



José Paulo Molin

Sistema carretel
enrolador
irrigando cana.

Sensores ópticos de dossel: alternativa para o manejo do nitrogênio em taxa variável

Lucas Rios do Amaral¹, Gustavo Portz¹, Hugo José Andrade Rosa¹, José Paulo Molin²

¹Pós-graduando – USP, ESALQ, Laboratório de Agricultura de Precisão

²Professor Associado – USP, ESALQ, Depto. Engenharia Biossistemas

O manejo da adubação da cana-de-açúcar, dentro dos preceitos da Agricultura de Precisão, vem sendo basicamente realizada a partir de amostragem georreferenciada de solo em grade, com aplicação de fertilizantes (P e K) e corretivos (calcário e gesso) em taxa variável, mediante prévia confecção de mapas de aplicação.

Entretanto, além dessa técnica ter sua efetividade questionada em razão da baixa densidade amostral realizada, devido principalmente a limitações econômicas, a amostragem de solo não traz um indicativo confiável da disponibilidade de nitrogênio (N) para as culturas. Dessa forma, a aplicação de um dos nutrientes mais demandados

pela cana-de-açúcar, o N (atrás apenas do potássio), ainda é realizada em taxa fixa, tendo como base, prioritariamente, a idade do canavial, o ambiente de produção e a produção do ciclo anterior.

Com esse manejo frequentemente ocorre má utilização de fertilizante nitrogenado, uma vez que, em razão da dinâmica complexa do N no solo, há sub ou superestimação da dose a ser aplicada, variável em função da disponibilização ou imobilização do N pelo solo. Sendo assim, é essencial lançar-se mão de ferramentas que possibilitem um melhor uso desse fertilizante, não só por motivos econômicos, mas também ambientais, já que o N é potencial contaminante de corpos d'água.

Nesse contexto, estão entrando no mercado brasileiro sensores voltados para aplicação de N. Esses sensores, chamados de sensores de refletância do dossel ou sensores ópticos de dossel, têm como princípio básico a emissão de luz e a captação da refletância da vegetação em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético, calculando índices de vegetação com base nessas refletâncias (ex: NDVI e NDRE), os quais, indiretamente, indicam o vigor vegetativo das plantas, relacionando-se a biomassa presente e ao teor de clorofila e, consequentemente, a necessidade de N da cultura de forma especializada na lavoura (Figura 1). Em outras palavras, a planta expressa em vigor a sua nu-

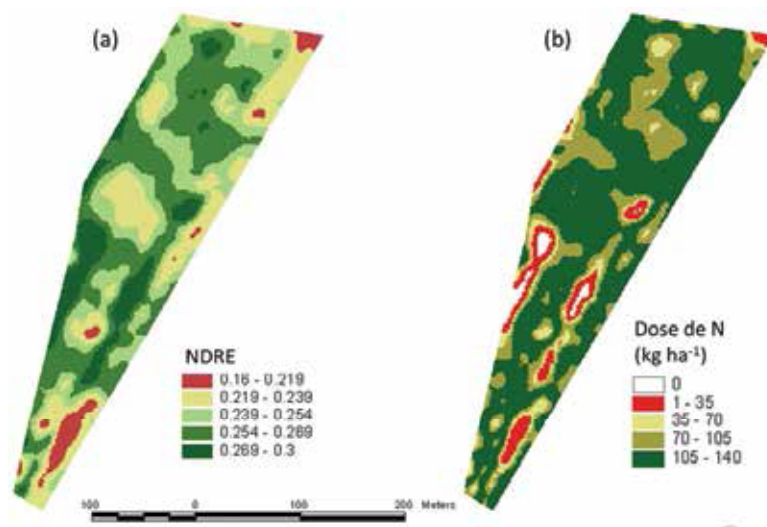


Figura 1. Mapa do índice de vegetação NDRE obtido com o sensor CropCircle ACS-430 (a); e mapa de recomendação de nitrogênio de acordo com as leituras do sensor, aplicando mais fertilizante nas regiões com vigor vegetativo intermediário.

trição nitrogenada, indicando se o N extraído do solo está adequado para seu desenvolvimento, e os sensores de dossel tem o objetivo de mensurar essa informação.

