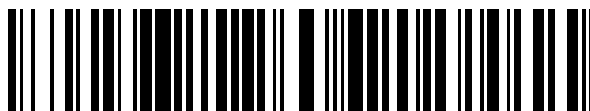


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 622**

51 Int. Cl.:
G01N 33/06 (2006.01)
A23K 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09756121 .1**
96 Fecha de presentación: **24.06.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2158484**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD DE METANO PRODUCIDO POR UN RUMIANTE LECHERO Y PROCEDIMIENTO PARA DISMINUIR Y CONTROLAR ESTA CANTIDAD.**

30 Prioridad:
25.06.2008 FR 0854230

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.03.2012

73 Titular/es:
**Valorex
La Messayais
35210 Combourtille , FR**

72 Inventor/es:
**WEILL, Pierre;
CHESNEAU, Guillaume;
CHILLIARD, Yves;
DOREAU, Michel y
MARTIN, Cécile**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 376 622 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de evaluación de la cantidad de metano producido por un rumiante lechero y procedimiento para disminuir y controlar esta cantidad.

5 La presente invención se sitúa en el campo de la alimentación animal y, más precisamente, en el campo de la alimentación de los animales destinados a la producción de leche.

10 Se refiere más particularmente a un procedimiento de evaluación de la cantidad de metano producido por un rumiante lechero, así como a un procedimiento para controlar la cantidad de metano producido por un rumiante lechero.

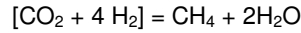
15 La digestión de la materia orgánica por los rumiantes comprende una fase de fermentación microbiana en la panza. Durante esta fase, los polímeros vegetales (tales como la celulosa, las hemicelulosas, las pectinas y el almidón) son degradados por las bacterias anaeróbicas que viven en la panza.

Tiene lugar entonces una producción de diferentes ácidos grasos volátiles (AGV) (acetato, propionato y butirato (por orden de importancia)), de gas carbónico (CO₂) y de hidrógeno (H₂).

20 Siendo la panza un medio anaeróbico, la producción de energía (ATP) se realiza mediante "transferencia de hidrógeno".

25 El hidrógeno inhibe la actividad de la mayoría de las bacterias mediante diferentes mecanismos. El hidrógeno producido debe por lo tanto ser eliminado de la panza para favorecer una buena digestión microbiana.

La metanogénesis, que conduce a la formación de metano (CH₄), es la vía principal que permite esta eliminación. Se puede simbolizar mediante la reacción siguiente:



30 Esta transformación está asegurada por unas bacterias metanogénicas que viven asociadas a los protozoos (que constituyen la microfauna ruminal).

35 El metano (CH₄) es, con el dióxido de carbono (CO₂) el protóxido de nitrógeno (N₂O) y los tres carburos halogenados (clorofluorocarburos CFC, hidrofluorocarburos HFC, perfluorocarburos PFC), uno de los principales gases con efecto invernadero (GES).

Su contribución al efecto invernadero es muy importante. En efecto, una molécula de CH₄ equivale a 21 moléculas de CO₂ según las tablas de equivalencia oficiales.

40 Estos GES intervienen en los cambios climáticos, en particular en el calentamiento climático. Luchar contra estos cambios se ha convertido, desde la "Cumbre de la Tierra", en Río de Janeiro en 1992, en un compromiso internacional que se traduce en 1997 en unos compromisos cuantitativos, los cuales han sido recogidos a través del protocolo de Kyoto.

45 El Consejo Europeo se fijó así el objetivo de reducir en un 20% las emisiones de GES de aquí a 2020. En 2003, la ganadería generaba 47,7 MteqCO₂ (millones de toneladas equivalentes de CO₂), de los cuales 28,3 MteqCO₂ en forma de metano proceden de las fermentaciones digestivas de los rumiantes (Leseur, 2006 les marchés du carbone: quelle place pour l'agriculture française (Agriculture de France)"; Martin *et al.*, 2006 Methane output and diet digestibility in response to feeding clairy cows calde linseed extraded baseed, or linseed oil" (J. Anim Science).

