

Por J.L.I. Dematte

O fiel da balança

Aspectos a serem considerados ao se racionalizar o uso de fertilizantes e corretivos na cana-de-açúcar como alternativa de redução de custo agrícola



Na lavoura de cana-de-açúcar, assim como nas demais culturas, variações relacionadas a preços do produto ou dos insumos são comuns ao longo dos anos. Entretanto, nos anos de 2008 e 2009, a crise atingiu o setor em dois segmentos vulneráveis, o baixo preço do ATR e a elevação dos fertilizantes. Em situações como estas, há necessidade de uma profunda reflexão relacionada às possíveis opções de manejo que possam ser utilizadas na área de fertilizantes e corretivos, sem pôr em risco a produtividade da cultura. Por outro lado, nas épocas de crise é que surgem opções diferenciadas, muitas vezes não utilizadas ou por falta de conhecimento

ou mesmo por negligência dos técnicos. Quando se refere à racionalização destes insumos (fertilizantes e corretivos), sempre surge o questionamento: "E se não for feita a adequada fertilização das soqueiras num determinado ano, o que ocorre com a produtividade?".

Na Usina Bonfim, SP, temos uma mostra do desenvolvimento de cana de terceiro corte, com e sem o fertilizante (ver foto adiante). De qualquer maneira, resultados obtidos pela COSAN, na safra 2007/08, indicaram redução de produtividade de 4 a 14 t/ha em soqueira de solo argiloso e de 8 a 20 t/ha em soqueira

de solo arenoso ou argiloso de baixa fertilidade sem a aplicação do fertilizante.

O fiel da balança, ou seja, aquilo que vem a determinar a tomada de decisão quanto à redução de custos, deve ser um adequado estudo envolvendo o histórico dos talhões em relação às produtividades agrícolas, à frequência das correções químicas, à quantidade de fertilizante utilizado, o desempenho das variedades, a ação do clima, entre outros. Vamos analisar esses fatores:

SOQUEIRA DE TERCEIRO CORTE EM ÁREA SEM O FERTILIZANTE E COM O FERTILIZANTE. USINA BONFIM, OUTUBRO 2008.



Influência do clima na produtividade da cana e na quantidade de fertilizante

O clima atua de maneira significativa na produtividade desta cultura tanto em cana planta como nas soqueiras, e sendo assim é necessário seu adequado conhecimento para as devidas tomadas de decisões em termos do uso dos fertilizantes. A Tabela 1 resume a produtividade agrícola da safra 2006/07 da região Centro-Sul, indicando que ela tende a decrescer de maio a dezembro. Essa queda independe se for soqueira ou cana planta e independe da quantidade do fertilizante. Ela é simplesmente governada pelo clima. Em outras palavras, para produzir a mesma quantidade de cana a cultura necessita de mais água em outubro do que em maio e não de mais fertilizante. Em estudos feitos na Usina da Barra em 2006 para a produção de 101 t/ha em soqueira de terceiro corte em maio e em terra roxa, ela extraiu 14,1 mmt, enquanto que em outubro neste mesmo solo, para produzir 86 t/ha, a cultura extraiu 16,4 mmt. No solo arenoso, em maio, com produção de 87 t/ha, extraiu 16,6 mmt e em outubro, para produzir 72 t/ha, a cana extraiu 19,5 mmt. Em outras palavras, a quantidade de fertilizante usado em maio tem que ser menor do que a

quantidade usada em outubro, pois o fator que envolve a produtividade neste caso é a água.

