



**IPNI**  
INTERNATIONAL  
PLANT NUTRITION  
INSTITUTE

## MISSÃO

Desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes de plantas para o benefício da família humana

# INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Nº 127 SETEMBRO/2009

## RACIONALIZAÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR: uma importante alternativa de redução de custo agrícola

José Luis Ioriatti Demattê<sup>1</sup>

**N**a lavoura de cana-de-açúcar, bem como nas demais culturas, variações relacionadas a preço do produto agrícola 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 Açúcar Total Recuperável (ATR) e a elevação do preço dos fertilizantes. Nestas situações, há necessidade de uma profunda reflexão relacionada a possíveis opções de manejo que possam ser utilizadas na área de fertilizantes e corretivos, sem colocar em risco a produtividade da cultura. Por outro lado, em épocas de crise é que surgem opções muitas vezes não utilizadas em períodos de bonança, ou por falta de conhecimento ou somente por negligência dos técnicos.

Quando há referência à racionalização destes insumos, sempre surge o seguinte questionamento: – Caso não seja feita a adequada fertilização das soqueiras em um determinado ano, o que ocorre com a produtividade no ano seguinte?

A Figura 1 mostra o desenvolvimento da cana de terceiro corte, com e sem aplicação de fertilizantes, na Usina Bonfim, SP, cultivada em solo de textura arenosa de baixa fertilidade, indicando amarelimento – sintoma típico de deficiência de nutrientes – na parcela sem fertilizante. Nestas condições, a cultura tende a ficar mais vulnerável ao estresse por umidade e ao ataque de doenças e pragas, assim como à perda de produtividade e menor longevidade da soqueira.

Resultados de produtividade de cana (Tabela 1) obtidos em experimentos realizados em canavial, com diversos cortes e em solos de textura contrastante, indicam grande variabilidade da produtividade em soqueiras adubadas e não adubadas, na safra 2006/2007, nas unidades da companhia COSAN. Nos solos argilosos, a

### Veja também neste número:

Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana-de-açúcar .....	10
IPNI em Destaque .....	19
Divulgando a Pesquisa .....	20
Painel Agrônomico .....	24
Cursos, Simpósios e outros eventos .....	26
Publicações Recentes .....	27
Ponto de Vista .....	28

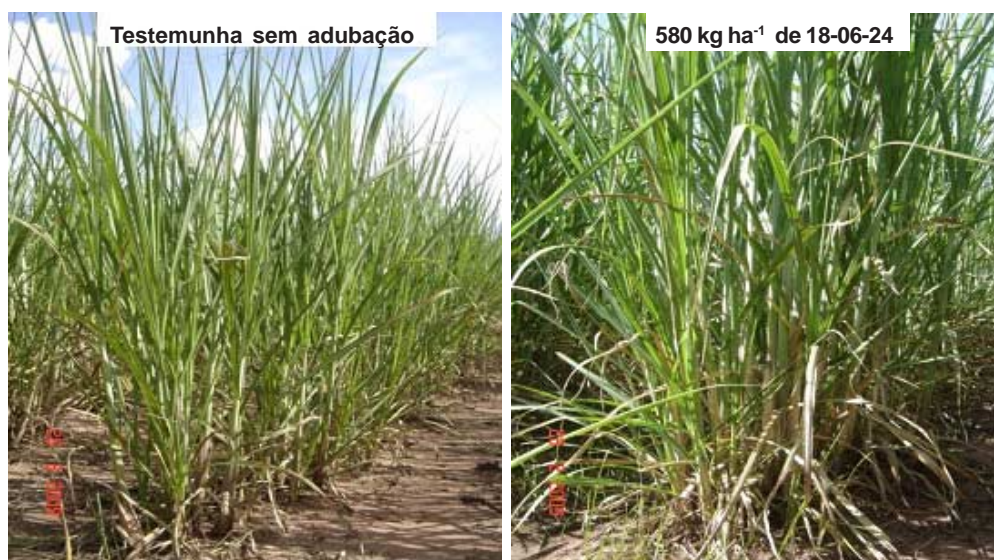
variação da produtividade entre as áreas adubadas e não adubadas foi de 4 a 14 t ha<sup>-1</sup>, menor para os solos argilosos de melhor fertilidade e maior para os argilosos de menor fertilidade. Quanto aos solos arenosos, a variação na produtividade foi bem maior, ou seja, 10 a 20 t ha<sup>-1</sup> a menos nos solos não adubados. Na necessidade de se tomar uma decisão drástica de racionalização de adubos, seria preferível a redução do nível de fertilização nos solos argilosos de melhor fertilidade. Nas condições atuais, o custo da fertilização das soqueiras está na faixa de R\$ 500,00 a R\$ 700,00 por hectare; nestas condições, são necessárias de 20 a 25 t de cana para pagar o fertilizante. De qualquer forma, a decisão de não adubar as soqueiras constitui uma simples redução de gastos e não redução de custos.

**Abreviações:** ATR = Açúcar Total Recuperável, CTC = capacidade de troca de cátions; ET = evapotranspiração real da cultura; M.S. = matéria seca; NBPT = tiofosfato de N-n-butiltriamida; TCH = tonelada de cana por hectare; TF = torta de filtro; STF = sem torta de filtro.

<sup>1</sup> Professor Titular e ex-Chefe do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP; email: [jlid@terra.com.br](mailto:jlid@terra.com.br)

**INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASIL**

Rua Alfredo Guedes, 1949 - Edifício Rácz Center, sala 701 - Fone/Fax: (19) 3433-3254 - Website: [www.ipni.org.br](http://www.ipni.org.br) - E-mail: [ipni@ipni.com.br](mailto:ipni@ipni.com.br)  
13416-901 Piracicaba-SP, Brasil



**Figura 1.** Soqueira de terceiro corte em área sem fertilizante (à esquerda) e com fertilizante (à direita), em solo arenoso. Usina Bonfim, outubro de 2008.

**Tabela 1.** Produtividade de soqueira de cana-de-açúcar em função do uso de fertilizantes. Unidades da Cosan, safra 2006/2007.

Solo	Produtividade (TCH) <sup>1</sup>	
	Sem adubo	Com adubo
Argiloso	90	96
Argiloso	100	114
Argiloso	118	122
Argiloso	107	113
Argiloso	59	71
Arenoso	55	75
Arenoso	47	57
Média	82	92,5

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

Em solo muito arenoso, como Areia Quartzosa, em experimento de longa duração, com quatro cortes, Rossetto et al. (2008) observaram queda acentuada na produtividade da cana a partir do segundo corte na área que não recebeu fertilizante de soqueira, quando comparado aos tratamentos com NPK, constatando novamente a fragilidade dos solos arenosos quando não fertilizados (Tabela 2). Neste experimento, todas as parcelas receberam fertilizantes no plantio.

**Tabela 2.** Experimento de longa duração em solo arenoso com e sem aplicação de fertilizante. Aplicação de 40-180-200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK no plantio e 80-00-200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK na soqueira.

Tratamento	Cortes			
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
	----- (t ha <sup>-1</sup> ) -----			
Testemunha	144	106	95	79
NPK	145	120	116	107

**Fonte:** ROSSETTO (2008).

Em anos de crise, decisões como redução do uso de fertilizantes, adiamento da reforma das áreas e não plantio de cana de ano e meio podem impactar na produtividade de cana no ano

seguinte (Tabela 3). Observa-se que nos anos de crise ocorreu diminuição da produtividade agrícola, caindo de 82 t ha<sup>-1</sup>, em 1999/2000, para 70 t ha<sup>-1</sup>, em 2000/2001, com sensível redução da área de corte, de 2.351 ha para 2.115 ha.

Por outro lado, a tomada de decisão quanto à racionalização de custos na área de fertilizantes envolve o adequado conhecimento de vários fatores, como: histórico dos talhões em relação às produtividades agrícolas, frequência das correções químicas, quantidade de fertilizante utilizada, desempenho das variedades, qualidade dos solos, ação do clima, época de corte, entre outros. A seguir, serão discutidos alguns destes tópicos.

**Tabela 3.** Área cultivada e produtividade de cana no Estado de São Paulo.

Safra	Área (1.000 ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (TCH) <sup>1</sup>
1998/1999	2.270	87
1999/2000	2.351	82
<b>2000/2001</b>	<b>2.115</b>	<b>70</b>
2001/2002	2.202	80
2002/2003	2.400	79
2003/2004	2.458	84
2004/2005	2.617	87
2005/2006	2.857	85

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

**Fonte:** UNICA (2007).

## INFLUÊNCIA DO CLIMA NA PRODUTIVIDADE DA CANA E NO USO DE FERTILIZANTES

O clima atua de maneira significativa na produtividade da cultura, tanto da cana-planta quanto das soqueiras, sendo necessário o conhecimento de sua ação para o uso adequado de fertilizantes. A Tabela 4 resume a produtividade agrícola da cana na safra 2006/2007 na região Centro-Sul, indicando tendência de queda de maio a dezembro. Esta queda independe da condição da cultura, se soqueira ou cana-planta, ou da quantidade de fertilizante utilizada. Ela é governada simplesmente pelo clima. Para produzir a mesma tonagem de colmos 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, em Latossolo Roxo, verificou-se que para a produção de 1,0 t ha<sup>-1</sup> de colmos, em soqueira de terceiro corte, em maio, a cultura extrai 14,1 mm t<sup>-1</sup> de água, enquanto em outubro, neste mesmo solo, para produzir a mesma quantidade de colmos, a cultura extrai 16,4 mm t<sup>-1</sup>. Em Latossolo de textura média-arenosa, neste mesmo estudo, também em soqueira de terceiro corte, em maio, com produção de 87 t ha<sup>-1</sup>, a cultura extrai 16,6 mm t<sup>-1</sup>, e em outubro, para produzir 72 t ha<sup>-1</sup>, a cana extrai 19,5 mm t<sup>-1</sup>. Assim, deve-se utilizar maior quantidade de fertilizante em maio, em relação à quantidade utilizada em outubro, para a mesma categoria de corte – primeiro, terceiro ou quinto cortes – considerando que a produtividade da cana é clima-dependente.

**Tabela 4.** Produtividade agrícola da cana-de-açúcar, safra 2006/2007. PAMPA-Programa de Acompanhamento Mensal de Performance Agrícola..

Região	Usinas	Produtividade (TCH) <sup>1</sup>							
		Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Centro-Sul	134	91	88	85	81	79	77	76	75
São 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
<b>Média</b>		<b>92,2</b>	<b>88,2</b>	<b>86,0</b>	<b>82,7</b>	<b>79,7</b>	<b>77,5</b>	<b>74,5</b>	<b>71,5</b>

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

## QUANTIDADE DE FERTILIZANTE NO PLANTIO DE CANA DE ANO E MEIO (janeiro a abril) EM FUNÇÃO DO CLIMA

A Tabela 5 ilustra a produtividade da cana em regiões climaticamente distintas em função da evapotranspiração (ET) no Estado de São Paulo. Neste exemplo, o plantio de cana ocorreu no período de dezembro de 2000 a abril de 2001 e o corte se processou em junho de 2002. Considerando, por exemplo, a Região Oeste 1, com predominância de Argissolos arenosos eutróficos e ET média de 5 mm dia<sup>-1</sup>, observa-se que a produtividade tende a aumentar do mês de dezembro, com 87 t ha<sup>-1</sup>, para o mês de abril, com 121 t ha<sup>-1</sup>. Quando se compara esta com a região Oeste 2, onde há predominância de Latossolos arenosos distróficos, nota-se que a produtividade também aumenta no mesmo sentido, porém, com valores inferiores aos da região Oeste 1, ilustrando a influência do clima e da qualidade das terras na produtividade da cana de ano e meio.

Considerando estas características e tomando como base a aplicação, no plantio, de 600 kg ha<sup>-1</sup> de uma formulação clássica, como a 5-25-25, a quantidade a ser utilizada em dezembro/janeiro deve ser menor do que a utilizada em março/abril, independentemente do solo. Para a região Oeste 1, por exemplo, a divisão da quantidade de fertilizante aplicada, no caso 600 kg ha<sup>-1</sup>, pela produtividade máxima obtida, 121 t ha<sup>-1</sup>, resulta no Índice de Fertilizante de 4,95, ou seja, quantidade esta necessária para produzir 1,0 t de colmo. Usando este índice em dezembro obtém-se uma quantidade de fertilizante correspondente a 430 kg ha<sup>-1</sup>, em lugar de 600 kg ha<sup>-1</sup> da formulação de plantio, ou seja, 28% a menos de fertilizante. Sabendo da relação entre clima e produtividade, pode-se perfeitamente aplicar menos fertilizante no plantio, no período de dezembro e janeiro naquela região, e aumentar gradativamente a quantidade em março e abril. Ou seja, deve-se fazer uma redução de 30% na quantidade de fertilizante em dezembro-janeiro, 15% em fevereiro e aplicar a dose máxima em março-abril.

**Tabela 5.** Produtividade da cana de ano e meio. Média de três regiões de São Paulo. Plantio: dezembro de 2000 a abril de 2001. Corte em junho de 2002.

Período de plantio	Produtividade (TCH) <sup>1</sup>		
	Região Central ET <sup>3</sup> = 3 a 5 mm/dia	Região Oeste 1 <sup>2</sup> 5 a 7 mm/dia	Região Oeste 2 5 a 7 mm/dia
Dezembro	98	87	nd <sup>4</sup>
Janeiro	107	94	85
Fevereiro	116	98	90
Março	125	115	102
Abril	117	121	112

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

<sup>2</sup> Região Oeste 1: solos podzolizados; Região Oeste 2: Latossolo Vermelho-Amarelo textura média-arenosa.

<sup>3</sup> ET = evapotranspiração real da cultura.

<sup>4</sup> nd = não determinado.

## QUANTIDADE DE FERTILIZANTE NO PLANTIO DE CANA DE INVERNO (maio a setembro) E CANA DE ANO (outubro a novembro) EM FUNÇÃO DO CLIMA

A produtividade da cana plantada de maio a novembro de 2000 e cortada com 12 meses, em 2001, na região de São Paulo (Tabela 6) tende a diminuir na sequência dos meses, característica esta também governada pelo clima. Sendo assim, padronizar o uso de 600 kg ha<sup>-1</sup> da formulação de plantio em todo este período não é a recomendação mais adequada. Apenas como exemplo, a divisão de 600 kg de fertilizante pela produtividade média de maio a julho, de 103 t ha<sup>-1</sup>, gera um Índice de Fertilizante igual a 5,8. Usando este índice em novembro nota-se que a quantidade de fertilizante a ser utilizada passa a ser de 365 kg ha<sup>-1</sup>, ao invés de 600 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula de plantio, ou seja, praticamente 39% a menos de fertilizante.

**Tabela 6.** Produtividade de cana plantada de maio a novembro, por região, em 2000, e corte com 12 meses, em 2001.

Região/Mês	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
----- TCH -----							
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	116	115	104	89	81	62	56
Oeste	94	90	92	86	75	68	60
Jaú	110	104	106	84	75	69	70
<b>Média</b>	<b>107</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>82</b>	<b>71</b>	<b>63</b>

Como sugestão, a adubação no período de maio a novembro pode ser dividida em segmentos, a saber: 100% do fertilizante em maio-junho, 80% em julho-agosto e 60% em setembro-novembro.

## RELAÇÃO ENTRE ÉPOCA DE CORTE E AMBIENTE DE PRODUÇÃO

Outro aspecto que deve ser explorado na linha de racionalização do uso de fertilizante se refere ao manejo dos ambientes de produção. De maneira geral e independentemente da safra, da qualidade das terras e da quantidade de fertilizantes, a tonelada de cana produzida por hectare 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 nos solos de menor fertilidade sem aplicar mais fertilizante?

A Tabela 7 ilustra esta questão, na qual observa-se que o solo de melhor fertilidade, no caso o Latossolo Vermelho eutrófico, tende a produzir mais ATR por hectare ao longo da safra em relação ao solo de menor fertilidade, no caso o Latossolo Vermelho árido, ambos argilosos. Entretanto, qual seria o período de maior impacto na produtividade quando se considera a relação solo eutrófico/solo árido ao longo da safra? Os resultados da Tabela 7 indicam que o ganho nesta relação ocorre em outubro, com 43% a mais de cana nos solos eutróficos.

**Tabela 7.** Época de corte da cana em função da fertilidade do solo.

Época de corte	Solo		Ganho (%)
	LV árido	LV eutrófico	Eutrófico/árido
	-----ATR <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> )-----		
Maio	12,5	16,6	33
Agosto	14,8	18,8	26
Outubro	13,0	18,6	43

<sup>1</sup> ATR = açúcar total recuperável.

Fonte: LANDELL e VASCONCELOS (2004).

Sendo assim, o planejamento de plantio deve ser feito de maneira que os solos de melhor qualidade sejam utilizados no período final de safra enquanto os solos de menor qualidade devem ser utilizados no início e no meio da safra.

Procedendo desta maneira, há razoável possibilidade de aumento da quantidade de cana na safra sem o uso adicional de 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 hectares, foi de 88,5 t ha<sup>-1</sup> no período de maio a novembro. Por outro lado, a produtividade destes mesmos ambientes no período de setembro a novembro, em 2.500 hectares, foi de 76 t ha<sup>-1</sup>, compatível com a tendência de redução no período final de safra. Entretanto, caso todo o corte dos 6.500 hectares fosse realizado de maio a agosto, a produtividade seria de 95,8 t ha<sup>-1</sup>, com um adicional de 25% de cana sem o uso de mais fertilizante. De acordo com esta premissa, o planejamento de safra deve ser feito também em função do manejo dos ambientes de produção para uma sensível racionalização no uso de fertilizantes.

## USO DA LEI DOS INCREMENTOS DECRESCENTES DE FERTILIZANTES

De forma resumida, a lei dos incrementos decrescentes de fertilizantes informa que "...os aumentos sucessivos de quantidades iguais de fertilizante correspondem a um incremento decrescente da

produtividade". Ou seja, quando se alcança um patamar adequado de produtividade, o uso de mais fertilizante não paga o acréscimo de produção. Em propriedades onde se tem utilizado o fertilizante adequadamente, por diversos anos, em função da expectativa de produção, assim como os corretivos nas soqueiras, observa-se que há possibilidade de reduzir a quantidade de fertilizante entre 8% e 10%, durante 1 ou 2 anos. Em casos como este há sempre reservas de nutrientes no solo que podem ser utilizadas em anos de carência. De acordo com resultados obtidos em diversas usinas na safra 2008/2009, tal procedimento não tem alterado a produtividade da cultura.

## USO DAS CURVAS DE CALIBRAÇÃO OU DO ESTOQUE DE NUTRIENTES NO SOLO

Em cana-de-açúcar, as 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 de fertilizante. Tais curvas são bastante divulgadas nos boletins técnicos e são de uso comum.

Por outro lado, em função da grande variabilidade de solos cultivados com cana, apresentando valores de CTC, a pH 7,0, de 2,5 a 30 cmol dm<sup>-3</sup>, as curvas de calibração para potássio podem ser substituídas, com vantagem, pelo cálculo do estoque de potássio no solo.

Em relação ao uso do estoque de potássio no solo para auxiliar na determinação da quantidade adequada de nutrientes a ser utilizada, há necessidade de se observar que o teor deste nutriente se altera de acordo com a CTC do solo e, portanto, o uso somente de seu percentual na CTC como fator de troca pode induzir a erros (Tabela 8).

**Tabela 8.** Percentagem de potássio (K) na CTC do solo e os valores correspondentes de K<sub>2</sub>O na profundidade de 0-30 cm em solos de diferentes CTC.