50 Estas emisiones de metano representan 26% de las emisiones del sector agrícola y 5% de las emisiones francesas de GES (Leseur, 2006).

55 Parece por lo tanto necesario reducir las emisiones de metano de los rumiantes.

Se han propuesto diferentes soluciones para alcanzar este objetivo.

60 La primera consiste en limitar el consumo de productos procedentes de los rumiantes y en particular de productos lácteos, lo cual tendría como efecto disminuir el número de estos rumiantes lecheros, y por lo tanto, muy lógicamente, las emisiones de metano.

65 Pero los productos lácteos están presentes en la alimentación de los seres humanos desde la noche de los tiempos. El hombre es conocido por ser la única especie animal que consume productos lácteos después del destete. Además, en el plano nutricional, estos productos contienen calcio, proteínas y lípidos con propiedades nutricionales muy particulares, indisolubles de una alimentación equilibrada, en cualquier etapa de la vida.

Por otra parte, el aumento de la población en el planeta parece difícilmente compatible con una reducción de los efectivos de animales destinados a alimentar esta población en aumento.

5 Otra solución consiste en modificar la alimentación de los rumiantes lecheros (vacas, ovejas, cabras, etc.) orientando los mecanismos de la rumia con el fin de producir menos metano. El artículo B. VLAEMINCK, V. FIEVEZ: "Milk odd and branched-chain fatty acids to predict ruminal methanogenesis in dairy cows", COMMUNICATIONS IN AGRICULTURAL AND APPLIED BIOLOGICAL SCIENCES, vol. 70, nº 2, 2005, páginas 43-47, da a conocer un procedimiento de evaluación de la cantidad de metano producida por un rumiante lechero, basado en un modelo matemático que tiene como parámetros los contenidos en ácidos grasos y en lactosa de la leche. Por otra parte, un
10 segundo modelo propone establecer una relación entre la cantidad de metano producida por un rumiante lechero y la proporción de ácidos grasos, a saber C15:0 e iso C15:0.

Se han propuesto diferentes técnicas para alcanzar este objetivo.

15 La primera consiste en aumentar la cantidad de leche producida por vaca (intensificación de la cría).

La segunda prevé dar a las vacas unos aditivos tóxicos para los protozoos y/o para las bacterias metanogénicas con el fin de producir leche reduciendo las cantidades emitidas de metano.

20 Por último, una tercera técnica consiste en introducir en la alimentación de los rumiantes lecheros unas fuentes de lípidos vegetales ricos en ácidos grasos insaturados, preferentemente de la familia Omega 3 o en forma de otros ácidos grasos insaturados, aunque sus efectos sobre la metanogénesis son menos potentes (que los de los ácidos grasos Omega 3). Estos ácidos grasos son tóxicos para las bacterias metanogénicas, directamente o a través de los efectos tóxicos sobre los protozoos que viven asociados a estas bacterias metanogénicas.

25 Pero estas diferentes técnicas podrían presentar un verdadero interés sólo si se dispone de un procedimiento práctico y fácil de aplicar en la cantidad de metano producido por los rumiantes.

30 Ahora bien, a día de hoy es posible una medición de las emisiones de metano sólo en unas estaciones experimentales, y esto de manera costosa y pesada.

La presente invención pretende subsanar esta carencia.

