



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



BRUNA FERRARI SCHEDENFFELDT

**EFEITO DA DENSIDADE E DISTÂNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) DE CANA-
DE-AÇÚCAR**

ARARAS - 2020



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



BRUNA FERRARI SCHEDENFFELDT

**EFEITO DA DENSIDADE E DISTÂNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) DE CANA-
DE-AÇÚCAR**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof^a. Dr^a. Patricia Andrea
Monquero

ARARAS – 2020

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis na minha trajetória acadêmica e por sempre acreditarem no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser a causa primordial de todas as coisas.

Aos meus pais, Patricia e Hamilton, por serem exemplos e nunca medirem esforços para que eu chegasse a essa etapa da minha vida.

À minha irmã Beatriz por toda amizade, confidências e apoio.

Aos meus avós, Neuza e Paulo, por serem tão especiais e presentes em minha vida.

À minha orientadora Prof^a.Dr^a Patricia Andrea Monquero por todos os ensinamentos e dedicação que foram essenciais durante todo o meu trajeto na graduação.

Ao Prof. Dr. Marcio Roberto Soares por todas as contribuições e conselhos para a realização do trabalho.

Ao meu companheiro Paulo Henrique e minha filha Luiza por estarem presente nesse momento tão especial da minha vida.

Aos meus colegas de graduação e em especial a minha amiga Andreza T. de Lima pela amizade, companheirismo e apoio ao longo de todos esses anos.

Ao Grupo de Estudos em Ciências Agrárias ao qual me orgulho em ter feito parte durante toda a minha graduação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa (Processo: 2017/12531-1).

**“Para se ter sucesso é necessário amar de
verdade o que se faz.”**

Steve Jobs

RESUMO

Dentre os fatores que limitam a plena expressão do potencial produtivo da cana-de-açúcar, destaca-se a interferência ocasionada pela falta de controle de plantas daninhas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar como a densidade e a distância de *Ipomoea nil* e *Digitaria horizontalis* influenciam o desenvolvimento de mudas pré-brotadas (MPB) da variedade de cana-de-açúcar IAC SP 95-5000. O delineamento experimental, para cada espécie de planta daninha, foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial de 4 x 5 + 1, sendo quatro densidades de plantas daninhas convivendo com as MPB (1, 2, 4 e 8 plantas, equivalente a 10, 20, 40 e 80 plantas m⁻²), cinco distâncias a partir da MPB (2, 6, 12, 18 e 24 cm) e uma testemunha sem a presença da planta daninha, com quatro repetições. Transplantou-se as MPB em vasos de 30 L e as plantas daninhas foram semeadas. Após o florescimento das plantas daninhas, foram avaliadas altura, área foliar, biomassa seca da parte aérea e análise nutricional do tecido foliar da MPB. As MPB mais afastadas de *D. horizontalis* e *I. nil* apresentaram maior desenvolvimento. Em relação à área foliar, foram encontrados maiores valores quando as plantas estavam a 24 cm de distância das plantas daninhas. A densidade e a distância entre *D. horizontalis* e *Ipomoea nil* em relação a MPB foram afetadas pela competição por macro e micronutrientes, especialmente em densidades mais altas de plantas daninhas.

Palavras-chave: Área de influência; Competição; *Digitaria horizontalis*; IAC SP 95-5000; *Ipomoea nil*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Análise foliar de macronutrientes primários e secundários expressos em porcentagem em relação à testemunha (100%) nas plantas de cana-de-açúcar, em função da densidade e distância de *Digitaria horizontalis*.....23
- Figura 2.** Análise foliar de micronutrientes (ppm) expressos em porcentagem (%) em relação a testemunha (100%), em função da densidade e distância de *Digitaria horizontalis*.28
- Figura 3.** Análise foliar de macronutrientes primários e secundários expressos em porcentagem em relação à testemunha (100%) nas plantas de cana-de-açúcar, em função da densidade e distância de *Ipomoea nil*.....34
- Figura 4.** Análise foliar de micronutrientes (ppm) expressos em porcentagem (%) em relação a testemunha (100%), em função da densidade e distância de *Ipomoea nil*.....36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros químicos para fins de fertilidade e granulometria de amostra (0-20 cm) de Latossolo Vermelho distrófico.	17
Tabela 2. Altura (cm), área foliar (cm ²) e biomassa seca da parte aérea (g) de plantas de cana-de-açúcar em função da densidade e da distância de plantas de <i>Digitaria horizontalis</i> , aos 84 dias após a semeadura das plantas daninhas.	20
Tabela 3. Altura (cm), área foliar (cm ²) e biomassa da parte aérea (g) de plantas de cana-de-açúcar em função da densidade e da distância de plantas de <i>Ipomoea nil</i> , aos 122 dias após a semeadura das plantas daninhas.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
3. OBJETIVOS	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1. <i>Digitaria horizontalis</i>	19
5.1.1. Parâmetros biométricos.....	19
5.1.2. Absorção de nutrientes.....	22
5.2. <i>Ipomoea nil</i>	30
5.2.1. Parâmetros biométricos.....	30
5.2.2. Absorção de nutrientes.....	32
6. CONCLUSÃO	37
7. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que limitam a plena expressão do potencial produtivo da cana-de-açúcar, destaca-se a interferência ocasionada pela falta de controle de plantas daninhas, que pode causar redução de até 85% no rendimento da cultura (VICTORIA FILHO e CHRISTOFFOLETI, 2004). A alta densidade de ocorrência na área agrícola confere vantagens competitivas das plantas daninhas por água, luz, nutrientes e CO₂ em relação às culturas de interesse econômico (KUVA et al., 2001; SANTOS et al., 2003; GALON, et al., 2012).

A densidade de plantas constitui um dos fatores mais importantes àqueles relacionados à comunidade infestante, em que quanto maior a densidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos do meio e mais intenso será a competição com a cultura (CHRISTOFFOLETI & VICTÓRIA FILHO, 1996).

Outro fator considerado importante é a distribuição das plantas daninhas na área cultivada, sendo que a competição por espaço é de difícil quantificação e compreensão. Assim que as plantas daninhas tornam-se estabelecidas nas linhas e entrelinhas da cultura, estas ocupam um determinado espaço horizontal e vertical dentro do dossel e o espaço influenciado pelas plantas daninhas é chamado de área de influência e assim que esta área aumenta, as espécies de plantas daninhas tornam-se potencialmente mais competitivas (KOZLOWSKI, 1999).

Aspectos mais recentes da incidência e do controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar têm sido estudados com relação à eficácia agronômica de herbicidas e à dinâmica de banco de sementes em áreas de colheita mecanizada da cana-de-açúcar, denominado sistema de cana-crua (MONQUERO et al., 2008; MONQUERO et al., 2009; FERREIRA et al., 2010; MONQUERO et al., 2011). No entanto, há escassez de informações sobre o efeito da competição de plantas daninhas em canaviais estabelecidos a partir de sistemas de plantio diferentes do convencional, como o de mudas pré-brotadas (MPB) (DIAS et al., 2007; PAULA et al., 2018).

O sistema de MPB tem sido recomendado para substituir o sistema convencional de plantio, oferecendo melhor sanidade vegetal e mudas vigorosas, em que de acordo com Landell et al. (2013) economiza-se cerca de 20 t ha⁻¹ de colmos de cana-de-açúcar, que podem ser processados nas unidades sucroenergéticas. Dessa forma, a diminuição do volume de estruturas propagativas

por metro linear e a distribuição espacial reduz a competição entre as mudas, permite a irrigação mais localizada e otimiza o aproveitamento dos nutrientes da adubação (LANDELL et al., 2013).

Independente da tecnologia de formação de mudas pré-brotadas a cultivar IAC SP 95-5000 tem se destacado, conforme relatado por Zera (2016). Dessa forma, Ortolan & Segato (2014) salientam que trata-se de uma cultivar que é adaptada praticamente a todas as regiões de produção de cana-de-açúcar localizadas no Centro-Sul do Brasil.

Portanto, o rápido crescimento e estabelecimento do canavial a partir de MPB podem representar vantagens competitivas das plantas de cana-de-açúcar, diminuindo os efeitos negativos da interferência das plantas daninhas (PAULA et al., 2018).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol e seus respectivos produtos (CONAB, 2019). Dessa forma, de acordo com o levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, a produção total de cana-de-açúcar estimada para safra 2019/20 é de 642,727 milhões de toneladas, havendo um acréscimo de 3,6% em relação à safra anterior.

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e tem o desafio de atender a crescente demanda por etanol, açúcar e energia. Para isso, os canaviais precisam atingir excelentes produtividades e desde o início do cultivo da cana-de-açúcar novas tecnologias de manejo são desenvolvidas para que estas sejam alcançadas, gerando lucratividade no setor. Dentre as inovações tecnológicas, atualmente o setor tem se dedicado ao sistema de plantio, substituindo o uso de toletes, fragmentos de colmos, por mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (GARCIA, 2016).

