

Seleção de leveduras para a produção de lipídios como matéria-prima para biodiesel

DELABIO, Aline da Silva
REMÉDIO, Raquel Ribeiro
CAZASSA, Sabrina
MONTEIRO, Regina Teresa Rossim
HARDER, Marcia Nalesso Costa

Resumo

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Essas fontes são limitadas e com previsão de esgotamento no futuro, portanto, a busca por fontes alternativas de energia é de suma importância. O uso de leveduras para produção de lipídios vem sendo fonte de estudos de muitos pesquisadores, já que esses lipídios podem ser uma boa alternativa para sua conversão em biodiesel. Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de avaliar a produção de biomassa e lipídios por diferentes tipos de leveduras a partir de resíduos da agroindústria (vinhaça e melaço), água residuária de esgoto e água da lavagem de serragem de bambu; tendo em vista o possível aproveitamento para geração de biodiesel.

Palavras-Chave: Leveduras, Lipídios, Vinhaça, Biodiesel.

Abstract

Most of all energy consumed worldwide comes from oil; coal and natural gas. These sources are limited and estimated to be exhausted in the future. Therefore the search for alternative sources of energy is paramount. The use of yeasts for production of lipids has been a source of study for many researchers since these lipids may be a good alternative for conversion into biodiesel. This work was carried out to evaluate the production of biomass and lipids by different types of yeasts from agro-industrial residues (vinasse and molasses) wastewater sewer and bamboo water washing sawing with a view to possible utilization for generation of biodiesel.

Keywords: Yeast, Lipids, Vinasse, Biodiesel.

Resúmen

La mayor parte de toda la energía consumida en el mundo proviene del petróleo, carbón y gas natural. Estas fuentes son limitadas y se estima que se agotarán en el futuro, por lo tanto, la búsqueda de fuentes alternativas de energía es de suma importancia. El uso de levaduras para la producción de lípidos ha sido

una fuente de estudio para muchos investigadores, ya que estos lípidos puede ser una buena alternativa para la conversión en biodiesel. Este trabajo se llevó a cabo para evaluar la producción de biomasa y los lípidos por diferentes tipos de levaduras de residuos agro-industriales (vinaza y melaza), alcantarillado de aguas residuales y agua de lavado de bambu aserrado, con vistas a La posible la utilización para la generación de biodiesel.

Palabras clave: Levadura, Lípidos, Vinaza, Biodiesel.

INTRODUÇÃO

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo apresenta um impacto significativo prejudicando a qualidade do meio ambiente (PORTAL DO BIODIESEL, 2011). Com isso, cientistas procuram desenvolver novos combustíveis derivados de fontes renováveis para substituir a energia fóssil vinda do petróleo (OLIVEIRA, 2008).

Entre os combustíveis ecológicos, que possibilitam tal alternativa, está o biodiesel. O biodiesel produzido a partir de recursos biológicos renováveis tais como óleos vegetais e gorduras animais são biodegradáveis e não tóxico, tem baixa emissão de poluentes, sendo assim vantajoso ecologicamente (KRAWCZYK, 1996).

Além disso, há uma diversidade enorme de microrganismos que armazenam lipídios, como microalgas, fungos, leveduras e bactérias, que são considerados uma boa alternativa para a conversão de lipídios em biodiesel.

Para a produção dos lipídios as leveduras são cultivadas em meios que forneçam condições ideais para o seu crescimento e desenvolvimento.

Resíduos da agroindústria como melaço e vinhaça são excelentes fontes nutricionais quando utilizados nos meios de cultura para a produção dos lipídios.

Mediante o exposto, o presente trabalho visa o aproveitamento de resíduos agroindustriais (melaço, vinhaça) e outros resíduos disponíveis como esgoto e água da lavagem de serragem de bambu como substratos ao meio de crescimento de diferentes linhagens de leveduras, tendo por objetivo a produção de lipídios e se possível a aplicação para a produção de biodiesel.

Objetivo

Cultivar diferentes leveduras em meios líquidos de cultivo, sendo elas, *Cryptococcus laurentii* 11, *Cryptococcus sp.nov3* 52, *Lipomyces starkey* JAL 425, *Lipomyces starkey* JAL 572, *Lipomyces starkey* JAL 576, *Lipomyces starkey* JAL 581, *Rhodotorula graminis* CBS 2826, *Tricosporon sp.nov.1* 27b1 and *Yarrowia (Candida) lipolytica*.