35 Así, según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de evaluación de la cantidad de metano producida por un rumiante lechero, caracterizado porque comprende la determinación de la relación entre la cantidad de ácidos grasos con 16 átomos de carbono o menos, denominada AG<C16 y la suma de los ácidos grasos totales de la leche, siendo dichos ácidos grasos los presentes en la leche producida por dicho rumiante, estando dicha cantidad de metano definida por la relación siguiente:

$$40 \quad \text{Cantidad CH}_4 = (\text{AG}<\text{C16}/\text{AG totales}) * a * (\text{producción de leche})^b$$

en la que

45 cantidad CH₄ (en g/litro de leche) = cantidad de metano producida; AG<C16 = cantidad de ácidos grasos con 16 átomos de carbono o menos; AG totales = cantidad total de ácidos grasos;

expresión de la relación (AG<C16)/(AG totales) en % de los AG totales; producción de leche = cantidad de leche producida en kg de leche/animal y por año;

50 a y b son unos parámetros numéricos, estando a comprendido entre 10 y 13 y b comprendido entre -0,40 y -0,45.

Este procedimiento es fácil de aplicar puesto que el presente solicitante ha destacado que la cantidad de metano producida está directamente relacionada con la cantidad de ácidos grasos en la leche. Ahora bien, la dosificación de los ácidos grasos de la leche es una operación muy aplicada actualmente, que no requiere ningún medio sofisticado
55 y/o costoso.

En un modo de realización preferido, a y b valen respectivamente 11,368 y -0,4274.

60 Otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para disminuir y controlar la cantidad de metano producido por un rumiante lechero.

Este procedimiento se destaca por que consiste en:

65 - proporcionar al rumiante una ración alimenticia que responde a por lo menos uno de los criterios siguientes:

a) excluye cualquier materia grasa de origen animal;

b) limita la aportación exógena de aceite vegetal, que contiene más de 30% de los AG totales en forma de AG saturados, tal cual, hidrogenado o saponificado, a como máximo 15 gramos/animal y por 100 kg de peso vivo;

5 c) contiene por lo menos una fuente lipídica rica en ácido alfa-linolénico omega 3 (ALA), es decir de la cual más del 30% de los AG totales está en forma de AG omega 3; y

- controlar dicha cantidad de metano aplicando el procedimiento según una de las características anteriores.

10 Preferentemente, esta fuente lipídica se presenta en forma de forraje de pasto o conservado (marchito, ensilado, encintado, deshidratado, etc.) o de semillas oleaginosas (semillas tal cual, crudas o cocidas) ricas en ALA o de tortas grasas de estas mismas semillas oleaginosas.

15 Ventajosamente, dicha fuente incluye lino.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada siguiente.

20 1- Producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y producción de metano (CH₄)

La relación entre la producción de los AGV en la panza y la producción de metano se conoce y se estudia desde hace numerosos años.

25 Así, se ha demostrado que la producción de acetato y de butirato libera el hidrógeno y favorece por lo tanto la producción de metano, mientras que la producción de propionato permite la utilización del hidrógeno y por lo tanto limita la producción de metano (Gworgwor *et al.*, 2006 "Environnemental Implication of Methane production by Ruminants: A review" (Journal of Sustainable Development in Agriculture and Environnement).

30 Esto se puede ilustrar mediante las relaciones siguientes:

1 glucosa (C6) da 2 piruvatos (C3)[+ 4H]
 1 piruvato (C3) + H₂O = 1 acetato + CO₂ [+ 2H], y
 1 piruvato = 1 propionato (C3) [- 4H]

35 Una ecuación de predicción se ha elaborado por lo tanto para predecir la producción de CH₄ a partir de la producción de AGV, gracias al gráfico ilustrado en la figura 1 anexa (Moss *et al.*, 2000). Así, cuanto más C2 y C4 producen las fermentaciones de la panza, más importante es la producción de CH₄.

