Cabezas Albéniz

Fecha: 3 de octubre al 8 de noviembre, jueves y viernes *(60 h presenciales)*

Local: ETSIAAB
(Av. Puerta de Hierro 2 - 28040 Madrid)

Periodo de matriculación: 9 al 25 de septiembre de 2019

Interesados contactar con:
cursonutricionrumiantes.etsiaab@upm.es

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA