



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102016028777-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102016028777-4

(22) Data do Depósito: 07/12/2016

(43) Data da Publicação Nacional: 19/06/2018

(51) Classificação Internacional: B01F 15/02; B01F 7/00; B65G 33/08.

(54) Título: ALIMENTADOR AUTOMÁTICO DE MATERIAL LIGNOCELULÓSICO E MÉTODO DE ABASTECIMENTO DO MESMO

(73) Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 88648761000103. Endereço: RUA FRANCISCO GETÚLIO VARGAS, 1130, Caxias do Sul, RS, BRASIL(BR), 95070-560, Brasileira

(72) Inventor: LAÍSA DOS REIS; CARLOS FERNANDES DAS CHAGAS; ROSELEI CLAUDETE FONTANA; MARLI CAMASSOLA; ALDO JOSÉ PINHEIRO DILLON.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 07/12/2016, observadas as condições legais

Expedida em: 13/12/2022

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

ALIMENTADOR AUTOMÁTICO DE MATERIAL LIGNOCELULÓSICO E MÉTODO DE ABASTECIMENTO DO MESMO

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um alimentador automático de material lignocelulósico que não causa a incrustação e empedramento do material lignocelulósico, pois bloqueia a umidade através da vedação do tanque de armazenamento e de um aquecedor, limita o comprimento da rosca transportadora e define limitações para a relação do tamanho do tanque de armazenamento em relação às pás do eixo de mistura. A presente invenção se situa nos campos da engenharia mecânica e química.

Antecedentes da Invenção

[0002] Alguns processos fermentativos utilizam material lignocelulósico como reagente, e visando a produção de maiores concentrações de produtos de interesse, o material lignocelulósico é adicionado em regime descontínuo alimentado (RDA).

[0003] Para o regime descontínuo alimentado a celulose deve ser adicionada em pequenas quantidades, intermitentemente ao longo do período de fermentação. Atualmente a adição do material lignocelulósico é realizada manualmente, sendo que os períodos de fermentação costumam ser longos e dessa forma é necessário que sempre haja uma pessoa acompanhando o processo.

[0004] O material lignocelulósico possui algumas características as quais inviabilizam sua utilização em alimentadores convencionais. Por ser um material com grãos finos pode ser facilmente compactada e se acomodar em regiões do alimentador que não possuam agitação mecânica, inviabiliza também a utilização de rosca transportadora com comprimentos elevados, pois a pressão exercida pela rosca também pode compactar o material, causando o

entupimento da via de alimentação. Outro problema encontrado é a alta absorção de umidade por parte dos materiais lignocelulósicos causando o empedramento do mesmo.

[0005] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0006] O documento US5524796 revela um alimentador de partículas sólidas dotado de um misturador e uma rosca transportadora, aos quais são movimentados cada um por seu próprio motor e comandados por um controlador. A geometria do tanque utilizado para armazenamento do material a ser alimentado possui áreas a qual o misturador não alcança, criando regiões passíveis de acomodação do material lignocelulósico, o tanque de armazenamento está aberto para o ambiente e a rosca transportadora possui comprimento elevado, onde estes fatores podem ocasionar o empedramento do material lignocelulósico.

[0007] O documento US1855828 revela um alimentador de melão dotado de um eixo com pás de mistura e uma rosca transportadora que são movimentadas por um único motor, o tanque de armazenamento é de preferência cilíndrico para que as pás abranjam todo seu interior, uma porta deslizante separa o volume do misturador da rosca transportadora evitando que a substância seja alimentada continuamente e o alimentador apresenta um sistema de aquecimento através de vapor aquecido. Não é possível utilizar o alimentador proposto pelo documento, pois o sistema de aquecimento a vapor umedece o material no interior do tanque, fato que causa o empedramento da celulose cristalina, outro ponto a ser considerado é que a movimentação da rosca transportadora não é independente do misturador, deste modo inviabiliza a adição mássica precisa.

[0008] O documento US8152358 revela um alimentador dotado de um tanque de armazenamento com misturador acoplado a uma rosca transportadora e possui dois motores independentes. Porém o tanque de

armazenamento e a rosca transportadora são abertos ao ambiente e as pás do misturador não abrangem toda a área do tanque, fatores que podem acarretar em incrustação ou empedramento da celulose cristalina.