40 A la inversa, cuanto más C3 producen las fermentaciones de la panza, más debilitada es la producción de CH₄.

La ecuación de síntesis resultante se define así:

$$[\text{CH}_4] = 0,45 [\text{acetato}] + 0,40 [\text{butirato}] - 0,275 [\text{propionato}]$$

45 en la que [x] = cantidad de x, en % de los AGV totales

2- Influencia de la aportación de una fuente (digerible en la panza) de ácido alfa-linolénico Omega 3 (ALA) sobre la producción de AGV y de CH₄

50 El ácido alfa-linolénico omega 3 o C18:3 n-3 o "ALA" es un constituyente de masa de los vegetales en crecimiento.

Se encuentran por ejemplo grandes cantidades en la hierba joven y en las algas en las que constituye la gran mayoría (de 50 a 75%) de los ácidos grasos de estas plantas. En efecto, el ALA es un constituyente de base de las membranas clorofílicas.

55 El ALA está presente asimismo en ciertas semillas oleaginosas tales como la semilla de lino (de 45 a 70%), de cáñamo (aproximadamente 15%), de colza o de soja (aproximadamente 10%).

60 La aportación de ALA en la ración de los rumiantes lecheros modifica la población microbiana presente en la panza. Efectivamente, el ALA inhibe directa e indirectamente las bacterias metanogénicas y modifica significativamente las proporciones de AGV producidas disminuyendo en particular las cantidades de acetato y de butirato producidas.

65 Según numerosas fuentes de la bibliografía científica, cuando se añade una fuente de ALA a la ración de un rumiante, aumenta la producción de ácido propiónico (C3), y disminuyen las proporciones de los ácidos acético (C2) y butírico (C4).

Se observa por lo tanto que:

- la relación $[(C2+C4)/C3]$ es un índice muy bueno de la producción de metano en la panza;

- 5 - la relación de ALA en los regímenes de los rumiantes lecheros tiene un efecto lineal sobre la relación $[(C2+C4)/C3]$ que disminuye regularmente cuando, en igualdad de condiciones, aumenta la cantidad de ALA ingerida por el rumiante lechero.

10 Se aprecia, sin embargo, que las fuentes de ALA pueden tener unos efectos diferentes según el lugar de digestión de este ALA.

Así, las semillas de lino crudas sólo reducirán débilmente la relación $[(C2+C4)/C3]$, mientras que las semillas de lino extruidas y los aceites de linaza la reducirán considerablemente.

- 15 La aptitud para modificar esta relación $[(C2+C4)/C3]$ está por lo tanto relacionada con la cantidad de ALA en el régimen de los animales, pero también con la disponibilidad de este ALA en la panza.

3- Influencia de la relación $[(C2+C4)/C3]$ sobre la composición de la leche

20 Los AGV (C2, C3 o C4) producidos por la panza se difunden a través de las paredes de ésta, o pasan más lejos la barrera intestinal y se encuentran en los líquidos circulantes.

25 El ácido propiónico (C3) se utiliza como "glucoformador" y contribuye a la producción láctea como precursor de la lactosa.

Por el contrario, los ácidos acético (C2) y butírico (C4) son utilizados por los mecanismos de síntesis *de novo* para producir los ácidos grasos saturados de 2 a 16 átomos de carbono de la leche.

30 En efecto, esta síntesis, que se produce en las células epiteliales mamarias, utiliza el acetilo coA, un compuesto que procede de C2 y/o C4 para estas síntesis de C14:0 y de C16:0.

35 Estos 2 ácidos grasos son después "acortados" (beta-oxidación peroxisomal) para producir los ácidos grasos de cadena corta y media de la leche. Estos ácidos grasos pueden ser después eventualmente desaturados en ácidos grasos monoinsaturados mediante la acción de una desaturasa mamaria.

4- Modelo teórico

La cantidad de CH₄ producida por litro de leche tiene en cuenta por lo tanto:

- 40 a) la producción láctea por año del animal.

Cuanta más leche produce la vaca lechera (por ejemplo), más disminuye la producción de metano por litro de leche. Así, algunos autores proponen la ecuación siguiente:

45 Cantidad de metano producida (en kg por vaca y por año) = 55,7 + 0,0098* (producción láctea, en kg por año y por animal).