Utilizar resíduos da agroindústria canavieira, melaço e vinhaça, e outros resíduos disponíveis como, esgoto urbano e água da lavagem de serragem de bambu como substrato ao meio de cultivo.

Produzir lipídios capazes de serem convertidos em biodiesel.

REVISÃO DE LITERATURA

Leveduras

A levedura está diretamente relacionada a diversos setores da agroindústria, dos quais se destaca o setor alcooleiro, com produções anuais de cerca de 15 bilhões de litros de álcool (UNICA, 2011).

Atualmente existem muitas pesquisas com leveduras, envolvendo processos como fermentação etanólica e também produção de outros compostos de interesse comercial. Uma das variantes do metabolismo bioquímico realizado pelas leveduras é a produção de lipídios.

Entre as leveduras capazes de produzir lipídios, a literatura destaca os gêneros *Candida*, *Lipomyces*, *Rhodospiridium*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Torulopsis* e *Trichosporon*, capazes de produzir 60% ou mais de gordura (LIMA *et al.*, 2001).

Lipídios

Componentes do suco celular, os lipídios podem ser sintetizados por microrganismos, sejam procariotos ou eucariotos. Os procariotos, organismos que não apresentam membrana ao redor do núcleo, englobam as bactérias. Os eucariotos possuem um núcleo definido, separado do citoplasma por uma carioteca. Fungos, leveduras e algas são componentes desse grupo (LIMA *et al.*, 2001).

São substâncias cuja característica é a pouca solubilidade em água e em solventes polares e solúveis em compostos orgânicos apolares como éter, benzeno, clorofórmio e álcool (PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA, 2011).

Podem ser classificados em óleos (substâncias insaturadas) e gorduras (substância saturadas), encontrados nos alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal, por exemplo: nas frutas (abacate e coco), na soja, na carne, no leite e seus derivados e também na gema de ovo (FONSECA, 2010).

Lipídios em Leveduras

A procura de fontes alternativas de energia tem levado a um crescente interesse na produção de triglicerídeos de origem vegetal ou animal. A produção de forma contínua e sem a necessidade de grande quantidade de terra ou água utilizando espaços que tornam a produção da indústria de biodiesel uma forma sustentável, com custo-benefício interessante para um empreendimento em escala industrial coloca os microrganismos oleaginosos como uma alternativa de processos não tradicionais de produção de triglicerídeos (RUPCIC; BLAGOVIC; MARIC, 1996; DYAL e NARINE, 2005).

Segundo Ratledge (1996), as principais classes de microrganismos utilizados para a produção de lipídios e considerados microrganismos oleaginosos, são as leveduras e os fungos; estes podem produzir até 40% de sua biomassa em lipídios. Porém, bactérias e algas também são

potencialmente produtivas. Para que um microrganismo seja candidato favorável aos interesses comerciais, deve apresentar de 20-25% de lipídios em sua biomassa.

O meio de cultivo e seus constituintes determinam a eficiência na produção de óleo. Os meios mais utilizados são glicose e glicerol (VICTORELLI, 2008). De maneira geral a produção de lipídios é maior em meio com alta taxa C:N, ou seja um meio pobre em nitrogênio. Também há influência na agitação e temperatura, que determinam a quantidade de cada ácido graxo insaturado a ser produzido. A oxigenação, o pH, temperatura e os nutrientes disponíveis no meio determinam a característica dos lipídios produzidos (VICTORELLI, 2008).

Extração dos Lipídios

Algumas amostras requerem cuidados especiais para obtenção de fração lipídica, pois alguns fatores podem influenciar a qualidade final da fração lipídica.

O procedimento de Soxhlet, no qual o tecido é submetido à extração em um aparelho de vidro, com refluxo de solvente por muitas horas, devem ser evitados, já que favorecem as reações de peroxidação e de hidrólise, o que compromete a quantificação de componentes lipídicos ou não. Um dos procedimentos de extração que supera algumas dificuldades é a metodologia Bligh & Dyer (1959), uma versão simplificada do procedimento clássico usando clorofórmio-metanol proposto por Folch *et al.* (1957), modificado por BRUM *et al.* (2004).

Vinhaça

O subproduto caracteriza-se por um líquido escuro, viscoso e concentrado, de odor desagradável, sem oxigênio dissolvido, alta turbidez e baixo pH (FRANCISCO, 2008).

