

(11) Número de Publicação: **PT 1406512 E**

(51) Classificação Internacional:
A23K 1/12 (2007.10) **A23K 1/14** (2007.10)

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2002.06.21	(73) Titular(es): LABORATOIRES GOEMAR AVENUE DU GÉNÉRAL PATTON F-35400 SAINT-MALO FR GRANDS MOULINS DE PARIS FR
(30) Prioridade(s): 2001.06.22 FR 0108243	
(43) Data de publicação do pedido: 2004.04.14	
(45) Data e BPI da concessão: 2009.09.02 216/2009	(72) Inventor(es): ALAIN BAILLI FR CHRISTIAN COSTE FR MICHEL DUBOIS FR
	(74) Mandatário: ALBERTO HERMÍNIO MANIQUE CANELAS RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **TRATAMENTO DE SUBSTRATOS LENHOCELULÓSICOS COM OZONO**

(57) Resumo:

RESUMO**"TRATAMENTO DE SUBSTRATOS LENHOCELULÓSICOS COM OZONO"**

O invento refere-se a um método para a preparação de substratos lenhocelulósicos apresentando um elevado grau de digestibilidade. Este processo consiste em colocar em contacto os referidos substratos lenhocelulósicos previamente triturados e eventualmente humidificados no caso de substratos secos, num reactor agitado, com ozono produzido a partir de um gás vector, estando o ozono presente no gás vector numa concentração compreendida entre 80 e 200 g/m³ TPN e com um tempo de residência no referido reactor compreendido entre 8 e 40 min. O invento refere-se igualmente aos substratos lenhocelulósicos assim tratados.

DESCRIÇÃO**"TRATAMENTO DE SUBSTRATOS LENHOCELULÓSICOS COM OZONO"**

O presente invento tem como objecto um novo processo de preparação de substratos lenhocelulósicos destinados à alimentação animal e apresentando um elevado grau de digestibilidade.

Este refere-se igualmente aos substratos lenhocelulósicos susceptíveis de serem obtidos através da concretização deste processo.

O invento encontra especialmente aplicação no domínio do tratamento dos produtos resultantes da agricultura e da área agro-alimentar, assim como da produção industrial de alimentos para animais.

Os substratos lenhocelulósicos como tal prestam-se mal para a alimentação animal devido à sua fraca digestibilidade e à presença de lenhina.

Para aumentar a sua digestibilidade foram propostos diversos processos. A hidrólise sob a acção de vapor de água sob pressão (processo STAKE) e ataque com peróxido de hidrogénio na presença de cianamidas (FR-A-2 560 898) são dois exemplos. Contudo, estes processos apresentam difi-

culdades de utilização e são onerosos. O que explica que nenhuma utilização industrial foi realizada até hoje.

Segundo o pedido de patente FR-A-2 603 775, é proposto tratar palhas de cereais de outras matérias lenhocelulósicas secas moídas com um gás contendo ozono numa quantidade suficiente para que seja absorvido entre 10 e 40 gramas de ozono por quilograma de palha seca. O processo descrito neste documento consiste em fazer atravessar um leito de palha ou outro substrato lenhocelulósico pelo referido gás, o que permite aumentar a digestibilidade com um limite máximo de cerca de 10%. A título de comparação e segundo o pedido de patente FR-A-2 603 775, o processo aplicado a uma suspensão aquosa de palha (taxa de humedificação de 500%) permite obter um crescimento da taxa de digestibilidade muito baixo, da ordem de algumas unidades por cento.

O processo descrito no pedido de patente FR-A-2 603 775 apresenta entretanto os inconvenientes seguintes:

- a digestibilidade da palha seca não ultrapassa um limite máximo e decresce mesmo quando a taxa de ozonização é superior a 25 miligramas de ozono por grama de palha seca,

- o relativamente baixo crescimento da digestibilidade deve ser compensado por adição de um composto azotado,

- o processo não parece ser adaptado senão para o tratamento de uma pequena quantidade de substrato lenhocelulósico,

- a utilização de um reactor de leito fixo não permite ao substrato, também finamente dividido, apresentar uma superfície máxima à reacção química,

- a utilização de uma quantidade de ozono unicamente determinada pela quantidade que reage com os substratos lenhocelulósicos não permite um bom controlo das condições operacionais, e

- o mau rendimento do sistema conduz a um sobreconsumo do ozono para um resultado máximo.

Segundo a patente canadiana n° 1 169 794, é proposto um processo de tratamento de substratos lenhocelulósicos com ozono, compreendendo a trituração do referido substrato para se obter uma dimensão de no máximo 4 mm, a mistura do referido substrato triturado com água com uma razão de 1:10 a 10:1, e depois exposição da mistura assim obtida ao ozono, estando a concentração de ozono no gás vector compreendida entre 0,75 e 6,8%.