- b) la composición de la ración y en particular la cantidad de ALA disponible en la panza.

50 c) la relación $[(C2+C4)/C3]$ en la panza de estos animales. Esta relación de AGV se lee como una causalidad biológica fuerte en la composición de la leche, en forma de relación entre:

- i. la suma de los AG de la leche con 16 o menos de 16 átomos de carbono, y
ii. la suma de todos los AG de la leche.

55 La cantidad de CH₄ producida por hembra lechera se puede calcular por lo tanto en función de la producción láctea (en kg de leche por año por animal) y de la composición de la leche en AG de este animal.

60 Resulta por lo tanto que el experto en la materia puede disponer así de una herramienta precisa para evaluar la producción de metano de los animales lecheros, en función de su nivel de producción (fácilmente medible) y de la composición de la leche (fácilmente medible).

65 Esta medición indirecta pero precisa de la producción de metano podrá permitir orientar los sistemas de racionamiento de los animales rumiantes lecheros, con el fin de reducir su contribución al efecto invernadero y permitirá medir rápidamente los efectos de estas modificaciones.

5- Ensayos e interpretación de los resultados

5 Numerosos ensayos están disponibles en la bibliografía general, que describen los efectos de una aportación de una fuente de ALA alimenticia (más frecuentemente en forma de lino) sobre la producción de metano de las vacas, cabras u otras hembras de rumiante lechero.

Están disponibles otros ensayos, que describen los efectos de estas mismas fuentes de ALA en forma de lino sobre la composición en ácidos grasos (AG) de la leche.

10 La relación y la síntesis de estos resultados se han aplicado para validar el modelo teórico. Estos resultados se presentan en la tabla 1 siguiente.

Los inventores se han interesado en la medición de la producción de CH₄ por litro de leche en función:

- 15 - de la producción de leche (kg/animal/año);
 - de la relación entre los AG de la leche con 16 átomos de carbono o menos en % de los AG totales.

20 Evidentemente, se podrían haber seleccionado otros AG u otras sumas o relaciones de AG para ilustrar los efectos de la síntesis *de novo* de AG saturados en la ubre, a partir del C2 producido en la panza con emisión de CH₄.

25 Sin embargo, la suma de los AG saturados con 16 o menos átomos de carbono es particularmente representativa de esta síntesis *de novo* a partir de C2. Pero la lectura de los ácidos grasos de C16 o de la suma de los AG con 12, 14, 16 átomos de C, incluso la relación entre C16 y la suma de los AG saturados serían asimismo unos criterios pertinentes.

Esta compilación de resultados se realizó, en particular, a partir de ensayos que presentan por un lado unos perfiles de AG de leche y, por otro lado, mediciones de metano producido por litro de leche en unos ensayos utilizando como fuente de ALA unas semillas de lino extruidas, con unas vacas a diferentes niveles de producción.

30 Tabla 1. Producción de metano por litro de leche en función de la producción láctea por animal y del perfil de AG de la leche en un intervalo dado de perfil de AG de la leche.

