

Diversidade

Melhoramento genético deve priorizar estratégias de seleção regionais

Marcos Guimarães de Andrade Landell e Maximiliano Salles Scarpari*



SILVIO FERREIRA JUNIOR

Variedade de cana-de-açúcar melhorada geneticamente

A cultura da cana-de-açúcar experimenta, no momento, uma grande expansão no Brasil, abarcando uma ampla diversidade de ambientes que contempla principalmente as áreas do cerrado brasileiro, conhecidas pelas restrições hídricas e químicas dos solos. Assim, a maior probabilidade de se obterem cultivares mais adaptadas a esses ambientes relaciona-se à efetiva inserção dos programas de melhoramento nessas condições e à priorização de estratégias regionais de seleção. Para tanto, a caracterização dessas regiões quanto ao déficit hídrico, assim como dos principais solos e climas, é primordial para a interpretação do comportamento de produção dos genótipos em avaliação.

Além das questões de adaptação ambiental para os caracteres de produção, um aspecto bastante importante na seleção regional diz respeito à importância relativa dos caracteres relacionados com a produtividade. No cerrado, por exemplo, caracteres como tolerância ao estresse hídrico, brotação de soqueiras, perda de peso dos colmos e ausência de florescimento assumem importância estratégica na seleção (Tabela I). A produtividade física de um canavial é composta pelos componentes: diâmetro e altura média dos colmos versus o número deles em uma unidade de área. A densidade do colmo, que normalmente é próxima do valor um em regiões de estresse hídrico elevado, poderá ser inferior, ocasionando equívocos na estimação da produtividade da cultura.

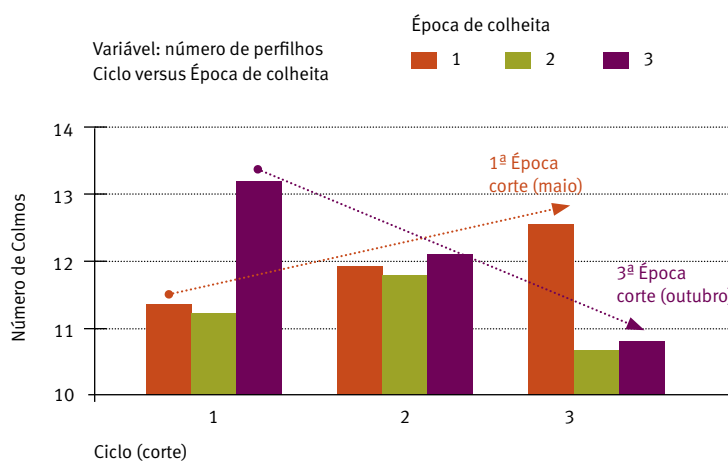
O número de colmos por metro, que é uma característica marcante de uma variedade de cana-de-açúcar, normalmente é o componente biométrico mais afetado nas regiões de cerrado, principalmente na cana-de-açúcar com o ciclo de desenvolvimento da primavera; ou seja, a colhida no final de safra (Figura I). A colheita da cana-de-açúcar na Região Centro-sul do Brasil é realizada no período que compreende os meses de abril a novembro. Esse longo período de colheita atravessa três estações do ano, iniciando-se no outono (abril a junho), passando pelo inverno (julho a setembro) e terminando na primavera (outubro a novembro). Essas três estações têm importantes interferências nos parâmetros de qualidade e quantidade de matéria-prima, merecendo ser individualizadas no momento de quantificar déficits e interpretar produtividades. O Programa Cana IAC, desde a década de oitenta, convive com a estratégia de seleção regional, sendo que, a partir de 1993, efetivou sete regiões de seleção no Estado de São Paulo (Tabela 2) e, a partir dessa década, ampliou seus pontos de seleção de *seedlings* para Goianésia, GO (2001) e Luís Eduardo Magalhães, BA (2007). Essas últimas duas

TABELA 1 | CARACTERÍSTICAS PECULIARES E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS NO PROCESSO DE SELEÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, POR REGIÕES