TABELA 1 - PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE CORTE. SAFRA 2006/07 (PAMPA)

REGIÃO	USINAS	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CENTRO-SUL	134	91	88	85	81	79	77	76	75
S.PAULO	82	95	92	90	85	82	80	78	75
JAÚ	7	94	88	87	84	80	77	73	70
BARRA	1	89	85	82	81	78	76	71	66

Quantidade de fertilizante no plantio de cana de ano e meio em função do clima

A Tabela 2 ilustra a produtividade em regiões climaticamente distintas no Estado de São Paulo. Tome por exemplo a Região Oeste 1, com uma evapotranspiração média de 5 mm/dia e em solo arenoso. A produtividade tende a aumentar de dezembro, com 87 t/ha, para abril, com 121 t/ha. Sabendo desta característica, e considerando no plantio o uso de 600 kg/ha da 5-25-25, fórmula tradicional, a quantidade a ser usada em dezembro/janeiro tem que ser menor do que a de março/abril. A divisão de 600 kg/121 t resulta no Índice de Fertilizante correspondente a 4,95, ou seja, essa quantidade para produzir 1,0 t de colmo. Usando esse índice em dezembro obtém-se uma quantidade de fertilizante correspondente a 430 kg/ha da formulação de plantio ou 28% a menos quando comparado com março-abril.

TABELA 2 - PRODUTIVIDADE DE CANA DE ANO E MEIO - MÉDIA DE TRÊS REGIÕES DE SÃO PAULO. PLANTIO: DEZ. 2000 A ABRIL 2001. CORTE EM JUNHO 2002

Período Plantio	Região Central ET = 3 a 5 mm/dia	Região Oeste 1 5 a 7 mm/dia	Região Oeste 2 5 a 7 mm/dia
Dez	98	87	nd
Jan	107	94	85
Fev	116	98	90
Mar	125	115	102
Abril	117	121	112

Regiões Oeste 1: solos podzolizados. Oeste 2: LV textura média arenosa.

Quantidade de fertilizante no plantio de cana de inverno e cana de ano em função do clima

A produtividade de cana plantada de maio a novembro e cortada com 12 meses na região de São Paulo (Tabela 3) tende a cair nesta sequência. No plantio o uso dos 600 kg/ha em todo este período não é o mais adequado. A divisão de 600 kg pela produtividade média de maio de 107 t/ha gera um Índice de Fertilizante de 5,6. Usando esse índice em novembro,

em vez dos 600 kg/ha da fórmula de plantio, ela passa para 350 kg/ha, ou seja, praticamente 42% a menos do fertilizante. Neste caso o período maio a novembro pode ser dividido em segmento a saber: 100% do fertilizante maio-junho; 80% em julho-agosto; 60% setembro-outubro.

TABELA 3 - PLANTIO DE MAIO-NOVEMBRO, POR REGIÃO, ANO 2000, E CORTE COM 12 MESES EM 2001

Região	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Piracicaba	98	102	96	97	90	73	65
Ourinhos	110	112	115	100	70	60	58
Araraquara	nd	nd	90	95	93	91	75
Araraquara	118	102	100	95	90	75	60
Oeste (1)	116	115	104	89	81	62	56
Oeste (2)	94	90	92	86	75	68	60
Jaú (3)	110	104	106	84	75	69	70
Média	107	104	100	104	82	71	63

Relação da época de corte e ambiente de produção

Outro aspecto que deve ser explorado nesta linha de racionalização de fertilizante se refere ao manejo dos ambientes de produção. De maneira geral e independentemente da safra, a tonelada de cana produzida por hectare e por mês tende a decrescer de maio a outubro. A maior queda ocorre nos ambientes (solos) de menor qualidade. A questão que fica pendente é a seguinte: o que fazer para reduzir as perdas no período final da safra?

A Tabela 4 ilustra esta questão, onde o maior percentual de ganho em termos de tonelada de ATR/ha no período maio a outubro foi ganho quando no período outubro o solo de melhor fertilidade, o LV eutrófico, suplantou o de menor fertilidade, o LV ácrico, em 43%. Sendo assim, o planejamento de safra deve ser feito de tal maneira para se ter solos de melhor qualidade no período final, enquanto que os solos de menor qualidade devem ser planejados para início e meio de safra.

