

Alterações na flora infestante decorrentes da manutenção da palha de cana-de-açúcar na superfície do solo



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
153**

**Alterações na flora infestante decorrentes da
manutenção da palha de
cana-de-açúcar na superfície do solo**

*Sergio de Oliveira Procópio
Marcelo Ferreira Fernandes
Walane Maria Pereira de Mello Ivo
Paulo Albuquerque da Silva
Antonio Dias Santiago
Anderson Carlos Marafon*

***Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2020***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Avenida Beira Mar, nº 3250,
CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: +55 (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Ubiratan Piovezan

Membros
Amaury da Silva dos Santos
Ana da Silva Lédo
Anderson Carlos Marafon
Joézio Luiz dos Anjos
Julio Roberto Araujo de Amorim
Lizz Kezzy de Moraes
Luciana Marques de Carvalho
Tânia Valeska Medeiros Dantas
Viviane Talamini

Supervisão editorial
Aline Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Aline Gonçalves Moura

Foto da capa
Sergio de Oliveira Procópio

1ª edição
Publicação digitalizada (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Alterações na flora infestante decorrentes da manutenção da palha de cana-de-açúcar
na superfície do solo / Sérgio de Oliveira Procópio ... [et al.]. – Aracaju : Embrapa
Tabuleiros Costeiros, 2020. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 153).

1. Planta daninha. 2. Cana-de-açúcar. 3. Flora infestante. 4. Palhada. 5.
Solo. I. Procópio, Sérgio de Oliveira. II. Fernandes, Marcelo Ferreira. III. Ivo,
Walane Maria Pereira de Mello. IV. Silva, Paulo Albuquerque da. V.
Santiago, Antonio Dias. VI. Marafon, Anderson Carlos. VII. Série.

CDD 632.5 Ed. 21

Sumário

Resumo5

Abstract7

Introdução.....8

Material e Métodos9

Resultados e Discussão11

Conclusões.....24

Agradecimentos.....24

Referências24

Alterações na flora infestante decorrentes da manutenção da palha de cana-de-açúcar na superfície do solo

Sergio de Oliveira Procópio¹

Marcelo Ferreira Fernandes²

Walane Maria Pereira de Mello Ivo³

Paulo Albuquerque da Silva⁴

Antonio Dias Santiago⁵

Anderson Carlos Marafon⁶

Resumo – A queima prévia de canaviais para facilitar a colheita manual vem sendo reduzida de forma acelerada em todas as regiões do Brasil. A colheita da cana crua pode promover alterações significativas no sistema de produção, como, por exemplo, na dinâmica das plantas infestantes. O objetivo deste estudo foi avaliar alterações na flora infestante decorrentes da manutenção de diferentes níveis de palha de cana-de-açúcar na superfície do solo em Alagoas. O experimento foi instalado a campo, em Coruripe, AL, utilizando-se delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram formados por cinco níveis de manutenção da palha, provenientes da variedade RB92579: 0%; 25% (3,5 Mg ha⁻¹); 50% (7,0 Mg ha⁻¹); 75% (10,5 Mg ha⁻¹); 100% (14,0 Mg ha⁻¹). A comunidade de plantas infestantes foi alterada pela manutenção dos diferentes níveis de palha. As espécies infestantes *Paspalum maritimum*, *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* e *Portulaca oleracea* predominaram em áreas com ausência de palha. Nas parcelas onde se manteve 100% da palha de

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Microbiologia do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

³ Engenheira-agrônoma, doutora em Solos, pesquisadora da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP - Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP - Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP - Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP - Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL.

cana-de-açúcar, apenas *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis* conseguiram emergir. A cada incremento percentual na palha remanescente foram estimadas reduções de 4,8%, 4,1% e 2,7% na emergência de *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* e das plantas daninhas como um todo, respectivamente.

Termos para indexação: *Saccharum officinarum*, plantas daninhas, cana crua.