A utilização de MPB trata-se de um novo conceito de multiplicação da cana-de-açúcar, que consiste previamente no tratamento químico (geralmente com fungicidas e inseticidas) de “mini-rebolos” que são as gemas do tolete de cana. Esses mini-rebolos são plantados em tubetes contendo substrato e seu desenvolvimento ocorre em casa-de-vegetação e posteriormente locais de aclimação das mudas, para serem levadas a campo após aproximadamente 60 dias de desenvolvimento (LANDELL, 2014).

Diversos fatores influenciam a produtividade da cana-de-açúcar, entre eles está o convívio com as plantas daninhas, que além de ocasionar a competição por nutrientes, luz e espaço, dificultam a colheita e o rendimento industrial (PITELLI, 1985). Em solos pouco férteis, a competição por nutrientes entre as espécies torna-se extremamente importante, principalmente quando houver sobreposição na zona de depleção das raízes da cultura e das plantas daninhas (RIZZARDI et al., 2001).

A alta habilidade competitiva das plantas daninhas é parcialmente explicada por suas características biológicas intrínsecas, principalmente as adaptações morfológicas e biológicas do sistema radicular que permitem ampliar a absorção de água e nutrientes (MASSENSINI et al., 2014).

Dessa forma, o grau de interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas pode ser definido como a redução percentual da produção econômica

provocada pela convivência com a comunidade infestante (KUVA et al., 2007). Esse grau de interferência, de acordo com Pitelli (1985), depende de fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), de fatores ligados à própria cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio), da época e extensão do período de convivência, e pode ser alterado pelas condições edafoclimáticas e tratos culturais.

Entre as principais espécies de plantas daninhas que infestam os canaviais brasileiros encontram-se aquelas conhecidas popularmente como capim-colchão, pertencentes ao gênero *Digitaria* (DIAS et al., 2007). Também pode-se ressaltar que as plantas daninhas da família Convolvulacea, pertencentes aos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*, destacam-se dentre as plantas daninhas que podem causar sérios danos à cultura da cana-de-açúcar, especialmente em áreas de cana-crua, pois, além de competirem com a planta cultivada, podem interferir nas práticas culturais, especialmente na colheita mecanizada, reduzindo sua eficiência (AZANIA et al., 2002).

A maioria das pesquisas sobre competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas determina o período crítico de competição e a interferência dessas plantas daninhas no canavial varia de acordo com o período de ocorrência no ciclo da cultura. Pitelli & Durigan (1984) classificaram períodos de interferência de plantas daninhas e os dividiram em: período total de prevenção à interferência (PTPI), período anterior à interferência (PAI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI).

O PAI é considerado o período a partir da emergência ou semeadura em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante antes que sua produtividade ou outra característica sejam afetadas negativamente. O PTPI é o período, a partir da emergência ou semeadura, em que esta deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante para que sua produtividade não seja afetada negativamente. O PCPI corresponde aos limites máximos entre o PAI e o PTPI se caracterizando pelo período durante o qual é imprescindível realizar o controle (PITELLI e DURIGAN, 1984).

Dessa forma, são encontrados na literatura diversos métodos para a determinação do potencial competitivo das plantas daninhas com as culturas e dentre eles há o método aditivo. No método aditivo a densidade da cultura que irá

sofrer a interferência das plantas daninhas mantém-se constante, ao passo que a densidade das plantas daninhas que irão atuar na interferência é alterada. Neste caso, as plantas daninhas, que podem ser oriundas de infestação natural, transplante ou semeadura, irão atuar como competidoras no desenvolvimento da cultura até o período desejável que se queira estudar a interferência exercida por elas (OLIVER e BUCHANAN, 1986).

Hijano (2016) constatou efeito negativo sobre a produtividade da variedade RB855156 de cana-de-açúcar, cultivada no sistema MPB, a partir da densidade de 8,9 plantas m⁻² de capim-camalote (*Rottboelia exaltata*). Apesar do aumento da biomassa seca total de plantas daninhas com o aumento da densidade populacional, houve diminuição da massa seca por planta daninha devido à provável ocorrência de competição intraespecífica.

Galon et al. (2012) estudaram o efeito de populações de *Urochloa brizantha* (0 a 112 plantas m⁻²) sobre os teores foliares de macronutrientes e o desenvolvimento das variedades RB72454, RB867515 e SP801816 de cana-de-açúcar. Houve decréscimo de 76% na produtividade de colmos na densidade máxima de *U. brizantha*. O aumento da densidade de *U. brizantha* causou decréscimo dos teores foliares de nitrogênio na RB72454 e na SP801816), de fósforo nas três variedades e de potássio e magnésio na RB72454, sendo a variedade RB72454 a menos competitiva por nutrientes.

Em outro trabalho, Pellegrini (2000) observou que uma planta daninha da espécie de *Panicum maximum* mesmo em baixas densidades pode ocasionar perdas significativas na cultura da cana-de-açúcar durante o ciclo, sendo capaz de acumular após 90 dias de desenvolvimento sob solução nutritiva grande quantidade de nutrientes, o que lhe proporcionou ganhos expressivos em competitividade em relação a outras espécies de plantas estudadas. Diante disso, pode-se dizer que o acréscimo da população do competidor ocasiona maior potencial de competição e absorção de nutrientes, devido ao sistema radicular mais abundante, explorando um volume maior de solo (RIZZARDI et al., 2001).

Sobretudo, em uma determinada área, com uma menor ou maior densidade de plantas infestantes, isso constitui um comportamento produtivo diferenciado na cultura, em função da competição por espaço, isto é, a área de influência que essas plantas se manifestam e interferem, como Guilherme (2000) constatou que quando há uma redução considerável no crescimento de espécies,

tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante de competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo.

De acordo com Santos et al. (2005), plantas de tiririca e de pimenta (*Capsicum annuum*) plantadas sem espaçamento entre elas (fizeram com que o peso fresco dos frutos de pimenta fossem reduzidos em 31% quando comparado às plantas que não sofreram competição com a planta daninha. Aos 30 cm de distância entre as plantas destas duas espécies, a produção das plantas de pimenta não foi reduzida, sendo estatisticamente semelhante à da testemunha. Já Byrd JR. e Coble (1991) observaram que a distância de 17 cm entre plantas de algodão e capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*) foi a que mais prejudicou o desenvolvimento e a produção da cultura.

A utilização do sistema de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar é recente e por isso há carência de informações, sobretudo em relação à interferência por plantas daninhas em função da densidade e distância em competitividade com a cultura.

3. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência de diferentes densidades e áreas de influência de capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) e corda-de-viola (*Ipomoea nil*) nos parâmetros biométricos e na absorção de nutrientes em plantas de cana-de-açúcar da variedade IAC SP 95-5000 cultivadas no sistema de mudas pré-brotadas (MPB).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro de 2018 a dezembro de 2018, utilizando-se vasos de polietileno de 30 L (0,1 m² de área e 0,30 m de altura) preenchidos com amostras coletadas da camada arável (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd).

As análises química e física do solo foram feitas conforme métodos de Raij (2011) e de Embrapa (1997) conforme está apresentado na tabela 1. A saturação por bases atual do solo (V% = 80) esteve acima da requerida para a cultura da cana-de-açúcar (V% = 60), dispensando a necessidade de correção com calcário.

Tabela 1. Parâmetros químicos para fins de fertilidade e granulometria de amostra (0-20 cm) de Latossolo Vermelho distrófico.

P _{res}	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC _t	V	Argila	Areia	Silte
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	----- mmol _c dm ⁻³ -----				-----	%	----- g kg ⁻¹ -----				
17	45	5,7	2,2	46	12	15	0,4	60,2	75,2	80	660	150	190
M	S	B	Cu		Fe		Mn		Zn				
% -----		----- mg dm ⁻³ -----											
1,1	5	0,59	0,5		227		2,2		1,2				

Mudas pré-brotadas (MPB) da variedade IAC SP 95-5000 foram doadas pela BASF e transplantadas para o centro dos vasos. As espécies de plantas daninhas estudadas foram a *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) e a *Ipomoea nil* (corda-de-viola), cujas sementes foram adquiridas na AgroCosmos Ltda.. A semeadura das plantas daninhas ocorreu no mesmo dia do transplântio das MPB e mantidos em casa-de-vegetação com irrigação automática.

O delineamento experimental, para cada espécie de planta daninha, foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial de 4 x 5 + 1, sendo quatro densidades de plantas daninhas convivendo com as MPB (1, 2, 4 e 8 plantas, equivalente a 10, 20, 40 e 80 plantas m⁻²), cinco distâncias a partir da MPB (2, 6, 12, 18 e 24 cm) e uma testemunha sem a presença da planta daninha, com quatro repetições. Realizou-se o desbaste de plântulas de outras espécies de daninhas. O

período de competição das plantas daninhas sobre o desenvolvimento da MPB ocorreu entre a emergência e a floração das plantas daninhas, correspondendo a 84 e 122 dias nos tratamentos com *D. horizontalis* e com *I. nil*, respectivamente.

Ao final do período de competição estabelecido, as plantas de cana-de-açúcar foram avaliadas com relação à altura (cm), a partir da base até a inserção da primeira folha, à área foliar (cm²), utilizando um medidor de área foliar portátil (LICOR 3000C), e à biomassa seca da parte aérea (g), após o corte das plantas rente ao solo e secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 48 horas.