TABELA 4 - ÉPOCA DE CORTE EM FUNÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Época de corte	Solo		% de ganho Eutrófico/ácrico
	LV Ácrico (t ATR/ha)	LV Eutrófico (t ATR/ha)	
Maio	12,50	16,60	33,00
Agosto	14,85	18,80	26,50
Outubro	12,98	18,60	43,00

Procedendo desta maneira, há razoável possibilidade de aumento da quantidade de cana na safra sem o uso de mais fertilizantes. O exemplo de simulação feito para a Usina São João em Araras ilustra este caso. Na safra 2005/2006 a produtividade nos ambientes desfavoráveis em 6.500 ha foi de 88,5 t/ha no período maio a novembro. Por outro lado a produtividade

destes mesmos ambientes no período setembro a novembro em 2.500 ha foi de 76 t/ha, compatível com a tendência de redução no período final de safra. Entretanto, e na simulação de todo o corte dos 6.500 há feito de maio a agosto, a produtividade passou para 95,8 t/ha, com 25% a mais de cana sem uso de mais fertilizante.

Uso da lei dos incrementos decrescentes de fertilizantes

Em resumo, esta lei informa que "... os aumentos sucessivos de quantidades iguais de fertilizante correspondem a um incremento decrescente da produtividade". Em outras palavras, quando se chega a um patamar adequado de produtividade, o uso de mais fertilizante não paga o acréscimo de produção. Em unidades onde se tem utilizado por diversos anos o fertilizante adequadamente em função da expectativa de produção, assim como se tem usado os corretivos nas soqueiras, nada impede que se reduza em um ou dois anos a quantidade de fertilizante entre 8% e 10%. Em casos como estes há sempre reservas no solo que podem ser utilizadas em anos de carência. Tal procedimento não tem alterado a produtividade de acordo com os resultados obtidos em diversas usinas na safra 2008/09.

Uso do estoque de nutrientes no solo ou uso das curvas de calibração

Curvas de calibração se aplicam para fósforo e potássio, mas não para nitrogênio. Em soqueira ou mesmo em plantio o uso das curvas de calibração pode auxiliar em muito a racionalização da quantidade destes nutrientes, principalmente em solos de baixa CTC. Em síntese, as curvas indicam que à medida que aumenta o teor de nutrientes no solo, diminui a quantidade do fertilizante.

Em relação ao uso do estoque de potássio do solo em substituição à aplicação parcial ou total do fertilizante, há necessidade de se observar que o teor deste nutriente se altera em relação à CTC do solo e, portanto, o uso simplesmente de seu percentual na CTC como fator de troca pode induzir a erros (Tabela 5).

TABELA 5 - PORCENTAGEM DE POTÁSSIO (K) NA CTC DO SOLO E OS VALORES CORRESPONDENTES EM KG/HA DE K₂O NA PROFUNDIDADE DE 0-30 CM EM SOLOS DE DIFERENTES CTCs

% K na CTC	CTC do solo (cmol/dm ³)		
	3	6	9
1	42	84	126
3	126	252	378
6	252	506	757

De acordo com a Tabela 5, um solo de CTC 6 cmol/dm³ com 3% de potássio apresenta maiores valores de K₂O estocado no solo do que outro solo de CTC menor

nas mesmas condições. Sendo assim, o cálculo que se pode fazer nestes anos de crise para a racionalização da quantidade do fertilizante é o de determinar a quantidade de potássio em K_2O na profundidade 0-40 cm (usando os resultados das análises de solo), deixando um estoque no solo de 200 kg de K_2O , assim como a exigência da cultura para aquele determinado ciclo. A soma destes dois componentes sendo maior do que a quantidade de K_2O do solo, pode-se deduzir parcialmente ou totalmente o potássio. Caso contrário, numa soma negativa usa-se o procedimento usual (Tabela 6).