Changes in the weed community resulting from the maintenance of sugarcane straw on the soil surface

Abstract – Pre-harvest burning of sugarcane fields has been reduced at an accelerated rate in all the regions of Brazil. The harvest of green cane can promote significant changes on the weed population dynamics. The objective of this study was to evaluate changes in the weed community resulting from the maintenance of different levels of sugarcane straw on the soil surface in Alagoas State. The field trial was conducted in Coruripe, AL, in a randomized block design, with four replications. The treatments were composed by five levels of maintenance of straw, from the cultivar RB92579, on the soil surface: 0%; 25% (3.5 Mg ha⁻¹); 50% (7.0 Mg ha⁻¹); 75% (10.5 Mg ha⁻¹); 100% (14.0 Mg ha⁻¹). The weed species composition was influenced by the maintenance of different levels of straw. The weed species *Paspalum maritimum*, *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* and *Portulaca oleracea* predominated in areas with no sugarcane straw. In the plots where 100% of the sugarcane straw was kept, only *Cyperus rotundus* and *Commelina benghalensis* emerged. For each percentage unit increase in the straw remaining on soil surface, reductions of 4.8%, 4.1% and 2.7% were estimated for the emergence of *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* and weeds as a whole, respectively.

Index terms: *Saccharum officinarum*, weeds, green cane.

Introdução

A queima da cana-de-açúcar, como método de despalha para fins de colheita, é utilizada tradicionalmente para facilitar o corte manual feito pelos trabalhadores e para controlar as pragas comuns à cultura. No entanto, essa prática já vem sendo reduzida, tanto pela ação do poder público, quanto pela pressão da sociedade, preocupados com questões ambientais (Rodrigues; Saab, 2007), de forma que legislações estaduais foram e estão sendo elaboradas no sentido de eliminar ou reduzir essa operação agrícola. Tal mudança traz a necessidade do uso de colhedoras, para que o corte da cana crua seja implementado dentro do modelo de produção brasileiro, que envolve extensas áreas contínuas cultivadas com a cultura.

Apesar da necessidade de altos investimentos iniciais para a realização da colheita mecanizada da cana crua, principalmente no tocante à aquisição de colhedoras, a alta eficiência no rendimento operacional da mecanização frente ao corte manual compensa tais investimentos ao longo do tempo (Ronquim, 2010).

Souza et al. (2005) reportam que, no sistema de colheita mecanizada sem queima, as folhas, bainhas, ponteiros, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (*mulch*) denominada palha, palhada ou palhiço. Estudos mostram que a cana-de-açúcar colhida sem queima pode deixar em média sobre a superfície do solo de 8 a 29 Mg ha⁻¹ de palha (Trivelin et al., 1996; Vitti et al., 2008).

Vários estudos mostram que a manutenção da palha no terreno preserva os nutrientes, especialmente N e S, mantém bons níveis de umidade e protege a superfície do solo contra a erosão (Ronquim, 2010; Bolonhezi et al., 2019; Cherubin et al., 2019). Apesar da palhada da cana-de-açúcar apresentar diversos benefícios ao solo, como a ciclagem de nutrientes, existe uma demanda de retirar parte desta palha do campo e levá-la para a indústria (Lombardi et al., 2012), principalmente para a produção de bioenergia, de etanol de segunda geração e de pasta celulósica.

Segundo Ronquim (2010), com o fim da queima para a colheita da cana, o aproveitamento de 50% a 80% da palha deixada no solo nas caldeiras das usinas poderia gerar excedentes acima de 100 kWh por tonelada de cana

com a tecnologia convencional (caldeiras e turbogeradores a vapor de alta pressão) ou mesmo acima de 250 kWh por tonelada de cana com tecnologias mais avançadas, como a gaseificação da biomassa e o uso de turbinas a gás. Em relação ao etanol de segunda geração, a estimativa é de que o aproveitamento do bagaço e parte das palhas e pontas da cana-de-açúcar eleve a produção de etanol em 30 a 40%, para uma mesma área plantada (Pacheco, 2011).