Este processo, utilizado com quantidades fracas de substrato, da ordem de 20 g, permite obter um crescimento aceitável da taxa de digestibilidade. Todavia, tem os dois inconvenientes seguintes:

- por um lado, o tempo de residência no reactor de tratamento com ozono deve ser, pelo menos, de uma hora

e, preferencialmente, de 16 horas, o que constitui um tempo relativamente longo num processo industrial, e

- por outro lado, a quantidade de água utilizada é tal que esta conduz a uma suspensão da matéria de forma que o produto acabado deve ser submetido a um tratamento ulterior de secagem para que fique sob uma forma aceitável para os animais aos quais estes produtos acabados são destinados.

É interessante constatar a divergência dos resultados entre estas duas patentes, uma propondo o tratamento com ozono dos substratos secos e a outra propondo o tratamento com ozono dos substratos em suspensões aquosas.

O requerente verificou agora, de uma maneira surpreendente, que os inconvenientes acima referidos podem ser ultrapassados por um processo que consiste em tratar os substratos lenhocelulósicos previamente triturados e eventualmente humidificados (sem criar uma suspensão aquosa) quando o substrato está seco, tal como a palha, num reactor agitado, com ozono produzido por um gás vector, estando o ozono presente no gás vector numa concentração determinada e com um tempo de residência grandemente reduzido no referido reactor.

Assim o invento tem como objecto um processo de preparação de substratos lenhocelulósicos apresentando um alto grau de digestibilidade, consistindo em colocar em contacto os referidos substratos previamente triturados e

eventualmente humidificados quando o substrato está seco, num reactor agitado, com ozono produzido a partir de um gás vector, estando o ozono presente no gás vector numa concentração compreendida entre 80 e 200 g/m³ TPN e, preferencialmente, entre 140 e 160 g/m³ TPN e durante um tempo de residência no referido reactor compreendido entre 8 e 40 min e, preferencialmente, entre 15 e 30 min, estando a taxa de humificação dos referidos substratos compreendida entre 1 e 6% da matéria seca e, preferencialmente, entre 1 e 5% e sendo a dimensão dos referidos substratos de 5 mm a 20 mm.

O processo permite resolver, pela primeira vez e de forma inteiramente satisfatória, o problema da digestibilidade insuficiente e limitada dos substratos lenhocelulósicos relativamente secos, num tempo de reacção grandemente reduzido e obter substratos lenhocelulósicos até aqui não disponíveis apresentando uma taxa de humidade aceitável para o armazenamento e para a alimentação dos animais e um alto grau de digestibilidade.

De acordo com um segundo aspecto, o invento tem como objecto os substratos lenhocelulósicos susceptíveis de serem obtidos pelo processo atrás descrito.

A título de exemplo, com o processo do invento aplicado à palha de trigo (humidificada a 4-5%), que apresenta normalmente uma taxa de digestibilidade inicial próxima de 40%, é possível aumentar esta taxa em 20%, ou

mais, com um tratamento com ozono numa quantidade de 3 kg de ozono por tonelada de palha com uma concentração de ozono de 115 g/m^3 TPN, durante um tempo de contacto de 20 a 30 min. Da mesma maneira, para os bagaços de cana de açúcar, em que a digestibilidade média, no estado natural, é de 20%, é possível levar esta taxa até 40% ou mais com um tratamento com ozono numa quantidade de 3 kg de ozono por tonelada de bagaço e a 60% para uma taxa de tratamento de 9 kg de ozono por tonelada de bagaço, com uma concentração em ozono de 122 g/m^3 TPN e durante um tempo de contacto de 20 a 30 min.

No processo do invento a concentração do ozono no gás vector está compreendida entre 80 e 200 g/m^3 TPN (Temperatura e Pressão Normais) e, preferencialmente, entre 140 e 160 g/m^3 TPN. Quando esta concentração é inferior a 80 g/m^3 TPN, a taxa de digestibilidade do substrato ozonizado não é suficientemente elevada para ser interessante para a alimentação directa dos animais. Quando a concentração do ozono é superior a 200 g/m^3 TPN, pode-se observar uma degradação do substrato lenhocelulósico de modo que o seu transporte e a sua utilização se tornam difíceis. O gás vector é, com vantagem, constituído por oxigénio. O gás vector pode ser igualmente produzido a partir de ar ambiente, filtrado, comprimido e seco até um ponto de orvalho compreendido entre -50 e -70°C . Segundo uma outra alternativa, o gás vector pode ser constituído por uma mistura em qualquer proporção de oxigénio puro e de ar filtrado, comprimido e seco.