Para determinação dos teores de macronutrientes primários (nitrogênio - N, fósforo - P, potássio - K), de macronutrientes secundários (cálcio - Ca, magnésio - Mg, enxofre - S) e de micronutrientes (boro - B, cobre - Cu, ferro - Fe, manganês - Mn e zinco - Zn) dos tecidos foliares, foram coletadas as folhas +3 totalmente expandidas (terceira folha a partir do ápice das plantas) da cana-de-açúcar, selecionando-se o terço médio, com aproximadamente 20 cm, e descartando-se a nervura central (RAIJ et al., 1996).

As amostras foram secas a 65 °C, até atingirem biomassa constante, moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de abertura de malha de 40 mesh, e homogeneizadas. A avaliação do estado nutricional foi feita conforme métodos descritos em Malavolta et al. (1997).

Os resultados dos parâmetros biométricos e dos teores foliares de nutrientes das plantas de cana-de-açúcar foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo teste F ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi realizada a análise de regressão para seleção do modelo explicativo dos teores foliares de nutrientes em função da densidade e da distância das plantas daninhas, baseada na significância estatística ($p < 0,05$) e nos valores dos coeficientes de determinação (R^2).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. *Digitaria horizontalis*

5.1.1. Parâmetros biométricos

Houve interação entre os fatores número de plantas de *D. horizontalis* e distância entre as plantas daninhas e a cultura com relação aos parâmetros biométricos.

De forma geral, a altura das plantas de cana-de-açúcar foi menor na presença de oito indivíduos de *D. horizontalis*, independentemente da distância em que foram semeados. A distância de semeadura de *D. horizontalis* a 24 cm das mudas de MPB resultou em plantas de cana-de-açúcar maiores, independentemente da densidade de plantas daninhas (tabela 2). A maior proximidade das plantas daninhas aumentou o impacto negativo na altura das plantas de cana-de-açúcar. Somente as condições particulares de 6 cm entre as plantas, em todas as densidades, e de 8 indivíduos de *D. horizontalis* semeados até 12 cm de distância, resultaram em plantas de cana-de-açúcar com menor estatura do que as cultivadas na ausência de plantas daninhas.

Nas demais situações de competição com as plantas daninhas, a altura das plantas de cana-de-açúcar foi maior do que a do tratamento testemunha. A partir de 18 cm, especialmente nas maiores densidades, houve menor efeito na altura da cana-de-açúcar. Houve redução de 13,74% na altura das plantas de cana-de-açúcar que conviveram com oito indivíduos da espécie *D. horizontalis*, semeados a 2 cm de distância das MPB, comparada à das plantas que conviveram com uma planta daninha e 18,18% quando comparada a testemunha (tabela 2).

Tabela 2. Altura (cm), área foliar (cm²) e biomassa seca da parte aérea (g) de plantas de cana-de-açúcar em função da densidade e da distância de plantas de *Digitaria horizontalis*, aos 84 dias após a semeadura das plantas daninhas.

Altura (cm)				
Distância entre plantas (cm)	Número de plantas daninhas			
	1	2	4	8
2	52,75 aAB	54,00 bA	52,75 aAB	45,50 bB
6	44,50 aB	42,50 abB	37,50 bB	39,75 bB
12	66,00 aA	71,00 aA	53,50 abAB	43,50 bB
18	55,25 aAB	50,75 aB	68,75 aA	43,50 bB
24	66,00 aA	71,25 aA	70,75 aA	60,25 bA
Testemunha	55,00 aAB	55,00 aB	55,00 aA	55,00 aAB
CV (%)	17,41			
Área foliar (cm ²)				
Distância entre plantas (cm)	Número de plantas daninhas			
	1	2	4	8
2	649,64 aB	566,57 aB	549,64 bBC	541,83 bBC
6	501,20 aB	532,18 aB	335,54 bC	349,41 bC
12	841,63 abAB	1026,37 aA	887,41 aAB	682,55 bBC
18	846,65 aAB	858,72 aAB	1007,69 aA	895,56 aAB
24	1093,78 aA	1132,30 aA	945,45 aA	1091,64 aA
Testemunha	896,92 aAB	896,92 aAB	896,92 aAB	896,92 abA
CV (%)	20,66			
Biomassa da parte aérea (g)				
Distância entre plantas (cm)	Número de plantas daninhas			
	1	2	4	8
2	39,94 aB	33,61 aB	28,10 bB	21,60 bC
6	33,00 aB	29,10 aB	22,22 bB	19,59 bC
12	97,44 aA	86,48 aA	84,53 aA	60,37 bB
18	52,50 bB	46,19 bB	96,21 aA	81,27 aAB
24	85,42 aA	78,32 aA	75,68 aB	93,12 aA
Testemunha	62,92 aAB	62,92 aAB	62,92 aA	62,92 aAB
CV (%)	17,41			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Apesar da ausência de significância estatística, houve tendência de aumento da altura das plantas cultivadas a 2 cm das plantas daninhas quando comparada às das cultivadas a 6 cm, o que pode ser atribuído ao efeito de estiolamento da cultura pelo sombreamento causado pelas plantas daninhas (tabela 2).

Aspectos morfológicos típicos de estiolamento, tais como o aumento da distância intermodal e a diminuição do diâmetro do colmo, foram observados nas plantas de cana-de-açúcar cultivadas a 2 cm das plantas daninhas. Trata-se de situação que pode comprometer o potencial produtivo da cana-de-açúcar, pois efeitos adicionais do estiolamento incluem atraso na lignificação e, conseqüentemente, mau formação dos colmos e colapso dos vasos xilemáticos devido à tensão gerada durante a transpiração (BONAWITZ & CHAPPLE, 2013). Entretanto, a redução das propriedades mecânicas dos tecidos pode estimular a emissão de raízes e facilitar o enraizamento (BIASI, 1996), o que é desejável nas fases iniciais do estabelecimento da planta no campo.

A área foliar das plantas de cana-de-açúcar que conviveram com 4 indivíduos de *D. horizontalis* foi similar quando as plantas daninhas foram semeadas a 2 cm e a 12 cm das mudas de MPB, mas foi significativamente menor quando a distância foi de 6 cm. Com o distanciamento de até 12 cm, houve diminuição da área foliar nas duas maiores densidades de plantas daninhas (tabela 2). Distanciamentos superiores a 18 cm não influenciaram a área foliar, mesmo quando a densidade de plantas daninhas foi alta.

O distanciamento de 24 cm, independentemente da densidade, resultou em plantas com maior área foliar do que a das cultivadas na ausência de plantas daninhas. Os distanciamentos de 2 e de 6 cm, com 2 a 8 plantas daninhas, foram condições que provocaram severa redução na área foliar, principalmente com 4 a 8 plantas daninhas semeadas a 6 cm das mudas de MPB, condição particular que também diminuiu a altura das plantas (tabela 2).

O incremento em área foliar em ambientes sombreados indica o investimento da planta em aumentar a superfície para a interceptação da luz (NIINEMETS & FLECK, 2002). As maiores médias de área foliar das plantas de cana-de-açúcar foram verificadas a partir de 18 cm de semeadura de *D. horizontalis* (tabela 2).

De acordo com Rizzard et al. (2001), o aumento da quantidade de plantas daninhas na área propicia maior competição, interferindo no crescimento e acúmulo de fotoassimilados pela cultura e resultando em menor área foliar e menor acúmulo de matéria seca. Entretanto, a distância de semeadura de *D. horizontalis* foi fator mais determinante na competição do que a densidade populacional de plantas daninhas, uma vez que a altura e a área foliar das plantas de cana-de-açúcar foram

significativamente superiores aos 24 cm de distância, inclusive com a maior incidência de plantas daninhas.

O acúmulo de biomassa seca na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar apresentou comportamento semelhante ao observado para a altura e para a área foliar (tabela 2). Os menores distanciamentos (2 e 6 cm) entre as plantas daninhas e as MPB tiveram influência mais evidente no menor acúmulo de biomassa na parte aérea das plantas de cana-de-açúcar.

Houve efeito negativo do aumento da densidade somente nas situações de maior proximidade de semeadura entre as plantas daninhas e as MPB, tendo sido observado incremento de biomassa com o aumento da densidade de plantas daninhas semeadas a 18 cm. A condição particular da distância de 6 cm entre plantas daninhas e as mudas pré-brotadas e a incidência de 4 a 8 indivíduos de *D. horizontalis* teve efeito negativo nos três parâmetros biométricos das plantas de cana-de-açúcar.

5.1.2. Absorção de nutrientes

Houve efeito de algumas densidades e distâncias entre *D. horizontalis* e as MPB na competição por macro e micronutrientes.

Os conteúdos relativos de N, P, K, Ca e Mg nos tecidos foliares de cana-de-açúcar cultivadas com 1 e 2 plantas de *D. horizontalis* não foram ajustados por modelos matemáticos em função do espaçamento. Dentre os macronutrientes, apenas os conteúdos relativos de S foram descritos por ajustes polinomiais em função do espaçamento nas densidades de 1 e 2 plantas daninhas, que apresentaram $R^2 = 0,81$ e $R^2 = 0,83$, respectivamente (figura 1).