TABELA 6 - DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE K_2O A SER APLICADA NO SOLO EM FUNÇÃO DO ESTOQUE DESTE NUTRIENTE

Exemplo	kg K_2O /ha 0-20 cm	kg K_2O /ha 21-40 cm	kg K_2O /ha 0-40 cm	kg K_2O /ha Estoque no solo	kg K_2O /ha Exigência da cana	kg K_2O /ha Saldo
1	280	110	390	200	140	50
2	120	75	195	200	140	-45

De acordo com o exemplo 1 da Tabela 6, na soma do estoque de K_2O deixado ao solo (200 kg) mais a exigência da cana (140 kg) há saldo positivo. Neste caso o plantio poderá ser feito somente com fósforo em vez da formulação tradicional, uma vez que a questão do nitrogênio na cana planta é ainda controversa. No caso do exemplo 2 com saldo negativo em potássio usa-se no plantio a recomendação usual. Estes cálculos podem ser feitos também para as soqueiras.

Estoque de nutrientes em resíduos incorporados ao solo

Este não deixa de ser outro aspecto que deve ser levado em consideração nestes anos de crise. Trabalho feito nas Usinas São Martinho e Santa Adélia (Franco *et al.*, 2007) tem indicado que a quantidade de potássio na rebrota da cana após o uso do glifosato (que é somado ao teor deste nutriente no sistema radicular) é apreciável com 77 e 130 kg/ha de K_2O , respectivamente, para as unidades São Martinho e Santa Adélia. Não esquecer que estes teores de potássio não estão computados nas análises de solos, mas podem ser perfeitamente deduzidos da quantidade final do fertilizante a ser aplicado no plantio. Trabalho publicado na RBCS (Torres *et al.*, 2008) indicou que a braquiária é uma das gramíneas que mais reciclam potássio. No caso deste estudo em particular feito na região de Uberaba, 6,0t/ha de braquiária reciclaram o correspondente a 214 kg/ha de potássio. Nestas condições o uso deste nutriente embutido na braquiária em áreas de expansão deve ser deduzido da quantidade final do fertilizante.

Aumento da disponibilidade de nutrientes com o aumento do pH do solo

É fato do conhecimento geral na área agrônômica que o uso de calcário tende a aumentar a disponibilidade dos nutrientes do solo. Em muitos casos, somente o uso de calcário em soqueira de quarto ou quinto cortes tende a produzir mais cana do que o uso de NK (Tabela 7). De acordo com os resultados, note que o uso do corretivo aumentou a quantidade de cana em valores superiores ao uso do NK, indicando, portanto, que o solo apresentava razoável estoque de nutrientes, porém com baixa disponibilidade. Por outro lado observe também a relação positiva entre calcário e fósforo. Portanto uma das alternativas na racionalização de fertilizantes em soqueiras mais velhas, em termos de corte, seria o caso de se proceder a uma avaliação do histórico da área e usar uma relação de metade da dose do fertilizante associado ao calcário ou somente o calcário.

TABELA 7 - PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA EM T/HA DE SOQUEIRA DE QUINTO CORTE. USINA DELTA, MG, SAFRA 2001/02

Tratamentos	kg/ha	t/ha de cana
sem fertilizante		62
Fosmag 509	300	75
Calcário	2000	77
Fosmag + calcário	300+2000	82
NK	350	66



A questão do nitrogênio em cana planta

Praticamente 86% dos experimentos controlados usando nitrogênio em cana planta não têm tido resposta significativa nos últimos 35 anos. Um dos trabalhos mais completos e significativos nesta linha foi publicado pela equipe do CENA (Franco *et al.*, 2008) em Piracicaba, usando doses crescentes de 15N. A quantidade total absorvida pela cana foi respectivamente de 30, 25 e 20% para as doses de 40, 80 e 120 kg/ha de N. Neste mesmo trabalho os autores estudaram o acúmulo total de N e observaram que na parcela sem N a quantidade absorvida pela cana foi estatisticamente semelhante às dosagens de 40 a 120 kg/ha (Tabela 8), assim como a produtividade final de 145, 144, 147 e 146 para as doses zero, 40, 80 e 120 kg/ha de N, respectivamente. De acordo com os autores, a maior fonte de N para a cana planta seria a decomposição da matéria orgânica do solo, conclusão esta já feita por Morelli *et al.*, (1997). Sendo assim e levando-se em consideração os inúmeros resultados negativos quanto ao uso do N em cana planta, por que não deixar de usá-lo nestes anos de carência?