K na CTC (%)	CTC do solo (cmol dm <sup>-3</sup> )		
	3	6	9
	----- K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> ) -----		
1	42	84	126
3	126	252	378
6	252	506	757

De acordo com a Tabela 8, um solo com CTC de 6 cmol dm<sup>-3</sup> e 3% de potássio na CTC apresenta maiores valores de K<sub>2</sub>O estocado no solo, no caso 252 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, do que outro solo com CTC de 3 cmol dm<sup>-3</sup> nas mesmas condições, no caso 126 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Sendo assim, nestes anos de crise, o que se pode fazer para racionalizar a quantidade de fertilizante é determinar a quantidade de potássio no solo, em K<sub>2</sub>O, na profundidade de 0-40 cm, já que 80% do sistema radicular da cana-de-açúcar explora esta profundidade. Assim, utilizando as análises de solo nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm, determina-se a quantidade de K<sub>2</sub>O, deixando um estoque no solo de 200 kg de K<sub>2</sub>O. Considerando-se que a exigência da cultura é de 1,4 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada de colmo, pode-se determinar a quantidade de K<sub>2</sub>O a ser usada no fertilizante. Caso a soma dos dois componentes – estoque do solo e exigência da cultura – seja maior do que a quantidade de K<sub>2</sub>O do solo, pode-se deduzir parcial ou totalmente o potássio do fertilizante.

Os resultados da Tabela 9 ilustram este caso. Nota-se que o teor de  $K_2O$  no solo, no Exemplo 1, na profundidade de 0-40 cm, era de 390 kg  $ha^{-1}$  de  $K_2O$ , e a exigência da cultura, neste caso, era de 140 kg  $ha^{-1}$  de  $K_2O$ . Portanto, a soma do estoque de  $K_2O$  no solo, de 200 kg de  $K_2O$ , mais a exigência da cultura, de 140 kg de  $K_2O$ , foi inferior à quantidade encontrada no solo, resultando um saldo de 50 kg  $ha^{-1}$  de  $K_2O$ . Neste caso, a adubação de plantio poderá ser feita somente com fósforo, em lugar da formulação tradicional NPK, já que a adubação nitrogenada na cana-planta ainda traz controvérsias. No caso do Exemplo 2, com saldo negativo em potássio, aplica-se, no plantio, a recomendação usual. Estes cálculos podem ser feitos também para a adubação das soqueiras.

A adubação com fósforo somente no plantio, em solo que apresenta teor razoável de potássio, como no exemplo anterior, tem sido utilizada por diversas unidades. A Tabela 10 resume os resultados de testes feitos com fontes de fósforo no plantio, em solos de elevado teor de potássio na Usina Santa Helena, SP. O plantio foi feito em 2002 e as doses de fósforo foram calibradas para 125 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ . As soqueiras receberam somente NK, de acordo com a expectativa de produção. A média final, após o quarto corte, indicou que a formulação tradicional de plantio, 05-25-25, produziu a mesma quantidade de cana que a dose de 217 kg  $ha^{-1}$  de superfosfato triplo. As demais fontes de fósforo contendo fosfatos reativos tiveram desempenho inferior.

## ESTOQUE DE NUTRIENTES EM RESÍDUOS INCORPORADOS AO SOLO

Trabalhos desenvolvidos nas Usinas São Martinho e Santa Adélia (FRANCO, 2007), com enfoque na reciclagem de nutrientes, têm indicado que é apreciável a quantidade de potássio na palha residual do ciclo anterior, na rebrota da cana e no sistema radicular, por ocasião da reforma do canavial, após uso de glifosato. No caso

da Usina São Martinho, observou-se que 2,7 t  $ha^{-1}$  de massa da rebrota reciclaram 40 kg  $ha^{-1}$  de K e 4,6 t  $ha^{-1}$  de raiz e soqueira reciclaram 18,5 kg  $ha^{-1}$  de K, totalizando 58,5 kg  $ha^{-1}$  de K. Na Usina Santa Adélia, 4,5 t  $ha^{-1}$  de massa da rebrota reciclaram o correspondente a 103 kg  $ha^{-1}$  de K, enquanto 5 t  $ha^{-1}$  de raiz e soqueira reciclaram 32 kg  $ha^{-1}$  de K, totalizando 135 kg  $ha^{-1}$  de K. Tais quantidades não são computadas nas análises de solos mas podem ser perfeitamente deduzidas da quantidade final de fertilizante a ser aplicada no plantio. A reciclagem de potássio na rebrota da cana e no sistema radicular (soqueira + raiz) é variável e depende da fertilidade do solo, da quantidade de potássio usado nas fertilizações das soqueiras anteriores e da tonelagem de massa reciclada, como observado nos dois exemplos citados. Em casos como estes, sugere-se uma avaliação da quantidade de massa da rebrota, assim como da soqueira, na camada de 0-40 cm do solo, com posterior amostragem destes materiais e encaminhamento dos mesmos para análise de potássio. Dependendo da situação, o potássio poderá ser deduzido da quantidade de  $K_2O$  a ser aplicada por ocasião do plantio.

Trabalhos realizados por Franco (2007) na Universidade de Uberaba, MG, em solo de baixa fertilidade, avaliando a reciclagem de potássio em cultura de cobertura, entre elas milho, sorgo, guandu, crotalária júncea e braquiária (Tabela 11), indicaram que estas culturas apresentam baixa relação C/N, o que é extremamente favorável à decomposição no solo, haja vista a baixa percentagem de permanência da matéria seca após o corte. Chama a atenção a pequena meia vida da braquiária, de 56 dias.

Em relação à reciclagem de potássio (Tabela 12), destacam-se duas culturas, a saber, o milho e a braquiária. O milho, com produtividade de matéria seca de 10,3 t  $ha^{-1}$ , reciclou 219 kg de potássio, enquanto a braquiária, com 6,0 t  $ha^{-1}$  de matéria seca, reciclou 214 kg de potássio. Em ambos os casos, a quantidade de potássio reciclado é apreciável. Após 42 dias, 51% e 44% do

**Tabela 9.** Determinação da quantidade de  $K_2O$  a ser aplicada no solo em função do estoque do nutriente.

Exemplo	Quantidade no solo			Estoque no solo	Exigência da cana	Saldo
	Profundidade					
	0-20 cm	21-40 cm	0-40 cm			
----- $K_2O$ (kg $ha^{-1}$ ) -----						
1	280	110	390	200	140	+ 50
2	120	75	195	200	140	- 145

**Tabela 10.** Fontes de fósforo e fórmulas completas em plantio. Soqueira com NK de acordo com a expectativa de produção. Usina Santa Helena, SP. Plantio em março de 2002.

Produto	Dose (kg $ha^{-1}$ )	Corte				Média
		1°	2°	3°	4°	
----- (TCH) <sup>2</sup> -----						
Testemunha	0	103	111	106	84	101
ST <sup>1</sup>	217	139	128	128	103	122
05-25-25	500	143	122	123	98	123
Daouí 4-20-20	500	126	129	108	92	114
Arad 4-24-24	556	119	129	120	98	116
Média		125	124	117	95	115

<sup>1</sup> ST = superfosfato triplo.

<sup>2</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

**Tabela 11.** Teor de matéria seca (M.S.), relação C/N e percentagem de permanência da matéria seca no ciclo de agosto a abril de culturas de cobertura. Ano agrícola 2000/2001. Uberaba, MG.

Cultura	M.S. (t $ha^{-1}$ )	C/N	Permanência da M.S.				Meia vida (dias)
			Dias após o manejo				
			42	98	154	210	
----- (%) -----							
Pousio	2,1	19	44	32	22	12	60
Milheto	10,3	21	64	57	43	32	131
Sorgo	7,1	24	62	48	37	30	117
Crotalária	3,9	11	56	45	36	32	98
Aveia	2,4	30	56	48	35	25	110
Guandu	1,6	11	67	51	36	30	113
Braquiária	6	16	40	32	21	11	56

Fonte: FRANCO (2007).

**Tabela 12.** Potássio acumulado no ciclo agosto-abril e liberação após 42 dias em cultura de cobertura. Ano agrícola 2000/2001. Uberaba, MG.

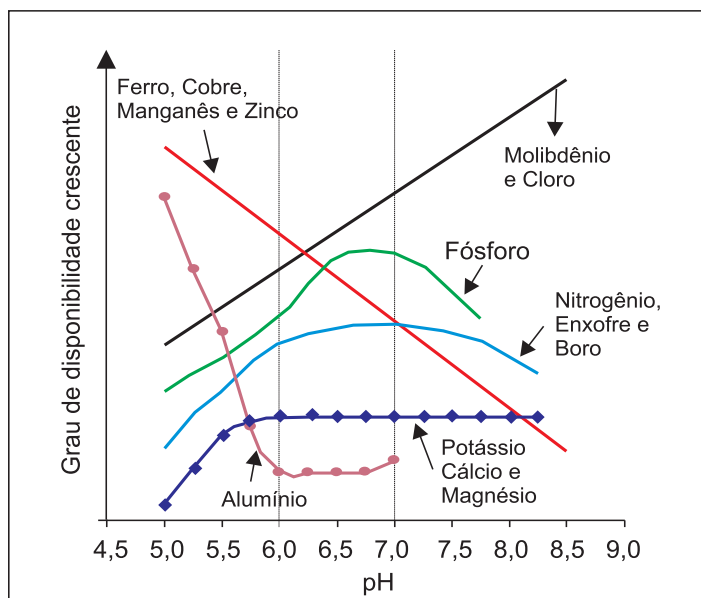
Cultura	Potássio		
	Acumulado	Após 42 dias	Liberado
	----- (kg ha <sup>-1</sup> ) -----		(%)
Pousio	23	21	91
Milheto	219	112	51
Sorgo	104	84	80
Crotalária	59	33	55
Aveia	33	15	45
Guandu	31	23	74
Braquiária	214	96	44

potássio foram liberados para o solo pelo milheto e pela braquiária, respectivamente. A cultura que mais liberou potássio nesta primeira fase foi o sorgo, com 80%, seguido pelo guandu, com 74%.

Em áreas de expansão com braquiária é perfeitamente possível deduzir parte do potássio da formulação de plantio devido à reciclagem do elemento contido nesta gramínea. Para tanto, deve-se estimar a quantidade de massa seca produzida bem como providenciar amostras para análise de potássio. Posteriormente, deve-se deduzir, da formulação de plantio, a quantidade de potássio reciclada pela gramínea.

## AUMENTO DA DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES COM O AUMENTO DO pH DO SOLO

É de conhecimento na área agrônômica, que a elevação do pH do solo aumenta, de forma geral, a disponibilidade dos nutrientes (MALAVOLTA, 1979). A Figura 1 mostra que na faixa de pH entre 5,5 e 7,0 ocorre a adequada disponibilidade dos macronutrientes, bem como de molibdênio e cloro. Em relação aos micronutrientes catiônicos, a disponibilidade decresce com o aumento do pH do solo. Note, no entanto, que na faixa de 5,5 a 6,0, que é a faixa mais utilizada para a cultura da cana, a disponibilidade destes nutrientes ainda é elevada.



**Figura 1.** Relação entre pH e disponibilidade de nutrientes no solo. Fonte: MALAVOLTA (1979).

Em muitos casos, a aplicação isolada de calcário, ou mesmo de gesso, em soqueira de quarto ou quinto cortes já aumenta a produtividade da cana, comparada ao uso isolado de fertilizante. Resultados obtidos em soqueira de quinto corte da Usina Delta, em Minas Gerais (Tabela 13), cultivada em solo argiloso de baixa fertilidade, mostraram que o uso de corretivo aumentou a produtividade da cana em valores superiores aos obtidos com o uso isolado de NK, indicando, portanto, que o solo apresentava razoável estoque de nutrientes, porém estes estavam pouco disponíveis antes da calagem. Neste caso, o aumento da disponibilidade dos nutrientes foi atribuído ao calcário. Por outro lado, observa-se também uma interação positiva entre calcário e fósforo. Portanto, uma das alternativas para a racionalização do uso de fertilizantes em cortes avançados de soqueira de cana seria a avaliação do histórico da área e o uso de menores doses do fertilizante associadas ao calcário ou o uso somente de calcário.

**Tabela 13.** Produtividade agrícola de soqueira de quinto corte. Usina Delta, safra 2001/2002.

Tratamentos	Dose	Produtividade de cana
	(kg ha <sup>-1</sup> )	(t ha <sup>-1</sup> )
Sem fertilizante	-	62
Fosmag 509	300	75
Calcário	2.000	77
Fosmag + calcário	300 + 2.000	82
NK	350	66

## A QUESTÃO DO NITROGÊNIO EM CANA-PLANTA

Nos últimos 35 anos, praticamente 86% dos experimentos controlados usando nitrogênio em cana-planta não mostraram resultados significativos. Um dos trabalhos mais completos e significativos nesta linha foi publicado pela equipe do CENA (FRANCO et al., 2008), em Piracicaba, SP, usando doses crescentes de <sup>15</sup>N, quais sejam, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 14). Em primeiro lugar, os autores estudaram as quantidades de <sup>15</sup>N recuperadas nas propriedades das duas usinas testadas, Santa Adélia e São Luiz, em Pirassununga, SP, e observaram que estas foram semelhantes com a dosagem máxima de N aplicada ao solo e decresceram à medida que aumentaram-se as doses de N no plantio. O colmo foi o componente da planta que mais absorveu N.

**Tabela 14.** Recuperação do <sup>15</sup>N-uréia na colheita de primeiro corte da cana.

Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea	Raiz	Total
	----- (%) -----					
<b>Usina Santa Adélia</b>						
40	15,2	8,1	5,4	28,8	1,9	30,6
80	12,1	7,3	3,9	23,4	1,6	25,0
120	11,3	5,6	2,7	19,5	1,3	20,8
<b>Usina São Luiz</b>						
40	15,2	4,9	6,8	26,9	3,4	30,3
80	18,2	4,8	9,3	32,2	2,7	35,0
120	10,0	4,5	4,6	19,1	2,1	21,1

Fonte: FRANCO et al. (2008).

Neste mesmo trabalho os autores estudaram o acúmulo total de N, incluindo o N advindo do fertilizante e o N do solo, e observaram que na parcela sem N fertilizante a quantidade absorvida pela cana foi estatisticamente semelhante às obtidas com as dosagens de 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 15), assim como a produtividade final, na faixa de 145 t ha<sup>-1</sup>. Embora tenha havido maior absorção de N na parcela com aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup>, esta não apresentou maior produtividade. Fica aqui, portanto, duas das conclusões mais contundentes em relação à questão do uso de N em cana-planta, quais sejam:

- O aumento da dose de N fertilizante não promove maior absorção do elemento pela planta e, em consequência, maior produtividade.

- A maior fonte de N para a cana-planta, segundo os autores, é a matéria orgânica do solo, conclusão esta já feita por Demattê, em 1996.

Portanto, não se justificam as recomendações de N para a cana-planta, as quais podem alcançar níveis de até 90 kg ha<sup>-1</sup> nos mais diversos boletins técnicos. Sendo assim, e levando-se em consideração os inúmeros resultados negativos do uso de N em cana-planta, fica a sugestão: – Porque não deixar de usá-lo nestes anos de carência?

## TEORES DE NUTRIENTES INCORPORADOS PELA PALHA

Em área de corte mecanizado, com cana sem queima, a quantidade de nutrientes acumulados na palha é apreciável, principalmente em relação a nitrogênio, com 4,6 kg t<sup>-1</sup> de massa seca; potássio, com 4,7 kg t<sup>-1</sup> na forma de K<sub>2</sub>O; cálcio, com 1,8 kg t<sup>-1</sup>; e magnésio, com 0,93 kg t<sup>-1</sup> (OLIVEIRA et al., 1999). Entretanto, a disponibilização destes nutrientes tem taxa diferenciada e depende do componente no qual estão presentes na planta. Assim, o nitrogênio e o fósforo têm liberação lenta, menos de 20% ao ano, por fazerem parte da celulose e da hemicelulose, enquanto o potássio apresenta taxa de mineralização acentuada, de 85%, fazendo parte do conteúdo celular da planta.

Em área com corte de cana sem queima, o potássio, sem dúvida, é o elemento mais facilmente disponibilizado logo após as primeiras chuvas, em quantidade correspondente a 40 kg de K<sub>2</sub>O a cada 10 t ha<sup>-1</sup> de palha, quantidade esta que deve ser deduzida da formulação de soqueira.

## ÁREAS DE REFORMA EM CANAVIAL CORTADO SEM QUEIMA

Em trabalho de longa duração, com seis cortes em cana sem queima, executado nas Usinas São Martinho e Santa Adélia, SP, Franco et al. (2007) determinaram a quantidade de nutrientes incorporados somente pela palhada (Tabela 16). No caso da Usina São Martinho, a análise da palha residual indicou 38,7 kg de nitrogênio, 6,2 kg de potássio e 3,7 kg de fósforo. O teor de potássio, por estar baixo, mostra que ele foi liberado para o solo ou absorvido parcialmente pela planta ao longo do ciclo. Por outro lado, quando se examina a parte aérea da rebrota da cana após a aplicação do glifosato, nota-se que o teor de potássio, em K<sub>2</sub>O, passou para 47,8 kg, quantidade esta não desprezível e que não é somada à quantidade de potássio no solo, após a retirada da amostra de terra. A quantidade de nitrogênio e de potássio do sistema radicular e da soqueira, após a aplicação do herbicida, também é significativa.

No cômputo geral do balanço de nutrientes por ocasião da reforma do canavial há incorporação de 83,3 kg de N, 77,5 kg de K<sub>2</sub>O e 20,6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Observa-se que a quantidade de potássio corresponde a 50% do potássio normalmente utilizado no plantio. Nos plantios em áreas de reforma, e após a determinação da quantidade de nutrientes no sistema, é perfeitamente aceitável a dedução de 50% da quantidade de potássio e de 40% da quantidade de fósforo da formulação.

De acordo com resultados obtidos na Usina da Barra, na safra 2007, nas áreas de reforma e nas áreas que receberam 4 a 5 cortes em cana sem queima, não tem havido resposta ao potássio no plantio.

## USO DE SUBPRODUTOS

A torta de filtro (TF), resíduo da indústria canvieira, misturada ou não às cinzas de caldeira, substitui todo o nitrogênio, quando necessário, todo o fósforo e 40% do potássio no plantio ou soqueira de cana. Em experimento realizado na Usina Barra Grande, em Lençóis Paulista, SP, comparou-se o uso de 10 t ha<sup>-1</sup> de TF (massa seca) com o uso de fertilizante mineral, no caso 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de super simples, e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio, em solo arenoso. Nas soqueiras, todas as parcelas receberam 90 kg ha<sup>-1</sup> de N e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Após três cortes, observou-se que a TF apresentou desempenho semelhante ao fertilizante mineral (Tabela 17).

**Tabela 15.** Análise da variância do acúmulo de nitrogênio total nas partes da cana-de-açúcar em primeiro corte. Usina Santa Adélia.

Doses de N	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea	Raiz	Total	Produtividade
----- (kg ha <sup>-1</sup> ) -----							(t ha <sup>-1</sup> )
0	72,9	30,4	40,8	144,1	8,4	152,5	145
40	102,1	36,6	40,7	179,4	12,6	192,1	144
80	89,0	36,1	33,6	160,1	9,8	170,0	147
120	90,7	36,6	28,2	154,5	12,0	166,5	146
Teste F <sup>1</sup>	1,93 ns	0,8 ns	3,19**	1,54 ns	2,04 ns	1,64 ns	1,62 ns
R2 – RL	ns	ns	0,90*	ns	ns	ns	ns
R2-RQ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	19,3	21,1	19,4	14,7	33,8	13,5	12,3

<sup>1</sup> \*\* Significativo a 1%, \* significativo a 5%, ns = não significativo.