A utilização desse equipamento pode ser feita mediante prévia coleta de dados (leitura/avaliação) na área com o sensor, confecção dos mapas em escritório para posterior aplicação do fertilizante em taxa variável (aplicação via mapa), ou então, mediante aplicação em tempo real. A primeira opção possibilita a análise dos dados e recomendação consciente do que será aplicado, enquanto a segunda opção, embora mais fácil e prática, demanda maior ajuste dos algoritmos de fertilização, não possibilitando grandes ajustes por parte do técnico responsável. A melhor opção para cada caso deverá ser analisada individualmente em razão da mão de obra e material disponíveis, além dos objetivos pretendidos.

Ótimos resultados vêm sendo obtidos com esse tipo de equipamento no exterior, principalmente em culturas de grãos, sendo que no Brasil essa técnica é ainda incipiente. O LAP - USP/ESALQ

(Laboratório de Agricultura de Precisão da Universidade de São Paulo) está desde 2007 pesquisando a utilização desses sensores na cultura da cana, e vem obtendo bons resultados, tanto para aplicação de N (uso mais nobre), quando para a estimativa de produtividade e do vigor vegetativo da cultura, o que pode direcionar amostragens a título de identificação dos causadores da variabilidade dentro das lavouras (Figura 1).

Uma das primeiras conclusões quando do uso desse equipamento é que, para se ter avaliações confiáveis, é necessário que haja massa vegetal suficiente. Dessa forma, o LAP recomenda que as avalia-

ções voltadas para aplicação de N devem ser realizadas quando a cultura apresenta 30 a 60 cm de altura de colmos (Figura 2). Logo, duas estratégias de manejo do N estão sendo cogitadas. Uma delas é o parcelamento do N, aplicando uma pequena dose logo após o corte e o restante guiado pelo sensor no momento adequado. A segunda e aparentemente mais viável economicamente é uma única aplicação no momento adequado. Questões vêm sendo levantadas sobre a efetividade dessa aplicação tardia, mas na maioria dos casos não se observa queda de rendimento da cana.

Há algumas formas de se utilizar a informação obtida pelos sensores de dossel no manejo do N, variável em função do sensor utilizado e da metodologia requerida. Uma das formas mais simples visa uma melhor distribuição do fertilizante a partir de algoritmos de fertilização. Essa metodologia busca distribuir da melhor forma possível uma dose de N pré-estabelecida, aplicando mais onde há maior chance de ser obter resposta à aplicação. Com essa visão, uma das estratégias seguidas pelo LAP é apostar que em regiões com vigor há maiores chances de resposta ao N aplicado, uma vez que em regiões muito fracas há interferência de outros fatores, como compactação do solo, doenças, pH e demais nutrientes, etc., e em regiões mais



Figura 2. Desenvolvimento da cana-de-açúcar (20 cm de altura de colmos) onde ainda há pouca biomassa e muita interferência do solo (a); desenvolvimento da cana no momento ideal para avaliação com o sensor (plantas com 40 cm de altura de colmos) (b).

fortes (maiores valores do sensor) o solo é capaz de fornecer o N requerido e condições para o pleno desenvolvimento da cultura. Dessa forma, se aplica maior quantidade de N nas regiões intermediárias em detrimento das regiões mais fracas e mais fortes (Figura 3a). Numa outra linha, se adota aumento conforme o aumento do vigor (Figura 3b – ajuste B), quando se considera que outros fatores podem estar sendo limitantes ao desenvolvimento da cultura, ou então se adota aumento da dose em regiões com menor vigor (Figura 3b – ajuste A), assumindo-se que o N é o fator mais limitante a produção na situação em questão.

