

# Canavial mais limpo

Emissões do pior gás causador do efeito estufa pela cana-de-açúcar são menores do que se estimava

Yuri Vasconcelos

**A**s emissões diretas de gases causadores do efeito estufa na plantação de cana-de-açúcar são bem inferiores às estimadas na literatura científica internacional. Esse é o principal resultado de um estudo de campo feito por um grupo de cientistas de diferentes universidades e centros de pesquisa nacionais em canaviais paulistas. O foco do levantamento, publicado no periódico *Global Change Biology Bioenergy*, foi a emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), considerado o mais deletério gás de efeito estufa, quase 300 vezes mais prejudicial ao ambiente do que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e com grande persistência na atmosfera. A fonte de geração de óxido nitroso em canaviais são os fertilizantes nitrogenados usados pelos agricultores para fazer a planta crescer. Os resultados dos pesquisadores são importantes porque, caso as emissões de óxido nitroso fossem muito elevadas, o etanol feito a partir da cana teria seus benefícios ambientais questionados. O Brasil é o maior produtor mundial da planta, com um volume anual de 596 milhões de toneladas.

“O objetivo do nosso trabalho foi traçado em razão de uma publicação de 2008 do cientista holandês Paul Crutzen, prêmio Nobel de Química de 1995, em que ele afirma que os fatores de emissão de óxido nitroso em culturas destinadas à produção de biocombustíveis seriam superiores a 3%, podendo chegar a 5%, afetando diretamente o clima do planeta”, diz a engenheira agrônoma Janaína Braga do Carmo, coordenadora da pesquisa e professora do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Car-

los (UFSCar), em Sorocaba, no interior paulista. Outro prognóstico, feito por especialistas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), apontava um fator de emissão mais baixo, em torno de 1%.

“Nosso estudo foi o primeiro feito a partir de medidas de campo, e não baseado em modelos matemáticos ou estimativas indiretas, e mostrou que as emissões de óxido nitroso nos canaviais paulistas situam-se muito mais próximas do que foi estimado pelo IPCC – ou seja, num nível bem inferior ao prognosticado por Crutzen”, diz Janaína, ressaltando que o estudo do prêmio Nobel não foi referente apenas ao etanol produzido no Brasil, mas sim a uma visão global da produção mundial do combustível, incluindo o etanol de milho e de outras culturas. O fator de emissão é uma medida que expressa a porcentagem de nitrogênio perdida para a atmosfera na forma de óxido nitroso em relação à quantidade de nitrogênio adicionado ao solo via fertilizante nitrogenado. O óxido nitroso é liberado no ar por microrganismos presentes no solo por meio de dois processos conhecidos como nitrificação e desnitrificação.

A pesquisa revelou que o fator de emissão em plantações que receberam apenas fertilizantes nitrogenados é de 0,68% – ou seja, de cada 100 quilos de nitrogênio usados na adubação da lavoura, 680 gramas foram transformados em óxido nitroso e “vazaram” para a atmosfera. Mas esse valor sobe para 3% em áreas onde também é usada vinhaça como fertilizante e grande volume de palha acumulada no solo após a colheita. A vinhaça, um resíduo da produção sucroal-

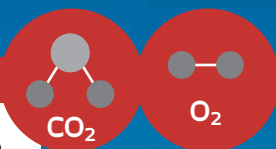
# Sobe e desce

Fatores de emissão e consumo de carbono e outros gases do efeito estufa na plantação de cana-de-açúcar

## FATORES DE EMISSÃO

### RESPIRAÇÃO

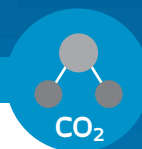
Com liberação de  $\text{CO}_2$  e consumo de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) pelas folhas



## FATORES DE CONSUMO

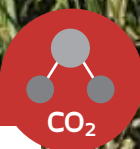
### FOTOSÍNTESE

Com absorção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) pelas folhas



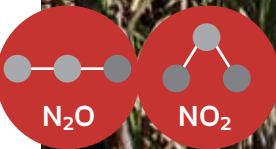
### RESPIRAÇÃO DO SOLO

Raiz e microrganismos liberam carbono ( $\text{CO}_2$ )



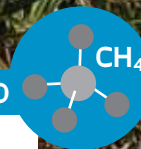
### DESNITRIFICAÇÃO

É o processo de transformação do fertilizante nitrogenado ( $\text{NO}_3^-$ -Nitrato) em óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )



### ABSORÇÃO DE METANO

Bactérias consomem e oxidam o metano ( $\text{CH}_4$ ) para obtenção de energia (carbono) durante a decomposição da matéria orgânica