Fonte: FRANCO et al. (2008).

**Tabela 16.** Estoque de nutrientes em resíduos de cana incorporados ao solo em área de reforma.

Safra	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Corte TCH <sup>1</sup>	Primeiro	Segundo 113	Terceiro 96	Quarto 43	Quinto 60	Sexto 75
Colheita		mecanizada	mecanizada	mecanizada	mecanizada	mecanizada
<b>Massa seca</b>	<b>Palha residual do ciclo anterior (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
(t ha <sup>-1</sup> )	N	K	P	Ca	Mg	S
9,4	38,7	6,2	3,7	21,9	4,7	7,5
<b>Massa seca</b>	<b>Parte aérea da rebrota antes da reforma e após o herbicida (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
(t ha <sup>-1</sup> )	N	K	P	Ca	Mg	S
2,7	20,6	39,9	3,3	8,8	3,6	5,9
<b>Massa seca</b>	<b>Sistema radicular da rebrota antes da reforma e após o herbicida (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
(t ha <sup>-1</sup> )	N	K	P	Ca	Mg	S
4,6	24	18,5	2	6,1	3	4,2
<b>Massa seca</b>	<b>Total de nutrientes incorporados ao solo na reforma (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
(t ha <sup>-1</sup> )	N	K	P	Ca	Mg	S
16,7	83,3	64,6	9	36,8	11,3	17,6

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

Fonte: FRANCO (2007).

**Tabela 17.** Produtividade da cana-de-açúcar (RB 72434) com o uso de fósforo, potássio, torta de filtro e nematicida em solo arenoso. Usina Barra Grande, Lençóis Paulista, SP, 1999.

Nematicida <sup>(1)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>(2)</sup>	K <sub>2</sub> O	1º corte		2º corte		3º corte	
			TF <sup>(3)</sup>	STF <sup>(3)</sup>	TF	STF	TF	STF
----- (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			----- (t ha <sup>-1</sup> ) -----					
0	0	0	140	78	103	109	122	93
0	80	80	156	101	117	115	136	108
0	160	160	136	145	107	120	122	133
30	0	0	156	144	115	112	135	124
30	80	80	165	137	124	129	145	132
30	160	160	152	167	108	129	130	148
60	0	0	142	149	122	121	132	135
60	80	80	118	162	127	115	122	139
60	160	160	197	188	124	123	161	155
Média			166	150	122	119	139	135

<sup>(1)</sup> Nematicida: Furadan, no plantio, em março/1994. Primeiro corte em agosto/1995, segundo corte em outubro/1996, terceiro corte em outubro/1997.

<sup>(2)</sup> Fonte de P: super simples; teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da TF = 1,5%.

<sup>(3)</sup> TF = com torta de filtro; STF = sem torta de filtro.

Outro subproduto importante das usinas e destilarias é a vinhaça que, adequadamente utilizada, pode substituir todo o potássio e parte ou a totalidade do nitrogênio, dependendo da quantidade a ser aplicada no solo.

Dependendo da região onde se localiza a usina, o Agifer, subproduto da indústria alimentícia, substitui todo o nitrogênio da soqueira.

## ACÇÃO DO NEMATICIDA NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DOS FERTILIZANTES

Um dos aspectos pouco explorados em relação ao uso dos nematicidas é o fato de que o produto pode atenuar ou reduzir com segurança a quantidade de fertilizantes, tanto em plantio

como em soqueira, sendo tal evidência comprovada por uma série de experimentos. Experimento de longa duração realizado na usina Barra Grande, em Lençóis Paulista, SP, na década de 90, com três cortes de cana, demonstrou tal fato (Tabela 18). No plantio foram adicionados fósforo e potássio associados ou não ao nematicida, no caso o Furadan. Após o primeiro corte os tratamentos receberam 90 kg ha<sup>-1</sup> de N e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O mas não o nematicida, que apresentou, ainda, ação residual.

Observa-se que o uso dos fertilizantes em dose máxima, sem o nematicida e sem TF, produziu, no primeiro corte, 145 t ha<sup>-1</sup> de cana, produtividade esta semelhante à do tratamento sem fertilizante e sem TF, porém somente com o nematicida, no caso 144 t ha<sup>-1</sup>. Na média final de três cortes, a produtividade sem o nematicida foi de 127 t ha<sup>-1</sup>, contra 129 t ha<sup>-1</sup> na quantidade máxima de fertilizante.



**Tabela 18.** Produtividade de soqueira de cana-de-açúcar com o uso de nematicida Furadan, em solo arenoso. Usina da Barra, 1999. Média de quatro experimentos.

Fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> )	Sem nematicida (t ha <sup>-1</sup> )	Com nematicida <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> )
0	74	82
250	79	84
500	83	85

<sup>1</sup> Furadan: 4,8 L ha<sup>-1</sup>.

Resultados como estes tem sido constatado em diversos ensaios ao longo dos últimos anos. Assim, conhecendo-se adequadamente o histórico dos talhões quanto ao nível de infestação com nematóides, pode-se utilizar o nematicida para racionalizar o uso de fertilizantes. Em tais situações, pode-se reduzir de 10% a até 15% a quantidade do fertilizante de plantio e produzir a mesma quantidade de cana. Neste caso, o custo do nematicida será compensado pela redução da dose de fertilizante.

Em relação às soqueiras, nestes últimos anos, diversas unidades tem utilizado nematicidas nos mais diferentes cortes, aplicando o Furadan em períodos de maior umidade e o Temik em períodos de menor umidade, porém, sem levar em consideração, ainda, a racionalização dos fertilizantes. Neste sentido, resultados obtidos em soqueiras da Usina da Barra tem demonstrado também as mesmas tendências observadas em cana-planta com relação ao uso de nematicida e redução do fertilizante (Tabela 18). Note que nestes experimentos a produtividade média nas parcelas sem o fertilizante, porém com o nematicida, foi de 82 t ha<sup>-1</sup>, resultado semelhante ao obtido nas parcelas com o uso isolado de fertilizante, ou seja, 79 t ha<sup>-1</sup> para meia dose e 83 t ha<sup>-1</sup> para dose completa.

Portanto, é imperativo que haja redução de, pelo menos, 10% a 20% da quantidade de fertilizante quando se utiliza o nematicida em soqueira, em áreas com histórico devidamente conhecido em relação à influência de nematóides.

## SUBSTITUIÇÃO DE PRODUTOS

Nas soqueiras, a base da adubação se resume na aplicação de nitrogênio e potássio ou eventualmente de NPK nas soqueiras mais velhas. Em relação ao nitrogênio, as duas fontes mais utilizadas na região Centro-Sul são a uréia e o nitrato de amônio, enquanto no nordeste predomina o sulfato de amônio. Ao longo da safra podem ocorrer diferenças no preço desses fertilizantes e, neste caso, a troca pelo produto que está mais barato pode ser interessante.

## NOVOS PRODUTOS E NOVAS TECNOLOGIAS

Nos anos de crise, tem sido normal a oferta de novos produtos fertilizantes ou de produtos já existentes, porém, maquiados com outras designações. Dentre as fontes de nutrientes, as de fósforo tem sido uma das mais evidenciadas, porém, na maioria dos casos, constituem 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 urease, como o NBPT (tiofosfato de N-n-butiltriamida), utilizado para permitir o uso da uréia na superfície do solo, nas soqueiras, tem efeito efêmero, 10 a 15 dias, apresentando melhores resultados somente em período úmido, o que não satisfaz, pois a maior parte da safra ocorre em período seco (CANTARELLA et al., 2007).

O capeamento do fósforo ou da uréia com resinas tem sido desenvolvido por empresas, mas necessitam, ainda, de mais investigações. Por outro lado, o uso de material da família dos copolímeros dicarboxílicos de alta densidade de carga elétricas, capeando grânulos de fósforo, tem permitido a adsorção de vários cátions do solo, que reagem com o fósforo, aumentando sensivelmente a eficiência de absorção deste nutriente e reduzindo as reações de fixação.

O uso da aplicação pontual de fertilizante, principalmente fósforo, calcário e gesso, tem sido opção não somente para os períodos de preços baixos, mas também para as demais épocas. Entretanto, é necessária atenção em relação ao módulo de amostragem (número de amostras de solo por hectare) pois, dependendo da sua densidade, o preço das análises de solo fica mais oneroso do que o do insumo. Módulos de 4 a 6 hectares, dependendo da área e da produtividade, são coerentes.

Ácidos húmicos também tem sido usados, porém, eles devem ser melhor investigados quanto à sua ação no solo para que haja segurança em relação à sua aplicabilidade. Além disso, testes relacionados ao uso destes produtos associados à redução da dose de fertilizante devem ser levados em consideração. O uso de 300 L ha<sup>-1</sup> de vinhaça no sulco de plantio tem sido investigado com resultados positivos. O uso de equipamentos de maior rendimento na aplicação dos fertilizantes nas soqueiras também é opção para redução de custo. Entretanto, o grande impacto na área de fertilizantes para as usinas e destilarias, assim como na área ambiental, será em relação à concentração da vinhaça, que irá praticamente substituir em torno de 60% da fertilização potássica das soqueiras. Tal valor, se somado ao retorno do potássio da palhada, sobe para 85%.

## REFERÊNCIAS

- CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 26, p. 282-288, 2007.
- DEMATTE, J. L. I. Considerações a respeito da adubação nitrogenada e seu parcelamento em cana-planta. **STAB**, v. 15, n. 4, p. 14, 1997.
- FRANCO, H. C.; TRIVELIN, P. C.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; OTTO, R. Aproveitamento pela cana-de-açúcar da adubação nitrogenada de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2763-2770, 2008.
- FRANCO, H. C. J.; VITTI, A. C.; FARONI, C. E.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. Estoque de nutrientes em resíduos culturais incorporados ao solo na reforma de áreas com cana-de-açúcar. **STAB**, v. 25, n. 6, p. 32-36, 2007.
- LANDELL, M. G. A.; PRADO, H.; VASCONCELOS, A. C. M. et al. Oxisol subsurface chemicals related to sugarcane productivity. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, 2004.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 256 p.
- MORELLI, J.; DEMATTE, J. L. I.; DALBEN, A. E.; NELLI, E. Parcelamento da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar: aplicação foliar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 16, 1997.
- OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G.; PENATTI, C. P. Degradação da palhada de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v. 54, n. 4, p. 803-809, 1999.
- ROSSETTO, R.; DIAS, F. L.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. **IDEA News**, Ano 8, 2008.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1609-1618, 2008.
- UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. Disponível em: <http://www.unica.com.br> Acessado em 2007.

# AMBIENTES DE PRODUÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

José Luis Ioriatti Demattê<sup>1</sup>

José Alexandre Melo Demattê<sup>2</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

Entende-se por Ambiente de Produção (AP) a junção de uma ou mais unidades de mapeamento de solo com capacidades de produção semelhantes, associadas às características climáticas e de manejo varietal de uma determinada região. Portanto, no julgamento do ambiente de produção deve-se levar em consideração a interação solo-clima-planta e especificidade do local.

Há décadas, o governo americano desenvolveu um sistema de classificação de terras designado de Classe de Capacidade de Uso, tendo como base fundamental as subclasses e as unidades de manejo. Nas subclasses estão envolvidas as características de solo, de clima, o nível de erosão e o nível de excesso de água. Na unidade de manejo estão relacionadas as características da planta e o seu manejo. O AP, relacionando os princípios fundamentais da interação solo-clima-planta, apresenta-se como uma adaptação brasileira do sistema americano de classificação de solos, porém levando em consideração a produtividade e não a conservação. É importante, portanto, o uso integrado do sistema de capacidade de uso (para conservação) com o AP (para produção) visando a preservação do solo.

Em São Paulo, na década de 90, a Copersucar definiu o termo AP e também lançou as bases para seu entendimento. Para isso, fundamentou-se em resultados fornecidos por várias usinas relacionando produtividade agrícola às características dos solos.

## 2. AS BASES DO SISTEMA: SOLO, CLIMA E PLANTA

Para determinar o real potencial de uma região para a produção de cana-de-açúcar é necessário considerar, além da classificação do solo, outras condições, como dinâmica da água, suscetibilidade à erosão, profundidade radicular, drenagem do solo, profundidade e disposição do material rochoso.

### 2.1. SOLO

De forma resumida, os principais grupos de manejo de solos cultivados com cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil estão inseridos nas seguintes categorias:

#### • Solos profundos, sem variação textural, de textura média-arenosa a muito argilosa

Nesta categoria estão incluídos os Latossolos de maneira geral e os Nitossolos, caracterizados por serem bem drenados, localizados em relevo plano a suave ondulado, de mineralogia caulínica e oxídica, ácricos ou não, e de fertilidade e textura variável. São des-

taques os solos: Latossolo Vermelho férrico (teor de ferro igual ou maior que 18%, antigo Latossolo Roxo), Latossolo Vermelho Escuro (teor de ferro menor que 18%); Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e Nitossolo Vermelho férrico (antiga Terra Roxa Estruturada).

#### • Solos arenosos profundos, sem variação textural

Nesta categoria estão incluídos os Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), sendo solos de textura arenosa a muito arenosa até 2,0 m de profundidade, de ocorrência em relevo plano, bem drenado e de baixa fertilidade.

#### • Solos argilosos, sem variação textural, de drenagem lenta

São representados pelos Vertissolos, solos de mineralogia 2:1, com argila de alta atividade e de boa fertilidade, porém, de drenagem lenta. Podem ter elevada concentração de sódio.

#### • Solos com gradiente textural

Nesta categoria estão incluídos os solos que apresentam textura contrastante entre a camada superficial (mais arenosa) e a de subsuperfície (mais argilosa); de drenagem moderada a lenta; de ocorrência em relevo suave-ondulado a ondulado; de fertilidade variável; com mineralogia caulínica de baixa atividade (Tb) ou mineralogia 2:1, de alta atividade (Ta). São representados pelos solos: Argissolo Vermelho-Amarelo (Podzólico Vermelho-Amarelo Tb ou Ta), Luvisolo crômico (Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico Ta), Alissolo crômico (Podzólico Vermelho-Amarelo Ta, álico) e Planossolos, que diferem dos solos podzolizados Ta por apresentarem horizonte B plânico, mais coeso do que o horizonte B textural dos argissolos e, por isso, apresentam maior dificuldade no manejo.

#### • Solos rasos

Representados pelos Cambissolos e Neossolos Litólicos.

#### • Solos da região nordestina

Na região nordestina e nos tabuleiros há predominância dos Latossolos Vermelho-Amarelo e Amarelo e dos Argissolos, de textura argilosa a média-arenosa, desenvolvidos da Formação Barreiras, apresentando a mesma mineralogia da fração argila dos solos do Centro-Sul e também a mesma variação na fertilidade e na textura. São, em geral, distróficos ou álicos, com sérias deficiências em micronutrientes. Apresentam, entretanto, algumas particularidades, a saber: são coesos (muito duros quando seco), o que tende a dificultar o manejo no período de pouca umidade; mostram bloqueamento de poros abaixo da camada de 30-40 cm, o que pode ocasionar encharcamento temporário e pouco enraizamento; e podem ocorrer formações especiais como fragipã e duripã (camadas

**Abreviações:** AD = água disponível; AP = ambiente de produção; CTC = capacidade de troca de cátions; ET = evapotranspiração; ETP = evapotranspiração potencial; LV = Latossolo Vermelho; LVf = Latossolo Vermelho férrico (antigo Latossolo Roxo, LR); NV = Nitossolo Vermelho (antiga Terra Roxa Estruturada, TE); PCC = percentagem de pol no caldo da cana; PV = Argissolo Vermelho (antigo Podzólico Vermelho, PV); RQ = Neossolo Quartzarênico (antiga Areia Quartzosa, AQ); Ta = argila de alta atividade; Tb = argila de baixa atividade; TCH = tonelada de cana por hectare; TPH = tonelada de pol por hectare.

<sup>1</sup> Professor Titular e ex-Chefe do Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP; email: [jlid@terra.com.br](mailto:jlid@terra.com.br)

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP; [jamdemat@esalq.usp.br](mailto:jamdemat@esalq.usp.br)

endurecidas de elevada densidade), o que altera todo o regime hídrico do solo e impede o desenvolvimento radicular. Nas depressões, há formação dos Podzóis Hidromórficos, solos extremamente arenosos. A associação entre bloqueamento dos poros e ocorrência de camadas impeditivas ao desenvolvimento radicular, combinados com baixa fertilidade em profundidade, faz com que a cultura explore somente a camada superficial dos solos. No período de setembro a fevereiro o déficit hídrico é acentuado, na faixa de 5 a 7 mm dia<sup>-1</sup> que, em conjunto com as limitações do solo, contribui para as baixas produtividades da região.

### 2.1.1. Definição e identificação das classes de textura e de fertilidade dos solos

A divisão das classes de textura se baseia na escala de teor de argila e é numerada de 1 a 7, a saber:

1. Textura muito argilosa: teor de argila maior que 65%;
2. Textura argilosa: teor de argila de 36 a 65%;
3. Textura média-argilosa: teor de argila de 26 a 35%;
4. Textura média-arenosa: teor de argila de 16 a 25%;
5. Textura arenosa: teor de argila de 10 a 15%;
6. Textura muito arenosa: teor de argila menor que 9%;
7. Textura siltosa: teor de argila menor que 35% e de areia menor que 15%.

Para os solos com gradiente textural pode-se utilizar textura binária, ou seja, horizonte A/horizonte B. Entretanto, para facilitar a interpretação, a textura, neste caso, será relacionada ao horizonte B. Para os demais solos, a textura a considerar corresponde àquela da camada próxima a 100 cm de profundidade, exceto para os solos rasos, nos quais deve ser considerada a camada superficial.

A definição das classes de fertilidade tem como base os atributos de saturação por bases, saturação por alumínio e pH em CaCl<sub>2</sub> e em KCl e são identificadas por algarismos de 1 a 7, a saber:

1. Eutrófico: saturação por bases superior a 50% em todo o perfil;
2. Epieutrófico: saturação por bases superior a 50% na camada superficial e baixa nas demais, porém não álico;
3. Distrófico: saturação de bases inferior a 50% em todo o perfil, porém não álico;
4. Álico: saturação por Al (m%) superior a 50% em todo o perfil ou nas camadas inferiores;
5. Ácrico: solos contendo quantidades iguais ou menores que 1,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de argila de bases trocáveis mais Al extraível por KCl 1N e que preencham pelo menos uma das seguintes condições: a) pH KCl igual ou superior a 5,0; b) Delta pH positivo ou nulo (Delta pH = pH KCl – pH H<sub>2</sub>O).
6. Alumínico: m% maior que 50 e Al maior que 40 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>;
7. Alítico: m% maior que 50, Al maior que 40 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e atividade de argila maior que 200 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

### 2.1.2. Outros atributos de identificação

Outras características diferenciadoras dos solos são:

#### ◆ Atividade da argila

Tal critério refere-se à capacidade de troca de cátions do horizonte B, ou do C, quando não existe B. Atividade alta (Ta) designa valor igual ou superior a 27 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de argila, e atividade baixa (Tb) valor inferior a 27 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de argila.

#### ◆ Caráter abrupto (designação ab)

Mudança textural abrupta consiste em um considerável aumento no teor de argila dentro de pequena distância na zona de transição entre o horizonte A e o subjacente B.

#### ◆ Espessura do horizonte A

- Arênico (ar): solos com textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B textural, que ocorre entre 50 e 100 cm de profundidade.
- Espessarênico (es): solos com textura arenosa desde a superfície do solo até o início do horizonte B textural, que ocorre a mais de 100 cm de profundidade.