[0009] O documento US2845255 revela um alimentador com tanque de armazenamento com misturadores longitudinais e transversais e uma rosca transportadora, porém apenas um motor é responsável pela rotação de todos os eixos do alimentador e a geometria do tanque propicia a incrustação do material lignocelulósico.

[0010] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0011] Os alimentadores existentes não são compatíveis com as características intrínsecas do material lignocelulósico e deste modo não alimentariam a mesma com eficiência. O material lignocelulósico está sujeito a empedramento por causa da umidade e incrustação devido a áreas sem agitação mecânica.

Sumário da Invenção

[0012] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um alimentador automático de material lignocelulósico que não provoque a incrustação e empedramento do material lignocelulósico, a partir de definições como o comprimento da rosca transportadora, o bloqueio de umidade e a abrangência do eixo de mistura.

[0013] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta um alimentador automático de material lignocelulósico compreendendo:

- a. um primeiro motor (3) e um segundo motor (4);
- b. pelo menos um eixo de mistura (7);
- c. pelo menos uma rosca transportadora (8);

- d. um tanque de armazenamento (1);
- e. uma tampa de vedação (2);
- f. pelo menos um aquecedor (5);
- g. uma unidade de controle;

sendo que,

- o eixo de mistura (7) e a rosca transportadora (8) estão dispostos na parte interna do tanque de armazenamento (1);
- a tampa de vedação (2) é conectada ao tanque de armazenamento (1) por meio de elementos de fixação;
- o primeiro motor (3) é acoplado ao eixo de mistura (7) e o segundo motor (4) é acoplado à rosca transportadora (8);
- a unidade de controle comanda a rotação dos motores;
- a rosca transportadora (8) compreende comprimento máximo indo de um primeiro plano (AA) a um segundo plano (BB);
- o eixo de mistura (7) é dotado de pás abrangendo a área interna do tanque de armazenamento.

[0014] Em um segundo objeto, a presente invenção apresenta um método de abastecimento de alimentador automático de material lignocelulósico que compreende ao menos as etapas de:

- a. abertura de uma tampa de vedação;
- b. higienização do tanque de armazenamento;
- c. abastecimento de material lignocelulósico;
- d. fechamento da tampa de vedação;

[0015] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados apresenta um alimentador automático capaz de alimentar material lignocelulósico sem que haja empedramento ou incrustação da mesma através do bloqueio de umidade realizado pela vedação e o aquecedor, definição do comprimento da rosca transportadora e a relação do formato do tanque de armazenamento em relação ao eixo de mistura.

[0016] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente

valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0017] São apresentadas as seguintes figuras:

[0018] A figura 1 mostra um esquema do alimentador automático de material lignocelulósico conectado a um biorreator (6), sendo indicado: o tanque de armazenamento (1), a tampa de vedação (2), o primeiro motor (3) e segundo motor, o aquecedor (5) e o biorreator (6).

[0019] A figura 2 mostra um corte longitudinal do alimentador automático demonstrando a disposição do eixo de mistura (7) e da rosca transportadora (8).

[0020] A figura 3 está apresentado o gráfico comparativo das atividades de FPA (atividade sobre o papel Filtro) obtidas em regime descontínuo (RD) (40g/L), com tempo total de fermentação de 168 horas de cultivo, e em regime descontínuo alimentado (40 e 60 g/L), com tempo de fermentação de 216 horas e 232 horas para a menor e maior concentração de celulose empregada, respectivamente. As alimentações foram realizadas até 144 horas para o RDA que totalizou 40 g/L de celulose e até 192 horas para o RDA que totalizou 60 g/L de substrato.

[0021] Na figura 4 está apresentado o gráfico comparativo das atividades de xilanases obtidas em regime descontínuo (RD) (40g/L), com tempo total de fermentação de 168 horas de cultivo, e em regime descontínuo alimentado (40 e 60 g/L), com tempo de fermentação de 216 horas e 232 horas para a menor e maior concentração de celulose empregada, respectivamente. As alimentações foram realizadas até 144 horas para o RDA que totalizou 40 g/L de celulose e até 192 horas para o RDA que totalizou 60 g/L de substrato.