Este efluente altamente colorido é um subproduto rico em nutrientes, principalmente matéria orgânica, tendo um alto potencial poluente quando disposto no ambiente (FERREIRA, 2009).

A riqueza da vinhaça varia em nutrientes de acordo com o tipo de mosto utilizado na destilaria, sendo a quantidade alta de potássio uma das principais razões do seu uso como fertilizante (VOLL, 2005).

O uso da vinhaça como substrato para microrganismos também vem sendo bastante estudada, em que os nutrientes disponíveis são aproveitados para a obtenção de biomassa de valor comercial, entre elas, a produção de lipídios. O principal motivo para o descarte das outras formas de uso da vinhaça foi o alto custo tecnológico (AZANIA, 2003).

Esgoto

O crescimento populacional e a conseqüente demanda por bens de consumo, assim como os aumentos do desenvolvimento industrial geram, principalmente nas regiões metropolitanas, águas residuais e resíduos sólidos (lixos em geral) em quantidades vultosas (CÓ JUNIOR, 2007).

Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986) esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

A composição média do esgoto sanitário é de 99,9% de água e 0,1% de sólidos, dos quais 70% são orgânicos, incluindo proteínas, carboidratos e gorduras, e 30% são inorgânicos, contendo areia, sais e metais, entre outros (FRANÇA *et al.*, 2004).

Bambu

O bambu é uma planta conhecida desde a Antiguidade e tem sido utilizada para os mais diversos fins, principalmente nos países asiáticos (LIESE, 1998).

Entre as qualidades do bambu que têm atraído a atenção de pesquisadores e empresários, está a rápida propagação e o crescimento acelerado da planta (SILVA, 2007).

O bambu é constituído pelo colmo (tipo de tronco, parte aérea da planta) e na parte subterrânea por rizomas (também tipo de caule) e raízes; os principais constituintes dos colmos são: a celulose, hemicelulose e lignina e os constituintes secundários baseiam-se em resinas, taninos, ceras, sais orgânicos e outros extrativos (SILVA, 2007).

O amido presente no bambu pode ser considerado também uma importante fonte de carboidratos para produção de biocombustíveis e outros produtos de alto valor agregado como o furfural. Para tanto, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas que permitam a extração e/ou aproveitamento do amido presente no bambu (COVOLAM *et al.*, 2011).

Melaço

Diversos subprodutos e matérias-primas da indústria de alimentos e/ou da agroindústria têm sido empregados para o crescimento de microrganismos, pela alta disponibilidade e baixo custo. Exemplificando-se, o soro de leite, água de maceração de milho, xarope de milho, levedura de destilaria e melaços (MORAES; CAPALBO; MORAES, 1991).

Dentre estes, os melaços destacam-se como meio de cultivo nos processos fermentativos, em virtude do alto teor de açúcares, nitrogênio e vitaminas. Devido sua composição rica em açúcares fermentescíveis (LIMA; AQUARONE; BORZANI, 1975), seu baixo custo (R\$ 0,15/Kg) e alta disponibilidade no território brasileiro, o melaço de cana-de-açúcar é sugerido como substrato para crescimento de culturas de microrganismos (HAULY *et al.*, 2003).

METODOLOGIA

Seleção das Leveduras

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Ecologia Aplicada, CENA-USP, Piracicaba e no Laboratório de Química da FATEC, Piracicaba-SP.

Microrganismos

As leveduras utilizadas foram doadas pelo Departamento de Bioquímica e Microbiologia da UNESP/Campus Rio Claro, sendo elas: *Cryptococcus laurentii* 11, *Cryptococcus sp.nov3* 52, *Lipomyces starkey* JAL 425, *Lipomyces starkey* JAL 572, *Lipomyces starkey* JAL 576, *Lipomyces starkey* JAL 581, *Rhodotorula graminis* CBS 2826, *Tricosporon sp.nov.1* 27b1 and *Yarrowia (Candida) lipolytica*,

Foram mantidas em meio líquido YEDP, composto por g L-1: extrato de levedura 10 g; peptona 20 g; glicose 20 g; dissolvidos em água. Após acerto do pH para 6,5, o meio foi então autoclavado a 121°C e 1 atm de pressão, durante 20 min (BARNETT *et al.*, 1983).