#### ◆ Características específicas

- Léptico (lp): solos com contato lítico (solo-rocha) entre 50 e 100 cm de profundidade.
- Saprolítico (sa): solos que apresentam horizonte C dentro de 100 cm da superfície.
- Cascalhamento (c): nível de cascalhamento quando o solo apresenta quantidade razoável de cascalho.
- Plintita (pl): presença de plintita e, portanto, representa local com problemas de encharcamento.
- Hidromórfico (hi): refere-se a classes de solo que possam apresentar características hidromórficas, mas não suficientes para serem enquadradas nos Gleissolos.
- Caráter psamítico (ps): solos com textura arenosa nas camadas superficiais, porém média-arenosa nas demais sem gradiente textural.
- Férrico (f): refere-se aos solos com teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entre 18% e 36%.

◆ **Nível de CTC:** A CTC pode influir na produtividade, sendo assim diferenciada: **cb**, nível baixo, inferior a 80 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; **cm**, nível médio, entre 80 e 100 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; e **ca**, nível alto, maior que 100 mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

### 2.1.3. Uso da legenda para identificação dos solos

A legenda utilizada para identificação dos solos para a cana-de-açúcar foi adaptada da legenda sugerida pela Embrapa (EMBRAPA, 2006). Ela consta do nome do solo acompanhado de dois dígitos, sendo que o primeiro se refere à textura e o segundo à fertilidade. Exemplos: LV 3-3 Latossolo Vermelho, textura média-argilosa, distrófico; PVA 2-3, Argissolo Vermelho-Amarelo textura argilosa, distrófico. Após este conjunto, podem vir designações que diferenciam a classe, como a seguir: PV 2-3-ab, es, Ta – trata-se de um Argissolo Vermelho, textura argilosa, distrófico, abrupto, espessarênico e com argila de alta atividade.

### 2.1.4. Solos e produtividade da cultura da cana

A relação existente entre textura do solo e características químicas relacionadas à produtividade agrícola, como a saturação por bases, foi analisada pela Copersucar (1997) em 13 usinas, durante seis safras, em 17 variedades e 47 tipos de solos (Tabela 1). Observou-se que, entre os solos argilosos, por exemplo, há um decréscimo da produtividade em função da diferença de saturação por bases do solo, ou seja, 97 t ha<sup>-1</sup>, média de quatro cortes, para os solos eutróficos, de elevada saturação por bases; 90 t ha<sup>-1</sup> para os solos distróficos; 87 t ha<sup>-1</sup> para os solos álicos e 83 t ha<sup>-1</sup> para os solos ácricos. A menor produtividade observada nos solos ácricos se

**Tabela 1.** Produtividade da cana-de-açúcar (média de quatro cortes) em função da textura do solo e do nível de saturação por bases<sup>1</sup>.

Teor de argila (%)	V%	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )
> 35%	Eutrófico	97
	Distrófico	90
	Álico	87
	Ácrico	83
25 a 35%	Eutrófico	90
	Distrófico	87
	Álico	83
15 a 25%	Eutrófico	87
	Distrófico	85
	Álico	83
< 15%	Eutrófico	75
	Distrófico	73
	Álico	71

<sup>1</sup> Observação: estudo em 13 usinas, 6 safras, com 17 variedades e 47 tipos de solos.

Fonte: COPERSUCAR (1997).

deve ao fato de que, além da baixa fertilidade, a mineralogia destes solos é predominantemente oxidada e, com isso, a quantidade de água retida é menor.

A relação entre produtividade agrícola e nível de fertilidade do solo pode ser observada na Tabela 2. Nota-se que, considerando-se somente o Latossolo Vermelho férrico (LVf) e a textura argilosa, a produtividade decresce do solo eutrófico (LVf 2-1) para o ácrico (LVf 2-5), passando pelo epieutrófico (LVf 2-2), distrófico (LVf 2-3) e álico (LVf 2-4).

**Tabela 2.** Produtividade agrícola em função do tipo de solo e da característica de fertilidade.

Solo <sup>1</sup>	TCH <sup>2</sup>		
	Máxima	Média	Mínima
NV 2-1	110	102	91
LVf 2-1	112	94	82
LVf 2-2	110	92	88
LVf 2-3	108	90	74
LVf 2-4	100	87	65
LVf 2-5	89	85	65
PV 4/3 -1	112	96	85
PV 5/3 -1	100	94	85
PV 5/3 -3	87	84	79
LV 2-2	102	88	83
LV 3-1	102	89	76
LV 4-2	94	88	80
LV 4-4	86	84	80
RQ	72	68	64

<sup>1</sup> NV = Nitossolo, LVf = Latossolo Vermelho férrico, PV = Argissolo, RQ = Neossolo Quartzarênico.

<sup>2</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

Fonte: Dados modificados de COPERSUCAR (1997).

Porém, na avaliação da produtividade da cultura, há necessidade do conhecimento adequado do tipo de solo, e não somente da textura, caso contrário corre-se o risco de se cometer falhas por ocasião da definição do ambiente de produção. Observa-se que o PV 5/3-3, de textura arenosa na superfície e média-argilosa na sub-superfície, produz tanto quanto o solo argiloso sem variação textural em profundidade (LVf 2-5). A explicação para o fato é que solos com gradiente textural tendem a reter umidade por mais tempo do que solos sem gradiente.

## 2.2. CLIMA

Com base nas informações anteriores, o Instituto Agrônomico de Campinas adicionou outros parâmetros para auxiliar na quantificação dos ambientes de produção. Entre tais parâmetros destacam-se as classes de água disponível (AD) a 100 cm de profundidade do solo; a evapotranspiração (ETP) em três regiões distintas, com 3, 5 e 7 mm dia<sup>-1</sup> (Tabela 3); as faixas de CTC e a adição do caráter meso para os solos eutróficos e álicos, criando o Sistema Ambicana para diagnóstico dos ambientes de produção. Com a divisão do caráter eutrófico e álico em mesoeutrófico e mesoálico pode haver dificuldades na separação das unidades de mapeamento.

**Tabela 3.** Classes de disponibilidade de água e volume de água disponível (litros m<sup>-3</sup>) para três níveis de evapotranspiração potencial.

AD dias/mês	Classe <sup>1</sup>	Evapotranspiração potencial		
		3 mm/dia	5 mm/dia	7 mm/dia
----- (L m <sup>-3</sup> ) -----				
> 25	ADA	> 75	> 125	> 175
20 a 25	ADA/ADM	60 a 75	100 a 125	140 a 175
15 a 20	ADM	45 a 60	75 a 100	105 a 140
10 a 15	ADB	30 a 45	50 a 75	70 a 105
5 a 10	ADMB	15 a 30	25 a 50	35 a 70
< 5	ADEXB	< 15	< 25	< 35

<sup>1</sup> AD = água disponível, ADA = água disponível alta; ADM = água disponível média; ADB = água disponível baixa; ADMB = água disponível muito baixa; ADEXB = água disponível extremamente baixa.

Fonte: PRADO et al. (2003).

Observa-se na Tabela 3 que o número de dias, por mês, com AD no solo varia de acordo com a ETP. Assim, um Latossolo férrico com 75 L m<sup>-3</sup> de água disponível em região que apresenta 3 mm dia<sup>-1</sup> de ETP, como em Piracicaba, SP, terá 25 dias com AD, enquanto o mesmo solo, em região com 7 mm dia<sup>-1</sup>, como no Brasil Central, terá de 10 a 15 dias com AD. Portanto, este solo terá AP diferenciado nas duas regiões.

## 3. CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES

Com base nas informações sobre produtividade de cana e níveis de fertilidade do solo, a Copersucar lançou, por volta de 1997, a classificação dos ambientes, designando-os por letras de A a E, com média de quatro cortes. Posteriormente, baseando-se nas informações das usinas e das diferentes regiões canavieiras, outras instituições refizeram e ampliaram a relação de ambientes, designando-os de A a G, com média de cinco cortes (Tabela 4).

A relação entre os ambientes e a produtividade média por corte, bem como a média de cinco cortes, está indicada na Tabela 5.

**Tabela 4.** Classificação dos ambientes de produção de acordo com a produtividade e potencial de produtividade da cana (média de cinco cortes).

Ambiente	TCH <sup>1</sup>	Potencial de produtividade
A1	> 100	Extremamente alto
A	95–100	Muito alto
B	90–95	Alto
C	85–90	Médio/alto
D	80–85	Médio
E	75–80	Baixo
F	70–75	Muito baixo
G	< 70	Extremamente baixo

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

Fonte: modificada de COPERSUCAR.

**Tabela 5.** Relação entre ambientes e produtividade média por corte.

Cortes	Ambiente de produção							
	A1	A	B	C	D	E	F	G
	----- TCH <sup>1</sup> -----							
1	135	135	125	115	105	102	95	85
2	110	108	100	90	88	85	82	76
3	98	92	88	82	78	76	73	70
4	87	81	80	75	72	68	66	62
5	80	75	72	68	65	52	50	48
<b>Média</b>	<b>102</b>	<b>98,2</b>	<b>93</b>	<b>86</b>	<b>82</b>	<b>76</b>	<b>73,2</b>	<b>68</b>

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

#### 4. MANEJO DO SOLO E MANEJO DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO

É preciso entender que existem diferenças entre manejo do solo e manejo do ambiente, mas que ambos se completam. Manejo do solo relaciona-se às atividades a serem realizadas visando melhorar as condições do solo para receber a cultura e estão relacionadas às suas características. Nesta etapa são utilizadas as informações geradas pelos grupos de manejo advindos do mapa de solos. À medida que os solos são recuperados a produtividade da cultura aumenta.

Manejo do AP trata da adequação da cultura em função do solo, da planta (variedades) e das condições climáticas. Assim, dependendo do AP classificado, as variedades serão manejadas nos locais adequados e serão verificadas as épocas de plantio e de colheita. Ocorre, então, um ciclo dinâmico, cujo objetivo é o de aumentar e homogeneizar a produtividade de toda a área.

#### 5. PONTOS ESTRATÉGICOS NO MANEJO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO

Uma vez obtido o mapa de solos com as informações climáticas disponíveis, é hora de classificar os ambientes. Tendo como base o mapa de ambientes, faz-se o planejamento geral da unidade levando-se em consideração, entre outras, as características dos ambientes e das variedades, os blocos de colheita, a distância média das frentes de corte e a quantidade de cana a ser cortada por dia.

Para que se obtenha o máximo de retorno em produtividade e longevidade do canavial há necessidade de se conhecer as relações existentes entre época de plantio, evapotranspiração (ET) e

ambientes de produção. A Tabela 6 resume a produtividade da cana de ano e meio obtida em diversas regiões do Estado de São Paulo, com ETs distintas. O plantio foi iniciado em dezembro de 2001 e seguiu até abril de 2002, porém, com corte sempre em junho de 2003. Nota-se que as canas plantadas em dezembro e janeiro tiveram maior tempo de crescimento, no caso 16 e 17 meses, do que as canas plantadas em março e abril, ou seja, 14 e 15 meses. Apesar deste fato, nota-se que à medida que aumenta a ET, no caso da Região Oeste 1, com 5 a 7 mm dia<sup>-1</sup>, a produtividade da cana tende a aumentar em função da época de plantio, de dezembro a abril. Além disso, quando se compara uma mesma ET, no caso da região Oeste de São Paulo, nota-se que os Argissolos produzem mais cana do que os Latossolos de textura média, pois aqueles retêm água disponível por mais tempo.

**Tabela 6.** Produtividade de cana de ano e meio em função da evapotranspiração em regiões<sup>1</sup> distintas de São Paulo. Plantio de dezembro de 2001 a abril de 2002 e corte em junho de 2003.

Período de plantio	Região Central ET <sup>2</sup> = 3 a 5 mm dia <sup>-1</sup>	Região Oeste 1 5 a 7 mm dia <sup>-1</sup>	Região Oeste 2 5 a 7 mm dia <sup>-1</sup>
	----- TCH <sup>3</sup> -----		
Dezembro	98	89	nd <sup>4</sup>
Janeiro	107	94	85
Fevereiro	116	98	90
Março	125	115	102
Abril	117	121	112

<sup>1</sup> Região Oeste 1: Argissolos, região Oeste 2: Latossolo Vermelho-Amarelo textura média-arenosa.

<sup>2</sup> ET = Evapotranspiração real.

<sup>3</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

<sup>4</sup> nd = não determinado.

As variações na produtividade, menores no período de janeiro-fevereiro para as regiões de elevada ET, se devem à influência das condições climáticas na taxa de crescimento da cultura. Observa-se na Tabela 7 que a cultura plantada em janeiro apresenta maior número de perfilhos por metro até o mês de maio, quando comparada àquela plantada em março. A partir deste período o plantio tardio tende a apresentar maior número de perfilhos e também maior produção de massa verde por hectare.

**Tabela 7.** Época de plantio como alternativa para atenuar o déficit hídrico. Número de perfilhos por metro e produção de massa verde por hectare.

Plantio	Jan	Mar	Maio	Jul	Set	Nov	Jan
	----- Perfilhos m <sup>-1</sup> -----						
Janeiro	4,2	7,8	15	13	12	9	8
Março	0	2,9	12	21	24	18	13
	----- MV (t ha <sup>-1</sup> ) -----						
Janeiro	0,9	3,2	4,3	6,1	11,5	45,4	67
Março	0	2,1	5,2	12,3	28,1	76	105

<sup>1</sup> MV = massa verde.

Fonte: MAIA e BAUCLAIR (1984).

Tal fato vem indicar qual a melhor alternativa para o manejo do ambiente de produção em relação à época de plantio (Tabela 8). Observa-se que os melhores ambientes, no caso A e B, permitem o plantio de dezembro a abril, enquanto os ambientes mais desfavoráveis permitem somente o plantio no final do ciclo, em março e abril. A explicação está na maior quantidade de água disponível e na

**Tabela 8.** Produtividade de cana em função dos ambientes de produção, da variedade e da época de plantio. Corte em junho de 2005. Usina Santa Cruz, SP.

Ambiente	Variedade	Época de plantio		
		Dez/03	Jan/04	Mar/04
----- TCH <sup>1</sup> -----				
A	SP 91 1049	146	141	134
B	SP 91 1049	106	103	121
E	RB 86 7515	98	101	115

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

melhor fertilidade dos solos dos ambientes A e B. Decorre daí, portanto, uma máxima em relação ao planejamento de plantio de cana de ano e meio em função dos ambientes de produção e das características climáticas, a saber: ambientes desfavoráveis devem ser plantados no final do ciclo, em março e abril, enquanto ambientes favoráveis podem ser plantados em todo o ciclo, de janeiro a abril.

Por outro lado, a época de corte também influencia a produtividade nas canas plantadas de ano e meio, dependendo da ET. A Tabela 9, obtida de resultados de plantio de cana de ano e meio em 2004, cortada em diversos períodos em 2005, em área da Usina Quatá, SP, nos solos PV4-3 (ambiente C) e Neossolo Quartzarênico (ambiente F) ilustra este fato. Observa-se nos Argissolos que, à medida que aumenta a ET, de maio a outubro, há redução da produtividade quando se corta a cana nos meses maio, agosto e outubro. Neste caso, a queda foi de 20 t ha<sup>-1</sup>. No caso dos Neossolos, a queda é ainda maior. As alternativas para atenuar a queda da produtividade nos meses de setembro a novembro seriam a irrigação semiplena em cana adulta, como indicado, ou o manejo da cana em solo com melhor reserva de água.

**Tabela 9.** Produtividade da cana de ano e meio em relação a solo, variedade e época de corte nos meses de maio, agosto e outubro. Safra 2005, Usina Quatá, SP.

Solo <sup>1</sup>	Variedade	Mês de corte	TCH <sup>2</sup>	Irrigação
PV4-3	RB 72 454	Maio	98	Não
PV4-3	RB 72 454	Agosto	92	Não
PV4-3	RB 72 454	Outubro	78	Não
RQ	RB 72 454	Agosto	76	Não
RQ	RB 86 7515	Agosto	112	Sim

<sup>1</sup> PV = Argissolo Vermelho, RQ = Neossolo Quartzarênico.

<sup>2</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

## 6. PRODUTIVIDADE DE CANA DE ANO EM FUNÇÃO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO E DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO

A Tabela 10 resume resultados de produtividade de 8 usinas localizadas no Estado de São Paulo que fizeram plantio de cana de ano, de outubro a dezembro de 2007, com colheita em 2008. Nota-se que, independentemente do déficit hídrico, a maior produtividade sempre está nas áreas de ambientes favoráveis. À medida que a ET aumenta, ou seja, aumenta o déficit hídrico, há redução da produtividade, inclusive nos ambientes favoráveis. Sendo assim, é questionável o plantio de cana de ano em regiões de elevado déficit hídrico, a não ser que haja necessidade de multiplicação de novas variedades ou plantio de meiose.

**Tabela 10.** Produtividade agrícola de cana de ano em função dos ambientes de produção e da evapotranspiração. Média de 8 usinas do Estado de São Paulo. Safra 2008.

ET	Ambiente A, B	Ambiente D, E
----- TCH <sup>1</sup> -----		
3 mm	130	85
3 mm	97	87
3 mm	102	82
5 mm	102	74
5 mm	93	81
5 mm	87	78
7 mm	89	82
7 mm	83	75

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

## 7. PRODUTIVIDADE DE CANA PLANTADA NO PERÍODO MAIO A NOVEMBRO COM CORTE EM 12 MESES

A Tabela 11 apresenta a produtividade da cana plantada no período de maio a novembro e cortada com 12 meses, em diversas regiões do Estado de São Paulo, com variações no déficit hídrico, na safra 2002/2003. Nota-se que, independentemente da região, a média de produtividade tende a cair no final do ciclo, que corresponde ao período de setembro a dezembro. A média de produtividade de maio a agosto foi de 107 a 104 t ha<sup>-1</sup>, enquanto a média de setembro a dezembro esteve na faixa de 82 a 63 t ha<sup>-1</sup>. De qualquer forma, a região Oeste 1, com predominância de Argissolos, tende a apresentar maior produção de cana do que os solos sem gradiente textural, como os da região Oeste 2, no caso, Latossolos de textura média-arenosa.

**Tabela 11.** Produtividade agrícola de cana plantada de maio a novembro em diversas regiões do Estado de São Paulo. Plantio em 2002 e corte com 12 meses, em 2003.

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

<sup>1</sup> Região Oeste 1, solos Argissolos; Região Oeste 2, solos Latossolos.

<sup>2</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

<sup>3</sup> nd = não determinado.

Em relação às opções de manejo de plantio no período maio a novembro, deve-se analisar, primeiro, os ambientes de produção. A Tabela 12 resume a produtividade da cana em área comercial da Usina da Barra em função da época de corte e da categoria de corte, em quatro ambientes de produção.

Nota-se que, independentemente do AP e da categoria de corte, a queda de produtividade ocorre de maio a novembro. Por outro lado, é necessário enfatizar que os melhores ambientes apre-

**Tabela 12.** Produtividade da cana por ambiente, por corte e por época de corte. Área de fornecedores da Usina da Barra. Safra 2007-2008.

