

INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE AGROTECNOLOGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR DA ARQUITETURA DO DOSSEL, ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS E DISTÂNCIA ENTRE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB), EM LENÇÓIS PAULISTA - SP

Fábio Cesar da Silva¹
Santiago Vianna Cuadra²
Gustavo Rodrigues¹
Ariovaldo Luchiarini Junior¹
Pedro Luiz de Freitas³
Hamilton Cesar Pavan Rossetto⁴
Guilherme Hipolito⁵

Introdução

No Brasil, a expansão da bioenergia, em especial da agroindústria sucroalcooleira, tem levado a cultura de cana-de-açúcar para áreas não tradicionais voltada à pecuária que começa na região de Araçatuba – Estado de São Paulo, e se difunde para o triângulo mineiros estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, atraídas pelo relevo plano, apto à mecanização (CARVALHO *et al.*, 2015). Hoje, a Política Governamental não possui suporte de financiamento bancário oficial para a cultura. Sua expansão, no entanto, requer a formulação de planos de uso sustentável da terra tendo como base o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar para a produção de açúcar e etanol (MANZATTO *et al.*, 2009), ferramenta fundamental para garantir a minimização do risco de sinistro no sistema de produção propostos e em uso e a maximização da produtividade agrotecnológica em harmonia com a biodiversidade.

Portanto, a sustentabilidade da produção da cana de açúcar requer uma análise de um agrossistema que é muito complexo, o que engloba, dentre outros fatores, a maximização da produção agrícola com a redução dos insumos e aporte

1 Engenheiro Agrônomo, Pesquisador doutor da Embrapa Informática agropecuária e professor da Fatec Piracicaba, em Campinas SP.

2 Meteorologista, Pesquisador doutor da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS;

3 Engenheiro Agrônomo, Pesquisador doutor da Embrapa Solos, Rio de Janeiro – SP.

4 Engenheiro Agrônomo e sócio-proprietário da PHD Cana, em Lençóis Paulista – SP.

5 Engenheiro Agrônomo e coordenador do Projeto Agmusa, BASF do Brasil, Santo Antonio de Posse-SP.

de capital. Por exemplo, a escolha de variedades mais adequadas ao ambiente de produção e o manejo podem impactar a produtividade agrícola. Um exemplo seria a possível adoção de tecnologia de mudas pré-brotadas. Entretanto, por ser tratar de um modo de produção relativamente novo, faz-se necessário conhecer o desempenho do sistema em diferentes arranjos de espaçamento e considerando diferentes variedades, o que poderia afetar a radiação fotossinteticamente ativa ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ entre 400 e 700 nm) absorvida (SINGELS *et al.*, 2005; BARBIERI *et al.*, 2015) e, conseqüentemente, a produtividade.

Diversos trabalhos (CAMPBELL, 1986; NOBEL *et al.*, 1993; PARK *et al.*, 2005) já demonstraram que há uma influência da arquitetura do dossel no crescimento e na produtividade das plantas, isto é, através da relação da quantidade de radiação solar absorvida pelo dossel. Dentro desse contexto, a Embrapa em parceria com as empresas BASF e PhD Cana/Grupo Zilor instalaram um experimento à campo cujo objetivo é avaliar os efeitos de diferentes arranjos de plantas (espaçamento), da população de MPB em duas variedades de distintas arquiteturas de folhas sobre a produtividade agrícola e a produção de gemas na cana-planta, bem como em outros aspectos agronômicos.