Modelos polinomiais com altos coeficientes de determinação ($R^2 > 0,81$) explicaram a variação dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S de plantas de cana-de-açúcar cultivadas com 4 (exceção do P) e com 8 plantas daninhas, em função do espaçamento. Nestes casos, o maior distanciamento entre as plantas de cana-de-açúcar e as plantas daninhas possibilitou o aumento da absorção de nutrientes pela cultura.

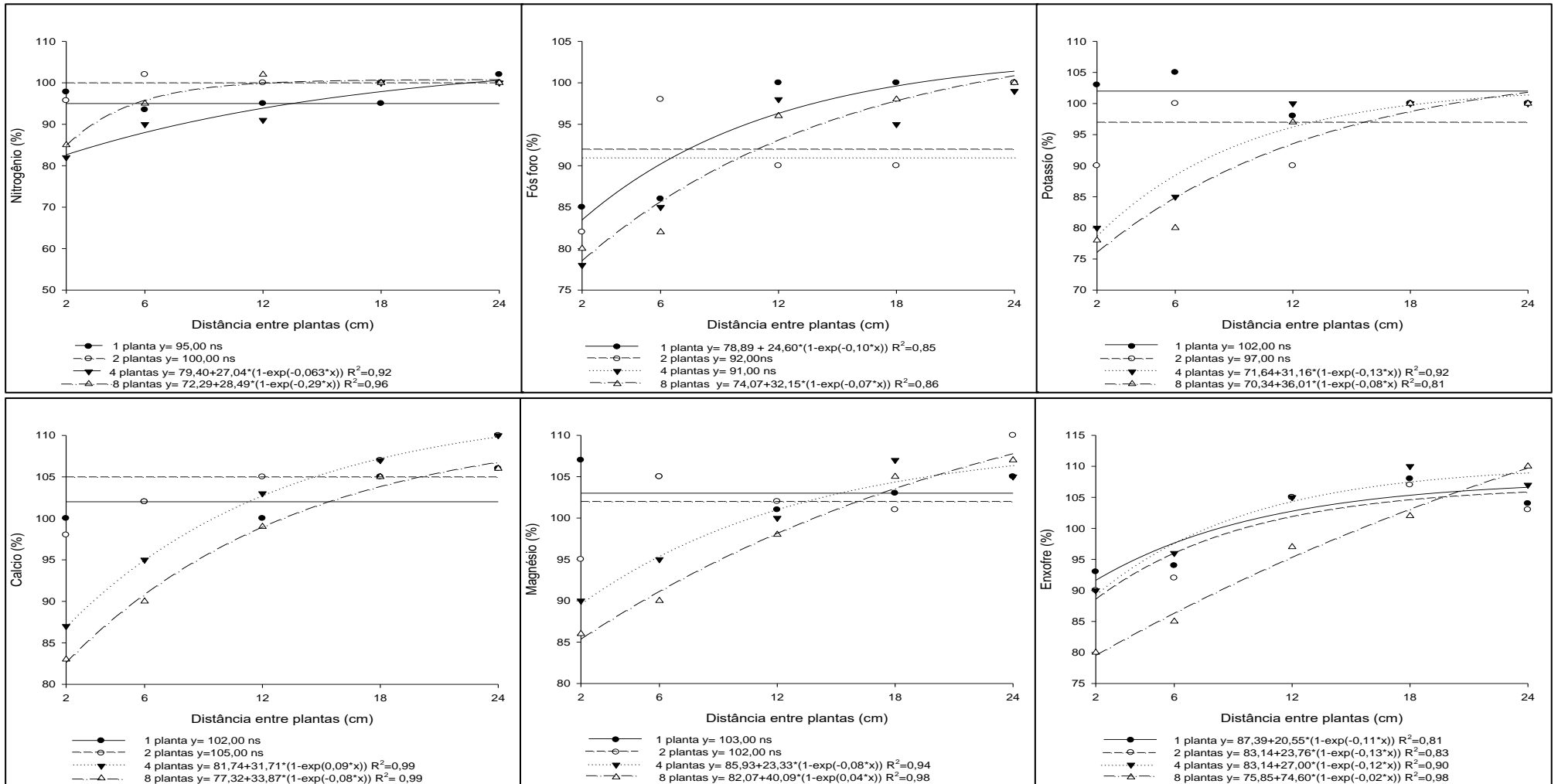


Figura 1. Análise foliar de macronutrientes primários e secundários expressos em porcentagem em relação à testemunha (100%) nas plantas de cana-de-açúcar, em função da densidade e distância de *Digitaria horizontalis*.

De acordo com a figura 1, a convivência com 1 e com 2 indivíduos de *D. horizontalis*, independentemente da distância de semeadura, não interferiu nos conteúdos relativos de N no tecido foliar das plantas de cana-de-açúcar, que mantiveram-se próximos aos níveis adotados para a testemunha. Galon et al. (2012) observaram que plantas de cana-de-açúcar das variedades RB72454 e SP801816 apresentaram redução na concentração foliar de N com acréscimos da população de *U. brizantha*.

De fato, o aumento da densidade de *D. horizontalis* causou diminuição da absorção de N, mas somente nos menores espaçamentos. Nas duas maiores densidades de plantas daninhas, verificou-se que o aumento da distância favoreceu o acúmulo do N pelas plantas de cana-de-açúcar (figura 1).

Plantas daninhas tendem a apresentar relações positivas com a microbiota do solo, enquanto culturas agrícolas estabelecem predominantemente, interações neutras ou negativas (MASSENSINI et al., 2014). A facilidade das interações com micro-organismos do solo tem sido apontada como uma das razões do sucesso competitivo das plantas daninhas (REINHART & CALLAWAY, 2006). Bactérias diazotróficas que tem estabelecido importantes associações com a cana-de-açúcar e possibilitando a fixação biológica de N incluem *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Herbaspirillum rubrisubalbicans* e *Bulkholderia tropica*, além de cepas de *Azospirillum* (SCHULTZ et al., 2014). Entretanto, a inoculação com essas bactérias não tende a alterar o processo natural de fixação de N pela cana-de-açúcar, indicando dependência da população autóctone de diazotróficas do solo (SCHULTZ et al., 2014).

A presença das plantas daninhas pode diversificar a oferta de exsudatos radiculares, causando alterações na densidade e diversidade da população microbiana do solo (EILERS et al., 2010). A absorção favorável de N mesmo sob alta densidade de planta daninha pode ocorrer desde que haja distanciamento suficiente para evitar a competição e para que a rizosfera da planta daninha possa atuar como fonte de microbiota benéfica, incluindo bactérias diazotróficas.

Apesar da ampla variação do requerimento da cana-de-açúcar por N, salienta-se que o acúmulo máximo do elemento ocorre nas fases fenológicas iniciais da cultura (OLIVEIRA et al., 2011), ocasiões de maior influência da competição por plantas daninhas. A oferta inadequada de N pode causar redução de até 38% na produtividade de cana-de-açúcar (VALE, 2009).

Houve incremento da absorção de P com o aumento da distância de *D. horizontalis* na menor (1 planta) e na maior (8 plantas) densidade de plantas daninhas, descrito por ajustes polinomiais com $R^2 = 0,85$ e $R^2 = 0,86$, respectivamente (figura 1). Os conteúdos relativos de P no tecido foliar das plantas de cana-de-açúcar que conviveram com 1 planta daninha, semeada a partir de 12 cm, e com 8 plantas daninhas, semeadas a 24 cm, foram semelhantes aos das plantas cultivadas sem competição. Porém, plantas daninhas semeadas a 2 ou a 6 cm da MPB provocaram redução de até 22,00% nos teores foliares de P da cana-de-açúcar. Os teores de P nas plantas de cana-de-açúcar cultivadas com 2 ou 4 indivíduos de *D. horizontalis* foram equivalentes a 92,00% do P observado nas plantas do tratamento testemunha (figura 1).

Galon et al. (2012) utilizaram *U. brizantha* em competição com plantas das variedades RB72454, RB867517 e SP801816 de cana-de-açúcar, plantadas em sistema convencional, e observaram que populações crescentes da planta daninha reduziram a concentração foliar de P, medida aos 290 dias após a emergência, em todos os genótipos.

A baixa mobilidade do P, devido à sua forte interação com os coloides do solo, resulta em zonas de depleção com diâmetro muito reduzido (TERUEL et al., 2001). Como a absorção de P ocorre predominantemente por difusão, o aumento da eficiência de uso do elemento depende predominantemente do volume de raízes. Neste sentido, o sistema de MPB pode beneficiar as plantas de cana-de-açúcar devido à ação do vigoroso sistema radicular das plântulas antes da emergência das plantas daninhas.

A presença da microbiota diversa, comum na rizosfera de plantas daninhas, induz processos de promoção de crescimento vegetal devido à produção microbiana de fitormônios e à solubilização diferenciada de P (SCHULTZ et al., 2014), incluindo a fração inorgânica insolubilizada na forma de fosfatos de Fe e de Al e a fortemente adsorvida pelos coloides, especialmente os (oxi)hidróxidos de Fe e de Al (SINGH et al., 2007). Além disso, plantas daninhas podem alterar substancialmente a disponibilidade de P pela abundância e diversidade de micorrizas arbúsculo-vesiculares que sua rizosfera pode comportar (TROGNITZ et al., 2016).