Ambiente de produção	Safra								
	Maio a junho			Julho a agosto			Setembro a novembro		
	2º corte	3º corte	4º corte	2º corte	3º corte	4º corte	2º corte	3º corte	4º corte
----- TCH <sup>1</sup> -----									
A	98	86	86	105	95	84	98	90	92
B	96	83	84	96	96	80	93	73	82
D	89	86	77	92	96	73	81	80	70
E	92	74	72	90	72	70	80	69	63

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

sentam queda menos acentuada na produtividade do que os ambientes menos favorecidos. Assim, um segundo corte em ambiente A ou B apresenta produções praticamente semelhantes quando realizados em junho e setembro enquanto no ambiente E a queda é acentuada, ou seja, foi de 92 t ha<sup>-1</sup> em maio para 80 t ha<sup>-1</sup> em setembro. Em razão destes resultados, a melhor alternativa de manejo dos ambientes de produção em relação ao plantio de maio a novembro, para corte em 12 meses, seria iniciar o plantio em ambientes desfavoráveis, como E e D, e terminar o plantio em ambientes favoráveis, como A e B, uma vez que no período de maio a agosto há menor evapotranspiração.

## 8. MANEJO DAS SOQUEIRAS EM FUNÇÃO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO E DA ÉPOCA DE COLHEITA

De maneira geral, a produtividade das soqueiras tende a decrescer de maio a novembro, independentemente da categoria de corte, como mostram os resultados da Tabela 13, obtidos na safra 2006/07. Foram analisadas 134 usinas na região Centro-Sul, 82 em São Paulo, 7 na região de Jaú e 1 na Usina da Barra. Nota-se que em maio, na região Centro-Sul, a média de produtividade era de 91 t ha<sup>-1</sup>, caindo para 76 t ha<sup>-1</sup> em novembro; em São Paulo era de 95 t ha<sup>-1</sup> e caiu para 78 t ha<sup>-1</sup>, enquanto na Usina da Barra era de 89 t ha<sup>-1</sup> e caiu para 71 t ha<sup>-1</sup>.

Na região nordestina, as produtividades por corte são baixas (Tabela 14), porém, a queda de produção das soqueiras ocorre de setembro (início da safra) a fevereiro-março (final de safra) (Tabela 15), de maneira semelhante à queda que ocorre em São Paulo. Estas quedas se devem à maior demanda de água para produzir a mesma quantidade de cana no período de maio a outubro

**Tabela 13.** Produtividade agrícola de cana-soca em função da época de corte. Safra 2006/2007.

Região <sup>1</sup>	Usinas	Safra								
		Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
----- TCH <sup>1</sup> -----										
Centro-Sul	134	91	88	85	81	79	77	76	75	
São 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	

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

(Tabela 16). Observa-se que em maio a produtividade agrícola foi de 101 t ha<sup>-1</sup> no Latossolo Vermelho férrico (LVf), demandando 14,2 mm t<sup>-1</sup> de água, enquanto em outubro a produtividade foi de 82 t ha<sup>-1</sup>, demandando 17,4 mm. O mesmo ocorre para os demais solos, porém, à medida que a textura dos solos se torna mais arenosa, a produtividade diminui e a quantidade de água aumenta. No caso do Neossolo Quartzarênico (RQ), nota-se que em maio a produtividade foi de 87 t ha<sup>-1</sup>, com 15,9 mm t<sup>-1</sup> de água, e em outubro decresceu para 72 t ha<sup>-1</sup>, com 18,7 mm t<sup>-1</sup>.

Trabalhos realizados por Landell e Vasconcelos (2004) na região de Orlândia, com ET na faixa de 5 mm dia<sup>-1</sup>, indicaram queda na produtividade da cana no período de maio a outubro, independentemente da safra e do número de cortes (Tabela 17). Neste trabalho, a queda de produtividade de maio a outubro, no ano agrícola 1999/00, foi cerca de 20% ao mês, queda esta que, dependendo do ano agrícola, pode chegar a até 47%, como ocorreu no ano agrícola seguinte.

**Tabela 14.** Produtividade agrícola por estágio, até 31 de março. Usinas de Alagoas.

Usina	1º corte - inverno	1º corte - verão	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte	Média
----- TCH <sup>1</sup> -----							
Capricho	80		64	59	54	44	65
Paisa	84	89	65	50	43	35	60
Porto Rico	85	103	76	70	69	63	71
Santa Clotilde	68	88	69	71	67	52	69
Seresta	83	92	76	69	67	64	69
Sinimbu	78	88	80	73	72	62	74
Sumauma		94	80	84	70	70	78
Triunfo	81	92	79	68	73	61	73
<b>Média</b>	<b>84</b>	<b>90</b>	<b>75</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>59</b>	<b>70</b>

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

**Tabela 15.** Produtividade de cana por mês, safra 2004/2005, da Usina Triunfo.

Corte	Produtividade						
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Geral
	----- TCH <sup>1</sup> -----						
1º	96	82	79	90	87	78	85
2º	65	69	59	52	46	41	55
3º	55	56	54	49	49	49	51
4º	66	56	49	51	45	35	48
5º	64	51	55	46	38	37	47
6º	68	70	53	54	53	44	53
<b>Geral</b>	<b>68</b>	<b>60</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>53</b>	<b>41</b>	<b>55</b>

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

**Tabela 16.** Quantidade de água necessária para a produção de 1,0 t de colmo em cana de segundo corte, na variedade SP 81-3250, safra 2002, Usina da Barra.

Solo <sup>1</sup>	Maio (PC 12,8) <sup>2</sup>		Agosto (PC 14,8)		Outubro (PC 15,6)	
	TCH <sup>2</sup>	mm t <sup>-1</sup>	TCH	mm t <sup>-1</sup>	TCH	mm t <sup>-1</sup>
LVf	101	14,2	92	15,6	82	17,4
LVm	90	15,4	86	16,3	78	18,0
RQ	87	15,9	82	17,0	72	18,7

<sup>1</sup> LVf = Latossolo Vermelho férrico, LVm = Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média; RQ = Neossolo Quartzarênico.

<sup>2</sup> PC = pol da cana (%).

<sup>3</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

**Tabela 17.** Produtividade agrícola em função dos cortes de cana em três safras seguidas, 1999 a 2001, na região de Orlândia, SP.

Época de corte	Número de cortes		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
	Safras		
	1999/00	2000/01	2001/02
	----- TCHM <sup>1</sup> -----		
Maio	8,7	8,3	8,5
Agosto	7,3	8,1	6,9
Outubro	6,9	6,6	4,5

<sup>1</sup> TCHM = tonelada de cana por hectare por mês.

Fonte: LANDELL e VASCONCELOS (2004).

Esta queda também está relacionada aos ambientes de produção, como indicado na Tabela 18. Observa-se que a produtividade das canas-socas de outono, inverno e primavera decresce dos melhores solos para os de menor fertilidade, no caso os de caráter álico e ácrico, em um mesmo período.

Por outro lado, também há redução da produtividade para todos os solos no sentido do outono para primavera. Nota-se, assim, que a queda da produtividade do solo ácrico no sentido outono-primavera é de 26%, enquanto nos solos do ambiente A a queda é bem menor, de 8%.

Neste caso, há necessidade de atenuar a queda de produtividade no período final de safra, porém sem irrigação. Para tanto, é preciso verificar a relação ambiente-produtividade em função da

**Tabela 18.** Produtividade em soqueira de terceiro corte de acordo com a época de corte em análise de 66.661 parcelas.

Fertilidade	Ambiente	Outono	Inverno	Primavera
		----- TCH <sup>1</sup> -----		
Eutrófico	A	85	84	78
Mesotrófico	B	86	84	72
Distrófico	C	82	80	69
Álico	D	78	77	66
Ácrico	E	75	63	55
<b>Média</b>		<b>81,5</b>	<b>77,8</b>	<b>68,3</b>

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

Fonte: modificada de PRADO (2008).

época de corte. Para isso, os dados da Tabela 19 (LANDELL e VASCONCELOS, 2004) resumem os caminhos a serem seguidos. Nesta tabela, o solo LV ácrico corresponde ao ambiente D, enquanto o LV eutrófico ao ambiente A. Levando-se em consideração a tonelage de açúcar total recuperável (ATR) por hectare para o período de maio, agosto e outubro, o solo do ambiente A produz sempre mais, o que é esperado. Entretanto, a questão que fica pendente é: – O que deve ser feito para reduzir a queda de produtividade no período final da safra? Neste caso, e ao se fazer a simulação, trocando-se a posição dos solos, com o solo eutrófico terminando a safra em relação ao ácrico iniciando a safra, há um ganho de 43% na produtividade no período de outubro com esta simples troca. Este resultado sugere que o início da safra deve ser em solos de ambientes desfavoráveis. Em relação aos solos de ambientes favoráveis, eles podem ser manejados para colheita em todo o período de safra, porém, há obrigatoriedade de se terminar a safra com eles.

**Tabela 19.** Época de corte em função da fertilidade do solo.

Época de corte	Solo		Ganho (%)
	LV ácrico	LV eutrófico	Eutrófico/ácrico
	----- ATR <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> ) -----		
Maio	12	16	33
Agosto	14	18	26
Outubro	12	18	43

<sup>1</sup> ATR = açúcar total recuperável.

Fonte: LANDELL e VASCONCELOS (2004).

Estudos de simulação de safra com base na premissa anteriormente listada foram feitos na usina São João, na safra 2004/2005 (Tabela 20). Neste caso, a produtividade das áreas comerciais, no período de maio a novembro, em 6.554 hectares, no ambiente D, foi de 88,5 t ha<sup>-1</sup>, enquanto a produtividade neste mesmo ambiente, de setembro a novembro, em área de 2.543 ha, foi de 76,6 t ha<sup>-1</sup>, redução esta esperada. Por outro lado, foi feita uma simulação de tal maneira que toda a área destes ambientes fosse cortada de maio a agosto. Assim, a produtividade passaria a 95,8 t ha<sup>-1</sup>, ou seja, um ganho de 25% a mais sem gasto adicional de fertilizante e herbicida.

Esta mesma simulação foi feita no Setor C da Usina Triunfo, em Alagoas, na safra 2004/05 (Tabela 21). A região C desta Usina é considerada como a mais seca e sem possibilidade de irrigação de salvação ou irrigação semi-plena em relação às outras. Portanto, a queda da produtividade durante a safra é acentuada de setembro a



**Tabela 20.** Simulação de safra feita na Usina São João, safra 2004/2005, onde os solos de ambientes D tiveram a safra no período de maio a novembro reduzida para maio a agosto.

Período de corte	Área	TCH <sup>1</sup>	Produção
	(ha)		(t)
Maio a novembro	6.554	88,5	580.116
Setembro a novembro	2.543	76,6	194.817
Maio a agosto	3.993	95,8	382.378
Simulação de corte até agosto			243.619

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

**Tabela 21.** Produtividade agrícola da cana na safra 2004/05. Usina Triunfo, Alagoas.

Setor	Período de safra						Média
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	
	----- TCH <sup>1</sup> -----						
A	57	68	60	58	67	43	60
B	75	72	63	70	62	47	62
C	73	60	61	47	41	35	48

#### Setor C - Simulação de antecipação de corte

Mês	TCH	Área (ha)	Produção (t x 10 <sup>3</sup> )	TCH	Área (ha)	Produção (t x 10 <sup>3</sup> )
Set	73	2.000	146	73	3.500	255
Out	60	2.000	120	60	3.200	192
Nov	61	2.000	122	61	3.000	183
Dez	47	2.000	94	47	2.300	108
Jan	41	2.000	82			
Fev	35	2.000	70			
		12.000	634		12.000	738
<b>Média</b>			<b>52</b>			<b>61</b>

<sup>1</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

fevereiro, mas principalmente nos meses finais de safra. Sendo assim, a simulação indicou que, ao invés de estender a safra até fevereiro, o melhor seria que esta terminasse em dezembro. Com isso, houve um aumento de 9,0 t ha<sup>-1</sup> na produtividade.

Outra opção de manejo, visando atenuar a queda de produtividade no período de setembro a novembro, é a irrigação semi-plena. Os resultados da Tabela 22, obtidos na Usina Quatá, SP, resumem este manejo. Observa-se que, neste caso, com uma mesma variedade, a SP 81 3250, em terceiro corte, em dois tipos de solo, Argissolo Vermelho (PV) e Neossolo Quartzarênico (RQ), a queda de produtividade ocorre na direção de junho a novembro e é sempre maior no solo de ambiente mais desfavorável. Por outro lado, a cana irrigada e cortada no mês de outubro, no solo RQ, produziu tanto quanto aquela cortada em junho.

## 9. AMBIENTES DE PRODUÇÃO E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA

Uma vez conhecida a maneira como os ambientes de produção se alteram em relação aos déficits hídricos para as diversas regiões do Centro-Sul, há necessidade da elaboração de um adequado planejamento das áreas, levando-se em consideração tais fatores. O planejamento se inicia com uma planilha constando os

**Tabela 22.** Produtividade agrícola em função do solo, da variedade, do mês de corte e da presença ou não de irrigação semi-plena. Usina Quatá, SP, safra 2004.

Solo <sup>1</sup>	Estágio	Variedade	Mês corte	TCH <sup>2</sup>	Irrigação
PV 4-2	Soca 3	SP 81 3250	Junho	78	Não
RQ 1-2	Soca 3	SP 81 3250	Junho	70	Não
PV 4-2	Soca 3	SP 81 3250	Agosto	65	Não
RQ 1-2	Soca 3	SP 81 3250	Agosto	61	Não
RQ 1-2	Soca 3	SP 81 3250	Outubro	57	Não
RQ 1-2	Soca 3	SP 81 3250	Outubro	72	Sim
PV 4-2	Soca 3	SP 81 3250	Novembro	76	Não
PV 4-2	Soca 3	RB 72 454	Novembro	72	Não
PV 4-2	Soca 3	RB 72 454	Novembro	79	Não

<sup>1</sup> PV = Argissolo Vermelho, RQ = Neossolo Quartzarênico.

<sup>2</sup> TCH = tonelada de cana por hectare.

tipos de ambiente, a área correspondente e a alocação das variedades (precoce, médias e tardias). No planejamento feito na Usina Bonfim, SP, em 2004 (Tabela 23), observa-se que grande parte da área plantada com as variedades precoce e média estão concentradas nos ambientes desfavoráveis, havendo pouca área alocada com variedade tardia nestes ambientes. O contrário se observa nas áreas de ambientes mais favoráveis, A e B, onde há maior participação das variedades tardias.

**Tabela 23.** Planejamento agrícola considerando a alocação de variedades em função dos ambientes de produção.

Ambiente	Área de manejo			Total	%
	Variedade				
	Precoce	Média	Tardia		
	----- (ha) -----				
A	1.583	1.682	523	3.789	11,0
B	3.971	3.034	4.420	11.425	33,3
C	4.131	2.905	2.238	9.274	27,1
D	3.303	2.343	95	5.742	16,8
E	2.229	1.465	60	3.754	11,0
F	251	28	0	279	0,8
<b>Total</b>	<b>15.468</b>	<b>11.455</b>	<b>7.336</b>	<b>34.263</b>	<b>100</b>

Posteriormente, através deste planejamento, é possível elaborar um mapa de alocação dos blocos de colheita levando-se em consideração os princípios aqui desenvolvidos. Um fato que deve ser considerado é o que se refere às variedades pouco exigentes em fertilidade, como a SP 83 2847 e a RB 85 7515. Em um planejamento como o aqui preconizado, tais variedades não se ajustam para o término de safra nos ambientes desfavoráveis. Assim, elas podem ser manejadas como variedades médias, como a RB 86 7515, ou até como precoces.

Um dos questionamentos mais frequentes em relação a este sistema se refere à necessidade do uso de variedades precoces em solos de baixa fertilidade. Tal fato constitui uma dificuldade a ser vencida, a despeito dos esforços dos órgãos de pesquisa na busca por variedades precoces para tais ambientes, principalmente nos tempos atuais, quando a maioria das usinas tende a iniciar a safra nos primeiros 10 dias de abril. Por outro lado, esta situação tende a

se agravar ainda mais à medida que as condições climáticas ficam mais limitantes. Em situação como esta, nem a RB 85 5156, tida como pouco exigente, consegue sobreviver.

Porém, há alternativas para atenuar tal inconveniente, entre elas o uso de cana bisada (que fica no campo de uma safra para a outra) de categoria média, como RB 86 7515, SP 81 3250 e RB 84 5210, com maturadores. A Tabela 24, com resultados da safra 2008 da Usina Central Moreno, em SP, mostra como o uso de variedades médias, porém com maturadores, tem permitido o início de safra no período de abril e maio em Latossolo de textura média-arenosa e Areia Quartzosa. Em relação à RB 85 5156, ela tem sido plantada nestes tipos de ambientes em regiões de menor déficit hídrico, porém, também em solos rasos e argissolos, de baixa fertilidade e erodidos.

**Tabela 24.** Características de produção das variedades utilizadas para o início de safra na Usina Central Moreno, em SP. Safra 2008.

Variedade	Abril			Maio		
	t ha <sup>-1</sup>	PCC	TPH	t ha <sup>-1</sup>	PCC	TPH
RB 85 5156	83	11,21	9,35	98	11,7	11,4
RB 86 7515	91	11,07	10,07	98	12,1	11,7
SP 81 3250	89	10,61	9,5	87	11,8	10,3

<sup>1</sup> PCC = percentagem de pol no caldo da cana, TPH = tonelada de pol por hectare.

Observa-se que as duas variedades médias, RB 86 7515 e SP 81 3250, apresentam PCC semelhante à da RB 85 5156 para o início de safra. Nesta usina, a SP 81 3250 perfaz 33% das canas cortadas em abril e maio nos solos arenosos.

## 10. USO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE PRODUTIVIDADE

Uma das vantagens do uso do AP para obter aumento de produtividade se refere à possibilidade de se fazer o diagnóstico da produtividade em cada situação. Muitas vezes, áreas mapeadas como ambiente favorável, como o ambiente B, por exemplo, com potencial de produtividade na faixa de 90 a 95 t ha<sup>-1</sup>, estão produzindo abaixo deste parâmetro. Neste caso, cabe à área técnica proceder o diagnóstico dos fatores que estão agindo em tais áreas. Uma vez diagnosticados e corrigidos tais fatores através de práticas agrônomicas, estas áreas passam a produzir dentro da faixa indicada. Por outro lado, há necessidade também de desenvolver tecnologia para que as áreas que apresentam baixas produtividades em ambientes desfavoráveis, como, por exemplo, no ambiente D, passem a produzir semelhantemente às áreas com ambientes do tipo C.

A Tabela 25 resume resultados de soqueira de cana na safra 2007/2008 da Usina Santa Cruz, em SP, a qual utiliza o AP como ferramenta para aumentar a produtividade da cultura. Nesta tabela, a faixa “Normal” indica o percentual de área que apresenta produtividade dentro dos limites dos ambientes, enquanto a faixa “Abaixo” indica o percentual de área com produtividade aquém do esperado para aquele ambiente. Observa-se que há dois ambientes com problemas de produtividade, o B, com 43% abaixo da produtividade esperada, e o D, com 37%. Surpreende, neste caso, os 43% de áreas mapeadas como B e que estão com produtividade abaixo da faixa determinada para o ambiente. Feito o diagnóstico para este caso, descobriu-se que o fator de maior peso para esta queda de produtividade foi o corte mecanizado da RB 86 7515 em solo argiloso.

**Tabela 25.** Percentagem de áreas com produtividade normal e com produtividade abaixo do normal de acordo com os ambientes de produção. Usina Santa Cruz, SP, safra 2007/2008.

Faixa	Ambientes de produção						
	A	B	C	D	E	F	G
	----- (%) -----						
Normal	78	57	82	63	84	76	89
Abaixo	22	43	18	37	16	24	11

## 11. EXCEÇÕES AO USO DOS PARÂMETROS NO MANEJO DOS AMBIENTES

De maneira geral, os parâmetros aqui discutidos se aplicam adequadamente à região Centro-Sul. Entretanto, há determinadas situações nas quais o manejo do AP deve ser um pouco alterado.