Segundo uma característica particular, a pressão do gás vector ozonizado na altura do contacto com os referidos substratos está compreendida entre 0,6 e 1,5 bar relativos e, preferencialmente, entre 0,6 e 1,2 bar relativos. Quando a pressão é inferior a 0,6 bar, pode-se colocar o problema da má penetração do ozono no substrato lenhocelulósico e, por isso, um tratamento imperfeito e um fraco aumento da taxa de digestibilidade. Ao contrário, quando a pressão é superior a 1,5 bar, podem-se colocar os problemas seguintes:

- ao nível da geração do ozono: os ozonizadores industriais não funcionam com pressões superiores a 1,5 bar,

- ao nível do substrato tratado: para lá desta pressão o ozono penetra no material lenhocelulósico muito em profundidade e, pela sua reactividade, desfaz a estrutura quase completamente do material a tratar.

Os substratos lenhocelulósicos utilizados no presente invento compreendem qualquer substrato resultante da fileira agroalimentar. Podem-se classificar estes substratos em duas categorias, a saber, os substratos secos e os substratos húmidos. Exemplos de substratos secos compreendem as palhas de centeio, de trigo, de luzerna, as ramas das beterraba e os grãos de cereais e exemplos de substratos húmidos compreendem os bagaços de cana de açúcar, os sorgos, os azevéns, os fenos.

A quantidade de substrato lenhocelulósico tratado pode atingir várias dezenas de toneladas por hora, devido à forte concentração utilizada de ozono e a especificidade do processo desenvolvido, de forma a que o processo do invento seja adaptado para uma utilização à escala industrial.

Quando o substrato está seco este deve ser humidificado para se obter um resultado óptimo. Esta humidificação consiste na pulverização de água ou de água ozonizada numa quantidade compreendida entre 1 e 6% de matérias secas e, preferencialmente, entre 1 e 5%. Se a taxa de humidificação for superior a 6%, obter-se-á uma diminuição da digestibilidade.

O substrato deve igualmente ser triturado antes do seu tratamento com o ozono. Esta operação permite melhorar o guarneamento do reactor evitando as passagens preferenciais, multiplicar a superfície reactiva do substrato e favorecer a homogeneidade de mistura. A trituração é efectuada antes da humidificação e antes da sua entrada no reactor agitado através de processos bem conhecidos pelos especialistas na matéria.

Segundo uma característica particular, a dimensão dos substratos triturados está compreendida entre 5 mm e 20 mm, sendo a gama de 10 a 20 mm sobretudo preferida. Quando a dimensão é inferior a 5 mm, o substrato pode estar no estado de pó para os materiais secos e no estado de pasta

para os substratos húmidos, estados não aceitáveis. Quando a dimensão é superior a 20 mm, o tratamento é difícil e podem-se observar passagens diferenciais e espaços vazios no enchimento.

O tratamento com ozono é efectuado num reactor agitado que se chamará, daqui para a frente, como reactor de ozonização. Este reactor pode ser do tipo vertical ou horizontal.

De uma maneira geral, o reactor de ozonização utilizado pode ser constituído por um corpo cilíndrico compreendendo um dispositivo de introdução do substrato lenhocelulósico triturado, tal como uma tremonha, assim como um dispositivo interno que assegure uma mistura e um tempo de residência do substrato lenhocelulósico no reactor para efectuar um tratamento óptimo com o ozono. A colocação em contacto do substrato lenhocelulósico triturado com o gás vector ozonizado pode ser realizada de modo contínuo ou descontínuo no referido reactor de ozonização.

O tempo de residência no reactor de ozonização está compreendido entre 8 e 40 min e é, preferencialmente, de 15 a 30 min. Quando este tempo de residência é inferior a 8 min, o tratamento com ozono é insuficiente. Quando este é superior a 40 min, observa-se uma degradação da estrutura lenhocelulósica.

Deste modo, contrariamente aos processos conhe-

cidos na técnica anterior, o processo do invento permite tratar uma grande quantidade de substrato lenhocelulósico, adaptado a uma utilização à escala industrial com um tempo de reacção muito rápido.

Os materiais constituintes do corpo do reactor de ozonização serão escolhidos de modo a assegurar uma resistência à abrasão e à oxidação gerada pela presença de ozono com forte concentração. Um tal material pode ser, por exemplo, um aço inoxidável conhecido pelos especialistas na matéria.

O dispositivo de mistura com que o reactor de ozonização está munido pode ser qualquer dispositivo conhecido pelos especialistas na matéria. Este dispositivo deve permitir uma mistura homogénea do substrato triturado permitindo o seu transporte através da saída do reactor de ozonização ou a sua reciclagem interna, consoante se está na presença de uma reacção em contínuo ou em descontínuo.

A velocidade de rotação do referido dispositivo de mistura e a dimensão do reactor utilizado serão calculadas pelos especialistas na matéria em função da quantidade de matéria a tratar, da concentração em ozono utilizada e do tempo de residência pretendido. Segundo uma forma de realização preferida, para tratar 3 toneladas de substratos lenhocelulósicos triturados, com uma concentração de ozono de 150 g/m^3 TPN num reactor possuindo

1,20 m de diâmetro e 4,60 m de altura total, a velocidade de rotação é da ordem de 100 a 120 rotações/min.