A presença da palha em áreas de cana-de-açúcar pode afetar a composição das comunidades de plantas infestantes, sendo esta influência atribuída a efeitos físicos e alelopáticos (Gravena et al., 2004; Oliveira; Simões, 2014). Todavia, o uso de coberturas de solo, como a palhada da cana-de-açúcar, também pode ocasionar o aumento de organismos no solo que promovem o consumo/decomposição de sementes/propágulos de plantas daninhas (Chalker-Scott, 2007).

Essas mudanças na composição florística das plantas daninhas são muito específicas e dinâmicas, pois variam com a quantidade de palha e, principalmente, com as espécies daninhas presentes, sendo que determinadas espécies podem ser favorecidas ou não pela cobertura morta (Correia; Durigan, 2004).

A maioria dos estudos sobre interferência da palha de cana-de-açúcar sobre a emergência de plantas daninhas foi realizada no Estado de São Paulo. Faltam informações que relacionem a quantidade de palha remanescente sobre a superfície do solo após a colheita do canavial com as mudanças na flora infestante do ciclo subsequente em regiões canavieiras do Nordeste. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar possíveis alterações na flora infestante decorrentes da manutenção de diferentes níveis de palha sobre a superfície do solo em área de cultivo de cana-de-açúcar na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

Material e Métodos

O experimento foi instalado a campo, em área pertencente a Usina Coruripe (10°08'31" S e 36°18'16,3" O), localizada no município de Coruripe, AL, em dezembro de 2010. O clima predominante neste município é do tipo As (clima tropical com estação seca de verão). A média anual

de temperatura e precipitação é de, respectivamente, 24,4 °C e 1.372 mm (Climate-Data, 2019).

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo distrocoeso fragipânico (SANTOS et al., 2013), apresentando as seguintes características físico-químicas na camada de 0 - 20 cm: pH em H₂O de 6,3; 1,39 cmol_c dm⁻³ de H⁺ + Al⁺³; 0,06 cmol_c dm⁻³ de Al⁺³; 1,6 cmol_c dm⁻³ de Ca⁺²; 1,1 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺²; 69,0 mg dm⁻³ de K⁺; 52,3 mg dm⁻³ de P; 6,21 g kg⁻¹ de C_{org}; 105 g kg⁻¹ de argila, 35 g kg⁻¹ de silte, 860 g kg⁻¹ de areia. A classe textural variou de areia franca (0 - 5 cm) a argiloarenosa, a 1 metro de profundidade.

A área experimental tem como histórico o cultivo com cana-de-açúcar desde o ano de 1985, sempre colhida com despalha a fogo, até o ano de implantação do presente experimento, no ano de 2010.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram formados por cinco níveis de manutenção da palha (ponteiros + folhas) sobre o solo, que no ano de 2014 equivaleram a: 0%; 25% (3,5 Mg ha⁻¹); 50% (7,0 Mg ha⁻¹); 75% (10,5 Mg ha⁻¹); 100% (14,0 Mg ha⁻¹). Cada parcela foi composta por 12 linhas com 10 metros de comprimento da variedade RB 92579 plantada no espaçamento entrelinhas de 1 m. Utilizou-se como área útil a entrelinha central e as duas linhas da cultura adjacentes, descontando-se 1 m de cada extremidade, o que resultou em uma área de 8 m² para as avaliações.

A aplicação dos tratamentos consistiu na colheita, pesagem e distribuição manual dos níveis de palha pré-estabelecidos, antecedendo os ciclos de cultivo das safras.

Em março de 2014, quando a área experimental já se encontrava em quarto ciclo de socaria (rebrotar), foi realizada uma avaliação a campo, aos 90 dias após a brotação da cana, no intuito de se mensurar os efeitos dos níveis de palha sobre a emergência e a composição florística das plantas daninhas. As plantas daninhas presentes na área útil das parcelas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas e conduzidas ao laboratório para identificação e contabilização do número de indivíduos por espécie.