No caso de regiões onde a frequência de geadas é grande, como no Noroeste do Paraná e no Sul de Mato Grosso, o planejamento tende a priorizar o local de maior frequência das geadas, independentemente do tipo de ambiente encontrado. Se as encostas e vales de rios são as áreas mais afetadas pela geada, variedades precoces devem ser alocadas para estes locais, mesmo que o mapa de ambiente indique o uso de variedades tardias.

No caso de regiões onde o déficit hídrico é muito acentuado e não há auxílio de irrigação suplementar, como na região Nordeste ou mesmo no Brasil Central, a área deve ser cortada no início ou no meio da safra, independentemente do tipo de solo, mas não deve ser utilizada variedade tardia.

## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na lavoura canavieira, como nas demais, o macro planejamento estratégico é uma das melhores opções para o aumento da produtividade, na busca de uma melhor relação custo/benefício para a cultura. Como tem sido feito nas usinas mais antigas e na instalação dos novos projetos canavieiros, nas mais diversas regiões do Brasil, a observação da relação solo-clima é de fundamental importância no êxito do empreendimento. Caso contrário, entra-se em uma aventura, como ocorrido em diversos projetos de instalação de usinas e destilarias no início do ProAlcool, na década de 80.

## REFERÊNCIAS

- COPERSUCAR. Potencial de produção de cana de açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1997.
- PRADO, H. Solos e ambientes de produção de cana de açúcar. *IDEA News*, Ano 8, 2008.
- PRADO, H.; LANDELL, M.G. A.; ROSSETO, R. A importância do conhecimento pedológico nos ambientes de produção de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá-MT, *Anais...* Cuiabá, SBCS: 2002. CD-ROM.
- PRADO, H.; van LIER, Q. J.; LANDELL, M. G. A.; VASCONCELOS, A. C. M. Classes de disponibilidade de água para a cana-de-açúcar nos principais solos da região Centro-Sul do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. *Anais...* 1 CD ROM
- LANDELL, M. G. A.; PRADO, H.; VASCONCELOS, A. C. M. et al. Oxisol subsurface chemicals related to sugarcane productivity. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 4, 2004.
- MAIA, N. B. ; BEAUCLAIR, E. G. F. Utilização da metodologia do sistema COPI na determinação dos fatores limitantes da produtividade. In: Seminário de Tecnologia Agrônômica, 2., Piracicaba. *Anais...* São Paulo: Copersucar, 1984. v. 1. p. 151-161.

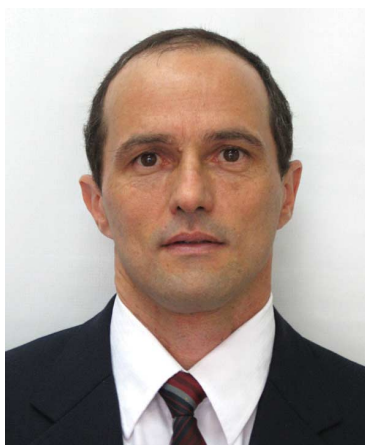


## IPNI EM DESTAQUE

### DR. VALTER CASARIN JUNTA-SE AO IPNI BRASIL

É com satisfação que comunicamos que o IPNI Brasil conta, desde o dia 15 de Agosto último, com um diretor adjunto.

Dr. Valter Casarin acertou o seu ingresso recentemente na família IPN e ficará responsável por parte do programa no Brasil, concentrando as suas atividades em parte da região Centro-Oeste e ainda nas regiões Norte e Nordeste.



Dr. Casarin graduou-se em agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, em 1986. Em 1994, graduou-se como Engenheiro Florestal e concluiu o mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, ambos pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. Recebeu o título de Doutor em Ciência do Solo na Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, na França, em 1999. Sua tese relatou as ações químicas dos fungos ectomicorrízicos na rizosfera e suas consequências sobre a biodisponibilidade do fósforo.

Em sua vida profissional, Dr. Valter Casarin trabalhou como consultor na área agrícola e florestal, coordenando o desenvolvimento de pesquisas e de novos produtos para empresas do setor de fertilizantes. Também trabalhou em ensino e pesquisa em importantes universidades do Estado de São Paulo. Esteve envolvido em vários grupos de trabalho, colaborando em grande número de seminários, simpósios, conferências e congressos relacionados a nutrientes e culturas. Possui diversos trabalhos em revistas e jornais científicos e capítulos em três livros.

Ao Dr. Casarin, as nossas boas-vindas, com votos de muito sucesso!

### CONCURSO FOTOGRAFICO DO IPNI SOBRE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS EM CULTURAS – EDIÇÃO 2009

O concurso fotográfico do IPNI, edição 2009, sobre deficiências nutricionais em culturas, possui quatro categorias: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K) e Outros. O prêmio monetário para o primeiro lugar é de US\$ 150, para o segundo lugar, US\$ 75, e o prêmio maior, de US\$ 200, será oferecido à melhor combinação de qualidade fotográfica e evidência da deficiência. As fotos podem ser submetidas até 15 de Dezembro de 2009 e os ganhadores serão anunciados em Janeiro de 2010. Mais informações podem ser obtidas no site [www.ipni.net/photocontest](http://www.ipni.net/photocontest).

### IPNI NO CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

O IPNI Brasil marcou presença no 32º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, ocorrido em Fortaleza, CE, em agosto último, com estande, palestra e entrega do Prêmio IPNI Brasil.

Com a palestra “Os mais recentes avanços na produção de fertilizantes agrícolas contendo macronutrientes”, Dr. Luís I. Prochnow, diretor do IPNI Brasil, em parceria com Dr. Heitor Cantarella, pesquisador do Instituto Agronômico de Campinas, abordou os mais atuais avanços na produção e uso de fertilizantes contendo N, P e S. A apresentação foi um resumo do artigo de revisão recentemente publicado na revista *Advances in Agronomy* (v. 120, p. 267-322, 2009) intitulado “Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts”.

A entrega da primeira versão do Prêmio IPNI Brasil em Nutrição de Plantas, nas categorias Jovem Pesquisador e Pesquisador Sênior, ocorreu durante o jantar de confraternização do evento. Tancredo Augusto Feitosa de Souza, estudante da Universidade Federal da Paraíba, escolhido por comissão indicada pelos organizadores do Congresso, foi agraciado com o prêmio Jovem Pesquisador com o trabalho “Nitrogênio e boro na produção e teor de óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.)” (resumo na página 20 deste jornal). O Prêmio Pesquisador Sênior foi concedido ao Dr. Segundo Sacramento Urquiaga Caballero. Dr. Segundo concluiu o doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz em 1982. Atualmente, é Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Agrobiologia, Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Consultor/Assessor técnico-científico da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e Consultor *ad hoc* do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. A comissão para a escolha do pesquisador Sênior foi composta pelos seguintes pesquisadores: Alfredo S. Lopes (UFLA), Reynaldo B. Cantarutti (UFV), Djalma M. G. de Sousa (EMBRAPA), Lindbergue Crisóstomo (EMBRAPA) e Boanerges de Aquino (UFC).

Aos agraciados com o Prêmio IPNI Brasil, os nossos parabéns!



Dr. Segundo Urquiaga Caballero (à esquerda) ao receber o prêmio das mãos do Dr. Prochnow.

## 1. NITROGÊNIO E BORO NA PRODUÇÃO E TEOR DE ÓLEO DA MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)

SOUZA, T. A. F. de; RAPOSO, R. W. C.; OLIVEIRA, J. T. de L.; DIAS, J. A. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2009, Fortaleza. *Anais...* SBCS, 2009. CD ROM.

Os solos brasileiros geralmente possuem limitações quanto à fertilidade; nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar como a mamoneira se comporta em relação às doses de N e de B. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no DSER/CCA/Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, de Dezembro de 2007 a Abril de 2008. Foram utilizadas sementes de mamoneira cv. BRS – Energia. As doses de boro, na forma de ácido bórico, nas quantidades de 0; 2; 4 e 6 mg dm<sup>-3</sup> foram aplicadas 45 dias antes da semeadura. As doses de nitrogênio, na forma de NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, foram de: 0; 50; 100 e 200 mg dm<sup>-3</sup>, parceladas em duas aplicações iguais, aos 7 e aos 30 dias após a emergência. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Foram avaliados o número de frutos, o comprimento do cacho, a produção e o teor de óleo da mamoneira.

Observou-se que o efeito da interação N x B foi significativa em relação ao teor de óleo, obtendo valores máximos referentes a 55%. Contudo, a interação N x B não apresentou efeito significativo sobre o número de frutos, o comprimento do cacho e a produção, sendo o boro indispensável para a fase reprodutiva da cultura, notadamente no aumento do número de frutos e do comprimento do cacho e, em conjunto com o nitrogênio, promoveu produtividade com valor máximo de 2.210 kg ha<sup>-1</sup>.

## 2. INIBIDORES DE UREASE E DE NITRIFICAÇÃO NA EFICIÊNCIA DE USO DE ADUBOS NITROGENADOS

BARTH, G. Tese (Doutorado). ESALQ, Piracicaba, 2009. 78 p.

O nitrogênio é o nutriente mais utilizado mundialmente na agricultura por promover grandes aumentos de produtividade e qualidade, porém, durante seu uso, pode haver perdas de N por lixiviação e volatilização. O uso de inibidores de urease e de nitrificação podem aumentar a eficiência de uso dos adubos nitrogenados. Objetivou-se: a) estudar doses e fontes de nitrogênio na produção de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) colhida sem despalha a fogo e avaliar a resposta desta cultura à aplicação do N na superfície do solo; b) avaliar a eficiência do uso de dicianodiamida (DCD) em solos de diferentes texturas, com e sem a presença de palha, em estudo de incubação com sulfato de amônio; c) avaliar a eficiência de DCD e DMPP (fosfato de 3,4-dimetilpirazol) em solos do Brasil e da Alemanha em estudo de incubação e d) avaliar a eficiência de DCD e de NBPT [tiofosfato de N-(n-butyl) triamida] na volatilização de amônia e na taxa de nitrificação de uréia.

Houve aumento de produção de colmos de cana-de-açúcar nas doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, porém não houve diferença das diferentes fontes nitrogenadas, mesmo havendo redução de volatilização de NH<sub>3</sub> da uréia com o uso de NBPT, em torno de 60%. Houve redução da taxa de oxidação de amônio com o uso de DCD, com maior eficiência no solo de textura média e, consequentemente, menor formação de nitrato. Com a redução da taxa de nitrificação houve menor acidificação do solo. Houve redução da população de

microrganismos nitrificadores com o uso de DCD. O uso de inibidores de nitrificação (DCD e DMPP) retardou o processo de nitrificação em todos os solos (alemão e brasileiro), porém, com uma eficiência bem mais acentuada no solo arenoso. Houve maior eficiência do DCD nos primeiros 10 dias de incubação devido seu maior movimento no solo e no período final de incubação o DMPP foi mais eficiente devido sua menor degradação no solo. O NBPT foi eficiente em reduzir as perdas por volatilização, já o uso de DCD aumentou as perdas de N-NH<sub>3</sub> da fonte uréia e diminuiu a eficiência do NBPT quando aplicado em conjunto com este, independente da dose. O DCD foi eficiente em diminuir o processo de nitrificação e não houve influência na sua eficiência quando foi utilizado em associação com o NBPT.

## 3. SEQUÊNCIAS DE CULTURAS EM SEMEADURA DIRETA: EFEITOS SOBRE A FERTILIDADE DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DE SOJA, MILHO E ARROZ

MARCELO, A. V.; CORÁ, J. E.; FERNANDES, C.; MARTINS, M. dos R.; JORGE, R. F. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 2, p. 417-428, 2009. (<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n2/19.pdf>)

Os resíduos vegetais das culturas, ao se decomporem, alteram os atributos químicos do solo e, como consequência, influenciam a produtividade das culturas em sucessão. O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos do solo e a produtividade das culturas de soja, milho e arroz, cultivadas no verão, em sucessão a culturas de inverno em semeadura direta. O experimento foi realizado em Jaboticabal, SP (48° 18' 58" W e 21° 15' 22" S), em um Latossolo Vermelho eutrófico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, no esquema em faixas, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro sequências de culturas de verão (monoculturas de milho e soja e rotações soja/milho e arroz/feijão/algodão) com sete culturas de inverno (milho, girassol, nabo forrageiro, milheto, guandu, sorgo e crotalária). Os cultivos iniciaram-se em 2002. Após o manejo das culturas de inverno e antes da semeadura das culturas de verão do ano agrícola 2006/2007, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-2,5 cm, 2,5-5,0 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm. Nas amostras de solo, foram determinados: teores de matéria orgânica, pH, teores de P (resina), K, Ca e Mg trocáveis e acidez potencial (H + Al).

As sequências de verão rotação soja/milho e milho em monocultura proporcionaram no solo menores teores de matéria orgânica na camada de 0-10 cm e de P do solo na camada de 0-20 cm. Na sequência de verão arroz/feijão/algodão, maiores teores de K foram proporcionados pelas culturas de inverno crotalária e nabo forrageiro, na camada de 0-10 cm, e milheto, na de 0-2,5 cm. Crotalária, milheto, nabo forrageiro e sorgo, cultivados no inverno, proporcionaram maiores teores de matéria orgânica no solo na camada de 0-30 cm. Maiores teores de P no solo foram proporcionados pela crotalária, na camada de 0-2,5 cm, e pelo nabo forrageiro, na de 0-5 cm. Maiores produtividades de soja, como monocultura de verão, foram obtidas após nabo forrageiro e crotalária e, quando em rotação com milho no verão, após nabo forrageiro, crotalária e milheto. Maiores produtividades de milho foram obtidas após nabo forrageiro, milheto e guandu, e menor produtividade de arroz foi obtida após sorgo.

#### 4. FONTES, DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

BINOTTI, F. F. da S.; ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZZETTI, S.; ALVAREZ, A. C. C.; KAMIMURA, K. M. *Bragantia*, v. 68, n. 2, p. 473-481, 2009. (<http://www.scielo.br/brag/v68n2/22.pdf>)

O manejo do N correspondente à maior produtividade de grãos, do ponto de vista econômico, muitas vezes não é o mais rentável e, portanto, não será adequado para recomendação ao produtor. O objetivo do trabalho foi o de estudar o efeito de fontes, doses e parcelamento do nitrogênio no desenvolvimento e na produtividade de grãos do feijoeiro de inverno no sistema plantio direto, correlacionado com análise econômica simples, em Latossolo Vermelho Distrófico argiloso, em Selvíria (MS), em 2005. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial  $3 \times 5 \times 2$ , com trinta tratamentos e quatro repetições, constituídos por três fontes de nitrogênio (uréia, sulfato de amônio - SA e mistura -  $\frac{1}{2}$  N uréia +  $\frac{1}{2}$  N SA), cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas na semeadura ou parceladamente.

Com o N proveniente do sulfato de amônio proporcionou-se mais produtividade de grãos e, com a uréia, maior eficiência econômica. A produtividade foi incrementada com o aumento da adubação nitrogenada até a dose de 198 kg ha<sup>-1</sup>, proporcionando-se, em média, aumento de 44% na produtividade comparada à da testemunha sem N. O parcelamento da adubação nitrogenada não foi economicamente viável.

#### 5. EFFECTIVENESS OF RECOVERED MAGNESIUM PHOSPHATES AS FERTILIZERS IN NEUTRAL AND SLIGHTLY ALKALINE SOILS

MASSEY, M. S.; DAVIS, J. G.; IPPOLITO, J. A.; SHEFFIELD, R. E. *Agronomy Journal*, v. 101, n. 2, p. 315-322, 2009.

Magnesium phosphates such as struvite ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) can be recovered from municipal, industrial, and agricultural wastewaters. However, limited information is available on the beneficial reuse of these recovered products; research has focused on low pH soils. This study determined whether recovered struvite and dittmarite ( $MgNH_4PO_4 \cdot H_2O$ ) were effective P fertilizers in neutral to slightly alkaline soils. In addition to commercially available triple superphosphate (TSP) and certified organic rock phosphate (RP), recovered struvite, dittmarite, and a heterogeneous recovered phosphate were evaluated in a laboratory dissolution study and as fertilizers for spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in a greenhouse study.

Struvite and dittmarite were much more soluble than RP, but less soluble than TSP. Laboratory dissolution kinetics were fast, with most materials nearing equilibrium within 7 to 14 d. At a soil pH of 6.5, both dittmarite and struvite increased the average plant P concentration over the control. Struvite and dittmarite performance was similar to TSP. There were no significant differences in plant dry matter (DM) production or total P uptake at pH 6.5. In the limed soil (pH 7.6), many treatments had plant P concentrations significantly lower than the control, but most fertilizers increased DM production over the control; all fertilizers generally performed similarly to one another. These findings support previous work showing recovered Mg phosphates to be effective in acidic soils, and provide evidence that they are also effective in slightly alkaline soils. Recovered Mg phosphates could become a useful alternative for P fertilization in arid and semiarid environments.

#### 9. CALCÁRIO E POTÁSSIO NA CULTURA DA SOJA: IMPACTO NA PRODUTIVIDADE E FERTILIDADE DO SOLO

ZANCANARO, L.; HILLESHEIM, J.; FRANCISCO, E. A. B.; HOOGERHEIDE, H. C.; CARRETERO, D. M. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Resumos...** Fortaleza: SBCS, 2009. CD ROM.

Um experimento foi instalado em Neossolo Quartzarênico, no município de Sapezal, MT, na safra agrícola 2003/2004, com o objetivo de investigar o efeito da aplicação de doses (0, 1, 2, 3 e 4 t ha<sup>-1</sup>) no desempenho nutricional e produtivo da cultura da soja. O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos aleatorizados em esquema de parcelas (doses de calcário) subdivididas (doses de K<sub>2</sub>O). A adição de calcário influenciou positivamente o rendimento agrícola da soja e as concentrações foliares de Ca e Mg, bem como os teores destes cátions no solo.

A adição de doses de K<sub>2</sub>O influenciou a concentração foliar de K e o teor do elemento no solo. Em altas quantidades de K<sub>2</sub>O aplicadas o rendimento de grãos de soja foi prejudicado e a relação (Ca + Mg)/S foi reduzida.

#### 7. NUTRITIONAL QUALITY OF ORGANIC FOODS: A SYSTEMATIC REVIEW

DANGOUR, A. D.; DODHIA, S. K.; HAYTER, A.; ALLEN, E.; LOCK, K.; UAUY, R. *American Society for Clinical Nutrition*, v. 90, n. 3, p. 680-685, 2009.

Despite growing consumer demand for organically produced foods, information based on a systematic review of their nutritional quality is lacking. We sought to quantitatively assess the differences in reported nutrient content between organically and conventionally produced foodstuffs. We systematically searched PubMed, Web of Science, and CAB Abstracts for a period of 50 y from 1 January 1958 to 29 February 2008, contacted subject experts, and hand-searched bibliographies. We included peer-reviewed articles with English abstracts in the analysis if they reported nutrient content comparisons between organic and conventional foodstuffs. Two reviewers extracted study characteristics, quality, and data. The analyses were restricted to the most commonly reported nutrients.

From a total of 52,471 articles, we identified 162 studies (137 crops and 25 livestock products); 55 were of satisfactory quality. In an analysis that included only satisfactory quality studies, conventionally produced crops had a significantly higher content of nitrogen, and organically produced crops had a significantly higher content of phosphorus and higher titratable acidity. No evidence of a difference was detected for the remaining 8 of 11 crop nutrient categories analyzed. Analysis of the more limited database on livestock products found no evidence of a difference in nutrient content between organically and conventionally produced livestock products.