Meio de crescimento do inóculo

Após a autoclavagem, os tubos foram colocados no fluxo laminar horizontal - Pachane, com a luz UV ligada, para a proteção contra agentes contaminantes durante a manipulação. Em seguida, com a luz desligada as leveduras foram inoculadas, sendo que cada uma em um tubo, e incubadas (BOD -Biochemical oxygen demand - Incubadora, modelo TE-381. Tecnal) a temperatura de 28°C (\pm 2°C), durante três dias, quando foram utilizadas para inoculação em meios produtores de lipídios (BARNETT *et al.*, 1983).

Experimento: Meio de cultivo contendo água de lavagem de serragem de bambu, esgoto, vinhaça e extrato de levedura

A vinhaça utilizada nos experimentos foi cedida pela RAÍZEN, Usina Costa Pinto, Piracicaba, SP. O bambu moído, *Bambusa vulgaris*, foi cedido pelo Instituto Agrônomo de Campinas. O Esgoto foi coletado na ETE Piracicamirim, Piracicaba, SP. O meio foi preparado utilizando 20 g de bambu, 25 mL de vinhaça, 25 mL de esgoto e 0,5 g de extrato de levedura, para cada 100 mL -1 de água destilada.

Após feita a mistura do bambu, da vinhaça, do esgoto e do extrato de levedura, ajustou-se o pH para 6,5. Foram feitas três repetições para cada uma das nove leveduras testadas, colocando aproximadamente 60 mL em cada frasco Erlenmeyer com capacidade de 125 mL, que foram esterilizados em autoclave por 20 minutos a 121°C, em 1atm, adaptado de Cazetta *et al.* (2005).

Desenvolvimento das leveduras

As leveduras foram incubadas com agitação (mesa com agitação orbital 180 RPM. MARCONI), por sete dias quando foram centrifugadas (centrifuga Excelsa Baby II, modelo 206-R. FANEM) e separada a biomassa para determinação da massa de matéria seca a 105°C (estufa de secagem e esterilização, modelo 315 SE. FANEM)

A biomassa seca foi avaliada por gravimetria e enviada para extração e quantificação de lipídios neutros e polares na empresa Algae, Ecogeo, São Paulo, conforme metodologia adaptada de Bligh & Dyer (1959).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos e apresentados na Tabela 1, as leveduras, *Cryptococcus laurentii* 11, *Cryptococcus sp.nov3* 52, *Lipomyces starkey* JAL 425, *Lipomyces starkey* JAL 572, *Lipomyces starkey* JAL 576, *Lipomyces starkey* JAL 581, *Rhodotorula graminis* CBS 2826, *Tricosporon sp.nov.1* 27b1 and *Yarrowia (Candida) lipolytica* apresentaram valores próximos quanto à produção de biomassa, entre 2,8 e 4,3 g·L⁻¹, apresentando um rendimento de produção de lipídios totais que variou entre 3 e 25%.

Tabela 1 - Peso seco das leveduras selecionadas (g) cultivadas com agitação e sem agitação, meio de mistura de subprodutos. Média de três repetições

Levedura	Meio	Biomassa (g L-1)	%Lipídios Neutros	%Lipídios Polares	%Lipídios Totais
<i>R. Graminis</i> CBS 2826	1	2,8044	0,55	25,14	25,69
<i>L. starkeyi</i> – JAL 572	1	3,1038	1,38	8,54	9,92
<i>L. starkeyi</i> – JAL 425	1	2,8911	0,85	9,11	9,96
<i>L. starkeyi</i> – JAL 581	1	3,300	0,19	8,28	8,47
<i>C. sp.nov3</i> – 52	1	3,0972	2,01	5,47	7,48
<i>L. starkeyi</i> – JAL 576	1	3,0222	0,57	11,56	12,13
<i>T. sp. nov.1</i> – 27b1	1	4,2827	1,25	6,50	7,75
<i>Y. lipolytica</i>	1	3,5511	0,94	15,28	16,22
<i>Y. lipolytica</i>	1*	3,4933	2,59	2,77	5,36
<i>C. laurentii</i> – 11	1	3,3844	0,59	9,21	9,80

Meio 1: Esgoto, vinhaça, caldo de bambu e extrato de levedura; com agitação.

Meio 1*: Esgoto, vinhaça, caldo de bambu e extrato de levedura; sem agitação.