Material e métodos

O experimento foi implantado em 03/09/2014 foi em delineamento de blocos em tratamento fatorial (3x2) ao acaso com parcelas subdivididas e 6 repetições. No experimento, foi estudada a influência do fator variedade na interceptação de luz diferenciada em função da arquitetura de folha informada pelo Centro de Tecnologia Canavieiro: folhas prostradas/ CTC 9001 ou folhas eretas/ CTC 9003, que associada a diferentes espaçamentos (a – linha simples 1,5m; b – linha dupla de 1,5/0,9m com preparo convencional e, c – – linha dupla de 1,5/0,9m com preparo profundo canteirizado (equipamento PENTA/Mafes adaptado), como nota-se na tabela 1. Dentro de cada parcela teremos 4 sub-parcelas, de 5 ou 6 linhas de 10 metros cada, cujos tratamentos são densidades na linha de plantio com mudas MPB: 40, 60 e 80 cm entre mudas. O ensaio foi instalado na Fazenda da PHD cana, em NEOSSOLO típico nesse ensaio, que vem de sendo plantado há décadas e de rotação com amendoim e segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como Cfa. Lençóis Paulista tem uma temperatura média de 20,5 °C. A média anual de pluviosidade é de 1258 mm Na colheita realizada aos 370 DAP (15/09/2015) avaliou-se a qualidade fitotecnia (gemas, altura, diâmetro, entre outros) e os parâmetros agro-tecnológicos (produtividade por pesagem e Brix, pol, pureza, fibra) sem parcela sem linha de bordadura.

Tabela 1. Estabelecimento de tratamentos (variedade x espaçamento) com mudas pré brotadas em subparcelas para distância entre MPB para experimento.

Tratamento	Variedade (com inclinação de folha contrastantes)	Espaçamentos (m)
1	CTC 9001 (folhas prostradas), preparo convencional	1,50m
2	CTC 9003 (folhas eretas) , preparo convencional	1,50m
3	CTC 9001, preparo convencional	1,5/0,9m
4	CTC 9003 , preparo convencional	1,5/0,9m
5	CTC 9001 com preparo profundo canteirizado	1,5/0,9m
6	CTC 9003 com preparo profundo canteirizado	1,5/0,9m

Subparcela: MPB: 40, 55, 70 e 85 cm entre mudas.



Figura 1. Vista área experimental na fase de implantação.

Resultados e discussão

Para fins de interpretação estatística dos resultados do teste de Tukey a 5% de probabilidade para médias das variáveis para subtratamentos e a análise de variância (Teste F) do ensaio, como podemos observar nas Tabelas 2, 3 e, 4. Os valores de coeficiente de variação foram de 21 a 23,5 % para parâmetros biométricos (perfilhamento, diâmetro e altura da planta) aos 370 DAP.

Verificou-se que a CTC 9003 apresentou melhores perfilhamentos por metro linear ou quadrado, assim como, na parcela como um todo, mensurado nas duas linhas centrais, em comparação a CTC 9001 (Tabela 2). As folhas de plantas que se mantêm na posição mais vertical são denominadas erectófilas, erectas ou lanceoladas (NOBEL et al., 1993), como a variedade CTC 9003 e essa característica de angulação da folha promoveria uma distribuição mais homogênea da radiação solar no dossel, durante a fase vegetativa do ciclo, o que permitiria uma maior incidência de luz no estrato inferior do dossel, na capacidade fotossintética e na senescência das folhas localizadas naquela posição (MARCHIORI et al., 2014). A maximização da captura de energia luminosa pelo dossel da planta ocorre quando cada colmo possui um número ótimo de folhas e quando há uma quantidade ideal de colmos por área, o que pressupõem se populações de mudas adequadas (Figura 1), sendo essas características variáveis de acordo com o ambiente de produção, variedade e idade da planta (TEJERA et al., 2007).

Há influência da população de MPB na produtividade da cana de açúcar, em duas variedades de distinta arquitetura, que chegaram as distintas populações adequadas de mudas para os ensaios instalados: 11500 a 13000 plantas para folhas mais prostradas (CTC 9001) e de 15000 para folhas mais eretas (CTC 9003). O espaçamento de plantio utilizado nas culturas deve ser definido em função da maximização do índice de área foliar (IAF) relacionado com a interceptação da radiação solar (TEJERA et al., 2007), e plantas cultivadas que possuem diferenças varietais na arquitetura foliar sugere a adoção de espaçamento de plantio diferente do habitualmente utilizado (CAMPBELL et al., 2001). O aumento do IAF em função do adensamento de plantio favorece a interceptação da radiação solar, mas pode reduzir a produtividade da cultura em resposta à queda da fotossíntese global da planta (CAMPBELL et al., 2001). Por outro lado, aumento de produtividade pode ser obtido em função do adensamento de plantio em plantas com arquitetura de folhas mais eretas.