Outra forma de recomendação de N que a literatura internacional vem apontando como promissora é o uso de áreas de referência dentro da lavoura somada a estimativas de produtividade para cada porção da mesma. Nessa metodologia, preconiza-se a aplicação prévia da dose cheia de N logo após o corte da cana em uma pequena porção ou faixa da lavoura que represente o máximo possível o restante da área. Quando a cana-de-açúcar estiver no momento ideal para avaliação com o sensor de dossel (entre 40 e 60 cm) procede-se a avaliação primeiramente nessa área de re-

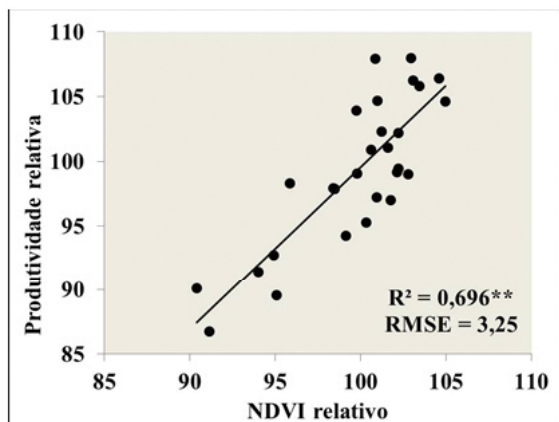


Figura 4. Modelo para estimativa de produtividade a partir de avaliações com um sensor de dossel (CropCircle ACS-210), ambos baseados em valores relativos configuráveis pelo usuário.

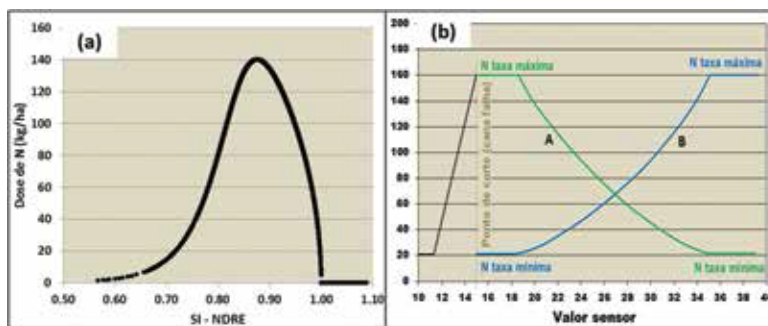


Figura 3. Estratégia de manejo do nitrogênio aplicando mais fertilizante nas regiões intermediárias da lavoura (a); estratégia de aplicação com maiores doses de nitrogênio em locais com maior (A) e menor vigor (B) (b).

ferência (também chamada faixa rica em N), buscando-se avaliar a magnitude de resposta da cultura ao N em determinada condição de cultivo. Somando-se essa resposta ao N à produtividade estimada pelas leituras com o sensor de dossel (Figura 4), é possível estimar quanto de cana será produzido a mais com a aplicação de N. A aplicação de N busca então suprir a demanda para a produção dessa quantidade de N, que pode variar de 0,9 a 2 kg por tonelada de cana esperada.

Essa segunda metodologia parece ser mais completa e confiável ao levar diversos fatores em consideração dentro de uma safra e uma situação de cultivo específica, podendo-se recomendar mais ou menos fertilizante em uma lavoura, diferentemente da primeira metodologia que apenas distribui melhor a dose padrão. Entretanto, sua adoção é mais com-

plicada, pois necessita que a área de referência seja instalada cada ano em um lugar, demanda maior número de operações e exige que haja um modelo que correlacione valor obtido com o sensor e a produtividade da cana-de-açúcar.

A melhor forma de utilização desse equipamento ainda não foi definida tanto nacional quanto internacionalmente, uma vez que depende do sensor de dossel em questão (CropCircle, GreenSeeker, N-Sensor, apenas para citar alguns – Figura 5), dos anseios, objetivos e experiência do usuário, assim como das características do sistema de cultivo. Experimentos vêm sendo conduzidos pelo LAP - USP/ESALQ e espera-se que em pouco tempo se tenha dados comprovando a eficácia desse equipamento no direcionamento da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar, independentemente da metodologia adotada.



Figura 5. N-Sensor ALS (Yara International ASA, Duemen, Alemanha), Crop Circle ACS-210 (Holland Scientific, Lincoln, NE, EUA) e o GreenSeeker (Trimble Navigation, Ltd., Sunnyvale, CA, EUA), acoplados em um Uniport 3000 NPK (Máquinas Agrícolas Jacto AS, Pompéia, SP, Brasil).