Para que um microrganismo seja candidato favorável aos interesses comerciais, deve apresentar 20-25% de lipídios em sua biomassa Ratledge (1996), sendo assim, pode-se considerar

como oleaginosa a levedura *R. Graminis CBS 2826*, que apresentou maior produção de lipídios totais, acima de 20%, respectivamente.

A levedura *Yarrowia lipolytica* foi cultivada com agitação e sem agitação. O objetivo desse teste foi avaliar o desempenho da levedura em ambas as situações, para que fosse possível levar em consideração o custo-benefício do processo.

Por meio dos resultados obtidos, percebe-se que os dois meios apresentaram valores relativamente iguais quanto à produção de biomassa. Os lipídios totais produzidos apresentaram valores muito diferentes, sendo gerado em maior quantidade no meio com agitação, 16,22%.

Contudo, o objetivo do trabalho é produzir um lipídio com propriedades que forneçam condições ideais para a sua conversão em biodiesel. Dessa maneira, os lipídios polares não são interessantes, visto que apresentam solubilidade em água. Já os lipídios neutros se enquadram perfeitamente na proposta de trabalho.

Assim sendo, quanto aos lipídios neutros, a levedura *Yarrowia lipolytica* (meio sem agitação) é a levedura ideal para a produção de biodiesel.

CONCLUSÃO

De acordo com os referenciais teóricos e com as pesquisas desenvolvidas, as leveduras apresentam potencial lipídico em sua biomassa, sendo que a espécie *Yarrowia lipolytica* (meio sem agitação) foi a levedura que mais produziu lipídios neutros. Contudo o meio deve ser ajustado para uma maior produção de biomassa e maior obtenção desses lipídios.

A composição da biomassa e a síntese lipídica produzidas pelas leveduras podem ser melhoradas por meio dos estudos e adequações do meio de cultivo.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

AZANIA, A.A.P.M.. *Influência de subprodutos da indústria alcooleira nos atributos químicos do solo e em plantas de cana-de-açúcar, guanxuma e capim-braquiária*. Tese (Mestrado em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal). Apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, 2003.

BLIGH, E.G., DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemical Physiology*, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRUM, A. A. S., *Métodos de extração e qualidade da fração lipídica*, 2004, p.79. Tese (Mestrado em Ciências, na área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 2004.

CÓ JÚNIOR, C. *Fertilização com lodo de esgoto e vinhaça e influência nas frações de nitrogênio do caldo e qualidade da cana-de-açúcar*, 2007, p.82. Dissertação (Mestrado em agronomia na área de Produção Vegetal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, 2007.

COVOLAM, A. M.; SARTORI, S. B.; SOUZA, G.; POMPEU, G. B.; MONTEIRO, R. T. S. *Biodegradação de bambu (Bambusa vulgaris) para obtenção de polpa celulósica e etanol*. In: Simpósio Nacional de Biocombustíveis. 4. 2011, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Maio 2011.

FERREIRA, L. F. R., *Biodegradação de vinhaça proveniente do processo industrial de cana-de-açúcar por fungos*, 2009, p.135. Tese (Doutorado em Agronomia, na área de Microbiologia Agrícola) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S., A simple method for the isolation on the purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, v.226, n.1, p497-509, 1957.

FONSECA, K., *LIPÍDIOS*. Graduado em biologia. Equipe Brasil Escola. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/biologia/lipidios.htm>> Acesso em: 10 de junho de 2010.

FRANÇA, R. G.; FIGUEIREDO, R. F.; CORAUCCI Fi., B. Remoção de Metais de Lodo de Esgoto por Biolixiviação. *Engenharia Civil – UM*, p. 10. Número 19, 2004.

FRANCISCO, G. A., *Biodegradação da vinhaça resíduo da produção de etanol*, 2008, p. 47. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de Ecólogo, 2008.

HAULY, M. C. de O.; OLIVEIRA, A. R. de; OLIVEIRA, A. S. Produção de ácido lático por *Lactobacillus Curvatus* em melão de cana-de-açúcar. In: *Seminário de Ciências Agrárias*, jan./jun. 2003, Londrina, v. 24, p. 133-142, 2003.

KRAWCZYK, T. International news on fats, oils and related materials. Champaign: *American Oil Chemists Society Press*, 801p, 1996.

bioenergia em revista: diálogos, ano 2, n. 2, p. 26-38, jul./dez. 2012.