Exemplos de dispositivos de mistura são um parafuso de Arquimedes, um parafuso cónico ou um veio de transmissão no qual são montadas pás.

Quando este último tipo de dispositivo é utilizado, a saber o veio de transmissão e pás, a distância entre as últimas pás e a base do reactor de ozonização deve ser suficiente para que a massa a tratar não seja armazenada na base do referido reactor. Um especialista na matéria será capaz de determinar uma tal distância em função da densidade da massa em reacção. No caso de reactores de ozonização verticais, pode ser ajustado um dispositivo de raspagem e de mistura no fundo cónico.

No caso de reactores de ozonização horizontais, o dispositivo de mistura está centrado no referido reactor. De modo vantajoso, utiliza-se um veio de transmissão compreendendo alternativamente jogos de pás de duas dimensões diferentes dispostos a 120° no veio horizontal. Cada passo de pás é constituído por 3 pás do mesmo comprimento e de grande diâmetro, sendo o passo seguinte constituído por 3 pás de outro comprimento (diâmetro mais pequeno), desfasadas em relação às pás do primeiro passo de 60° . Estas pás pequenas podem compreender um dispositivo de mistura inclinado de alguns graus no eixo vertical com o fim de assegurar um movimento de rotação helicoidal do

substrato que vai ser tratado. Este movimento assegura, por outro lado, um movimento de translação horizontal da matéria a tratar com um renovamento permanente da interface.

No caso de reactores de ozonização verticais, o dispositivo de mistura é quer seja centrado no eixo vertical do referido reactor, quer descentrado em relação a este eixo e animado por um movimento giratório à volta deste eixo vertical. Neste último caso utiliza-se, preferencialmente, um parafuso cónico. O eixo de rotação do parafuso apresenta um ângulo em relação ao eixo vertical do reactor de ozonização. A parte superior do parafuso está ligado a um dispositivo de transmissão por intermédio de um cárter de engrenagens e a parte inferior está centrada no fundo do referido reactor no eixo vertical. O parafuso roda sobre ele mesmo para assegurar a mistura e roda à volta do eixo vertical para interessar o volume total do substrato a tratar. Em função da velocidade de rotação do parafuso à volta do eixo vertical do reactor de ozonização, o movimento descrito pode ser assimilado num cicloide simples ou num hipocicloide com passo reduzido.

O dispositivo de mistura é accionado por um dispositivo electromecânico que permite ajustar a velocidade do dispositivo de mistura para assegurar com precisão o tempo de residência previsto no reactor de ozonização. Preferencialmente, os dispositivo de mistura é accionado por um grupo moto-redutor de velocidade variável.

O dispositivo electromecânico é, ele próprio, dotado de um ou dois dispositivos de centragem e de estanquicidade bem conhecidos pelos especialistas na matéria.

No caso de substratos lenhocelulósicos secos que necessitam de uma humedificação, o reactor de ozonização está igualmente munido de um dispositivo de humedificação da massa em reacção. Um exemplo de um tal dispositivo compreende bocais de pulverização. A velocidade de humedificação será determinada em função da quantidade de água necessária para obter o grau de humidade escolhido. Os especialistas na matéria poderão facilmente determinar uma tal velocidade.

O reactor de ozonização está igualmente munido com um ou vários dispositivos de injeção do gás vector ozonizado, sendo o referido gás ele mesmo produzido a partir de um ozonizador bem conhecido pelos especialistas na matéria. O ou os dispositivos de injeção do gás vector ozonizado são concebidos de forma a assegurar uma repartição do gás no referido substrato triturado com uma velocidade de injeção suficiente para assegurar uma boa penetração do referido gás no referido substrato. Estes são, por exemplo, bocais de injeção. De uma maneira geral, a velocidade de injeção do gás vector ozonizado está compreendido entre 30 e 60 m.s⁻¹.

No caso de os reactores de ozonização possuírem um só dispositivo de injeção do gás vector ozonizado, este está colocado na parte a montante do referido reactor, imediatamente após o dispositivo de introdução do substrato triturado e do dispositivo de humidificação. Quando este tipo de reactor compreende vários dispositivos de injeção dos gás vector ozonizado, estes podem ser colocados sobre todo o comprimento do dispositivo de mistura, por exemplo, entre as pás. De uma maneira geral, estes dispositivos de injeção serão dispostos a uma distância compreendida entre $0,08 d$ e $0,15 d$, em que d representa o diâmetro do reactor. O número de dispositivos de injeção será escolhido de modo a que a velocidade de injeção esteja na gama aqui indicada atrás. Uma tal disposição permite um melhor controlo da concentração de ozono utilizada.

No caso de reactores de ozonização verticais, os dispositivos de injeção do gás vector ozonizado são colocados na parte baixa do referido reactor afim de que a sua acção seja do tipo em contra-corrente.