Regiões	Características peculiares priorizadas	Problemas fitossanitários por região
Piracicaba	Aumento do potencial de produção agrícola e tolerância ao alumínio em subsuperfície	Ferrugem
Ribeirão Preto	Maior capacidade de brotação em período de estresse hídrico	Mosaico, escaldadura
Jaú	Maior resistência às doenças fúngicas, maior capacidade de produção em solos de baixa fertilidade	Ferrugem, carvão, escaldadura
Mococa	Maior potencial de maturação em condições de baixo estresse hídrico	Ferrugem
Pindorama	Maior capacidade de brotação em período de estresse hídrico	Escaldadura, nematóides
Assis	Maior potencial de maturação em condições de baixo estresse hídrico	Mosaico, estrias de folhas, ferrugem
Adamantina	Capacidade de realizar grande acúmulo de massa verde no período de crescimento vegetativo	Carvão
Goianésia	Capacidade de suportar período de estresse hídrico e ausência de florescimento	Carvão

Fonte: Landell et al. (2004)

FIGURA 1 | NÚMERO DE PERFILHOS FINAIS EM CANA-DE-AÇÚCAR, EM TRÊS CORTES, FEITOS NO OUTONO, INVERNO E PRIMAVERA



Fonte: Elaborada pelos autores utilizando a rede CAIANA IAC

TABELA 2 | CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS, NAS OITO REGIÕES DE SELEÇÃO UTILIZADAS PELO PROGRAMA CANA IAC

Regiões	Clima*	Solo
Piracicaba	Cwa	Latossolo vermelho distrófico típico álico; Argissolo vermelho distrófico
Ribeirão Preto	Cwa para Aw	Latossolo vermelho eutrófico
Jaú	Cwa	Latossolo vermelho distrófico Latossolo vermelho eutrófico Latossolo vermelho distrófico típico álico
Mococa	Aw	Latossolo vermelho distrófico; Latossolo vermelho distrófico típico álico;
Pindorama	Aw	Argissolo vermelho-amarelo eutrófico
Assis	Cwa para Cfa	Neossolo quartzarênico órtico
Adamantina	Cwa	Latossolo vermelho eutrófico
Goianésia	Cwa	Latossolos distróficos e álicos

*Classificação, segundo Köppen.

Fonte: Landell et al. (2004)

TABELA 3 | CAPACIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL (CAD), VARIÁVEL EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO FENOLÓGICO E DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO

Estádio fenológico	Ambientes de produção		
	Superiores (A1-B2)	Médios (C1-D1)	Inferiores (D2-E2)
Estabelecimento	20	20	20
Perfilhamento	40	40	35
Desenvolvimento vegetativo	80	65	35
Maturação	100	65	35

Fonte: Scarpari e Beauclair (2004)

contemplam regiões de excessivo déficit hídrico, possibilitando a criação de cultivos de grande tolerância à seca.

Desse modo, uma caracterização climática dessas unidades de seleção foi obtida por meio do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (Ciiagro/IAC), utilizando-se para a elaboração dos balanços hídricos os critérios propostos por Barbieri et al. (1997). As regiões analisadas são Piracicaba, Ribeirão Preto, Assis, Pindorama, Jaú e Mococa. A safra foi dividida em três períodos de

doze meses cada, representando o início (safra de outono – maio a abril), o meio (safra de inverno – agosto a julho) e o final (safra de primavera – novembro a outubro). Considerou-se, para efeito de cálculo do déficit estratificado, o valor máximo da capacidade de água disponível (CAD) dos solos caracterizados como superiores, médios e inferiores, sendo respectivamente de 100, 65 e 35 mm, variando em função do estágio fenológico da cultura (Tabela 3) e dos ambientes de produção (Prado et al., 2002).

Os déficits hídricos de algumas regiões são apresentados na Tabela 4, para exemplificar o estudo. Observa-se, de uma maneira geral, que o déficit é menor nos canaviais de ciclo de outono, aumentando nos colhidos no meio de safra (ciclo de inverno) e assumindo proporções extremamente restritivas no final de safra (ciclo de primavera). O menor déficit hídrico encontrado, 18 mm de média nos ambientes para o início de safra (outono), foi na região de Mococa. Na seqüência, os menores déficits estão em Ribeirão Preto, Piracicaba, Pindorama, Assis e Jaú. Analisando os valores de meio de safra (inverno), novamente a região de Mococa apresentou o menor déficit, com média de 113 mm, seguida por Pindorama, com 128 mm.