On the basis of a systematic review of studies of satisfactory quality, there is no evidence of a difference in nutrient quality between organically and conventionally produced foodstuffs. The small differences in nutrient content detected are biologically plausible and mostly relate to differences in production methods.

## 8. QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAREM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE MATURADORES EM MEIO DE SAFRA

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. de A.; VENTURINI FILHO, W. G. *Bragantia*, v. 68, n. 2, p. 527-534, 2009. (<http://www.scielo.br/pdf/brag/v68n2/28.pdf>)

O fornecimento de matéria-prima de qualidade tecnológica é fundamental para garantir o rendimento industrial. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores da classe dos inibidores do crescimento (glifosato, sulfometuron metil e compostos de radicais carboxílicos orgânicos + glifosato) em meio de safra. O experimento foi desenvolvido em cana-soca por duas safras consecutivas (2004/2005) na Fazenda Bosque, Igarapu do Tietê (SP), sendo os tratamentos aplicados em 10/5/2004 e 4/8/2005. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de três reguladores vegetais da classe dos inibidores do crescimento (sulfometuron metil, glifosato e compostos de radicais carboxílicos orgânicos + glifosato) e uma testemunha (maturação natural).

A eficiência agrônômica dos maturadores foi influenciada pela condição climática de cada safra. A aplicação dos maturadores em meia estação (maio) permitiu explorar de forma significativa o potencial genético da variedade quanto ao acúmulo de sacarose nos colmos, implicando em melhoria na qualidade tecnológica da matéria-prima, porém sem efeito significativo na produtividade de colmos por hectare. Os maturadores influenciaram de forma significativa a produtividade de açúcar, aumentando o retorno econômico por hectare.

## 9. APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CALCÁRIO E DISPONIBILIDADE DE FERRO E MANGANÊS PARA O TRIGO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

FONSECA, A. F.; CAIRES, E. F.; BARTH, G. In: *Fertbio 2008. Congresso Brasileiro de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 28., Londrina, 2008. p. 79.

Objetivou-se neste trabalho avaliar os seguintes atributos: (i) biodisponibilidade de ferro (Fe) e manganês (Mn) empregando-se três procedimentos de extração; (ii) acúmulo destes micronutrientes na fitomassa do trigo (*Triticum aestivum* L.); e (iii) verificar o extrator mais adequado para detectar diferenças na biodisponibilidade de Fe e Mn como um resultado da calagem superficial e da reaplicação de calcário em um Latossolo Vermelho distrófico de textura média, manejado no sistema plantio direto (SPD). O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos casualizados com parcela subdividida. A calagem superficial foi realizada nas parcelas, em julho/1993, e a reaplicação do calcário foi feita nas subparcelas, em junho/2000. Em 2003, por ocasião da semeadura do trigo, amostras de solo foram coletadas (nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm) e analisadas, visando determinar os seguintes atributos: pH, carbono orgânico (CO), Fe e Mn biodisponíveis pelas soluções extratoras de DTPA-TEA a pH 7,3, Mehlich-1 e Mehlich-3. O acúmulo desses micronutrientes na fitomassa do trigo também foi quantificado.

A calagem e a reaplicação do calcário aumentaram o pH do solo em todas as camadas avaliadas, porém, não alteraram as concentrações de CO. As soluções de Mehlich-3 e Mehlich-1 extraíram maiores quantidades de Fe e Mn, respectivamente. A melhoria

das condições de acidez do solo devido à calagem favoreceu o crescimento radicular do trigo, aumentando o acúmulo de Fe e Mn na sua fitomassa. A calagem também pode ter favorecido a atividade microbiana do solo e, conseqüentemente, aumentou a solubilidade de Fe e Mn ligados aos compostos orgânicos de baixo peso molecular, resultando em aumento da biodisponibilidade desses elementos.

## 10. APLICAÇÃO DO SILÍCIO PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA DO ARROZ À MANCHA-PARDA

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FONTES, R. L. F.; ÁVILA, V. T. de. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 2, p. 203-206, 2009. (<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n2/v44n02a13.pdf>)

O objetivo deste trabalho foi avaliar fontes e métodos de aplicação de silício para aumentar sua absorção e a resistência de plantas de arroz (*Oryza sativa*), cultivar Metica-1, à mancha-parda (*Bipolaris oryzae*). Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação, com solo Latossolo Vermelho. O delineamento experimental foi o completamente casualizado, com oito repetições. As fontes foram wollastonita (silicato de cálcio), aplicada via solo, e silicato de potássio e ácido monossilícico, aplicados via foliar.

A aplicação de silício via solo resultou em aumento do teor foliar deste elemento e foi eficiente na indução de resistência à mancha-parda, diferentemente do observado com sua aplicação via foliar.

## 11. EFEITO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM COBERTURA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SUCESSÃO AO MILHETO

SEIGO, C. H. P.; SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S.; NUMOTO, A. Y.; VISIOLI, R.; FREITAS, R. N.; CRUZ, A. C. S.; CILIATO, M. L. ALTOÉ, A. E. B.; LUZ, A. In: *Fertbio 2008. Congresso Brasileiro de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 28., Londrina, 2008. p. 120.

A disponibilidade de potássio no solo está relacionada diretamente à capacidade de retenção e armazenamento do nutriente no complexo coloidal. Dessa forma, quanto maior a CTC do solo, maior é a capacidade tampão de K e a sua reserva, necessitando da aplicação de altas quantidades do nutriente, para uma dada concentração em solução. Por outro lado, em solos com baixa CTC, é recomendada uma adubação parcelada do K, e em menor quantidade, principalmente visando diminuir as perdas por percolação. Nesse caso, a aplicação na semeadura e em cobertura irá contribuir para um melhor aproveitamento do nutriente pelas plantas. O estudo foi realizado na fazenda Guanabara, em Paranapoema, PR, em Latossolo Vermelho distrófico (Hapludox) de textura arenosa, com 160 g kg<sup>-1</sup> de argila, de 0 a 40 cm. Antes do plantio da soja foi cultivado o milho para a produção de biomassa, iniciando o plantio direto em área que anteriormente era pastagem. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso constituído de seis doses de potássio, em cobertura, aos 35 dias após a emergência da soja (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), e cinco repetições, totalizando 30 parcelas.

Houve uma resposta quadrática à aplicação do potássio em cobertura. A melhor dose estimada, em relação à produtividade, foi de 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 3.147,6 kg ha<sup>-1</sup>.

## 12. AMELIORATING SOIL ACIDITY OF TROPICAL OXISOLS BY LIMING FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. *Advances in Agronomy*, v. 99, p. 345-399, 2008.

The greatest potential for expanding the world's agricultural frontier lies in the savanna regions of the tropics, which are dominated by Oxisols. Soil acidity and low native fertility, however, are major constraints for crop production on tropical Oxisols. Soil acidification is an ongoing natural process which can be enhanced by human activities or can be controlled by appropriate soil management practices. Acidity produces complex interactions of plant growth-limiting factors involving physical, chemical, and biological properties of soil. Soil erosion and low water-holding capacity are major physical constraints for growing crops on tropical Oxisols. Calcium, magnesium, and phosphorous deficiencies or unavailabilities and aluminum toxicity are considered major chemical constraints that limit plant growth on Oxisols.

Among biological properties, activities of beneficial microorganisms are adversely affected by soil acidity, which has profound effects on the decomposition of organic matter, nutrient mineralization, and immobilization, uptake, and utilization by plants, and consequently on crop yields. Liming is a dominant and effective practice to overcome these constraints and improve crop production on acid soils. Lime is called the foundation of crop production or "workhorse" in acid soils. Lime requirement for crops grown on acid soils is determined by the quality of liming material, status of soil fertility, crop species and cultivar within species, crop management practices, and economic considerations. Soil pH, base saturation, and aluminum saturation are important acidity indices which are used as a basis for determination of liming rates for reducing plant constraints on acid soils. In addition, crop responses to lime rate are vital tools for making liming recommendations for crops grown on acid soils. The objective of this chapter is to provide a comprehensive and updated review of lime requirements for improved annual crop production on Oxisols. Experimental data are provided, especially for Brazilian Oxisols, to make this review as practical as possible for improving crop production.

## 13. DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DA CANA-DE-AÇÚCAR, EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA, AVALIADOS POR DOIS MÉTODOS: MONÓLITO E SONDA

OTTO, R.; TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 3, p. 601-611, 2009. (<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n3/v33n3a13.pdf>)

Poucos estudos com cana-de-açúcar avaliaram o sistema radicular da cultura, apesar de sua importância. Esse fato é devido, em grande parte, à dificuldade de avaliação e à elevada variabilidade dos resultados. Objetivou-se com este trabalho avaliar um método de avaliação do sistema radicular da cana por meio de sondagem, a fim de avaliar a massa, a distribuição e as raízes metabolicamente ativas em função da adubação nitrogenada de plantio. Para isso, foi conduzido experimento em um Latossolo Vermelho distrófico típico textura média, em Jaboticabal, SP, no esquema de blocos ao acaso com quatro repetições e quatro tratamentos: controle (sem N), 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicados na forma de uréia no sulco de plantio, utilizando a cultivar SP81 3250. Uma semana antes da colheita, foi aplicada solução de uréia-<sup>15</sup>N na base dos

colmos da cana-de-açúcar, para marcação do sistema radicular com metabolismo ativo. Foram abertas trincheiras de 1,5 m de largura e 0,6 m de profundidade entre duas linhas de cana para permitir a amostragem de raízes por dois métodos: monólitos (0,3; 0,2 e 0,15 m de largura, profundidade e comprimento, respectivamente) retirados da parede da trincheira e sonda (0,055 m de diâmetro interno). Para cada método foram coletadas 15 amostras por parcela. As amostras de raízes foram separadas do solo por peneiramento (malha de 2 mm) e secas em estufa, obtendo-se assim as massas de raízes secas.

A amostragem de raízes com sonda resultou em massa de raízes que não diferiu da avaliação em monólito, indicando que esse método pode ser usado para avaliações da massa de raízes de cana-de-açúcar, porém não foi eficiente em avaliar a distribuição das raízes no perfil do solo e a massa de rizomas, devido ao pequeno volume amostrado. A adubação nitrogenada de plantio não promoveu maior acúmulo de raízes na cana-planta, mas causou mudanças na distribuição do sistema radicular no solo. A ausência da adubação nitrogenada promoveu melhor distribuição do sistema radicular no perfil do solo, com 50%, 34% e 16% nas camadas de 0 a 0,2; 0,2 a 0,4 e 0,4 a 0,6 m de profundidade, respectivamente. Nos tratamentos fertilizados, em média, as raízes concentraram-se na camada superficial, com 70%, 17% e 13% para as mesmas camadas. As raízes metabolicamente ativas concentraram-se no centro da touceira, totalizando 40% da massa total de raízes, independentemente do tratamento utilizado (sem N ou com 120 kg ha<sup>-1</sup> N).

## 14. ALTERAÇÕES ANATÔMICAS E ULTRAESTRUTURAIS EM GENÓTIPOS DE SOJA PELA DESORDEM NUTRICIONAL EM MANGANÊS

LAVRES JUNIOR, J.; MALAVOLTA, E.; NÓGUEIRA, N. de L.; MORAES, M. F.; REIS, A. R.; ROSSI, M. L.; CABRAL, C. P. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 2, p. 395-403, 2009.

Os efeitos negativos provocados não apenas pela deficiência mas também pela toxidez de Mn no desenvolvimento das plantas têm sido avaliados considerando-se os aspectos anatômicos, de ultraestrutura e bioquímicos da parte aérea particularmente, onde os sintomas visuais são manifestados. Entretanto, há escassez na literatura de informações que abordem o sistema radicular. Os objetivos do presente estudo foi avaliar os efeitos do fornecimento de doses de Mn (0,5, 2,0 e 200,0 µmol L<sup>-1</sup>), em solução nutritiva, na anatomia e ultraestrutura de folhas e de raízes dos cultivares de *Glycine max* (L.): Santa Rosa, IAC-15 e IAC-Foscarin 31.

Os sintomas visuais de deficiência foram observados primeiramente em Santa Rosa e IAC-15, os únicos a exibirem sintomas de toxidez. As doses de Mn promoveram espessamento do diâmetro radicular somente em IAC-15, porém sem alteração nas células do córtex, da epiderme, exoderme e endoderme. Os cultivares mostraram distintos graus de organização dos vasos de xilema, particularmente nos elementos de metaxilema. O número e a conformação das células dos mesófilos paliçádicos foram alterados pelas condições de deficiência e toxidez. Houve redução na quantidade de cloroplastos, nos três genótipos, somente na condição de deficiência. O genótipo IAC-15 apresentou maiores alterações devido ao estresse nutricional, como separação do protoplasma da parede celular radicular e incremento de células vacuoladas na mais alta dose. Os genótipos apresentaram diferentes graus de alterações anatômicas e ultraestruturais das folhas e raízes, sugerindo a operação de mecanismos de tolerância à deficiência ou à toxidez de intensidade diversa.

### TECNOLOGIA SUBSTITUIRÁ DEFENSIVOS

Um novo equipamento, em teste no mercado nacional há dois anos, promete revolucionar o cultivo de frutas e legumes no Brasil. Trata-se do TPC – Termal Pest Control (controle térmico de pragas), que possibilita ao produtor reduzir ou até eliminar o uso de agrotóxicos, bem como reforça a qualidade, o sabor, a cor e o tamanho das variedades.

Testado em diversas partes do mundo desde 2007, o equipamento apresentou excelentes resultados em diversas culturas. No Brasil, vem sendo usado experimentalmente no cultivo de uva, laranja e tomate. “Usamos o produto em 20% das nossas parreiras e resolvemos ampliar para toda a lavoura”, diz Daniel Geisse, da Cave Geisse, vinícola gaúcha especializada na produção de espumantes gastronômicos.

O TPC funciona como um secador e é puxado por um trator liberando ar quente a 100°C nas plantações. Esse ar mata insetos, larvas e ovos. “Queremos firmar um acordo para implantar o equipamento em toda a cadeia vitivinícola. Isso nos adicionará um diferencial incrível no mercado mundial, pois estaremos fazendo um vinho sem uso de agrotóxicos”, avalia Diego Bertolini, gerente de Promoção e Marketing do Ibravin – Instituto Brasileiro do Vinho. (**Globo Rural**, março 2009)

### SOJA TRANSGÊNICA PROPORCIONA GANHO LÍQUIDO DE R\$ 20,00 POR HECTARE

Estudo recente conduzido pelo pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), José Maria da Silveira, aponta uma contribuição média de R\$ 20,00 de ganho líquido por hectare para as lavouras de soja, proporcionados pela adoção de sementes transgênicas. A pesquisa foi realizada com base em dados de 2006 e 2007, levantados pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e pela Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (Fealq), comparando lavouras geneticamente modificadas (GM) e convencionais.

Foram 14 os municípios contemplados na pesquisa, que pertencem aos Estados de Santa Catarina, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, cujas taxas de adoção da semente transgênica variaram entre US\$ 40 e US\$ 90 no período.

De acordo com Silveira, os resultados apontados pelo estudo são conservadores, uma vez que a adoção da soja GM nas regiões pesquisadas é inferior às de outros importantes estados agrícolas não analisados. “Se considerássemos os municípios do Rio Grande do Sul, por exemplo, onde o uso da tecnologia se aproxima de 100%, esse ganho médio provavelmente seria maior”, explica. “Na nossa amostra, o Mato Grosso puxou a rentabilidade média para baixo, por ter uma taxa de adoção tímida devido ao uso de variedades ainda não tão bem adaptadas”, complementa.

Apesar de o estudo não contemplar todas as regiões produtoras de soja do país, o pesquisador da Unicamp sugere que, considerada toda a área plantada com o grão GM, a contribuição da tecnologia para a agricultura brasileira tem superado US\$ 400 milhões ao ano. “Esses ganhos estão diretamente ligados à redução dos custos de produção, como o menor uso de herbicida, água e diesel, utilizado nas pulverizações”, afirma. ([www.agrolink.com.br](http://www.agrolink.com.br))

### BRASIL AGORA TEM CADEIRA NO BETTER COTTON INSTITUTE

A Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa) entrou em 1º de julho último, em Zurique (Suíça), para o Conselho do Better Cotton Institute (Instituto para um Algodão Melhor) na cadeira das Associações Produtoras Internacionais de Algodão. Com a entrada do Brasil no Conselho, o país terá fala nas decisões da BCI nos principais assuntos voltados para o setor no mundo.



A Abrapa disputou a vaga com Índia, Paquistão, África e Federação Internacional de Agricultura e Pecuária. O Better Cotton Institute também subiu mais um degrau. O instituto passou de um projeto elaborado por ONGs internacionais e grandes redes de marcas e de varejo européias e tornou-se uma associação internacional.

O BCI é formado por associações internacionais de produtores de algodão (onde o Brasil conseguiu uma vaga), sociedades civis (ONGs), grandes marcas de rede e de varejo internacionais e integrantes da cadeia produtiva de algodão, como traders e fornecedores. Todos eles voltados para a produção de um algodão sustentável.

“A entrada do Brasil no Conselho do BCI mostra que o país está no caminho certo”, destaca o presidente da Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa), Haroldo Cunha. Ele antecipa que, com a entrada da Abrapa no Conselho, o Brasil irá ajudar na elaboração de projetos-piloto sobre o setor em ações nos países que integram o BCI. (Portal do Agronegócio on line, 02/07/2009)

### PLANTA VERMELHA É A NOVA ALIADA PARA COMBATER O INSETO DALTÔNICO

Uma nova variedade de algodão, de coloração vermelha, promete ser uma das alternativas mais inusitadas para driblar a ameaça do bicudo, considerado o principal vilão da cotonicultura. Após constatar que o inseto evita naturalmente as plantas avermelhadas, dando preferência às verdes, o pesquisador Milton Fuzatto, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), iniciou estudos que poderão resultar numa planta capaz de reduzir os custos com defensivos químicos, sem perder em produtividade e qualidade da fibra para fins industriais.

A pesquisa consiste no cruzamento entre as variedades Texas Red, cultivada nos Estados Unidos, e IAC 87/544, desenvolvida pela instituição brasileira. Conhecida há mais de 100 anos, a planta americana sempre repeliu o bicudo, mas é pouco produtiva e não apresenta fibras de boa qualidade. O objetivo, segundo Fuzatto, é chegar a uma nova variedade que, além de não atrair o bicudo, também agregue outras características para torná-la viável economicamente, como alta produtividade e boa porcentagem de fibras.

“Os resultados obtidos até agora mostram que conseguimos produzir uma planta vermelha melhor que a original. Avançamos muito em qualidade e porcentagem de fibra, mas a produtividade ainda está relativamente baixa”, completa. ([www.agrolink.com.br](http://www.agrolink.com.br))



## ESTRESSE HÍDRICO MELHORA CAFEICULTURA NOS CERRADOS

A pesquisa desenvolvida pela Embrapa Cerrados, com a tecnologia do estresse hídrico controlado para uniformização de florada e maturação do café, vem sendo reconhecida como revolucionária e apresenta-se como alternativa para a sustentabilidade da cafeicultura em condições de Cerrado. Os resultados preliminares quebram o paradigma de que a irrigação nas condições de Cerrado deve ser freqüente e não pode ser interrompida. É possível a aplicação de estresse hídrico assistido, na estação seca do ano, para sincronizar o desenvolvimento dos botões florais.

