

Fixação Biológica de Nitrogênio em Cana de Açúcar

O Programa Nacional do Álcool – Próalcool, estabelecido na década de 70, tinha como objetivo principal a redução da importação e da dependência do petróleo. Com ele, o Brasil passou a liderar o mais importante programa de substituição de combustível fóssil por renovável, com reflexo para toda a sua matriz energética. Após um período de estagnação, e com o incremento na queima desenfreada do petróleo, com reflexos no aumento dos gases de efeito estufa, o álcool de cana-de-açúcar voltou a se tornar excelente alternativa energética renovável.

No entanto, para a produção de biocombustível ser considerada viável, é necessário, além de ser economicamente compatível, contar com tecnologias que assegurem balanços energéticos positivos.

Isto, na prática, significa que a quantidade de energia em produtos como álcool da cana-de-açúcar, diesel de soja, carvão de capins ou de eucalipto, deve ser significativamente maior que toda a energia fóssil investida para obtenção destes produtos, incluindo-se a fase agrícola e a industrial.

Na Europa e nos EUA, a elevada mecanização da agricultura e o consumo de níveis elevados de fertilizantes (100 a 300 kg/ha/ano), principalmente nitrogenados, não permitem que este balanço seja alcançado.

Por outro lado, no Brasil, para as condições atuais da agricultura, mesmo considerando-se que há ainda muito mais uso de mão de obra manual e menor uso de adubos nitrogenados, comparativamente aos países desenvolvidos, somente as culturas de cana-de-açúcar, com um balanço energético de 9 para 1 na produção de etanol (produção de 9 unidades de energia para cada 1 unidade de energia fóssil investida); de dendê, com 2,3 para 1, na produção do biodiesel; e de capim elefante, com 25 para 1, na queima direta da biomassa seca em fornos, se enquadrariam em um programa sustentável de produção de energia renovável (Urquiaga et al., 2007).

Há, portanto, para se maximizar o balanço energético das culturas, a necessidade de se buscar alternativas que possibilitem reduzir o uso de energia fóssil, intensamente demandada por meio de insumos agrícolas; como por exemplo, os fertilizantes nitrogenados. Nesse sentido, tem sido realçada a importância de vários genótipos de culturas, como a cana-de-açúcar, se associarem com bactérias fixadoras de nitrogênio ou diazotróficas, as quais são localizadas na região rizosférica, ou até mesmo dentro dos tecidos das raízes, colmos e folhas das plantas (bactérias

endofíticas).

Com essa associação se obtém grande parte do necessário, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), a qual pode estar associada à alta capacidade fotossintética, taxa de crescimento, eficiência do uso de água e interceptação da luz das espécies tropicais (Quesada et al., 2003). Para a cana-de-açúcar, a FBN contribui com cerca de 40% da demanda total de N da cultura. Em condições mais favoráveis, como disponibilidade de umidade e de molibdênio, a FBN pode fornecer até 60% do nitrogênio que algumas variedades de cana-de-açúcar precisam para se desenvolverem (Boddey et al., 2001).

Dessa forma, embora não se constitua em prática agrícola consolidada, a FBN associada a esta cultura pode contribuir para aumento da produtividade ou matéria seca e acúmulo de nitrogênio, gerando um balanço energético altamente positivo, um diferencial na produção de álcool combustível no mundo. Em um experimento de campo, conduzido na Embrapa Agrobiologia, em que uma mistura com essas bactérias foi inoculada nas plantas de cana-de-açúcar antes do plantio, foi observado um incremento de até 35% na produção de matéria seca e 29% do N acumulado foi proveniente da fixação biológica.

No entanto, apesar desses resultados, há ainda, no tema da FBN em cana-de-açúcar, lacunas de conhecimento, como por exemplo, a identificação das principais bactérias responsáveis pela fixação do N₂ nessa cultura. Além disso, há grande diversidade e inconsistência entre variedades de cana com relação à contribuição que elas recebem da FBN. Estas dificuldades limitam, portanto, a imediata utilização de inoculantes contendo bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar.

Diante da importância do tema e da necessidade de pesquisa, há diversos projetos em execução no Brasil, especialmente em regiões com forte potencial para a cultura da cana de açúcar. Atualmente, há uma proposta coordenada pela Embrapa Agrobiologia que objetiva, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, avaliar a contribuição da FBN para a cultura da cana de açúcar e identificar variedades e estirpes eficientes no tocante à capacidade de redução do uso de nitrogênio.

No que se refere ao Nordeste, a Embrapa Meio-Norte tem importante papel, viabilizando as pesquisas nos estados do Piauí e Maranhão. Os ensaios foram instalados em 2007, utilizando-se cinco variedades de cana de açúcar, cinco estirpes pa-

drões de bactérias diazotróficas normalmente encontradas nesta cultura, associadas ou não a fertilizantes nitrogenados.

Referências

Boddey, R.M.; Polidoro, J.C.; Resende, A.S.; Alves, B.J.R. & Urquiaga, S. Use of ^{15}N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N_2 fixation to sugar cane and others grasses. *Australian Journal of Agricultural Research* v.28, p.889-895, 2001.

Quesada, D.M; Frade, c.; Resende, A.; Polidoro, J.C.; Reis, V.M.; Boddey, R.; Alves, B.J.R.; Urquiaga, S., Xavier, D. A fixação biológica de nitrogênio como suporte para a produção de energia renovável. In *Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural. UNICAMP. 2003, Campinas 2003.*

Urquiaga, S.; Boddey R.; Alves, B. Soares, L.H. A fixação biológica de Nitrogênio: suporte essencial para a Agroenergia. *Eco & Ação: Ecologia e Responsabilidade*. 1: 1-2, 2007.