FOLHAS



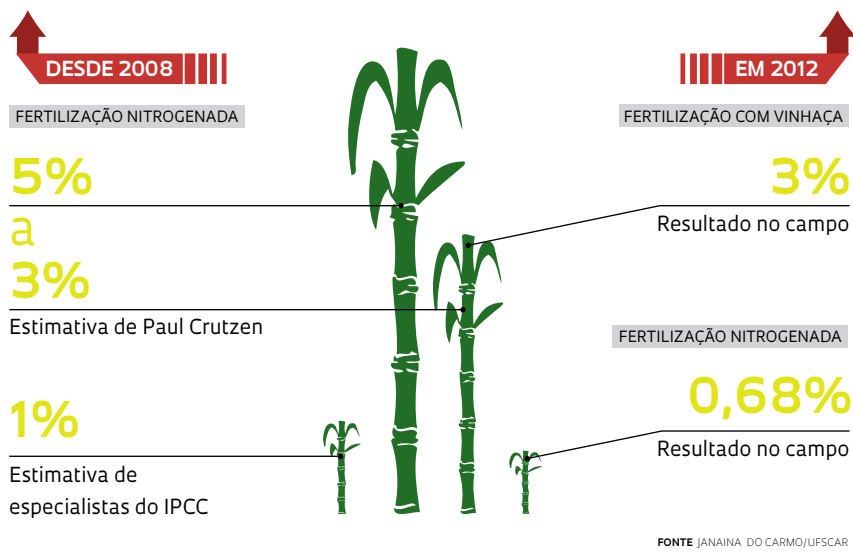
RAIZ

MICRORGANISMOS



# Impacto menor na atmosfera

As diferenças de emissões entre as estimativas e o estudo no campo



cooleira, é largamente empregada como fertilizante nos canaviais, em razão de seus altos teores de potássio, enquanto a palha forma uma camada protetora que reduz a erosão e as perdas de água no solo. “Nosso estudo mostra que precisamos desenvolver métodos de manejo para diminuir as emissões associadas ao uso da vinhaça e da palha”, diz Janaína.

## DIFERENÇA NO TRATAMENTO

O trabalho coordenado por Janaína integra o Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen) e teve a participação de pesquisadores da Universidade de Maryland, nos Estados Unidos, do Instituto Agrônomo (IAC), do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena/USP), da Embrapa Meio Ambiente, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e da Agência Paulista de Tecnologia.

No total, os pesquisadores quantificaram as emissões de gases de efeito estufa em oito diferentes tratamentos em canaviais, cada um com um tipo de adubação diferente. No município de Jaú, a 300 quilômetros da capital, os experimentos foram feitos em plantações de cana-planta, nome dado à primeira safra do plantio quando ocorre o preparo do solo para abertura dos sulcos onde serão colocados os colmos – um tipo de caule da cana. Na cana-planta, o agricultor

normalmente adiciona 60 quilos de nitrogênio, na forma de ureia, por hectare. Em Piracicaba, a 165 quilômetros de São Paulo, o foco foram lavouras de cana-soca, fase posterior ao primeiro corte da planta, quando não há necessidade de preparo do solo e são aplicados de 100 a 150 quilos de fertilizante nitrogenado por hectare, normalmente sulfato de amônio ou nitrato de amônio. Em Jaú, além da ureia, os blocos receberam vinhaça, torta de filtro – um resíduo da indústria canavieira composto por bagaço moído e lodo – ou os dois juntos; em Piracicaba, estudou-se o efeito da palha no solo. Os quatro tratamentos estudados nesse município receberam quantidades diferentes de palha, com 0, 7, 14 e 21 toneladas por hectare e, para cada um, verificou-se o nível de emissão com e sem aplicação de vinhaça.

“Nossos cálculos indicam que o valor mais alto do fator de emissão de  $N_2O$  entre todos os experimentos e tratamentos (3,03%) foi observado em cana-soca (Piracicaba) tratada com vinhaça e contendo a maior quantidade de palha na superfície do solo, 21 toneladas por hectare”, apontou o estudo. “Em cana-planta, os tratamentos com vinhaça mais fertilizante sintético tiveram o mais elevado fator de emissão (2,65%). Sem vinhaça, o valor cai para 1,1%.” O menor fator de emissão, de 0,68%, foi encontrado no experimento com cana-soca no tratamento sem palha,

vinhaça ou torta de filtro e adubada apenas com fertilizante nitrogenado. “Nosso trabalho mostrou que, com esse tipo de tratamento, as emissões de óxido nitroso são pequenas. Se as estimativas previstas na literatura estivessem certas, o prejuízo ambiental causado pelo óxido nitroso não seria compensado pelo consumo de carbono ocasionado pela fotossíntese e pela elevada eficiência energética da cana”, diz Janaína. Além de avaliar o fator de emissão de  $N_2O$ , os pesquisadores também calcularam as emissões totais de três dos principais gases do efeito estufa: óxido nitroso, dióxido de carbono e metano. Para comparar o efeito dessas emissões entre os experimentos e os diversos tratamentos, eles converteram as emissões desses três gases em equivalentes de  $CO_2$ , que é uma medida usada para cotejar as emissões de vários gases de efeito estufa baseada no potencial de aquecimento global de cada um – o do óxido nitroso, por exemplo, é 296 vezes maior que o dióxido de carbono. O  $CO_2$  equivalente de uma determinada fonte emissora, portanto, é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas de gases de efeito estufa (GEE).

Nas duas plantações, cana-planta e cana-soca, os valores mais altos de  $CO_2$  equivalente estavam associados ao uso de vinhaça. Em cana-planta, os níveis críticos de emissão de  $CO_2$  equivalente (1.380 quilos por hectare por ano) foram atingidos quando se usou ureia, torta de filtro e vinhaça. Em cana-soca, o pior cenário foi aquele em que se usou vinhaça e 21 toneladas de palha acumulada no solo por hectare. Nessa situação, geraram-se 3 mil quilos de  $CO_2$  equivalente por hectare por ano. ■

## Projetos

1.  $N_2O$ ,  $CO_2$  e  $CH_4$  Emissions from agro-biofuel production in São Paulo State, Brazil – n° 2008/55989-9; 2. Nitrogen nutrition of sugarcane with fertilizers or diazotrophic bacteria – n° 2008/56147-1. **Modalidade:** 1. Projeto Jovem Pesquisador do Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen); 2. Projeto Temático do Bioen. **Coordenadores:** 1. Janaína Braga do Carmo – UFSCar; 2. Heitor Cantarella – IAC. **Investimento:** 1. R\$ 237.330,83 e US\$ 67.054,00 (FAPESP); 2. R\$ 957.280,37 e US\$ 75.853,15 (FAPESP)

## Artigo científico

CARMO, J.B. *et al.* Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation. **Global Change Biology Bioenergy.** On-line, 26 jul. 2012.