De acordo com Marler et al. (1999), plantas daninhas podem criar conexões com as plantas vizinhas através das hifas micorrízicas, o que pode

implicar acesso adicional de nutrientes, sobretudo de P pela cana-de-açúcar. Assim como para N, os picos de requerimento de P também ocorrem nas fases fenológicas iniciais da cultura da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2011). Particularmente na cana-de-açúcar, além de participar no metabolismo de açúcares e na divisão e alargamento das células, o P promove a formação inicial e o desenvolvimento da raiz, determinante para a absorção de todos os nutrientes (ROSSETTO et al., 2010).

Verificou-se que não houve diferença na absorção de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para os tratamentos envolvendo a presença 1 e 2 plantas daninhas por vaso, em função da distância. Entretanto, quando as plantas de cana-de-açúcar conviveram com 4 e 8 plantas daninhas, detectou-se menor acúmulo de nutrientes até a distância de 12 cm, comparando-se aos tratamentos com menor densidade de planta daninha, como está sendo apresentado na figura 1. Quando as plantas estavam aos 18 e 24 cm não se verificou influência negativa da presença do capim-colchão, uma vez que os teores foliares de Ca, Mg e K foram maiores que os da testemunha (100%).

Galon et al. (2012) verificaram que a concentração foliar de cálcio (Ca) nas cultivares de cana-de-açúcar não sofreu alterações com o aumento da densidade de plantas de *U. brizantha*. Além disto, os autores ressaltaram que o cálcio é um nutriente pouco limitante quando se encontra em concentração suficiente no solo e é mais difícil haver competição entre culturas e plantas daninhas por esse elemento. Os teores iniciais de Ca e de Mg no solo foram considerados altos e estiveram de acordo com a alta saturação por bases do solo, conforme foi apresentado na tabela 1.

De acordo com Vale et al. (2011) a omissão de potássio não limitou o crescimento das plantas de cana-de-açúcar, variedade RB 86-7515, o que resultou em redução de apenas 3% na produção de matéria seca da parte aérea, de 20% na massa seca das raízes e de 7% na planta inteira, em comparação ao tratamento testemunha. A explicação para este comportamento talvez seja a reserva de K no tolete e o início do cultivo em solução nutritiva ter suprido parte da exigência da cultura, neste período inicial de crescimento. Além disso, a absorção de K é mais lenta nas fases iniciais de crescimento da cana-de-açúcar (SILVA et al., 2009).

O potencial genético, as condições edafoclimáticas e a adequação da variedade ao ambiente de produção definem a extração total de macronutrientes (kg ha⁻¹) pela cana-de-açúcar, que pode apresentar a seguinte amplitude de variação

(OLIVEIRA et al. 2011): N – 94 a 260; P – 19 a 30; K – 212 a 400; Ca – 186 a 305; Mg – 55 a 99. Assim, a absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar pode apresentar ampla variação devido à variedade considerada.

Entretanto, até os 120 dias após o plantio da cana-de-açúcar, período que coincide com o máximo perfilhamento, a quantidade de matéria seca produzida pelas folhas é superior à dos colmos. Por esta razão, o acúmulo de elementos móveis na planta (N, P e K) tende a ser maior nas folhas, enquanto Ca e Mg se concentram nos colmos (OLIVEIRA et al., 2011).

Houve diminuição do conteúdo foliar de micronutrientes (B, Cu, Mn, Fe e Zn) na cultura da cana-de-açúcar em alguns tratamentos (figura 2). Entretanto, a interferência da densidade e das distâncias das plantas daninhas foi distinta para cada micronutriente.

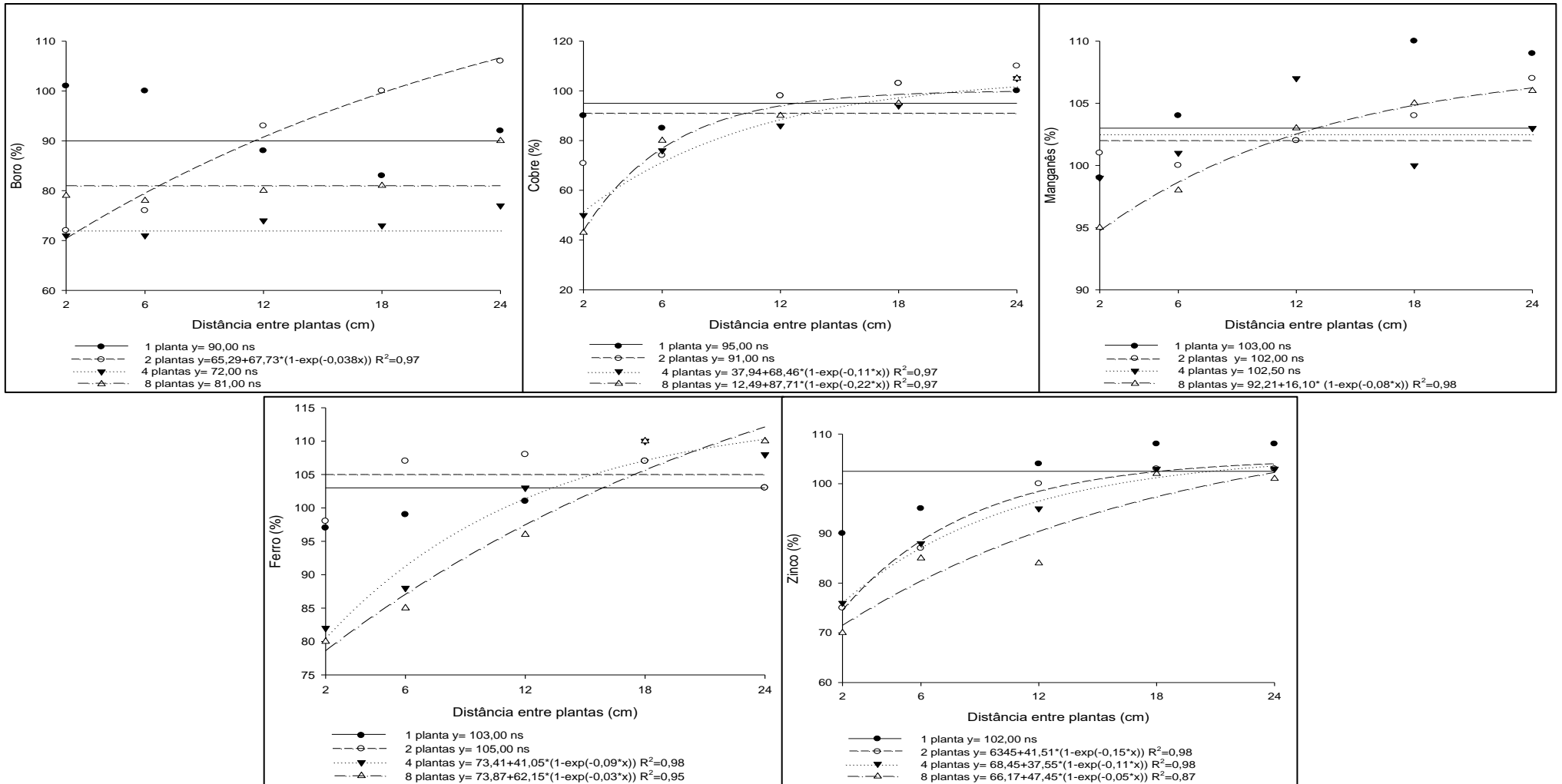


Figura 2. Análise foliar de micronutrientes (ppm) expressos em porcentagem (%) em relação a testemunha (100%), em função da densidade e distância de *Digitaria horizontalis*.

O convívio da cultura com 1, 4 e 8 plantas daninhas por vaso, independentemente da distância de semeadura das plantas daninhas, não provocou diferenças nos teores foliares de B. Somente o tratamento com 2 plantas daninhas que causou diminuição dos teores de B, principalmente nas distâncias mais próximas (6 e 12 cm). Para o cobre diferenças estatísticas foram observadas nos tratamentos relativos ao convívio da cultura com 4 e 8 plantas daninhas por vaso, sendo que quanto maior a distância maior o acúmulo deste nutriente nas folhas de cana-de-açúcar, o R^2 foi de 0,97 em ambos os casos.

No caso do manganês, os tratamentos envolvendo a presença de 1, 2 e 4 plantas daninhas não afetaram as concentrações do nutriente nas folhas da cultura, tendo um comportamento similar ao da testemunha. A convivência com 8 plantas daninhas causou menor absorção de Mn até a distância de 12 cm. Nos maiores espaçamentos, as plantas de cana-de-açúcar apresentaram maiores teores foliares de Mn quando comparados aos demais tratamentos.

As menores densidades de plantas daninhas (1 e 2) não causaram diferenças no padrão de absorção de Fe, que foi semelhante ao observado na testemunha. Entretanto, observou-se que as maiores densidades de plantas daninhas (4 e 8) provocaram efeitos de competição por Fe, uma vez que as plantas de cana-de-açúcar apresentaram menores teores foliares de Fe até 12 cm de distância.