[0022] Na figura 5 está apresentado o gráfico comparativo das atividades de β -glicosidases obtidas em regime descontínuo (RD) (40g/L), com tempo

total de fermentação de 168 horas de cultivo, e em regime descontínuo alimentado (40 e 60 g/L), com tempo de fermentação de 216 horas e 232 horas para a menor e maior concentração de celulose empregada, respectivamente. As alimentações foram realizadas até 144 horas para o RDA que totalizou 40 g/L de celulose e até 192 horas para o RDA que totalizou 60 g/L de substrato.

[0023] Na figura 6 está apresentado o gráfico comparativo das atividades de endoglicanases obtidas em regime descontínuo (RD) (40g/L), com tempo total de fermentação de 168 horas de cultivo, e em regime descontínuo alimentado (40 e 60 g/L), com tempo de fermentação de 216 horas e 232 horas para a menor e maior concentração de celulose empregada, respectivamente. As alimentações foram realizadas até 144 horas para o RDA que totalizou 40 g/L de celulose e até 192 horas para o RDA que totalizou 60 g/L de substrato.

Descrição Detalhada da Invenção

[0024] As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

[0025] Em um primeiro objeto é apresentado um alimentador automático de material lignocelulósico dotado de um tanque de armazenamento (1), um primeiro motor (3) e um segundo motor (4), pelo menos um eixo de mistura (7), pelo menos uma rosca transportadora (8), uma tampa de vedação (2), pelo menos um aquecedor (5) e uma unidade de controle. O eixo de mistura (7) e a rosca transportadora (8) estão dispostos na parte interna do tanque de armazenamento (1). O eixo de mistura (7) foi acoplado ao primeiro motor (3) e a rosca transportadora (8) ao segundo motor (4), sendo que ambos os motores são ligados à unidade de controle.

[0026] A unidade de controle comanda a rotação dos dois motores, porém as rotações são independentes. A rotação imposta no eixo de mistura (7) tem a função de manter o material lignocelulósico em movimentação. A rotação da rosca transportadora (8) é responsável por adicionar a quantidade

certa de material lignocelulósico ao processo, a adição pode ocorrer de forma contínua ou intermitente.

[0027] O eixo de mistura (7), acoplado a um primeiro motor (3), é dotado de pás que abrangem toda a área interna do tanque de armazenamento (1), em uma concretização, o tanque de armazenamento (1) é preferencialmente cilíndrico.

[0028] Foi definido um plano AA na secção do início do tanque de armazenamento (1) e um plano BB na secção do fundo do tanque de armazenamento (1).

[0029] A rosca transportadora (8) é disposta na parte inferior do tanque de armazenamento (1), onde a rotação submetida à mesma é realizada por um segundo motor (4), o qual é comandado pela unidade de controle. A rotação é programada de acordo com a quantidade mássica de material lignocelulósico que deve ser adicionada ao processo durante um período de tempo. O comprimento máximo da rosca transportadora (8) vai do primeiro plano AA até o segundo plano BB, ou seja, o comprimento da rosca se mantém entre os planos AA e BB, de maneira menor ou igual à distância entre os planos, onde este fato é dado para que não ocorra a compactação do material lignocelulósico e conseqüentemente o entupimento do canal de alimentação.

[0030] O tanque de armazenamento (1) é preferencialmente cilíndrico, a rosca de transporte (8) e o eixo de mistura (7) foram instalados em seu interior e a tampa de vedação (2) é fixada por meio de elementos de fixação não permanentes, deste modo durante a alimentação o tanque de armazenamento (1) se comunica com o ar atmosférico apenas pela seção de saída do alimentador (9), porém neste ponto ocorre um bloqueio de umidade por meio de um aquecedor (5) associado à saída de alimentação (9), onde neste ponto evita-se que a umidade do ar atmosférico entre em contato com o material no interior do alimentador da presente invenção. Em uma concretização o aquecedor (5) é uma resistência elétrica. Em uma concretização o tanque de armazenamento (1) foi confeccionado em aço inoxidável.