O reactor de ozonização está igualmente geralmente munido de um dispositivo de evacuação do gás vector ozonizado após reacção da parte superior do reactor de ozonização (residual do ozono presente no gás vector após reacção) e de um dispositivo de medição da pressão bem conhecidos pelos especialistas na matéria.

Finalmente, o reactor de ozonização está munido

de um dispositivo de saída do produto tratado situado na parte oposta do dispositivo de introdução do substrato lenhocelulósico triturado. Este dispositivo de saída pode ser constituído, por exemplo, por janelas feitas no fundo do prato oposto à introdução. No caso de uma reacção em contínuo, o dispositivo de saída do produto, assim como o dispositivo de introdução do substrato lenhocelulósico triturado devem ser estanques. Um tal dispositivo é, por exemplo, uma comporta alveolar.

Por outro lado, sendo a reacção de ozonização do tipo exotérmico, o corpo do reactor de ozonização está habitualmente munido de um dispositivo de controlo da temperatura, assim como com um dispositivo de arrefecimento que permite manter uma temperatura constante no interior do referido reactor e no meio reaccional sem gradiente de temperatura vertical ou radial e isto durante o tempo necessário à reacção.

Este arrefecimento eficaz do reactor de ozonização favorece uma utilização em segurança deste e permite um controlo preciso da reacção de ozonização.

O dispositivo de arrefecimento pode estar situado na parte externa do reactor de ozonização ou na parte interna deste. Este pode, por exemplo, ser alimentado com água fria sob pressão ou por intermédio de um circuito de água gelada produzida por um grupo frigorífico. O corpo do reactor de ozonização é, vanjajosamente, arrefecido por

meio de um dispositivo de arrefecimento externo que pode ser constituído, por exemplo, por um dispositivo clássico do tipo "WATER JACKET" ou por um circuito constituído por meias-conchas que asseguram a captação do fluxo térmico que é proveniente da massa reaccional e o evacua para o exterior.

O substrato lenhocelulósico tratado com ozono no reactor de ozonização será recolhido, por exemplo, numa tremonha, para ser em seguida dirigido para o ensacamento, a pesagem ou qualquer outra operação de condicionamento antes da distribuição. Obtém-se assim um produto acabado pronto a utilizar, possuindo um elevado grau de digestibilidade de forma a que não é necessário nenhum agente complementar e destinado à alimentação animal, nomeadamente para alimentação de bovinos, ovinos e aves.

O invento será melhor compreendido através da leitura dos exemplos e esquemas anexos dados unicamente a título ilustrativo mas não limitativo e nos quais:

- a figura 1 é uma curva que mostra a variabilidade da digestibilidade *in vitro* em função da taxa de tratamento com ozono do substrato lenhocelulósico seco humidificado (palha) num reactor dinâmico (agitado) e num reactor estático, e

- a figura 2 é uma curva que mostra a variabilidade da digestibilidade *in vitro* em função da taxa de tratamento com ozono do substrato lenhocelulósico seco

humidificado (bagaço) num reactor dinâmico (agitado) e num reactor estático.

Exemplo 1: Comparação da modificação da taxa de digestibilidade da palha tratada num reactor dinâmico e num reactor estático

Tritura-se palha de trigo até se obter uma dimensão da ordem de 13 mm. Depois trata-se a referida palha triturada possuindo diferentes graus de humificação com uma humificação prévia, com um gás vector ozonizado, seja num reactor estático (R.Ste), ou seja, num reactor contendo um leito fixo de palha atravessada de alto a baixo por uma corrente de ozono suportado pelo gás vector oxigénio, seja num reactor dinâmico (R.Dym) (ou agitado), ou seja, um reactor vertical ou horizontal apresentando como dispositivo de mistura um veio e pás (reactor horizontal) ou então um parafuso central com recirculação (reactor vertical), sendo o tempo de residência nos reactores de 20 a 30 minutos.

Realizam-se 5 ensaios possuindo as características seguintes:

- x: concentração de ozono (CO_3) de 115 g/m³ TPN, secura da palha de 89,6%, reactor dinâmico,
- •: concentração de ozono de 111,5 g/m³ TPN, secura da palha de 85%, reactor estático,

- ○: concentração de ozono de 47 g/m³ TPN, secura da palha de 85%, reactor estático,
- ∇: concentração de ozono de 47 g/m³ TPN, secura da palha de 55%, reactor estático, e
- ?: concentração de ozono de 115 g/m³ TPN, secura da palha de 55%, reactor estático.

Após tratamento, determinou-se a digestibilidade *in vitro* (DIV) segundo o método de Tilley e Terry, em percentagem, em função da taxa de tratamento com ozono, esta mesma expressa em percentagem de ozono por matéria seca (3% significa que se utiliza 30 g de ozono para tratar 1000 g de substrato).

Os resultados destes testes são dados sob a forma das curvas na figura 1.