*Luiz Fernando Carvalho Leite
Researcher of Embrapa Meio-Norte*

Biological Fixation of Nitrogen in Sugarcane Crops

The National Program of Alcohol - Próalcohol, established in the decade of the 1970s, aimed mainly to reduce the imports and the dependence on petroleum. With it, Brazil started to lead the most important program of substitution of fossil fuel by a renewable type of fuel, with consequences in its entire energy matrix. After a period of stagnation, and with the increment in the wild burning of petroleum, resulting in an increase in the greenhouse effect gases, the sugarcane alcohol became once again an excellent renewable energy alternative.

However, in order to be considered viable, the production of biofuel must not only be economically compatible but also make use of technologies that may ensure a positive energy balance.

This, in practice, means that the amount of energy obtained from products like sugarcane alcohol, soybean diesel, and from the burning of grass or eucalyptus, must be significantly higher than all fossil energy used to produce such products, including its agricultural and industrial stages.

In Europe and in the U.S.A., the intense mechanization of agriculture and the consumption of high levels of fertilizers (100 to 300 kg/hectare/year), especially the nitrogenous ones, do not allow this balance to be achieved.

On the other hand, in Brazil, under the current agriculture conditions, even considering that there is still a large use of manual labor and a less intense use of nitrogenous fertilizers, compared to the developed countries, only the cultivations of sugarcane, with an energy balance of 9 to 1, in the production of ethanol (production of 9 units of energy per each unit of fossil energy spent); oil palm, with 2.3 to 1, in the production of biodiesel; and of elephant grass, with 25 to 1, in the direct burning of dry biomass in furnaces, would fit in a sustainable program of renewable energy production (Urquiaga et al., 2007).

Therefore, in order to maximize the energy balance of the crops, it is necessary to search for alternatives that may make possible a reduction in the use of fossil energy, intensely

required by means of agricultural inputs, as for example the nitrogenous fertilizers. In this regard, it has been emphasized the importance of some crop genotypes, like sugarcane, being associated with nitrogen-fixing (diazotrophic) bacteria, which are situated in the rhizospheric region, or even inside the tissues of the roots, stems and leaves of the plants (endophytic bacteria).

With this association, a considerable amount of the N necessary is obtained by means of the biological fixation of nitrogen (BFN), which may be associated with the high photosynthetic capacity, growth rate, efficiency in the use of water and interception of the light of tropical species (Quesada et al., 2003). As for sugarcane, the BFN provides about 40% of the total demand of N of the crop. Under more favorable conditions, with the presence of humidity and molybdenum for example, the BFN can provide up to 60% of the nitrogen that some sugarcane varieties need to grow (Boddey et al., 2001).

This way, despite not being considered a consolidated agricultural practice, the BFN applied to this crop may promote an increase in the productivity, or dry mass, as well as the accumulation of nitrogen, generating, thus, a highly positive energy balance, making a difference in the production of combustible alcohol in the world. In a field experiment, conducted at Embrapa Agrobiologia, in which a mixture with those bacteria was inoculated in sugarcane seedlings before being planted, an increment of up to 35% in the production of dry mass was observed and 29% of the N accumulated, was originated from the biological fixation.

However, despite these results, there are also, still on the issue of the BFN in sugarcane crops, some knowledge gaps as for example the identification of the main bacteria responsible for the fixation of N_2 in this crop. Moreover, there is a wide diversity and inconsistency among varieties of sugarcane regarding the gains they receive from the BFN. Those difficulties limit,

therefore, the immediate use of inoculums containing nitrogen-fixing bacteria in the sugarcane crops.

In view of the importance of the theme as well as of the need of more researches, there are several projects being carried out in Brazil, especially in regions with a strong potential for the cultivation of sugarcane. Currently, there is an initiative coordinated by Embrapa Agrobiologia, in the North and Northeast regions of Brazil, aiming to evaluate the contribution of the BFN in the cultivation of sugarcane and also to identify efficient varieties and lineages regarding the capacity of reduction of the use of nitrogen.

As for the Northeast region of Brazil, Embrapa Meio-Norte has been playing an important role by conducting researches in the states of the Piauí and Maranhão. The experiments were installed in 2007, using five varieties of sugarcane, five standard lineages of diazotrophic bacteria normally observed in this crop,

associated or not to nitrogenous fertilizers.

References

Boddey, R.M.; Polidoro, J.C.; Resende, A.S.; Alves, B.J.R. & Urquiaga, S. Use of ^{15}N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N_2 fixation to sugar cane and others grasses. *Australian Journal of Agricultural Research* v.28, p.889-895, 2001.

Quesada, D.M; Frade, c.; Resende, A.; Polidoro, J.C.; Reis, V.M.; Boddey, R.; Alves, B.J.R.; Urquiaga, S., Xavier, D. A fixação biológica de nitrogênio como suporte para a produção de energia renovável. In *Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural. UNICAMP. 2003, Campinas 2003.*

Urquiaga, S.; Boddey R.; Alves, B. Soares, L.H. A fixação biológica de Nitrogênio: suporte essencial para a Agroenergia. *Eco & Ação: Ecologia e Responsabilidade*. 1: 1-2, 2007.