[0031] Em um segundo objeto, é apresentado um método de abastecimento de alimentador automático de material lignocelulósico que possui ao menos as etapas a seguir:

- a. abertura de uma tampa de vedação (2);
- b. higienização do tanque de armazenamento (1);
- c. abastecimento de material lignocelulósico;
- d. fechamento da tampa de vedação (2).

[0032] O procedimento deve ser realizado por um profissional treinado com a utilização dos equipamentos corretos. Os elementos de fixação não permanentes são retirados e a tampa de vedação (2) é aberta, o tanque de armazenamento (1) é higienizado, abastecido com material lignocelulósico estéril e por fim fechado novamente, deve ser observado se a tampa realizou a vedação perfeitamente. Durante todo o procedimento deve-se tomar cuidado para não ocorrer à contaminação do material lignocelulósico.

[0033] As adaptações concretizadas para o alimentador automático de material lignocelulósico proporcionam um alimentador que não ocorra entupimento do canal de adição ou incrustação e empedramento da celulose no interior do tanque de armazenamento. Com utilização do alimentador automático de material lignocelulósico algumas vantagens são alcançadas, o trabalho manual de adicionar a celulose ao experimento é substituído, não sendo necessário que haja uma pessoa acompanhando integralmente o processo e reduz o risco de contaminação do experimento.

Exemplo 1. Realização Preferencial

[0034] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

[0035] O alimentador automático de material lignocelulósico pode ser confeccionado em qualquer escala, em uma concretização o mesmo foi confeccionado com capacidade de 250 gramas de celulose microcristalina para

ser utilizado junto a um biorreator de cinco litros, porém são abastecidas 200 gramas para facilitar a esterilização e evitar uma possível compactação.

[0036] É realizado um processo de fermentação no biorreator com o intuito de obter celulasas e xilanasas, o alimentador automático de material lignocelulósico é programado para adicionar a celulose microcristalina durante 192 horas de cultivo, em intervalos de uma hora, caracterizando um regime descontínuo alimentado.

[0037] A unidade de controle é programada de modo a movimentar o eixo de mistura (7) juntamente à rosca transportadora (8), são acionados a cada hora por dois segundos, adicionando entre 1,2 e 1,4 gramas de celulose ao processo e o aquecedor (5) é ligado por nove segundos a cada um minuto, dessa forma, a temperatura do local fica em torno de $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

[0038] A cada 90 horas é realizado o abastecimento do alimentador, para isto, o alimentador é aberto, higienizado, abastecido com uma nova quantidade de celulose microcristalina, a celulose não alimentada que permaneceu no alimentador é reutilizada, e por fim é fechado.

[0039] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Alimentador automático de material lignocelulósico compreendendo:
 - a. um primeiro motor (3) e um segundo motor (4);
 - b. pelo menos um eixo de mistura (7);
 - c. pelo menos uma rosca transportadora (8);
 - d. um tanque de armazenamento (1); e
 - e. uma unidade de controle;

sendo que:

- a unidade de controle comanda a rotação dos motores;
- o primeiro motor (3) é acoplado ao eixo de mistura (7) e o segundo motor (4) é acoplado à rosca transportadora (8);

caracterizado por compreender:

- f. uma tampa de vedação (2);
- g. pelo menos um aquecedor (5);

sendo que,

- o eixo de mistura (7) e a rosca transportadora (8) estão dispostos na parte interna do tanque de armazenamento (1);
- a tampa de vedação (2) é conectada ao tanque de armazenamento (1) por meio de elementos de fixação;
- a rosca transportadora (8) compreende comprimento máximo indo de um primeiro plano (AA) a um segundo plano (BB);
- o eixo de mistura (7) é dotado de pás abrangendo a área interna do tanque de armazenamento; e
- o aquecedor (5) é disposto em ao menos uma saída de alimentação (9).

2. Alimentador automático de material lignocelulósico, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela tampa de vedação (2) manter o tanque de armazenamento (1) vedado durante o processo de alimentação.
3. Alimentador automático de material lignocelulósico, de acordo com

qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **caracterizado** pelo fato de compreender ao menos uma saída de alimentação (9).