AG/PL	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000
70	23,7	20,9	19,1	17,8	16,8	16,0	15,4	14,9	14,4	14,1	13,8
68	23,0	20,3	18,5	17,2	16,3	15,5	14,9	14,4	14,0	13,7	13,4
66	22,4	19,7	18,0	16,7	15,8	15,1	14,5	14,0	13,6	13,3	13,0
64	21,7	19,1	17,4	16,2	15,3	14,6	14,1	13,6	13,2	12,9	12,6
62	21,0	18,5	16,9	15,7	14,8	14,2	13,6	13,2	12,8	12,5	12,2
60	20,3	17,9	16,4	15,2	14,4	13,7	13,2	12,7	12,4	12,1	11,8
58	19,7	17,4	15,8	14,7	13,9	13,2	12,7	12,3	12,0	11,7	11,4
56	19,0	16,8	15,3	14,2	13,4	12,8	12,3	11,9	11,6	11,3	11,0
54	18,3	16,2	14,7	13,7	12,9	12,3	11,9	11,5	11,1	10,9	10,6
52	17,6	15,6	14,2	13,2	12,5	11,9	11,4	11,0	10,7	10,5	10,2
50	16,9	15,0	13,6	12,7	12,0	11,4	11,0	10,6	10,3	10,1	9,8
48	16,3	14,4	13,1	12,2	11,5	11,0	10,5	10,2	9,9	9,7	9,4
46	15,6	13,8	12,5	11,7	11,0	10,5	10,1	9,8	9,5	9,3	9,1
44	14,9	13,2	12,0	11,2	10,5	10,1	9,7	9,3	9,1	8,9	8,7
42	14,2	12,6	11,5	10,7	10,1	9,6	9,2	8,9	8,7	8,5	8,3

35 NB: Voluntariamente, este intervalo de perfil de AG de la leche se limitó al intervalo en el que los AG con 16 o menos átomos de carbono constituyen de 70 a 42% de los AG de la leche. Eso no quiere decir que el modelo biológico o que la ecuación resultantes estén limitados a este intervalo, sino que más allá de los límites de este intervalo, la composición de las leches así producidas puede ser considerada como, por un lado, nutricionalmente dudosa y, por otro lado, incompatible con los medios aplicados para obtener estas leches y definidos anteriormente.

40 En esta tabla: PL (horizontalmente) = producción de leche (Kg/animal/año) y AG = [AG<C16/AG totales], en %.

Se ha establecido por lo tanto una tabla de predicción de los valores de CH₄ emitidos a partir de datos de producción de leche y de los perfiles de AG de estas leches así producidas:

ES 2 376 622 T3

Tabla 2

AG / PL	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000
70	23,0	20,9	19,3	18,1	17,1	16,2	15,5	14,9	14,4	13,9	13,5
68	22,3	20,3	18,8	17,6	16,6	15,8	15,1	14,5	14,0	13,5	13,1
66	21,7	19,7	18,2	17,1	16,1	15,3	14,6	14,1	13,5	13,1	12,7
64	21,0	19,1	17,7	16,5	15,6	14,9	14,2	13,6	13,1	12,7	12,3
62	20,3	18,5	17,1	16,0	15,1	14,4	13,8	13,2	12,7	12,3	11,9
60	19,7	17,9	16,6	15,5	14,6	13,9	13,3	12,8	12,3	11,9	11,5
58	19,0	17,3	16,0	15,0	14,2	13,5	12,9	12,4	11,9	11,5	11,1
56	18,4	16,7	15,5	14,5	13,7	13,0	12,4	11,9	11,5	11,1	10,8
54	17,7	16,1	14,9	14,0	13,2	12,5	12,0	11,5	11,1	10,7	10,4
52	17,1	15,5	14,4	13,4	12,7	12,1	11,5	11,1	10,7	10,3	10,0
50	16,4	14,9	13,8	12,9	12,2	11,6	11,1	10,7	10,3	9,9	9,6
48	15,8	14,3	13,2	12,4	11,7	11,1	10,6	10,2	9,9	9,5	9,2
46	15,1	13,7	12,7	11,9	11,2	10,7	10,2	9,8	9,4	9,1	8,8
44	14,4	13,1	12,1	11,4	10,7	10,2	9,8	9,4	9,0	8,7	8,5
42	13,8	12,5	11,6	10,9	10,3	9,7	9,3	8,9	8,6	8,3	8,1

6- Validación de este modelo

- 5 Se dispone de los resultados de varios ensayos que han medido precisamente:
- la cantidad de ALA (disponible en la panza) en las raciones de vacas lecheras;
 - 10 - los efectos de este ALA sobre la relación (C2+C4)/C3;
 - los efectos de estas raciones sobre el perfil de AG de la leche; y
 - por último ensayos que tienen la producción de CH₄ por litro de leche con diferentes cantidades en ALA de las raciones.