Os resultados obtidos conduzem às duas conclusões seguintes:

Primeiramente, no caso dos reactores estáticos, o facto de se aumentar a concentração de ozono, no caso presente de 47 g/m³ a 115 g/m³, com 55% de secura, apenas faz variar pouco a digestibilidade da palha, o que está de acordo com os resultados obtidos segundo o pedido de patente FR-A-2-603 775.

Em segundo lugar, quando se utiliza um reactor dinâmico e uma forte concentração de ozono (115 g/m³), os

resultados da digestibilidade são crescentes em função da taxa de tratamento aplicado.

Estes resultados provam, de modo evidente, o crescimento da digestibilidade sob a condição de se trabalhar com factores de operação perfeitamente controlados.

Exemplo 2: Comparação da modificação da taxa de digestibilidade de bagaço tratado num reactor dinâmico e num reactor estático

Repetiu-se o modo operatório do exemplo 1, mas em que o substrato lenhocelulósico utilizado seja bagaço e efectuaram-se os 3 ensaios seguintes:

- x: concentração de ozono de 112 g/m³ TPN, reactor dinâmico,
- •: concentração de ozono de 111,8 g/m³ TPN, reactor estático,
- o: concentração de ozono de 46 g/m³ TPN, reactor estático.

Os resultados destes testes são apresentados sob a forma das curvas na figura 2.

Os resultados obtidos conduzem às mesmas conclusões que indicadas no exemplo 1.

Exemplo 3: Melhoria da digestibilidade de grãos de trigo tratados com ozono

A análise da digestibilidade de grãos de trigo tratados com ozono foi realizada em galos com medição da energia metabolizada (EMA), de acordo com os procedimentos de criação SVDC e SVDM 01. O método aplicado é o método rápido de medida da energia metabolizada efectuado pelo Sr. Lessire do INRA e o método da determinação da viscosidade dos extractos aquosos (método do viscosímetro, Norma NFV 03749).

Os galos, 9 por lote, foram alimentados durante 8 dias com 4 lotes diferentes de grãos de trigo não tratados ou tratados com ozono, da maneira seguinte:

- lote 1: grãos não tratados:
- lote 2: grãos tratados com 3 g de ozono por quilograma de grãos (85 g/m³ TPN) com 4% de humidade
- lote 3: grãos tratados com 4 g de ozono por quilograma de grãos (85 g/m³ TPN) com 4% de humidade
- lote 4: grãos tratados com 5 g de ozono por quilograma de grãos (85 g/m³ TPN) com 4% de humidade

Os grãos de trigo corresponderam a 97% da ração alimentar.

Os resultados brutos são dados na tabela apresentada a seguir, na qual:

- VU significa viscosidade útil,
- EB significa energia bruta,
- MS significa matéria seca.

Tabela

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Humidade (%)	12,6	15,5	15,5	15,4
Proteína bruta (%)	10,32	9,92	10,04	10,09
Matéria gorda (%)	1,38	1,36	1,33	1,42
Celulose bruta (%)	2,06	1,96	1,76	1,75
Matéria mineral (%)	1,49	1,43	1,38	1,38
Amido (%)	60,39	58,81	58,14	58,01
Açúcares (%)	2,19	2,75	2,75	2,88
Parede (%)	10,54	9,54	9,59	8,91
Visc. Específ. (cPs/g s)	0,30	0,40	0,50	0,40
VU pentosano (log/s)	1,80	2,40	2,40	2,20
EB (kCal/kg MS)	4369	4354	4369	4347
EMA (kCal/kg MS)	3604+26	3597+26	3578+12	3618+14
EMA/EB (%)	82,5	82,6	81,9	83,2

Análise dos resultados

No quadro da alimentação das aves de capoeira, são de considerar dois parâmetros: a viscosidade e a energia metabolizada (EMA). A viscosidade é considerada como um inconveniente e constitui um bom factor para a análise da digestibilidade.

O efeito do tratamento com ozono nos grãos provocou algumas variações de composição, fracas mas significativas: uma ligeira degradação da celulose bruta e da composição em amido e das paredes, assim como um aumento dos açúcares livres.

Esta degradação verifica-se por sua vez na viscosidade específica e na viscosidade do pentosano. Com efeito, uma ligeira degradação dos polissacáridos, especificamente das pentosanas, confere um crescimento da viscosidade, por solubilização das pentosanas e fragmentos curtos de celulose.

Se a oxidação for aumentada, é previsível um abaixamento da viscosidade. Este abaixamento aparece a partir de 5 g de ozono por kg de grãos.

Esta análise é confirmada pelo facto da EMA crescer realmente a partir de 5 g de ozono por kg de grãos, ou seja, a partir da amostra 4.

