

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0903273-8 A2**

(22) Data de Depósito: 01/09/2009
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)



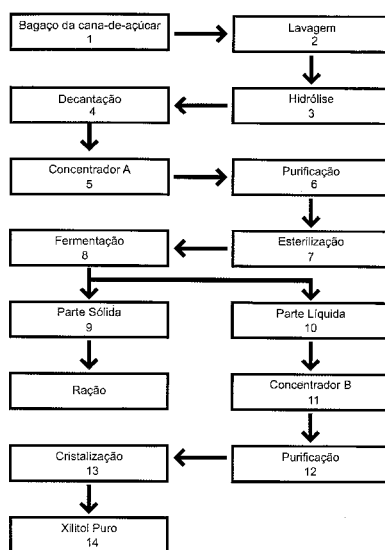
(51) *Int.Cl.:*
C12P 7/18

(54) Título: **PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICO**

(73) Titular(es): FAUZE ALI MERE SOBRINHO, MARIO CLOVIS GARREFA, SANDRO ROGERIO DE SOUSA

(72) Inventor(es): FAUZE ALI MERE SOBRINHO, MARIO CLOVIS GARREFA, SANDRO ROGERIO DE SOUSA

(57) Resumo: PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICO. É iniciada com o bagaço da cana-de-açúcar orgânico 1, que passa pelo processo de lavagem 2, para retirada de sílica, terra e resíduos agrícolas, depois pela hidrólise 3, que separa a hemicelulose da celulose e lignina, passa pela decantação 4, segue para o concentrador A 5, que concentra em 5 vezes o volume inicial e logo após passa pelo processo de purificação 6 com seus processos de troca aniônicas e catiônicas que podem ser substituídas por carvão ativado, pela esterilização 7, para evitar a presença de microorganismos que atrapalhem a produção e o metabolismo no próximo processo que é a fermentação 8, onde se consegue uma parte sólida e uma parte líquida. A parte sólida segue para secagem e é empregada em rações, já a parte líquida, segue para o Concentrador B 11, que concentra em até 16 vezes o volume inicial e depois passa pela purificação 12, também por colunas de troca aniônicas e catiônicas e por cristalização 13 dá origem ao xilitol puro 14.





PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICO

A presente invenção refere-se a um método de produção de xilitol através do emprego de um hidrolisado contendo xilose, proveniente de bagaço de cana de açúcar orgânico, ou seja, processos para obtenção de xilitol de bagaço de cana de açúcar orgânico, tais como: hidrólise ácida (0,2-5,0%), purificação do hidrolisado, fermentação para produção de xilitol, purificação do xilitol e cristalização.

O xilitol é um adoçante produzido pelo corpo humano e também a partir da conversão da xilose por um processo químico ou um processo fermentativo usando microrganismos. Embora o xilitol também seja calórico, cada grama contém apenas 2,4 kcal. Por não causar cáries têm sido amplamente empregado na indústria de alimentos na produção de goma de mascar, balas, etc. Esse adoçante também é bastante usado na indústria de alimentos como complemento ao manitol e sorbitol para adoçar balas, chicletes, etc., mas em menor escala.

A produção de xilitol pode ser dada por duas vias: a química e a biológica ou biotecnológica.

Atualmente o xilitol é produzido em escala industrial por via química a partir de resíduos lignocelulósicos ricos em xilana, o qual inclui quatro passos básicos: hidrólise ácida de material vegetal, purificação do hidrolisado até a obtenção de xilose pura, hidrogenação catalítica da xilose em xilitol e finalmente cristalização do xilitol. Entretanto, nesta via química é difícil alcançar alto rendimento (50-60% de xilose é convertida a xilitol), principalmente pelo alto custo dos processos de recuperação e purificação da xilose e do xilitol.

Já na via biológica ou biotecnológica, o metabolismo de xilose em leveduras ocorre em dois passos principais com a participação das enzimas xilose redutase que converte xilose em xilitol com a participação de NAD(P). Dentre os fatores reguladores desta bioconversão destacam-se a concentração de xilose, a idade e concentração do inóculo, o pH, a temperatura e a concentração de oxigênio. No caso de hidrolisados hemicelulósicos, além dos açúcares, tem-se a presença de compostos tóxicos à levedura, como ácido acético e fenólicos, que podem inibir a bioconversão de xilose em xilitol em função da concentração em que se encontram no meio.