Houve maior sensibilidade das plantas de cana-de-açúcar à competição com plantas daninha pelo Zn. Com exceção da menor densidade, o convívio com 2 a 8 plantas daninhas, até 12 cm de distância, diminuiu os teores foliares de Zn.

À medida que ocorre o aumento da população e do desenvolvimento das plantas daninhas, sobretudo daquelas que germinaram e emergiram no início do ciclo da cultura, intensifica-se a competição inter e intra-específica, de modo que as espécies mais altas e desenvolvidas tornam-se dominantes, ao passo que as menores são suprimidas ou morrem (PITELLI et al., 1983; RIZZARDI et al., 2001).

As culturas agrícolas tem menor habilidade competitiva em relação as plantas daninhas devido aos processos de melhoramento genético, que normalmente não estão direcionados ao aprimoramento da eficiência de uso de nutrientes pelas plantas e porque estão baseados em sistemas de cultivo com controle de plantas daninhas e com alta taxa de aplicação de fertilizantes (ALTIERI, 1999). Observou-se em vários casos que o efeito da densidade das plantas daninhas na competição por nutrientes dependeu do distanciamento. A maior

distância da planta daninha, mesmo com mais indivíduos, permitiu que a planta de cana-de-açúcar mantivesse teores foliares de nutrientes semelhantes aos das plantas cultivadas na ausência de plantas daninhas.

É provável que o plantio e o cultivo de cana-de-açúcar a partir de mudas pré-brotadas devem favorecer a cultura devido à planta transferida para o campo possuir um sistema radicular vigoroso antes da emergência e desenvolvimento das plantas daninhas competidoras. Além disso, destaca-se que a variedade IAC SP 95-5000 foi desenvolvida para o cultivo em condições de Cerrado, ou seja, adaptada para condições mais restritivas em termos de fertilidade do solo e de água (ZERA, 2016).

5.2. *Ipomoea nil*

5.2.1. Parâmetros biométricos

Analisando-se a tabela 3, referente à altura, área foliar e biomassa seca da parte aérea, com relação à altura, observou-se que dentro do fator densidade não houve influência da distância entre a espécie de corda-de-viola e a cultura. Entretanto, dentro do fator distância detectou-se influência da densidade da planta daninha, em todos os casos, apresentando menores alturas e assim, havendo diferença significativa quando havia 4 e 8 plantas de corda-de-viola, exceto para a distância de 24 cm. Pode-se destacar a distância de 6 cm que apresentou um decréscimo nas médias de altura conforme houve o aumento populacional das plantas de *I. nil* (tabela 3).

Houve tendência de aumento das médias de altura das plantas de cana-de-açúcar cultivadas a 2 cm das plantas daninhas quando comparada às das cultivadas a 6 cm, sendo que foi observado o mesmo comportamento com as plantas de *Digitaria horizontalis*, o que pode ser novamente atribuído ao efeito de estiolamento da cultura pelo sombreamento causado pelas plantas daninhas.

Com relação à área foliar, observaram-se plantas de cana-de-açúcar com menores médias nos tratamentos envolvendo a convivência da cultura com oito plantas de corda-de-viola. Na distância de 24 cm foram encontrados os maiores valores em todas as densidades das plantas daninhas não diferindo estatisticamente da testemunha. Nesse parâmetro biométrico, novamente destaca-se a distância de 6

cm que apresentou menores valores de área foliar conforme houve o aumento populacional das plantas de corda-de-viola (tabela 3).

Quanto ao acúmulo da biomassa seca da parte aérea os menores valores foram observados nas densidades de 4 e 8 plantas de corda-de-viola dentro do fator distância. Por outro lado, nas distâncias de 2 e 6 cm houve maior efeito das plantas daninhas, sendo que em todas as densidades verificou-se menor biomassa.

Dessa forma, a distância de 6 cm entre plantas daninhas e as mudas pré-brotadas e a incidência de 4 a 8 indivíduos de *Ipomoea nil* apresentou um efeito negativo nos três parâmetros biométricos das plantas de cana-de-açúcar da variedade IAC SP 95-5000.

Tabela 3. Altura (cm), área foliar (cm²) e biomassa da parte aérea (g) de plantas de cana-de-açúcar em função da densidade e da distância de plantas de *Ipomoea nil*, aos 122 dias após a semeadura das plantas daninhas.

Altura (cm)				
Distância entre plantas (cm)	Número de plantas daninhas			
	1	2	4	8
2	34,00 aAB	40,75 aA	40,00 aB	46,75 aB
6	46,75 aA	38,50 aAB	34,00 aB	33,00 aB
12	34,50 aAB	43,75 aA	35,00 aB	37,25 aB
18	48,50 aA	47,75 aA	36,75 aB	38,75 aB
24	50,00 aA	53,75 aA	44,00 aB	52,00 aA
Testemunha	52,25 aA	52,25 aA	52,25 aA	52,25 aA
CV%	27,08			
Área foliar (cm ²)				
Distância entre plantas (cm)	Número de plantas daninhas			
	1	2	4	8
2	424,76 bA	521,85 bA	455,68 bAB	418,32 bB
6	577,35 bA	487,38 bA	394,41 bB	340,03 bB
12	436,43 bA	544,8 bA	451,55 bA	487,72 bA
18	737,17 bA	786,49 bA	511,53 bAB	467,56 bB
24	1046,2 aA	953,76 aA	1158,17 aA	1146,42 aA
Testemunha	898,75 aA	898,75 aA	898,75 aA	898,75 aA
CV%	26,02			
Biomassa da parte aérea (g)				
Distância entre plantas (cm)	Número de plantas daninhas			
	1	2	4	8
2	76,22 bA	74,53 abA	56,64 bB	57,08 bB
6	86,9 abA	67,31 bAB	58,13 bB	46,42 bB
12	72,54 bA	86,27 abA	72,57 abA	83,15 aA
18	84,18 abAB	136,33 aA	87,35 aAB	72,31 abB
24	121,03 aA	114,72 aA	89,07 aB	85,20 aB
Testemunha	108,46 aA	108,46 aA	108,46 aA	108,46 aA
CV%	35,24			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5.2.2. Absorção de nutrientes

Com relação ao acúmulo de Nitrogênio nas folhas de cana-de-açúcar em função da densidade e distância entre plantas, observou-se que não foram encontradas diferenças estatísticas em função da distância nos tratamentos com 4 e 8 plantas com valores de 91,00 e 89,00% em relação a testemunha, respectivamente (figura 3). Nos tratamentos envolvendo 1 e 2 plantas de *I. nil*, verifica-se influência da distância entre planta daninha e a cultura, quanto maior a distância maior a % de nitrogênio nas folhas.

Verificou-se na figura 3 que com relação ao fósforo, há diferenças estatísticas nos tratamentos envolvendo a presença de 1 e 8 plantas daninhas, sendo que na distância 2 cm a porcentagem acumulada foi de 89 e 88%, respectivamente, e a medida que se aumenta a distância há um aumento no conteúdo de fósforo na cultura. No caso do potássio com o aumento da distância entre plantas ocorre um aumento no conteúdo deste nutriente nas plantas e observou-se menor quantidade de potássio no tratamento envolvendo 8 plantas daninhas até a distância de 18 cm.

Para o Cálcio não se observaram diferenças estatísticas nos tratamentos com 1 planta daninha (média de 84%) e 4 plantas daninhas (média de 85%), já com 2 e 8 plantas, a distância foi um fator que influenciou o acúmulo do nutriente. Na análise de Magnésio, apenas não se observou diferença estatística no tratamento com 1 planta daninha, com a média de 96% do nutriente independente da distância. Nos demais tratamentos, quanto maior a distância maior o acúmulo de Mg e a menor quantidade foi detectada no tratamento com maior densidade de planta daninha convivendo com a cultura (figura 3).

Já para o Enxofre apenas no tratamento com 8 plantas daninhas constatou-se diferença estatística, conforme apresentado na figura 3, menor quantidade de S nas folhas de cana-de-açúcar que estavam a 2 e 6 cm de distância das plantas daninhas.