Lisboa, 30 de Outubro de 2009

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de preparação de substratos lenhocelulósicos apresentando um elevado grau de digestibilidade, caracterizado por consistir em colocar em contacto os referidos substratos lenhocelulósicos previamente triturados e humidificados no caso dos substratos secos, num reactor agitado, com o ozono produzido a partir de um gás vector, estando o ozono presente no gás vector numa concentração compreendida entre 80 e 200 g/m³ TPN e com um tempo de residência no referido reactor compreendido entre 8 e 40 min, estando a taxa de humidificação dos referidos substratos compreendida entre 1 e 6% de matéria seca, preferencialmente entre 1 e 5%, e sendo a dimensão dos referidos substratos triturados de 5 mm a 20 mm.

2. Processo de preparação de substratos lenhocelulósicos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o tempo de residência estar compreendido entre 15 e 30 min.

3. Processo de preparação de substratos lenhocelulósicos de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por a concentração de ozono no gás vector estar compreendida entre 140 e 160 g/m³ TPN.

4. Processo de preparação de substratos lenhocelulósicos de acordo com as reivindicações 1 a 3, carac-

terizado por a dimensão dos referidos substratos triturados ser de 10 mm a 20 mm

5. Processo de preparação de substratos lenhocelulósicos de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado por a pressão do gás vector ozonizado na altura do contacto com os referidos substratos estar compreendida entre 0,6 e 1,5 bar relativo e, preferencialmente, 0,6 a 1,2 bar relativo.

6. Processo de preparação de substratos lenhocelulósicos de acordo com as reivindicações 1 a 5, caracterizado por os substratos lenhocelulósicos serem escolhidos entre os substratos secos, tais como as palhas de centeio, trigo, luzerna, as ramas das beterraba e os grãos de cereais e os substratos húmidos, tais como os bagaços de cana de açúcar, os sorgos, os azevéns, os fenos.

7. Substrato lenhocelulósico susceptível de ser obtido pelo processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6.