Para a produção biotecnológica é necessária a utilização de material orgânico no caso do processo aqui descrito o bagaço da cana-de-açúcar. E para sua utilização ele tem que passar por um processo de preparação. O preparo do bagaço é uma das operações mais importantes do processo de realização da hidrólise, pois quanto menor a fibra, melhor. Quando a fibra é menor, maior é sua área de contato e conseqüentemente maior eficiência. A qualidade da cana também é importante, quanto mais fibra, melhor. Após passar por um processo de separação de fibras, o material será encaminhado a um tanque para uma breve lavagem onde será feita a retirada de materiais indesejáveis tais como sílica, terra, etc. O bagaço será adicionado uma solução ácida ou enzimática, podendo ser usado os ácidos sulfúricos ou carbônicos ou ácidos de Lewis ou enzimas em substituição ao ácido. No caso da hidrólise com ácido carbônico, será realizada uma hidrólise prévia a explosão com alta pressão. Já no caso da hidrólise com ácido sulfúrico será realizada a hidrólise com alta temperatura de 120°C e alta pressão (1bar) e no caso de hidrólise enzimática usam-se enzimas produzidas por microorganismos. A última é a

mais recomendada no caso da produção de produtos orgânicos, embora ainda seja o processo mais caro devido aos custos das enzimas. Após, o material deverá ser conduzido a um tanque de decantação onde permanecerá por até três horas. Depois da decantação, o material será conduzido a um sistema de

5 separação sólido/líquido que poderá ser feito por centrífuga ou filtro prensa ou membranas. Em seguida o bagaço, depois de hidrolisado, tem em sua composição apenas celulose e lignina. A fração hemicelulósica fica na parte líquida. O bagaço deverá passar por um processo de lavagem, onde será retirada a fração ácida que resta. Após essa lavagem, o material voltará ao

10 processo de secagem até chegar a uma umidade de nível aceitável para ser queimado na caldeira ou utilizado no preparo de ração animal ou compensados, etc. A parte líquida será conduzida a um tanque denominado Concentrador A, a uma temperatura de 70°C e com auxílio de uma bomba a vácuo acoplada e um condensador de água que concentrará em 5 vezes seu

15 volume inicial. Esse processo tem um tempo aproximado de quatro horas, dependendo da eficiência dos equipamentos. O principal objetivo deste processo é fazer a retirada da água existente no caldo.

O resultado no tanque Concentrador A, que é o concentrado, precisa ser purificado. O processo de purificação do concentrado é realizado através de

20 trocas aniônicas e catiônicas em colunas independentes, que podem ser substituídas por carvão ativado. Sendo três aniônicas e uma catiônica. As colunas receberão as resinas onde o hidrolisado, já concentrado, passará de forma contínua em cada uma delas em uma faixa de temperatura de 30 e 55°C. Este processo demora em média três horas.

25 Em seguida é necessário se preparar o meio de cultura. O meio de

cultura será preparado em um tanque, onde serão adicionados vários nutrientes, sulfato de amônia, cloreto de cálcio e extrato de arroz, que servirão de alimentos para o crescimento do microorganismo, a levedura. Após a diluição dos nutrientes se faz necessária a esterilização do material, pois a
5 presença de outros tipos de bactéria podem ser indesejáveis e prejudiciais ao desempenho da fermentação e do metabolismo do xilitol. O material é aquecido de 100-120°C durante 10-20 minutos e depois resfriado a 30°C. O material também pode ser esterilizado por uso de membranas esterilizantes.

Uma questão deve ser atentada neste processo de cultura: os
10 parâmetros de entrada e saída são os mesmos, ou seja, o volume de entrada é o mesmo volume de saída não havendo perda ou ganho de volume, possibilitando o uso do tanque da autoclave para este processo diminuindo o investimento em equipamentos. Quando se utilizar a esterilização por membranas não se utilizará a autoclave, e o processo fica mais rápido e mais
15 econômico.