TABELA 8 - ACUMÚLO DE NITROGÊNIO TOTAL EM KG/HA NAS PARTES DA CANA-DE-AÇÚCAR EM PRIMEIRO CORTE (FRANCO E TRIVELI, ET AL., DEZ, 2008)

doses de N kg/ha	colmo kg/ha	folha kg/ha	ponteiro kg/ha	parte aérea kg/ha	raiz kg/ha	total kg/ha
USINA STA. ADÉLIA						
0	72,9	30,4	40,8	144,1	8,4	152,5
40	102,1	36,6	40,7	179,4	12,6	192,1
80	89	36,1	33,6	160,1	9,8	170
120	90,7	35,6	28,2	154,5	12	166,5
USINA SÃO LUIZ (PIRASSUNUNGA)						
0	64,6	17,7	37,5	119,8	7,2	127,1
40	81,8	22,2	44,5	147,8	9,4	157,3
80	97,1	28	52,2	177,4	10,2	187,5
120	77,8	24,9	35,7	138,4	12,7	151,1

Teores de nutrientes incorporados pela palha e uso de subprodutos

Em área de corte mecanizado em cana sem queima, a quantidade de nutrientes disponibilizados rapidamente, como o potássio, ou lentamente disponibilizados, como nitrogênio e fósforo, acumulados na palha é apreciável. O potássio, sem dúvida, é o elemento mais facilmente disponibilizado logo após as primeiras chuvas numa

quantidade correspondente a 40 kg de K₂O a cada 10 t/ha de palha, quantidade esta que deve ser deduzida da formulação de soqueira. Em relação às reformas e nas áreas que receberam 4 a 5 cortes em cana sem queima, não tem havido resposta ao potássio no plantio, de acordo com resultados obtidos na Usina da Barra na safra 2007.

A torta de filtro (TF) misturada ou não às cinzas de caldeira substitui no plantio ou na soqueira todo o nitrogênio, todo o fósforo e 40% do potássio. A vinhaça, se adequadamente utilizada, substitui todo o potássio e parte ou a totalidade do nitrogênio, dependendo da quantidade a ser aplicada no solo.

Ação do nematicida na melhoria da eficiência dos fertilizantes

Um dos aspectos pouco explorados em relação ao uso dos nematicidas é o fato de que ele pode atenuar ou reduzir com segurança a quantidade dos fertilizantes tanto em plantio como em soqueira, de acordo com uma série de experimentos demonstrando tal evidência. Em experimento de longa duração, com três cortes feitos na Usina Barra Grande, de Lençóis Paulista, na década de 90 (Tabela 8), foi demonstrado justamente tal fato. No plantio deste experimento foi adicionado fósforo e potássio associado ou não ao nematicida, no caso o Furadan. Após o primeiro corte os tratamentos receberam somente 90 kg N e 120 kg de K₂O, mas não o nematicida, que teve ainda sua ação residual.

TABELA 9 - RESULTADOS EXPERIMENTAIS EM SOLO ARENOSO USANDO DOSES DE FÓSFORO, POTÁSSIO E NEMATICIDA EM PLANTIO COM EFEITO RESIDUAL DO NEMATICIDA NO SEGUNDO E TERCEIRO CORTES. USINA BARRA GRANDE, LENÇÓIS PAULISTA (1998)

Nematicida kg/ha	P205 kg/ha	K ₂ O 21-40 cm	1° tch	2° tch	3° tch	Média tch
0	0	0	78	109	93	93
0	80	80	101	115	108	108
0	160	160	145	120	123	129
30	0	0	144	112	124	127
30	80	80	148	129	132	136
30	160	160	151	129	148	128



Observe que o uso dos fertilizantes com dose máxima sem o nematicida produziu 145 t/ha, produtividade esta semelhante ao tratamento sem fertilizante, porém somente com o nematicida, no caso 144 t/ha. Na média final de três cortes a produtividade sem o nematicida foi de 127 t/ha contra 129 t/ha na quantidade máxima de fertilizante. Resultados como estes têm sido constatados em diversos ensaios ao longo destes anos. Sendo assim e conhecendo-se adequadamente o histórico dos talhões em termos de nível de infestação com nematóides, por que não se utilizar deste conhecimento na racionalização dos fertilizantes? Em tais situações a redução de 10 ou até 15% da quantidade do fertilizante de plantio produz a mesma quantidade quando se utiliza o nematicida. Neste caso o custo do nematicida será repassado pela redução do fertilizante.