Para obtenção de florada e maturação uniforme, as irrigações devem ser suspensas no período de 24 de junho a 4 de setembro, até que o potencial de água na folha, medido na antemanhã, atinja valores em torno de -2,0 MPa (Megapascal). Essa estratégia de manejo permite obter mais de 80% de grãos cerejas, otimizando a produção de cafés especiais de maior valor no mercado. Grande parte do café especial produzido no Brasil é exportada. A adoção de um ou mais métodos de manejo de irrigação é indispensável para suprir de forma integral as necessidades de água nos diferentes estágios de desenvolvimento do cafeeiro. Para os métodos de manejo de irrigação com base em medidas de tensão de água no solo, o intervalo de tensão de 40 a 60 Kpa, medida a 10 cm de profundidade, pode ser usado como critério de decisão quanto ao momento de aplicação de água para a cultura. Para os métodos que se baseiam em medidas na atmosfera, os estudos indicam turnos de regra de três a cinco dias, para solos com menos e com mais de 30% de argila, respectivamente.

Em campos experimentais, a tecnologia, lançada há dois anos, garantiu o aumento de 30% na produtividade, em média, quando comparada ao sistema de cultivo com irrigação durante todo o ano. A tecnologia aumenta a produtividade de café beneficiado em mais de 14 sc ha<sup>-1</sup>. Em área plantada de 25.000 ha, a produtividade média é de 40 sc ha<sup>-1</sup>. É importante ressaltar que a tecnologia não aumenta as despesas do produtor, pelo contrário, reduz o custo de água e energia na irrigação em 40%, contribuindo para redução dos custos de produção e para preservação do meio ambiente, além de diminuir a bianalidade de produção. ([www.embrapa.br](http://www.embrapa.br))

## BIOPNEU COM POLÍMERO DERIVADO DO AMIDO DE MILHO

A Goodyear – o maior fabricante de pneus do mundo – começou a produção de um revolucionário tipo de pneu, que pode reduzir largamente a poluição e o consumo de energia provocados pelos atuais modelos. Parte do material comumente usado na fabricação dos pneus foi substituída por um polímero biológico derivado do amido de milho. Este é utilizado em conjunto com a borracha vulcanizada, resultando em um novo conceito de pneu. A nova tecnologia permite várias reduções: da resistência a rodagem, do barulho, da emissão de gás carbônico e também na energia gasta para a fabricação do pneu. Como a resistência a rodagem é menor, o consumo de combustível, no automóvel, também será menor. Além disso, a durabilidade do pneu é maior e, ainda, o impacto ambiental causado pelo pneu, quando abandonado no lixo, será menor, já que parte dele será biodegradável. O polímero a base de amido foi desenvolvido por uma empresa italiana, a Novamont, e já vem sendo usado em vários produtos, como filmes plásticos para alimentos, papel higiênico, brinquedos, sacolas de supermercados e sacos de lixo – todos biodegradáveis! É uma nova fonte de demanda e das grandes, que se abre para o produto. (**NotíciasAgrícolas**, 31/08/2009)

## ENERGIA QUE VEM DA CEBOLA

A Gills Onions, da Califórnia, Estados Unidos, empresa que produz e comercializa cebolas – fatiadas, picadas, em pedaços e sob a forma de purê – introduziu um sistema que transforma, diariamente, cerca de 136 mil quilos de resíduos dessa produção em eletricidade.

O sistema utilizado é conhecido como Aers – Sistema de Recuperação Avançada de Energia, na tradução para o português. É um digestor anaeróbico que produz biogás a partir de resíduos de cebolas amassadas e desfiadas. Após esse procedimento, há uma conversão do biogás para metano, principal componente do gás natural. O metano é, então, colocado dentro de uma célula combustível, que o transforma em energia.

O sistema possibilitará à produtora de cebolas economizar, anualmente, 700 mil dólares em energia elétrica. Além disso, os ganhos ambientais também se destacam: de 35% a 40% da eletricidade da empresa será produzida pelo sistema Aers, cortando as emissões de CO<sub>2</sub> em até 30 mil toneladas por ano (**Globo Rural on line**, 22/07/2009)

## AGRICULTURA DE PRECISÃO ALCANÇA 56% DO SETOR SUCROALCOOLEIRO PAULISTA

Pesquisa da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da USP de Piracicaba, investigou o grau de utilização das tecnologias de Agricultura de Precisão (AP) alcançado pela indústria sucroalcooleira no Estado de São Paulo. O trabalho da economista Cláudia Brito Silva abrangeu todas as 205 usinas e destilarias cadastradas pela União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), que receberam um questionário sobre o tema.

As técnicas mais utilizadas são a imagem de satélite (76%), piloto automático (39%), fotografias aéreas (33%), amostragem de solo em grade com GPS (31%) e tecnologia de aplicação em taxa variada (29%). “O tempo médio de uso da tecnologia nas usinas/destilarias paulistas foi de quatro anos”, aponta Cláudia. “Por outro lado, 96% das empresas que adotam AP declararam que nos próximos cinco anos pretendem expandir o uso da tecnologia”. Os altos custos foram apontados como obstáculos na adoção das novas tecnologias por 96% dos entrevistados das empresas que adotam tecnologias de precisão. Outras dificuldades indicadas foram a falta de pessoal qualificado (94%) e elevados custos da prestação de serviço (88%). (**Agência USP**)

## O MUNDO PERDE NORMAN BORLAUG

Faleceu em 12 de setembro último o cientista agrícola norte-americano Norman Borlaug, pai da Revolução Verde e vencedor do Prêmio Nobel da Paz pelo combate à fome no mundo. O comitê do Nobel premiou Borlaug em 1970, considerando que ele desenvolveu variedades agrícolas com alta produtividade e protagonizou inovações nesta área, especialmente nos países em desenvolvimento. “Precisamos reconhecer o fato de que alimentação adequada é o único pré-requisito para a vida”, disse o cientista em seu discurso de aceitação do Prêmio Nobel. Muitos especialistas consideram que Borlaug salvou cerca de 1 bilhão de vidas ao ajudar a prevenir a fome na segunda metade do século 20.

As novas variedades criadas por Borlaug pressionaram os governos a desenvolver políticas econômicas mais favoráveis para os produtores e melhorou a acessibilidade dos mercados. Em 2006, um livro sobre Borlaug foi intitulado “O homem que alimentou o mundo”. (**Agência Estado**)

# CURSOS, SIMPÓSIOS E OUTROS EVENTOS

## 1. CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DO SOLO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

**Local:** Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA

**Data:** SETEMBRO a DEZEMBRO/2009

### Principais temas:

- Panorama da agricultura brasileira/Cadeias produtivas
- Classificação e atributos dos principais solos brasileiros
- Manejo físico, compactação e água no solo
- Legislação ambiental e uso do solo
- Manejo da irrigação
- Mecanização agrícola e preparo do solo
- Geoprocessamento, sensoriamento remoto, planejamento e uso da terra
- Agricultura de precisão no manejo do solo
- Restauração de matas ciliares
- Conservação do solo/Recuperação de solos degradados
- Química do solo e sua aplicação em fertilidade e manejo
- Comportamento de metais pesados no solo/Análises químicas do solo
- Matéria orgânica do solo/Organismos no solo/Aquecimento global
- Doenças e pragas do solo
- Funções e sintomas de deficiência e toxicidade dos nutrientes das plantas
- Nutrientes das plantas no solo/Interpretação de análise química do solo
- Calagem, gessagem e adubação de culturas

**Informações:** FEALQ, com Maria Eugênia

Website: [www.fealq.org.br](http://www.fealq.org.br)

E-mail: [cdt@fealq.org.br](mailto:cdt@fealq.org.br)

## 2. CURSO EXTENSIVO DE PRODUÇÃO DE ÁGUA E DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES PARA O SETOR SUCROALCOOLEIRO

**Local:** Instituto Agronômico, Campinas, SP

**Data:** 5 a 8/OUTUBRO/2009

**Informações:** Elaine Abramides

Fone: (19) 3014-0148

Website: [www.infobibos.com/nascentescana/](http://www.infobibos.com/nascentescana/)

## 3. CURSO DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS E PRESERVAÇÃO DE NASCENTES E CORPOS D'ÁGUA – PROJETO CONSERVADOR DE ÁGUA DE EXTREMA

**Local:** Cine Teatro Municipal, Extrema, MG

**Data:** 20 a 23/OUTUBRO/2009

**Informações:** Elaine Abramides

Website: [www.infobibos.com/extrema](http://www.infobibos.com/extrema)

Email: [eabramides@terra.com.br](mailto:eabramides@terra.com.br)

## 4. ENERBIO MERCOSUL 2009 – AGROENERGIA, BIOCOMBUSTÍVEIS, ENERGIAS RENOVÁVEIS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

**Local:** São Borja, RS

**Data:** 27 a 29/OUTUBRO/2009

**Informações:** BrasilAgro

Website: [www.enerbio.com.br](http://www.enerbio.com.br)

Email: [info@enerbio.com.br](mailto:info@enerbio.com.br)

## 5. XVI CONGRESSO INTERNACIONAL DO TRIGO

**Local:** Hotel Maksoud Plaza, São Paulo, SP

**Data:** 29 e 30/OUTUBRO/2009

**Informações:** ABITRIGO

Website: [www.abitrigo.com.br](http://www.abitrigo.com.br)

Email: [abitrigo@abitrigo.com.br](mailto:abitrigo@abitrigo.com.br)

## 6. SIMPÓSIO SOBRE CULTIVO PROTEGIDO DE HORTALIÇAS

**Local:** Pavilhão de Engenharia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

**Data:** 3 a 5/NOVEMBRO/2009

**Informações:** FEALQ, com Maria Eugênia

Website: [www.fealq.org.br](http://www.fealq.org.br)

Email: [cdt@fealq.org.br](mailto:cdt@fealq.org.br)

## 7. AnB - AGRONEGÓCIO BRASIL 2009

**Local:** Expo Unimed, Curitiba, PR

**Data:** 4 a 6/NOVEMBRO/2009

**Informações:** Monte Bello

Website: [www.montebelloeventos.com.br/eventos.php?e=3](http://www.montebelloeventos.com.br/eventos.php?e=3)

Email: [montebello@montebelloeventos.com.br](mailto:montebello@montebelloeventos.com.br)

## 8. 30ª EXPOVEL - EXPOSIÇÃO AGROPECUÁRIA, INDUSTRIAL E COMERCIAL DE CASCAVEL

**Local:** Parque de Exposições, BR 277 km 596

**Data:** 6 a 15/NOVEMBRO/2009

**Informações:** Sociedade Rural do Oeste do Paraná

Website: [www.expovel.com.br](http://www.expovel.com.br)

Email: [expovel@expovel.com.br](mailto:expovel@expovel.com.br)

## 9. 3º CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL

**Local:** Hotel Brasília Alvorada, Brasília, DF

**Data:** 9 e 10/NOVEMBRO/2009

**Informações:** Movimento Brasil Competitivo

Website: [www.congressorbtc.com.br](http://www.congressorbtc.com.br)

Email: [congressorbtc@mbc.org.br](mailto:congressorbtc@mbc.org.br)

## 10. V CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA

**Local:** ESALQ/USP, Piracicaba, SP

**Data:** 15 a 17/NOVEMBRO/2009

**Informações:** Departamento de Engenharia Rural

Telefone: (19) 3447-8566

Email: [vcbbiomet@gmail.com](mailto:vcbbiomet@gmail.com)

## 11. FENAGRO 2009 - 22ª Feira Internacional da Agropecuária

**Local:** Parque de Exposições Agropecuárias de Salvador, BA

**Data:** 28/NOVEMBRO a 6/DEZEMBRO/2009

**Informações:** ABAC

Website: [www.fenagro.com.br](http://www.fenagro.com.br)

Email: [abacnews@terra.com.br](mailto:abacnews@terra.com.br)

## 1. FERTILIZING FOR IRRIGATED CORN – GUIDE TO BEST MANAGEMENT PRACTICES

**Editores:** Stewart, W. M.; Gordon, W. B.; 2008.

**Conteúdo:** Amostragem de solo, análise de solo e desenvolvimento do programa de fertilidade; fontes de fertilizantes; manejo do nitrogênio; manejo do fósforo; manejo do potássio; manejo dos nutrientes secundários e dos micronutrientes; adubação de arranque; aumento da eficiência de uso do nitrogênio em milho irrigado com o uso de tecnologia de sensor.

**Preço:** download gratuito

**Idioma:** inglês

**Número de páginas:** 40

**Endereço para aquisição gratuita na internet:**

<http://cig.farmresearch.com/index.php?q=node/10>

**Website:** [www.ipni.net](http://www.ipni.net)

## 2. RETROSPECTIVA CRÍTICA SOBRE A PEDOLOGIA

**Autor:** Carlos Roberto Espindola; 2009.

**Conteúdo:** O livro traz uma revisão da pedologia desde seus primórdios até os dias atuais, numa análise crítica sobre conceitos, classificações taxonômicas, especificidades sobre os solos tropicais, com mais de 1.600 referências bibliográficas. Embasado num vasto levantamento retrospectivo, o livro estabelece uma projeção futura para esse campo científico, possibilitando, ainda, maior aproximação tanto do aluno com o professor quanto do usuário do solo, da zona rural ou urbana, com o técnico, o especialista ou o pesquisador.

**Preço:** R\$ 80,00

**Número de páginas:** 400

**Pedidos:** Editora UNICAMP

**Website:** <http://www.editora.unicamp.br>

## 3. NUTRIÇÃO DE PLANTAS: DIAGNOSE FOLIAR EM GRANDES CULTURAS

**Autores:** Prado, R. M.; Rozane, D. E.; Vale, D. W.; Correia, M. A. R.; Souza, H. A.; 2008.

**Conteúdo:** Introdução à nutrição de plantas; histórico e os desafios da nutrição de plantas; diagnose foliar: princípios e aplicações; importância dos critérios de amostragem de folhas; perspectivas do DRIS em culturas de alta produtividade; CND: vantagens e benefícios para culturas de alta produtividade; análise foliar para recomendação de adubação em culturas agrícolas; perspectivas de uso de métodos diagnósticos alternativos: medida indireta da clorofila; relação entre doenças e a nutrição das plantas: o caso do elemento silício; diagnose foliar em milho, sorgo, arroz, cana-de-açúcar, soja, amendoim, algodão e café.

**Preço:** R\$ 31,00

**Número de páginas:** 301

**Pedidos:** FUNEP

Fone: (16) 3209-1306

**Website:** [www.funep.com.br/livraria](http://www.funep.com.br/livraria)

## 4. MANUAL DE NUTRIÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

**Autor:** Renato de Mello Prado; 2008.

**Conteúdo:** Introdução à nutrição de plantas; relação da nutrição de forrageiras e o desempenho animal; macronutrientes: absorção, transporte, redistribuição, funções e sintomatologias; princípios da diagnose visual e foliar; nutrição de plantas forrageiras gramíneas; nutrição de plantas forrageiras leguminosas; nutrição de plantas forrageiras capineiras; nutrição de plantas forrageiras para pasto consorciado; nutrição de plantas anuais: milho, sorgo, girassol, soja, aveia-preta e milheto; prática experimental: diagnose de deficiência nutricional em plantas forrageiras.

**Preço:** R\$ 69,90

**Número de páginas:** 500

**Pedidos:** FUNEP

Fone: (16) 3209-1306

**Website:** [www.funep.com.br/livraria](http://www.funep.com.br/livraria)

## 5. PEDOLOGIA APLICADA E VOCABULÁRIO ILUSTRADO DE TERMOS PEDOLÓGICOS E AFINS

**Autor:** João Bertoldo de Oliveira; 2009.

**Conteúdo:** Fatores e processos de formação do solo; o solo; atributos diagnósticos; outros atributos; horizontes diagnósticos; horizontes diagnósticos de superfície; interpretação de mapas pedológicos para fins não-agrícolas; classes de solos do Brasil e suas principais implicações agrícolas e não-agrícolas; Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. O Vocabulário Ilustrado de Termos Pedológicos e Afins é acompanhado de CD ilustrativo reunindo 1.096 verbetes considerados os mais relevantes em pedologia, com especial ênfase aos relacionados ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, ao sistema americano de classificação de solos (Soil Taxonomy) e ao Sistema FAO, conectados a 1.160 figuras, sendo 1.136 coloridas.

**Preço:** R\$ 90,00

**Número de páginas:** 592

**Pedidos:** FEALQ

Fone: (19) 3417-6600

**Website:** [www.fealq.org.br](http://www.fealq.org.br)

## 6. PRINCÍPIOS DA ADUBAÇÃO FOLIAR

**Autor:** Paulo R. C. Castro; 2009.

**Conteúdo:** Anatomia foliar; mecanismos de absorção; absorção passiva; absorção ativa; fatores que afetam a eficiência da adubação foliar; aplicação foliar e penetração dos nutrientes.

**Preço:** R\$ 15,00

**Número de páginas:** 42

**Pedidos:** FUNEP

Fone: (16) 3209-1306

**Website:** [www.funep.com.br/livraria](http://www.funep.com.br/livraria)

## BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

*Luís Ignácio Prochnow*

O IPNI Brasil realizou de 28 a 30 de setembro último o Simpósio Sobre Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes (BPUFs). O evento contou com palestrantes do exterior (Argentina, Canadá, Estados Unidos e Nova Zelândia) e do Brasil e agregou 260 participantes de várias partes do país e ainda de outros países. Discutiram-se, em quatro painéis – contexto mundial, aspectos gerais e práticas de suporte, nutrientes na agricultura brasileira e manejo visando as culturas – os vários aspectos do uso eficiente dos fertilizantes.

O evento cumpriu a primeira das três etapas do programa IPNI Brasil em BPUFs. A segunda etapa será a edição de um livro contendo capítulos específicos para cada uma das palestras apresentadas no evento e a terceira será um amplo programa de difusão de BPUFs em todo o Brasil. Isto deverá ocorrer em forma de even-

tos nas mais diversas regiões, os quais irão resumir as práticas adequadas para uso dos fertilizantes visando elevada eficiência agrônômica e minimização dos impactos ambientais. Além disso, publicações regionais ou por cultura deverão resultar do livro. Desde já convidamos a todos para parcerias regionais visando a fase de divulgação ampla das BPUFs.

Os participantes do evento têm importância fundamental para o Brasil. Como todos sabem, nosso país tem ampla vocação agrícola, mas apresenta solos de fertilidade em geral comprometedora, o que direciona para a necessidade de utilização ampla de fertilizantes, os quais, obviamente, devem ser utilizados sempre com responsabilidade. O grupo reunido no evento se constitui em base sólida para o cumprimento deste objetivo, o qual está totalmente em conformidade com a missão do nosso Instituto.



### INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Rua Alfredo Guedes, 1949 - Edifício Rácz Center - sala 701 - Fone/Fax: (19) 3433-3254  
Endereço Postal: Caixa Postal 400 - CEP 13400-970 - Piracicaba (SP) - Brasil  
LUÍS IGNÁCIO PROCHNOW - Diretor, Engº Agrº, Doutor em Agronomia  
E-mail: [lprochnow@ipni.net](mailto:lprochnow@ipni.net) Website: [www.ipni.org.br](http://www.ipni.org.br)

**Impresso Especial**

1.74.18.0217-0 - DR/SPI

**IPNI**

DEVOLUÇÃO

CORREIOS

### MEMBROS DO IPNI

- Agrium Inc.
- Arab Fertilizer Association
- Arab Potash Company
- Belarusian Potash Company
- Bunge Fertilizantes S.A.
- Canadian Fertilizer Institute
- CF Industries Holding, Inc.
- Incitec Pivot
- International Fertilizer Industry Association
- International Potash Institute
- Intrepid Mining, LLC.
- K+S KALI GmbH
- Mosaic Company
- Office Chérifien des Phosphates Group
- PotashCorp
- Saskferco
- Simplot
- Sinofert Holdings Limited
- SQM
- Terra Industries, Inc.
- The Fertilizer Institute
- Uralkali