Depois do preparo do meio de cultura dá-se início ao processo fermentativo. O processo fermentativo é um dos processos mais críticos da indústria, há sempre necessidade de um acompanhamento periódico por parte dos técnicos, é neste processo que acontece grande parte das contaminações
20 por microorganismos que disputam os nutrientes do meio com a levedura prejudicando o processo de transformação da xilose em xilitol. Após o resfriamento do mosto, este receberá leveduras, 10% (v/v), e fermentará sob agitação de 300 rpm, com aeração de 0,7 a 1,3 vvm a 30°C por 72 a 120 horas. Após a produção do xilitol, o meio contendo levedura será conduzido à
25 centrifugação para retirada das leveduras, separação sólido/líquido sendo:

centrífuga, filtro prensa ou membranas. A parte sólida será conduzida a um processo de secagem, onde será embalada e vendida como fonte de proteína, ração animal. A parte líquida será conduzida a um tanque denominado Concentrador B, a uma temperatura de 70°C, e com auxílio de uma bomba a vácuo acoplada a um condensador, concentrará em 16 vezes seu volume inicial. Esse processo tem um tempo aproximado de 10 horas.

O processo de purificação do concentrado é realizado através de resinas de trocas aniônicas e catiônicas em colunas independentes, que podem ser substituídas por carvão ativado. Sendo três aniônicas e uma catiônica. As colunas receberão as resinas onde o fermentado, já concentrado, passará de forma contínua em cada uma delas em uma faixa de temperatura de 30 a 55°C. Este processo demora em média 3 horas e há uma diminuição na concentração da xilitol devido às perdas na etapa de purificação do caldo fermentado, em média 10%.

Após a saída da última coluna de troca catiônica, teremos um xarope concentrado de xilitol isento de impurezas, com um poder adoçante igual ao da sacarose. Este xarope deverá ser armazenado em tanques, a uma temperatura de até 30°C, para posteriormente ser levado ao processo de cristalização. O processo de cristalização é semelhante ao da sacarose, somente diferenciando que é preciso adicionar álcool a solução de xilitol, na proporção de 50%.

A produção biotecnológica de xilitol a partir do bagaço de cana-de-açúcar orgânico é melhor compreendido na figura anexa onde:

A figura 1 é o esquema das etapas do processo.

A produção biotecnológica de xilitol a partir do bagaço da cana-de-açúcar orgânico é iniciada com o bagaço da cana-de-açúcar orgânico 1, que

passa pelo processo de lavagem 2, para retirada de sílica, terra e resíduos agrícolas, depois pela hidrólise 3, que separa a hemicelulose da celulose e lignina, passa pela decantação 4, segue para o concentrador A 5, que concentra em 5 vezes o volume inicial e logo após passa pelo processo de
5 purificação 6 com seus processos de troca aniônicas e catiônicas que podem ser substituídas por carvão ativado, pela esterilização 7, para evitar a presença de microorganismos que atrapalhem a produção e o metabolismo no próximo processo que é a fermentação 8, onde se consegue uma parte sólida e uma parte líquida. A parte sólida segue para secagem e é empregada em rações, já
10 a parte líquida, segue para o Concentrador B 11, que concentra em até 16 vezes o volume inicial e depois passa pela purificação 12, também por colunas de troca aniônicas e catiônicas e por cristalização 13 dá origem ao xilitol puro 14.

A produção biotecnológico de xilitol a partir do bagaço de cana-de-
15 açúcar orgânico inova em utilizar o sistema biotecnológico para produção em escala industrial ao invés do processo químico, aumentando o rendimento da quantidade final de xilitol maior e com custo mais baixo.

Obviamente será percebido que, enquanto o acima foi descrito por forma de exemplo ilustrativo desta invenção, todas as outras modificações e
20 variações feitas a esta invenção, na forma que seria aparente aos especialistas na técnica, são consideradas dentro do amplo escopo e âmbito desta invenção.

REIVINDICAÇÕES

1-“ PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICO” caracterizada por utilizar o meio biotecnológico de fabricação do xilitol em escala industrial aumentando o rendimento em relação à quantidade utilizada de matéria-prima e diminuindo o custo com o processo.

2-“ PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICO” caracterizada por utilizar bagaço da cana-de-açúcar como matéria-prima fonte de hemicelulose para a produção de xilitol.