Lisboa, 30 de Outubro de 2009

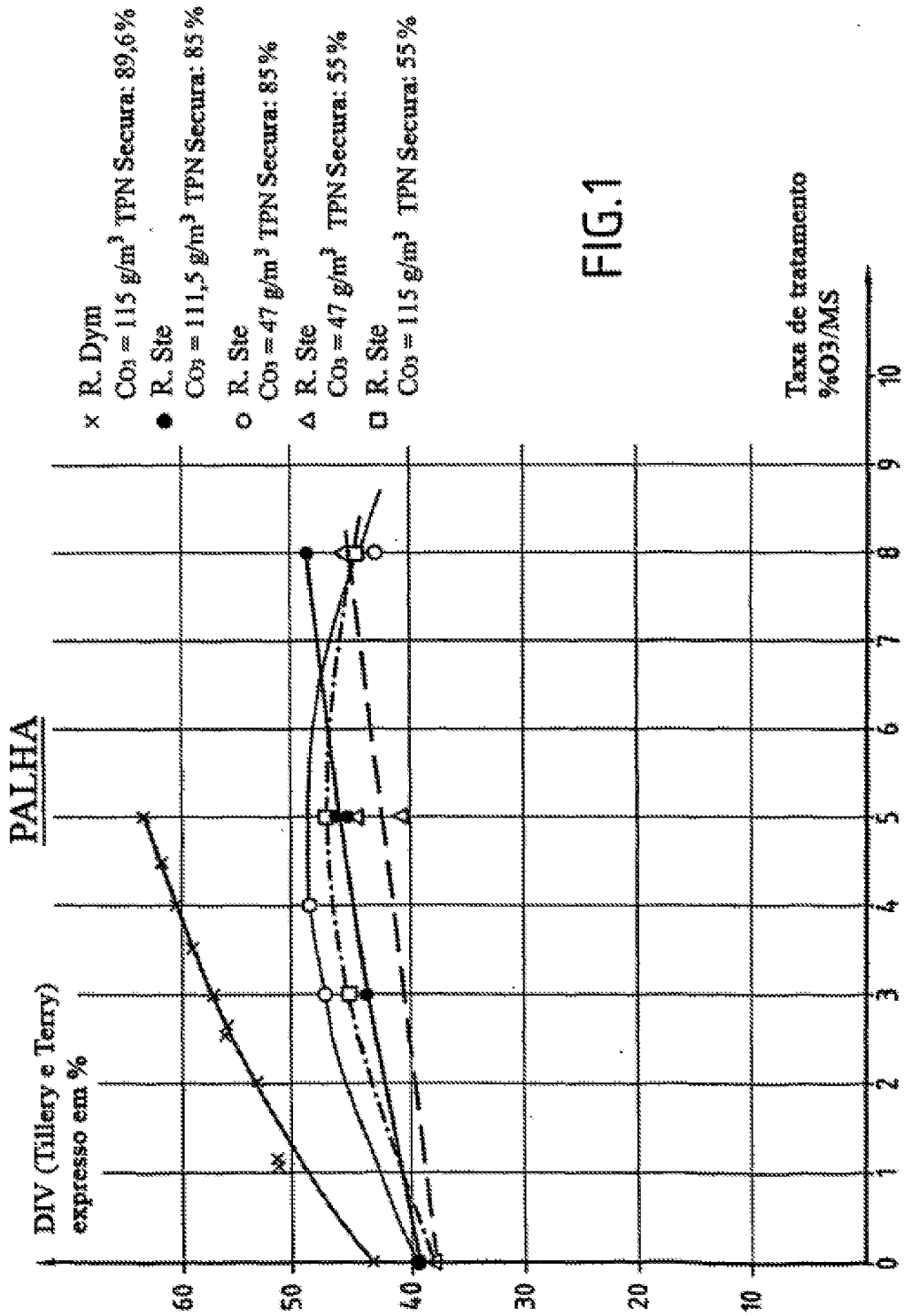


FIG.1

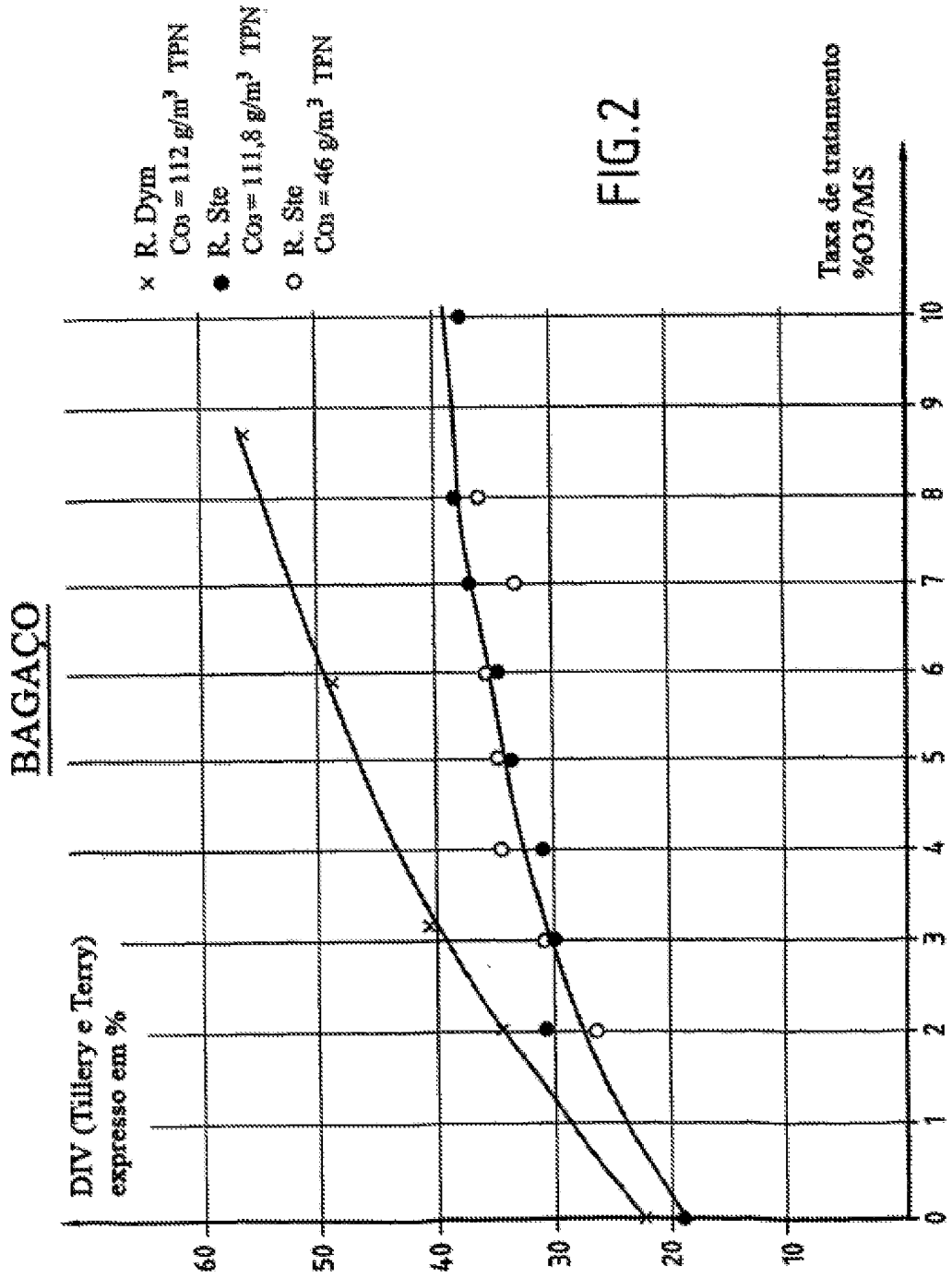


FIG.2

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente Europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.

Documentos de patentes citadas na Descrição

- * FR 2580898 A
- * CA 1169794
- * FR 2603775 A