4. Alimentador automático de material lignocelulósico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo aquecedor (5) ser uma resistência elétrica.
5. Alimentador automático de material lignocelulósico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pela unidade de controle controlar rotações independentemente para cada um dos motores.
6. Alimentador automático de material lignocelulósico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pela rotação da rosca transportadora (8) ser programada de acordo com a massa que deve ser adicionada ao processo.
7. Alimentador automático de material lignocelulósico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** por ser utilizado em um processo fermentativo ou cultivo microbiano, junto a um biorreator.
8. Método de abastecimento de alimentador automático de material lignocelulósico **caracterizado** por compreender ao menos as etapas de:
 - a. abertura de uma tampa de vedação (2) conectada ao tanque de armazenamento (1) por meio de elementos de fixação não-permanente;
 - b. higienização do tanque de armazenamento (1);
 - c. abastecimento de material lignocelulósico;
 - d. bloqueio da entrada de umidade do ar atmosférico no tanque de armazenamento (1) por meio de ao menos um aquecedor (5) associado em ao menos uma saída de alimentação (9); e
 - e. fechamento da tampa de vedação (2).

FIGURAS

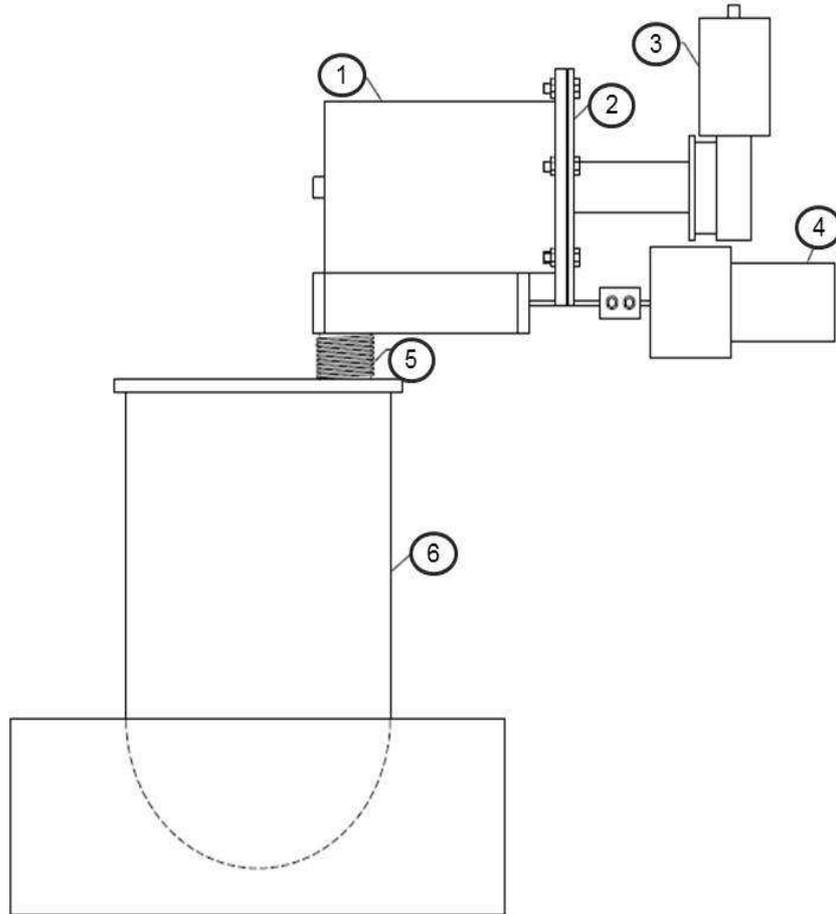


Figura 1

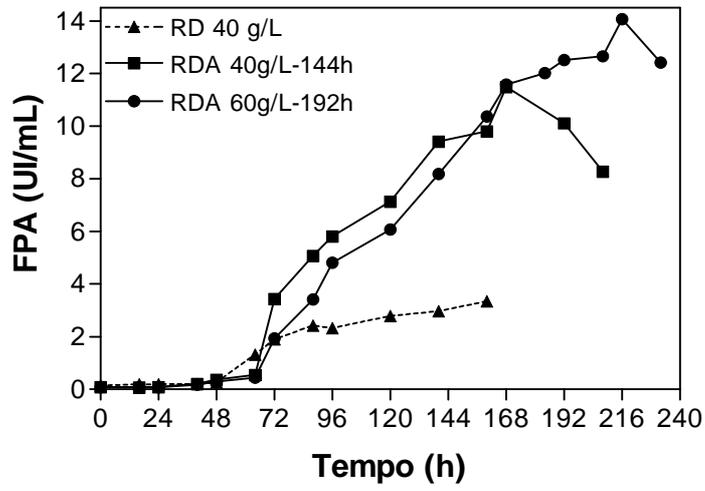


Figura 3

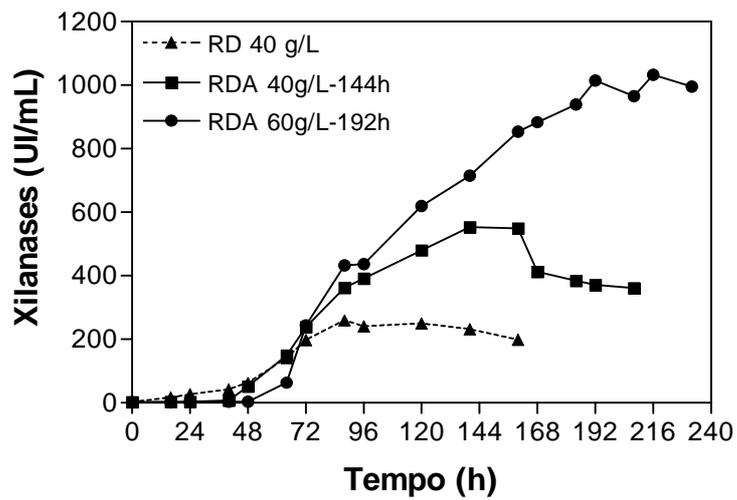


Figura 4

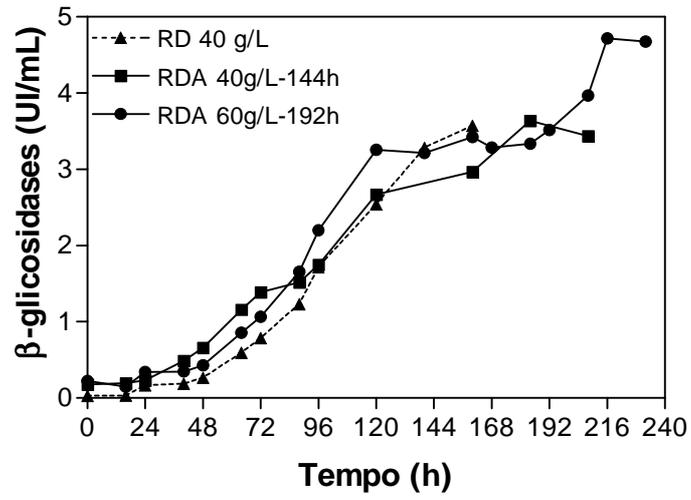


Figura 5

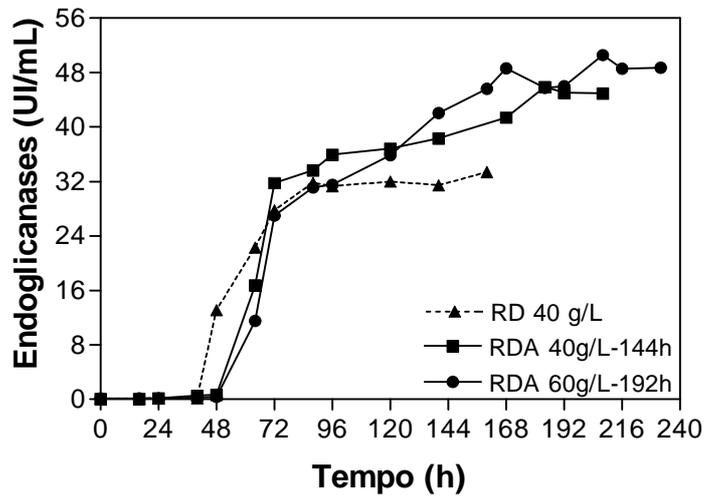


Figura 6