15 La tabla siguiente compara los valores medidos con los valores "predichos" a partir de las tablas anteriores.

Tabla 3

Ensayos	1	2	3	4	5	6
Producción de leche	6000	6000	7000	7000	7000	6000
AG >=C16	61	42	66	64	56	42
CH ₄ en g/l leche	16,8	11,8	17,2	16,2	13,8	10,9
"Predicción" en g/l						
Según la tabla 1	16,4	11,5	17,2	16,2	14,2	11,5
Según la tabla 2	16,4	11,5	17,2	15,7	14,2	11,5

El presente solicitante dedujo de estos ensayos que la cantidad de metano puede ser definida por la relación siguiente:

$$\text{Cantidad CH}_4 = (\text{AG}<\text{C16}/\text{AG totales}) * a * (\text{producción de leche})^b$$

en la que

- cantidad CH₄ (en g/litro de leche) = cantidad de metano producida;
- 30 AG<C16 = cantidad de ácidos grasos con 16 átomos de carbono o menos;
- AG totales = cantidad total de ácidos grasos;
- producción de leche = cantidad de leche producida en kg de leche por animal y por año;
- a y b son unos parámetros numéricos, estando a comprendido entre 10 y 13 y b comprendido entre -0,40 y -0,45.

35 Preferentemente, los parámetros a y b valen respectivamente 11,368 y -0,4274.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de evaluación de la cantidad de metano producida por un rumiante lechero, caracterizado porque comprende la determinación de la relación entre la cantidad de ácidos grasos con 16 átomos de carbono o menos, denominada AG<C16 y la suma de los ácidos grasos totales de la leche, siendo dichos ácidos grasos los presentes en la leche producida por dicho rumiante, estando dicha cantidad de metano definida por la relación siguiente:

$$\text{Cantidad CH}_4 = (\text{AG}<\text{C16}/\text{AG totales}) * a * (\text{producción de leche})^b$$

10 en la que

cantidad CH₄ (en g/litro de leche) = cantidad de metano producida;

AG<C16 = cantidad de ácidos grasos con 16 átomos de carbono o menos;

AG totales = cantidad total de ácidos grasos;

15 expresión de la relación (AG<C16)/(AG totales) en % de los AG totales;

producción de leche = cantidad de leche producida en kg de leche por animal y por año;

a y b son unos parámetros numéricos, estando a comprendido entre 10 y 13 y b comprendido entre -0,40 y -0,45.

2. Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque a y b valen respectivamente 11,368 y -0,4274.

3. Procedimiento para disminuir y controlar la cantidad de metano producida por un rumiante lechero, caracterizado porque consiste en proporcionarle una ración alimenticia que responde a por lo menos uno de los criterios siguientes:

- 25 a) excluye cualquier materia grasa de origen animal;
- b) limita la aportación exógena de aceite vegetal que contiene más de 30% de AG saturados, tal cual, saponificado o hidrogenado, a como máximo 15 gramos/animal y por 100 kg de peso vivo;
- 30 c) contiene por lo menos una fuente lipídica rica en ácido alfa-linolénico omega 3 (ALA), es decir de la que más del 30% de los AG totales está en forma de AG omega 3; y

35 para controlar dicha cantidad de metano aplicando el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque se proporciona una ración que responde acumulativamente a dichos tres criterios.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 ó 4, caracterizado porque se utiliza una fuente lipídica rica en ALA en forma de forraje de pasto o conservado, en particular marchito, ensilado, encintado, o deshidratado, o de semillas oleaginosas, en particular de semillas tal cual, crudas o cocidas, ricas en ALA o de tortas grasas de estas mismas semillas oleaginosas.

45 6. Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado porque dicha fuente incluye lino.

FIG. 1