Os subtratamentos com as menores distâncias entre mudas (0,40 a 0,55 m) foram os de maiores valores em perfilhamento, em comparação a maiores distâncias entre as plantas (0,70 e 0,85 m) (Tabelas 2 e 3), valores observados na colheita. Para cana-de-açúcar diferenças de produtividade são encontradas em função do espaçamento de plantio utilizado (Figura 2), e a produtividade de algumas variedades é favorecida com espaçamento de plantio adensado, como se observa amplamente na literatura (BELL, GARSIDE, 2005). Ressalta-se que nos estudos conduzido na produção com ou sem queimada do canavial, se conhece sobre a influência direta da arquitetura foliar sobre a produtividade das plantas

(MARCHIORI et al., 2014), e possivelmente razões associadas as características varietais. Nos resultados de presente experimento, esses fatores se refletiram na produtividade de colmo e de gemas, onde se observou que à arquitetura foliar mais ereta das plantas (CTC 9003) resultou num maior número de colmos e gemas. A recomendação da distância entre mudas foi entre 0,55 e 0,70 m (Figura 2), Isto é, se for um plantio por muda pré-brotada, ou MPB, em linha dupla alternada poderia ser 0,70m entre plantas, se fizer um arranjo em “losango”, o que demanda dez vezes menos matéria-prima por hectare.

Tabela 2. Análise de Variância: Teste de Tukey para médias de manejo fitotecnia (Trat A) para produção de gemas, diâmetro médio e açúcar de cana (pol, ATR e TAH), na colheita da cana-planta.

Causa Variação	Total Gemas/ha	Diâmetro	Pol %cana	ATR	TAH
S Simples (1,5)	1377661AB	0.185	15.09A	149.5A	10.87A
Duplo Alt (0,90X1,5)	1481712A	0.175	14.88AB	147.4 AB	9.50 B
Duplo Alt (0,90X1,5) PENTA	1313982B	0.170	14.52B	144.1B	8.75 B
DSM a 5%	232478	0.0487	0.495	3.522	1.029

Houve uma restrição hídrica severa na condução experimental da cana-planta, o que condicionou ao fator variedade ter uma maior produtividade de colmos e produção de gemas viáveis para multiplicação de viveiro, comprovado pelo Teste de tukey.

O sistema de produção no duplo alternado (0,90m x 1,5m) mostrou-se melhor alternativa para ambas as variedades, em comparação aos sulcos simples (1,5m), mas a melhoria promovida pelo preparo profundo não refletiu em ganho de produtividade da cana planta, na comparação de médias no teste de tukey.

Tabela 3. Análise de Variância: Teste de Tukey para médias de manejo fitotecnia da diferença varietal (Trat B) para produção de gemas, diâmetro médio e açúcar de cana (pol, ATR e TAH), na colheita da cama-planta.

Causa Variação	Produtividade	Peso Total	Peso, sem Palha	Peso Líquido	No. colmo	No. Gemas/2TC	ATR	TAH
CTC 9001	59.7B	96.7	85.08	73.2B	72460B	252.7 B	149.1A	8.91B
CTC 9003	72.3A	129.3	101.0	90.7 A	90446 A	287.4 A	144.9B	10.51A
DSM a 5%	4.60	34.4	16.38	13.77	5907	29.5	3.12	0.695