DELABIO, Aline da Silva; REMÉDIO, Raquel Ribeiro; CAZASSA, Sabrina; MONTEIRO, Regina Teresa Rossim; HARDER, Marcia Nalesso Costa

Seleção de leveduras para a produção de lipídios como matéria-prima para biodiesel

LIESE, W. *The anatomy of bamboo culms*. Technical Report, International Network for Bamboo and Rattan, Beijing, Eindhoven, New Delhi, 1998, 208p.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. *Biotechnologia: tecnologia das fermentações*. São Paulo: Edgard Blücher, 1975. v. 4

LIMA, U. A.; SATO, S. Produção de lipídios por microrganismos. In: *Biotechnologia Industrial*. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2001. Cap. 16, pag. 447-463, 2001

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; MORAES, R. O. Multiplicação de agentes de controle biológico. In: BETTIOL, W. *Controle biológico de doenças de plantas*. Brasília: EMBRAPA, 1991. p. 253-272.

OLIVEIRA, D.M. *Biodegradação de biodiesel de origem animal*, 2008, p.64. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Rio Claro, 2008.

PORTAL DE ESTUDOS EM QUÍMICA. *A bioquímica das células*. Disponível em:
<<http://www.profpc.com.br/>> . Acesso em 25 de outubro de 2011.

PORTAL DO BIODIESEL. *Eco-Óleo*. Disponível em:
<<http://www.biodieselecooleo.com.br/biodiesel/biodiesel.htm>>. Acesso em 14 de junho de 2011.

RATLEDGE, C. Microorganisms for lipids. In: MEESTERS, P. A.; HUIJBERTS, G. N. High-cell density cultivation of the lipid accumulating yeast *Cryptococcus curvatus* using glycerol as a carbon source. *Applied Microbiology Biotechnology*, v. 45, n. 5, p. 575-579, 1996.

RUPCIC, J.; BLAGOVIC, B.; MARIC, V. *Cell lipids of the Candida lipolytica yeast grown on methanol*. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, v. 755, n. 1, p. 75-80, 1996.

SILVA, O. F. *Estudo sobre a substituição do aço liso pelo Bambusa Vulgaris, como reforço em vigas de concreto para o uso em construções rurais*. 2007. 166p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

UNICA – União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. Disponível em:
<<http://www.unica.com.br/>>. Acesso em: 24 de setembro 2011.

VICTORELLI, R. *Seleção de leveduras produtoras de lipídios*. Trabalho de Conclusão de Curso, 64p. Instituto de Biociências, Rio Claro, UNESP, 2008.

VOLL, C. E., *Aplicação de vinhaça e do extrato de palhaço de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas*. Tese (Mestre em Agronomia, na área de concentração: Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

bioenergia em revista: diálogos, ano 2, n. 2, p. 26-38, jul./dez. 2012.

DELABIO, Aline da Silva; REMÉDIO, Raquel Ribeiro; CAZASSA, Sabrina; MONTEIRO, Regina
Teresa Rossim; HARDER, Marcia Nalesso Costa

Seleção de leveduras para a produção de lipídios como matéria-prima para biodiesel

1 Aline da Silva DELABIO é Tecnóloga em Biocombustíveis pela FATEC Piracicaba. E-mail aline_sd_tima@hotmail.com

2 Raquel Ribeiro REMÉDIO é Tecnóloga em Biocombustíveis pela FATEC Piracicaba. E-mail raquelremedio@hotmail.com

3 Sabrina CAZASSA é Tecnóloga em Biocombustíveis pela FATEC Piracicaba. E-mail sabrina_cazassa@hotmail.com

4 Regina Teresa Rossim MONTEIRO é pesquisadora do CENA-USP. E-mail: monteiro@cena.usp.br

5 Márcia Nalesso C. HARDER é doutora em Ciências (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) pela Universidade de São Paulo (2009). Atualmente é coordenadora do curso de Tecnologia em Agroindústria da FATEC Piracicaba. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Aplicações Industriais de Radioisótopos, Biocombustíveis, atuando principalmente nos seguintes temas: biocombustíveis, bioetanol/açúcar, irradiação de alimentos, processamento e conservação de alimentos, plantas medicinais e alimentos funcionais, ecossustentabilidade. E-mail: marcia.harder@fatec.sp.gov.br