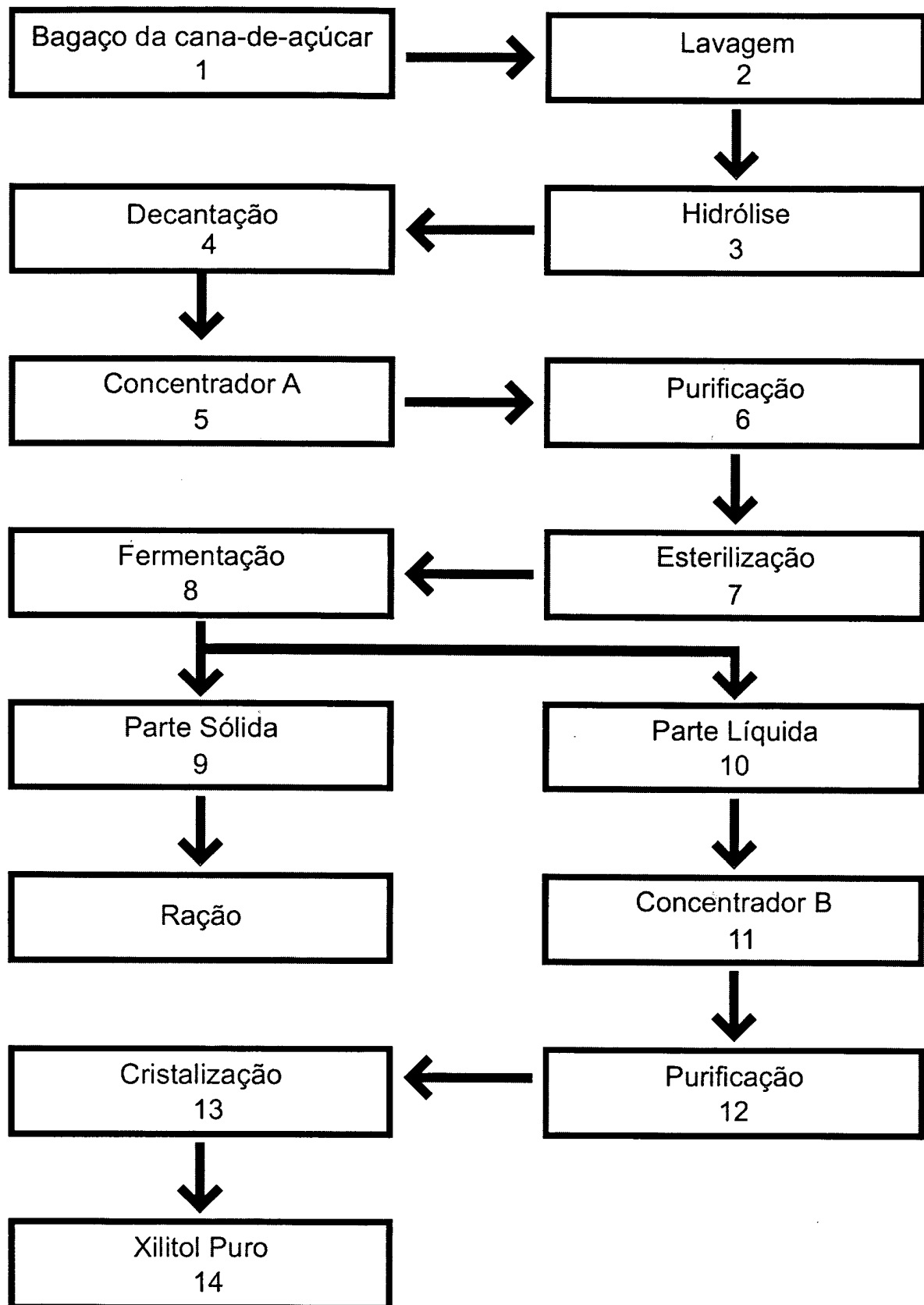


Figura 1.

R E S U M O

“PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE XILITOL A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICO” é iniciada com o bagaço da cana-de-açúcar orgânico 1, que passa pelo processo de lavagem 2, para retirada de sílica, terra e resíduos agrícolas, depois pela hidrólise 3, que separa a hemicelulose da celulose e lignina, passa pela decantação 4, segue para o concentrador A 5, que concentra em 5 vezes o volume inicial e logo após passa pelo processo de purificação 6 com seus processos de troca aniônicas e catiônicas que podem ser substituídas por carvão ativado, pela esterilização 7, para evitar a presença de microorganismos que atrapalhem a produção e o metabolismo no próximo processo que é a fermentação 8, onde se consegue uma parte sólida e uma parte líquida. A parte sólida segue para secagem e é empregada em rações, já a parte líquida, segue para o Concentrador B 11, que concentra em até 16 vezes o volume inicial e depois passa pela purificação 12, também por colunas de troca aniônicas e catiônicas e por cristalização 13 dá origem ao xilitol puro 14.