Valores médios de 160 mm foram observados para Assis, Ribeirão Preto e Piracicaba. Jaú apresentou valores médios de 200 mm. O menor valor de déficit hídrico para final de safra (primavera) é da região de Assis, com média de 360 mm. Piracicaba (460 mm), Mococa (510 mm), Ribeirão Preto (522 mm), Pindorama (534 mm) e Jaú (572 mm) aparecem na seqüência. Scarpari e Beauclair (2004) relataram que uma seca superior a 130 mm, nos meses que antecedem a colheita, já afeta o acúmulo de sacarose no colmo; e Inman-Bamber (2004) mostrou que o acúmulo de biomassa é grandemente reduzido com o déficit hídrico superior a 120 mm anuais, e ainda que o acúmulo de sacarose no colmo é afetado com déficit hídrico superior a 145 mm anuais.

Todas as áreas apresentaram déficits muito superiores a 130 mm na safra de primavera (final de safra), afetando o crescimento e maturação da cultura. Na safra de inverno (meio de safra), apenas Mococa e Pindorama apresentaram valores abaixo de 130 mm, sendo áreas favoráveis à maturação. Para a safra de outono (início de safra), todas as regiões analisadas apresentaram valores médios abaixo de 130 mm.

TABELA 4 | DÉFICIT HÍDRICO ESTRATIFICADO DE ALGUMAS REGIÕES CANAVIEIRAS, AO LONGO DA SAFRA, EM FUNÇÃO DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO E DOS PERÍODOS DENTRO DA SAFRA

Ribeirão Preto (em mm)			
	Safr		
Ambientes	Outono	Inverno	Primavera
Superiores	21	147	489
Médios	29	174	524
Inferiores	43	203	554

Assis (em mm)			
	Safr		
Ambientes	Outono	Inverno	Primavera
Superiores	82	130	327
Médios	103	156	360
Inferiores	128	184	390

Jaú (em mm)			
	Safr		
Ambientes	Outono	Inverno	Primavera
Superiores	91	247	539
Médios	112	279	574
Inferiores	138	309	604

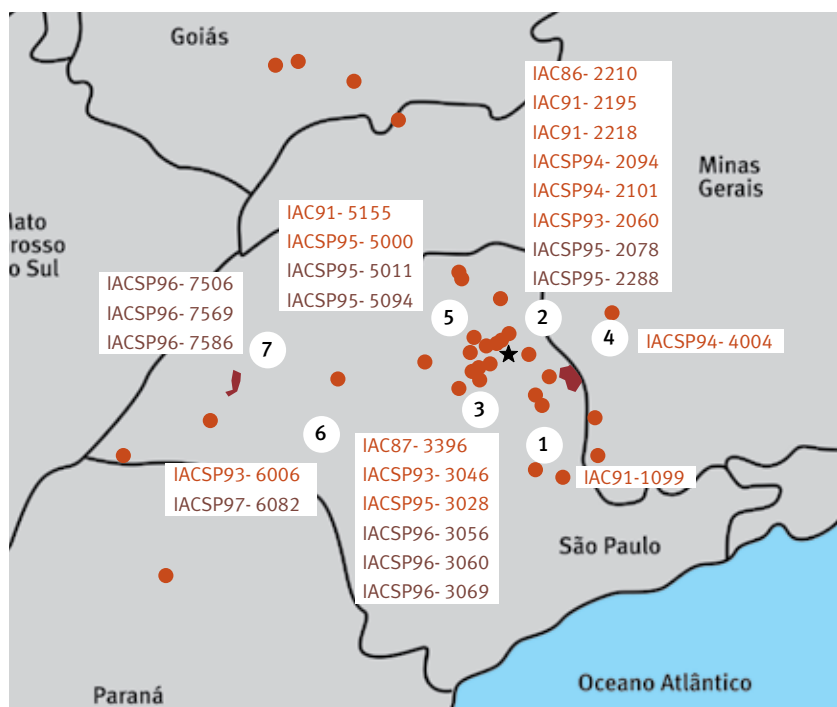
Mococa (em mm)			
	Safr		
Ambientes	Outono	Inverno	Primavera
Superiores	12	90	477
Médios	17	112	512
Inferiores	26	138	542