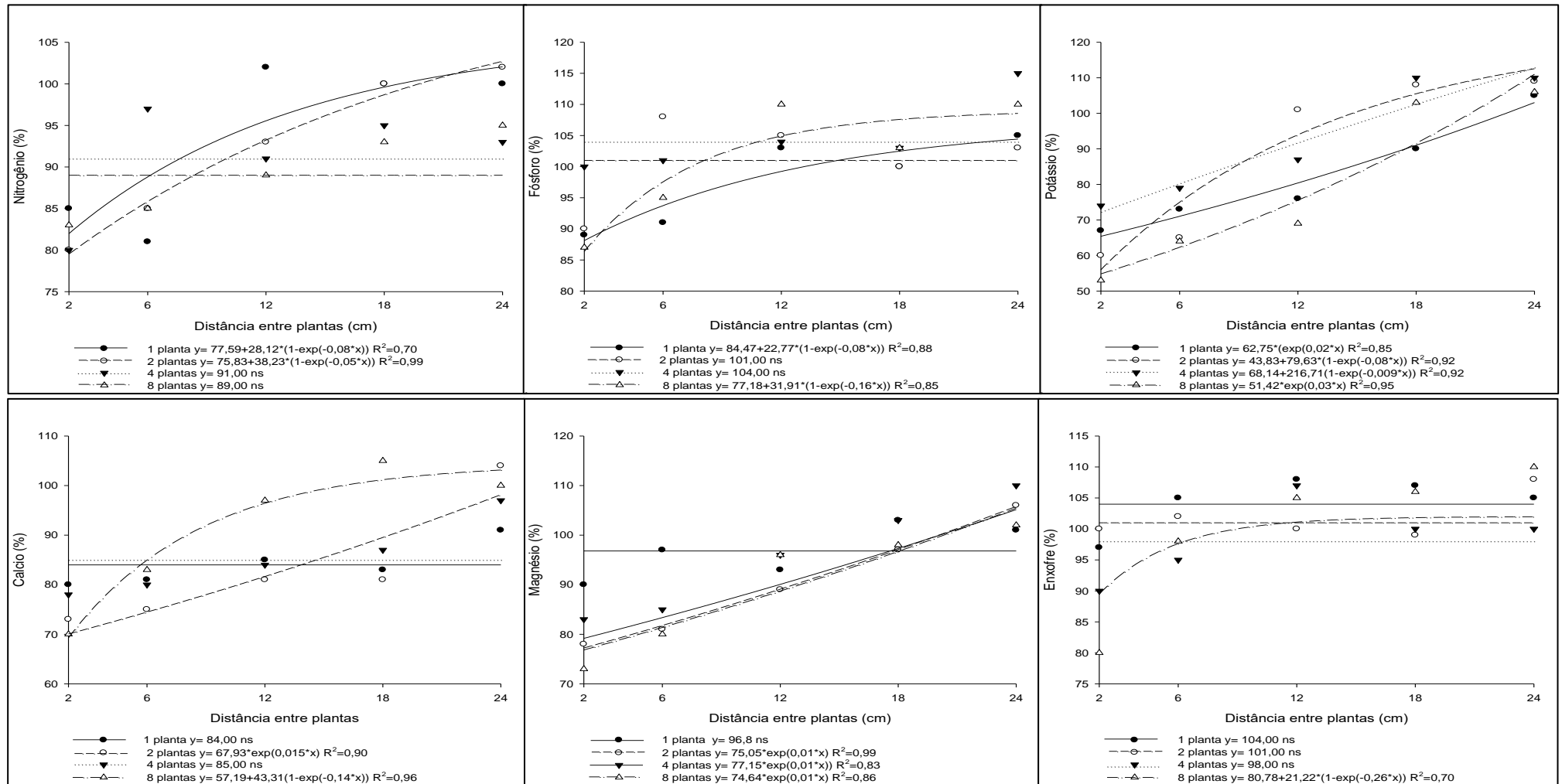


Figura 3. Análise foliar de macronutrientes primários e secundários expressos em porcentagem em relação à testemunha (100%) nas plantas de cana-de-açúcar, em função da densidade e distância de *Ipomoea nil*.

Na análise de micronutrientes apresentada figura 4 não verificou-se diferença estatística para Boro quando as plantas cultivadas conviveram com 1 planta daninha (média de 84,50%) e 2 plantas daninhas (média de 73,50%), entretanto, são valores menores que os encontrados na testemunha. No tratamento com 4 plantas daninhas nas distâncias de 2 e 6 cm foram encontrados 25,00 e 53,00% de Boro e a partir da distância de 12 cm ocorre estabilização com 55,00% de B nas folhas de cana-de-açúcar. No tratamento com 8 plantas daninhas menor quantidade deste nutriente foi verificada até a distância de 6 cm entre plantas e maior conteúdo a medida que a distância era maior.

No caso do Cobre e Manganês não se constaram diferenças estatísticas apenas no tratamento envolvendo 1 planta daninha, com média de 67,50 e 80,80% respectivamente, sendo que nos demais tratamentos de densidade, observou-se influência da distância, ou seja, quanto maior da distância entre plantas daninhas e cultura maior a quantidade de Cu e Mn encontrados nas folhas. No caso do Mn houve menor acúmulo quando as plantas estavam convivendo com a maior densidade de plantas daninhas até a distância de 24 cm (figura 4).

Para Zinco apenas no tratamento com 8 plantas daninhas verificou-se diferença estatística, com menor conteúdo de Fe nas folhas de cana-de-açúcar até a distância de 12 cm. Todos os demais tratamentos tiveram valores próximos ou maiores que 100%, demonstrando que não houve influência da densidade e distância no acúmulo de Zn pelas plantas cultivadas.

De acordo com a figura 4, no caso do micronutriente Ferro, apenas nos tratamentos com 1 e 2 plantas os valores estão próximos ou maiores que 100%, não sendo constatado diferenças estatísticas entre as variáveis estudadas. Nos tratamentos com 4 e 8 plantas a menor conteúdo de Fe até 12 cm de distância, e quanto maior a distância entre plantas maior o conteúdo relativo deste nutriente nas folhas de cana-de-açúcar.

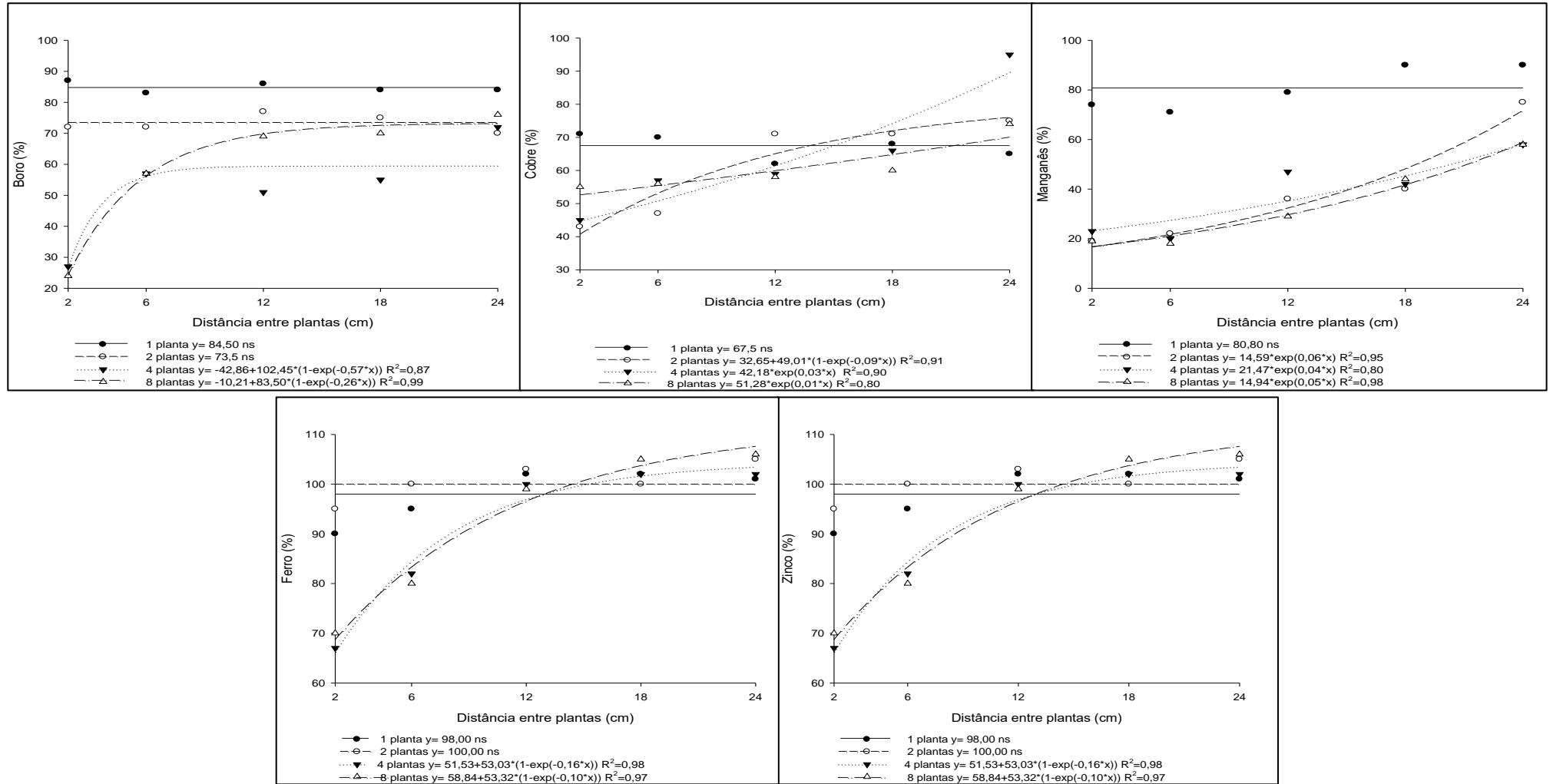


Figura 4. Análise foliar de micronutrientes (ppm) expressos em porcentagem (%) em relação a testemunha (100%), em função da densidade e distância de *Ipomoea nil*.