Em relação às soqueiras, nestes últimos anos têm sido utilizados nematicidas nos mais diferentes cortes, usando o Furadan em períodos de maior umidade e o Temik em períodos menos úmidos, porém, sem levar em consideração ainda a racionalização dos fertilizantes. Neste sentido, resultados obtidos na Usina da Barra têm demonstrado também as mesmas tendências obtidas na cana planta (Tabela 9) com o uso de nematicida e redução do fertilizante. Note que nestes experimentos a produtividade média dos experimentos nas parcelas sem o fertilizante, porém com o nematicida, foi de 82 t/ha, produtividade esta semelhante nas parcelas onde se usou somente o fertilizante com 79 t/ha para meia dose e 83 t/ha para dose completa.

Sendo assim, não deixa de ser imperativa a redução pelo menos na faixa de 10 a 20% da quantidade do fertilizante quando se utiliza o nematicida em soqueira, em áreas devidamente conhecidas em termos históricos relacionados à influência dos nematoides.

TABELA 10 - PRODUTIVIDADE EM T/HA EM EXPERIMENTO COM NEMATICIDA, FURADAN, EM SOQUEIRA E SOLO ARENOSO, USINA DA BARRA, 1999. MÉDIA DE QUATRO EXPERIMENTOS

Fertilizante kg/ha	Sem nematicida t/ha	Furadan 4,8 l/ha t/ha
0	74	82
250	79	84
500	83	85

NOVOS PRODUTOS

Nestes anos de crise tem sido normal ofertas de novos produtos ou de produtos já existentes, porém maquiados com outras designações. Dentre os nutrientes as diversas fontes de fósforo têm sido uma das mais evidenciadas, porém, na maioria dos casos, são fosfatos de baixa reatividade e, portanto, de eficiência muitas vezes duvidosa, principalmente em áreas onde o uso de corretivos tem sido frequente. Os inibidores de uréase, como o NBPT (Tiofosfato de N-n-butiltriamida), para aplicação na ureia para permitir seu uso na superfície do solo nas soqueiras, têm efeito efêmero, 10 a 15 dias e com melhores resultados somente em período úmido, o que não satisfaz, pois a maior parte da safra é realizada em período seco. O capeamento de fósforo com resinas tem sido desenvolvido por diversas empresas, mas são necessárias ainda maiores investigações. O uso da aplicação pontual de fertilizante, principalmente fósforo, calcário e gesso, tem sido opção não somente para este período de preços baixos, mas também para as demais épocas. Entretanto, é necessária atenção em relação ao módulo de amostragem, pois, dependendo de sua densidade, o custo das análises fica mais caro do que o corretivo. Módulos de 4 a 6 hectares, dependendo da área e da produtividade, são coerentes. Ácidos húmicos têm sido usados, porém, e novamente, devem ser mais bem investigados no que diz respeito à sua ação no solo para que se tenha segurança em relação à sua aplicabilidade. Trabalhos relacionando seu uso na redução de fertilizantes também devem ser investigados. O uso de 300 l/ha de vinhaça no sulco de plantio tem sido investigado, com resultados positivos. A relação de preço ureia e nitrato sempre deve ser vista como alternativa de redução de custo, pois é a base das adubações de soqueira.■

J.L.I. Dematte

Professor Titular e ex-Chefe do

Departamento de Solos e Nutrição de Plantas - ESALQ - USP - jlid@terra.com.br