Piracicaba (em mm)			
	Safr		
Ambientes	Outono	Inverno	Primavera
Superiores	73	152	427
Médios	92	180	462
Inferiores	116	209	492

Pindorama (em mm)			
	Safr		
Ambientes	Outono	Inverno	Primavera
Superiores	70	99	502
Médios	92	125	536
Inferiores	124	161	567

Fonte: Elaborada pelos autores (2007)

FIGURA 2 | PRÉ-VARIEDADES (COR VERDE) E VARIEDADES (COR VERMELHA) IAC, ELEITAS CONFORME CRITÉRIOS DE SELEÇÃO REGIONAL



Fonte: Elaborada pelos autores (2007)

TABELA 5 | VANTAGEM COMPARATIVA DA VARIEDADE IACSP94-4004, NA REGIÃO DA MANTIQUEIRA, EM RELAÇÃO A VARIEDADES PADRÕES


Seleção Regional					
Região Mantiqueira	Média 5 cortes				
	Variedade	TCH5*	PCC	TPH5	
IACSP94-4004	112.8	1d	16.4	13d	18.4
IAC87-3396	98.9	4d	16.6	11d	15.0
SP80-3280	86.5	7i	17.0	5s	14.7
RB867515	89.8	5d	16.4	14d	14.7
PS83-2847	89.6	6d	15.3	15i	13.8
RB72454	79.9	10i	16.5	12d	13.2
MEDIAS	84.7		16.9		14.2
MEDIAS PAD.	91.4		16.4		14.2
DMS (10%)	25.3		1.8		4.4
CV	10.81		3.87		11,16
Ganhos em relação padrões	23.40%		0%		22.70%

* TCH5: tonelada de cana por hectare no 5º corte. PCC: pol de cana corrigido. TPH5: tonelada de pol por hectare no 5º corte

*Fonte: Elaborada pelos autores com dados da rede CAIANA IAC (2007)

Dessa forma, a análise regionalizada do déficit hídrico segmentada em ciclos de outono, inverno e primavera, possibilita a criação de cenários bem fundamentados, visando à caracterização e à compreensão do comportamento do crescimento das variedades, além da seleção direcionada de *seedlings* tolerantes ao estresse hídrico por programas de melhoramento – necessidade, principalmente, das novas áreas de expansão canavieira.

A Figura 2 ilustra os resultados obtidos até o momento pelo Programa Cana IAC com essa estratégia regional de seleção (Landell et al., 2004). Os genótipos destacados em vermelho já são variedades lançadas, enquanto que os destacados em verde são pré-variedades. As vantagens desses materiais,

em relação às variedades consagradas, são normalmente mais evidentes nas regiões de origem de seleção. Isso é ilustrado pela Tabela 5, que indica a superioridade da IACSP94-4004 sobre variedades comerciais consagradas, como as RB72454, RB867515 e SP83-2847, em ensaios conduzidos na Região da Mantiqueira, onde a mesma foi selecionada regionalmente. A vantagem atinge 22,7%, em termos de toneladas de pol por hectare, na média de cinco cortes. 

* **Marcos Guimarães de Andrade Landell** é pesquisador científico do IAC (mlandell@iac.sp.gov.br) e **Maximiliano Salles Scarpari** é pesquisador científico do IAC (mscarpa@iac.sp.gov.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, V. et al. Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather modificado para estimativa de deficiências nas culturas. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10., Piracicaba, 1997. *Anais...* Piracicaba: SBA/ESALQ, 1997. p. 587-589.
- INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. *Field Crops Research*, v. 89, p. 107-122, 2004.
- LANDELL, M. G. A. et al. Seleção de novas variedades de cana-de-açúcar e seu manejo de produção. *Informações Agronômicas* (Encarte Técnico), Piracicaba, n. 110, p. 18-24, 2004.
- PRADO, H.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, 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. *Anais...* Cuiabá: SBSC, 2002. 1 CD-ROM.
- SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. de. Sugarcane maturity estimation through edaphic-climatic parameters. *Scientia Agricola*, v. 61, n. 5, p. 486-491, 2004.