6. CONCLUSÃO

Para as condições do presente estudo, pode-se afirmar que:

1) Maiores distâncias e menores densidades estudadas de *D. horizontalis* e *I. nil* possibilitaram em maior desenvolvimento das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar da variedade IAC SP 95-5000;

2) Maiores densidade estudadas de *D. horizontalis* e *I. nil* em competição com a MPB de cana-de-açúcar afetaram os teores foliares de macro e micronutrientes da cultura.

7. REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A. 1999. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems.** *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 74, n. 1-3, p. 19-31.
- AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M. C. M. D.; PITELLI, R. A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha.** Fator de Impacto(2015 JCR): 0,3950, v.20, p.207 – 212, 2002.
- BIASI, L. **Emprego do estiolamento na propagação de plantas.** *Cienc. Rural* [online]. 1996, vol.26, n.2, pp.309-314. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781996000200025&lng=en&nrm=iso. <Acesso em: 12 mar. 2019>.
- BYRD, JR, J. D.; COBLE, H. D. Interference of selected weeds in cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technol.**, v. 5, n.2, p. 263-269, 1991.
- BONAWITZ, N.D. & CHAPPLE, C., 2013. **Can genetic engineering of lignin deposition be accomplished without an unacceptable yield penalty?** *Curr. Opin. Biotechnol.*, 24: 336- 343.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. **Planta Daninha**, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.
- CONAB **Companhia Nacional de Abastecimento.** Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar – Terceiro Levantamento da safra 2019/20. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar> . Acesso em: 21 jan. 2020.
- DIAS, A.C.R.; CARVALHO, S.J.P. ; NICOLAI, M. ; CHRISTOFFOLETI, P. J. *Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (Digitaria spp.) na cultura da cana-de-açúcar.* **Planta Daninha** (Impresso), v. 25, p. 489-499, 2007.
- EILERS K.G.; LAUBER C.L.; KNIGHT R.; FIERER N. 2010. **Shifts in bacterial community structure associated with inputs of low molecular weight carbon compounds to soil.** *Soil Biol Biochem* 42: 896–903.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro. 212 p., 1997.
- FERREIRA, E.A et al .*Manejo de plantas daninhas em cana-crua.* **Planta daninha**, Viçosa, 2010, v. 28, n. 4, p. 915-925.

- GALON, L. et al. Disponibilidade de macronutrientes em cultivares de cana-de-açúcar submetidas à competição com *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, 2012.
- GARCIA, M.P. **Seletividade de tratamentos herbicidas em mudas pré- brotadas de cana-de-açúcar CTC14**. 2016. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal, 2016.
- GUILHERME, F.A.G. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília-DF. **Cerne**, v. 6, n.1, p. 60-66, 2000.
- HIJANO, N. **Interferência de capim-camalote em cana-de-açúcar e seletividade de Indaziflam e Indaziflam + Metribuzin aplicados em cana- de-açúcar no sistema MPB**. 98 f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil, 2016.
- KOZLOWSKI, L.A. **Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta**. 1999. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- KUVA, M.A. et al. *Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II - Capim-braquiária (Brachiaria decumbens)*. **Planta Daninha**, v.19, p.323-330,2001.
- KUVA, M. A. et al. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
- LANDELL, M. G. A. et al. **Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. 109. ed. Campinas: IAC, 16 p, 2013.
- LANDELL, M. G. de A. Cana para a Indústria: Os rumos da pesquisa. **Agroanalysis**,p. 6-8, 2014.
- MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba : POTAFOS, 319p.
- MARLER, M.J., ZABINSKI, C.A. & CALLAWAY, R.M. 1999. Mycorrhizae indirectly enhance competitive effects of an invasive forb on a native bunchgrass. **Ecology**, 80, 1180–1186.

- MASSENSINI, A.M. et al. **Microorganismos do solo e suas funções nas interações entre plantas daninhas e culturas.** *Planta daninha* [online]. 2014, vol.32, n.4, pp.873-884. ISSN 0100-8358.
- MONQUERO, P. A. et al. *Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar.* **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 47-55, 2008.
- MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V. DA ; BINHA, D. P. ; AMARAL, L. R. DO ; INACIO, E. M. ; S0ilva, A.C. Eficácia de herbicidas aplicados em diferentes épocas e espécies daninhas em áreas de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v. 27, p. 309-317, 2009.
- MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V. DA ; Silva Hirata, A.C. 2011. *Monitoramento do banco de sementes em áreas de cana-de-açúcar colhida mecanicamente.* **Planta Daninha** (Impresso), v. 29, p. 107-119, 2011.
- NIINEMETS, Ü.; FLECK, S. **Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to lights availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*.** *Oecologia* 132: 21-33, 2002.
- OLIVEIRA, E.C.A.; OLIVEIRA, R.I.; ANDRADE, B.M.T.; FREIRE, F.J.; LIRA JÚNIOR, M.A.; MACHADO, P.R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.951-960, 2011.
- OLIVEIRA, E.C.A.; FREIRE, F.J.; OLIVEIRA, R. I.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, M.B.G.S. 2011. *Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar.* **Revista Ciência Agrônômica**, vol.42 no.3 Fortaleza Jul/Set.
- OLIVER, L. A.; BUCHANAN, G. A. Weed competition and economic thresholds. In: N. D. Camper (Ed.). **Research Methods In Weed Science.** Southern Weed Science Society, 1986. p. 72-91.
- ORTOLAN, M.A.; SEGATO, S.V. Massa seca de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em tubete em função da dose do adubo foliar. **Nucleus**, v.11, n.2, 2014.
- PAULA, R. J.; ESPOSTI, C. D. ; TOFFOLI, C. R. ; FERREIRA, P. S. H. 2018. *Weed interference in the initial growth of meristem-grown sugarcane plantlets.* **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 634-639.
- PELLEGRINI, M. T. **Interferência inter e intra-específica de *Brachiária decumbens*, *Panicum maximum* e *Eucalyptus grandis* por macronutrientes.** 2000. 76 f. (Trabalho de graduação Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

- PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.129, p. 16-27, 1985.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1984. p. 37.
- PITELLI, R.A. et al. *Estudo de competição inter e intraespecífica envolvendo Glycine max (L.) Merrill e Cyperus rotundus (L.), em condições de casa de vegetação.* **Planta Daninha**, v.6, p.129-137, 1983.
- RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, **Instituto Agrônomo**, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.
- REINHART K.O.; CALLAWAY R.M. **Soil biota and invasive plants.** *New Phytol* 170: p.445–457, 2006.
- RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ci. Rural**, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001,
- ROSSETO, R.; DIAS, F.L.F.; VITTI, A.C. **Fertilidade do solo, nutrição e adubação.** In: DINARDO-MIRANDA, L.L; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (EDS.). Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo. p.271-287, 2008.
- ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; LANDELL, M. G. A.; CANTARELLA, H.; TAVARES, S.; VITTI, A. C.; PERECIN, D. N and K fertilisation of sugarcane ratoons harvested without burning. **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists**, v. 27, p. 1– 8, 2010.
- SANTOS, J.B. et al. *Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas.* **Bragantia**, Campinas, 2003, v. 62, n. 1, p. 147-153.
- SANTOS, B.M.J.P.; GILREATH, T.N.; MOTISM, J.W.; NOLING, J.P.; JONES, J.A. **Norton Effects of time emergency on yellow and purple nutsedge area of influence in bell pepper.** Proceedings on the Florida State Horticultura Society, n.188, p.63-165, 2005.

- SCHULTZ, N. et al. *Inoculation of sugarcane with diazotrophic bacteria*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 2, p. 407–414, 2014.
- SILVA, A.C. et al. *Acúmulo de macro e micronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergida em diferentes épocas*. **Planta Daninha**, v.27, p.49-56, 2009.
- TERUEL, B.; CORTEZ, L.; LEAL, P.; LIMA, A. Estudo teórico do resfriamento com ar forçado de frutas de geometrias diferentes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p.228-235, 2001.
- SINGH, R. P. ; DHANIA, G. ; SHARMA, A. ; JAIWAL, P. K. **Biotechnological approaches to improve phytoremediation efficiency for environment contaminants**. In: Environmental bioremediation technologies, Singh, S. N.;Tripahti, R. D. (Eds) Springer, 223-258, 2007.
- TROGNITZ, E. HACKL, S. WIDHALM, A. Sessitsch. **The role of plant–microbiome interactions in weed establishment and control**. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 92 , p. fiw138, 10.1093/femsec/fiw138, 2016.
- VALE, D.W. **Efeito da aplicação de nitrogênio nos atributos químicos do solo, na nutrição e na produção de cana-de-açúcar**. 120 p. (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil, 2009.
- VALE, D.W, PRADO, R,M DE., AVALHAES, C.C., HOJO, R.H. *Omissão de macronutrientes na nutrição e no crescimento da cana-de-açúcar cultivada em solução nutritiva*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.189-196, 2011.
- VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. *Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana*. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, n. ja/ju, p. 32-37, 2004.
- ZERA, F. S.; SCHIAVETTO, ANA REGINA; AZANIA, C.A.M. **Interferência de plantas daninhas em mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar nas tecnologias Plene PB, Plene Evolve e MPB-IAC**. *STAB (Piracicaba)*. , v.34, p.40 – 42, 2016.