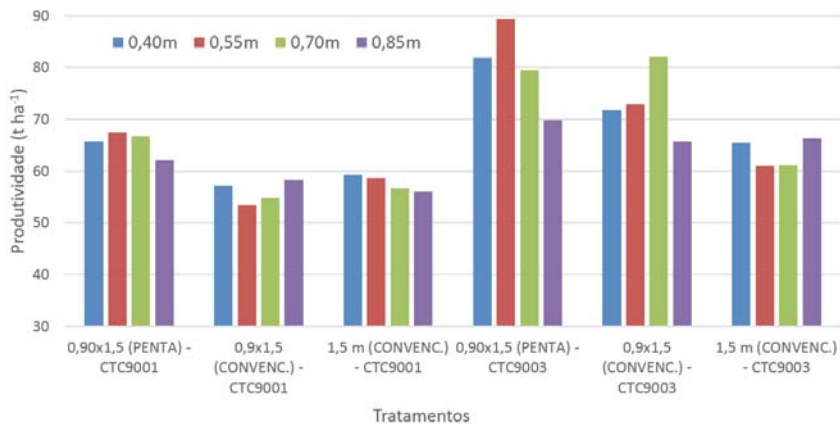


Figura 2. Produtividade agrícola da cana de açúcar sob influência dos sistemas de preparo do solo (Penta e Convencional), variedades (CTC9001 e CTC9003), e distância entre as MPB na produtividade (0,40, 0,55, 0,70 e 0,85 m).

Conclusões

A variedade CTC 9003 apresentou melhores perfilhamentos por metro linear, ou quadrado, independente dos tratamentos em comparação a CTC 9001. De modo geral, o tratamento duplo alternado (0,90 x 1,5) mostrou-se superior ao convencional (espaçamento simples a 1,5m) promovendo melhores perfilhamentos por metro linear ou quadrado, assim como, na parcela como um todo - mensurado nas duas linhas centrais. Os subtratamentos com as menores distâncias entre mudas (0,40 a 0,55 m) foram as de melhores perfilhamentos no estabelecimento da cultura, em comparação a maiores distâncias entre as plantas (0,70 e 0,85 m). Entretanto ao fim do ciclo os tratamentos que obtiveram os maiores números de perfilhos e produtividade foram os de 0,55 e 0,70 m entre mudas. Em relação ao preparo do solo, foram obtidos maiores valores de produtividade os tratamentos sob o sistema Penta.

Referências

- BARBIERI, V.; SILVA, F.C. da; CASTRO, A.; GODOY, A. Modelos matemático-fisiológicos para estimativa da produtividade da cana-de-açúcar. In: SILVA, F. C.; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. de (Eds). **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 245-289p.
- BELL, M.J.; GARSIDE, A.L. Shoot and stalk dynamics and the yield of sugarcane crops in tropical and subtropical Queensland, Australia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 231-248, 2005.
- CAMPBELL, C.S.; HEILMAN, J.L.; McINNES, K.J.; WILSON, L.T.; MEDLEY, J.C.; WU,

- G.; COBOS, D.R. Seasonal variation in radiation use efficiency of irrigated rice. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 110, p. 45-54, 2001.
- CARVALHO, L.C.C. Cenários e estratégias do setor sucroenergético: sustentabilidade socioeconômica. In: SILVA, F. C. da; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. de. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília, DF : Embrapa, 2015. 20-45p.
- MANZATTO, C. V.; ASSAD, E. D.; BACA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. **Zoneamento agroecológico da Cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p. (Documentos, Embrapa Solos, 110).
- MARCHIORI, P.E.R.; MACHADO, E.C.; RIBEIRO, R.V. Photosynthetic limitations imposed by self-shading in field-grown sugarcane varieties. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 155, p. 30–37, 2014.
- PARK, S.E.; ROBERTSON, M.; INMAN-BAMBER, N.G. Decline in the growth of a sugarcane crop with age under high input conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 305-320, 2005.
- NOBEL, P.S.; FORSETH, I.N.; LONG, S.P. Canopy structure and light interception. In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; BÖLHAR-NORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environment**. London: Chapman & Hall. 1993. p.79-90.
- SINGELS, A.; SMIT, M.A.; REDSHAW, K.A.; DONALDSON, R.A. The effect of crop start date, crop class and cultivar on sugarcane canopy development and radiation interception. **Field Crop Research**, Amsterdam, v. 92, p. 249-260, 2005.
- TEJERA, N.A.; RÓDES, R.; ORTEGA, E.; CAMPOS, R.; LLUCH, C. Comparative analysis of physiological characteristics and yield components in sugarcane cultivares. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 102, p. 64-72, 2007.