Para as análises multivariadas de composição florística foram utilizados os números de indivíduos de cada espécie por 10 m², sem relativização pelo total das espécies em cada parcela. O teste "Blocked Multi Response

Permutation Procedures" (B-MRPP) (Biondini et al., 1988) foi utilizado, com distância Euclídeana, para testar hipóteses de diferenças nas composições florísticas entre os diferentes tratamentos. A representação gráfica das diferenças entre amostras, quanto à composição florística, foi realizada pela análise de componentes principais (ACP) (Pearson, 1901), a partir de matriz de produtos cruzados de variância-covariância.

Os índices de diversidade de Shannon (H) (Greig-Smith, 1983), de diversidade de Simpson para uma população infinita (D) (Simpson, 1949), de equitabilidade (E) (Pielou, 1969) e riqueza de espécies (S) (número de espécies encontradas em uma unidade experimental) foram calculados com base no número de indivíduos emergidos, utilizando-se o Software PC-ORD 6.0 (McCune; Mefford, 2011).

Utilizou-se a análise indicadora de espécies (Dufrene; Legendre, 1997) para avaliar a ocorrência de espécies de plantas daninhas associadas aos diferentes níveis de palhada remanescente no solo. Essa análise calcula um valor indicador, derivado do produto entre a frequência e a abundância relativas das espécies entre as parcelas, o qual é testado quanto à significância estatística pelo teste de Monte Carlo ($p < 0,05$).

Curvas de regressão utilizando-se modelos exponenciais foram estabelecidas para descrever a variação do número de indivíduos das espécies mais abundantes e do número de indivíduos totais em função dos níveis de palhada remanescentes no solo. Os expoentes das funções foram interpretados como a estimativa da redução relativa do número de plantas de cada espécie, ou do total de indivíduos, em resposta a cada incremento de 1% na palha remanescente na superfície do solo.

Resultados e Discussão

No levantamento florístico foram registradas 12 espécies pertencentes a 10 famílias e 12 gêneros botânicos (Tabela 1). A distribuição por classes foi composta por nove espécies, sete famílias e nove gêneros pertencentes à classe Magnoliopsidas (dicotiledôneas) e três espécies, três famílias e três gêneros pertencentes à classe Liliopsidas (monocotiledôneas). Nota-se, portanto, predominância de dicotiledôneas na área de estudo cultivada com cana-de-açúcar em Alagoas.

A família que apresentou o maior número de espécies foi Euphorbiaceae (três espécies). As demais famílias contribuíram com uma única espécie cada (Tabela 1). Oliveira e Freitas (2008), após realizarem levantamento fitossociológico em áreas de cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ, verificaram que a família Poaceae, no que se refere a número de espécies, foi a mais representativa de todo o levantamento fitossociológico, com um total de 23, seguida por Asteraceae (17), Euphorbiaceae (8), Malvaceae (6), Papilionoideae (6) e Amaranthaceae (5). Da mesma forma, Oliveira e Simões (2014), avaliando a composição florística de plantas daninhas, em primeiro e segundo ciclos da cana-de-açúcar cultivada sob diferentes quantidades de palhada, também verificaram que a família Poaceae foi a mais representativa, no Semiárido nordestino. Neste estudo, o capim-mão-de-sapo (*Dactyloctenium aegyptium*) foi a espécie de maior índice de valor de importância (IVI), para áreas de produção de cana irrigada no vale submédio São Francisco, indicando que os maiores esforços de controle devem estar direcionados para esta espécie.

Em levantamentos florísticos realizados por Santiago et al. (2015), em áreas de produção de mandioca no Agreste de Alagoas, foram encon-

Tabela 1. Relação florística das espécies de plantas daninhas por família, registradas no experimento de níveis de manutenção de palha de cana-de-açúcar no solo em Coruripe, AL.

Família	Espécie	Nome Popular
Cleomaceae	<i>Cleome affinis</i> DC.	mussambê
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	trapoeraba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	corda-de-viola
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	melão-de-são-caetano
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	tiririca
Euphorbiaceae	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	erva-de-rola
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	erva-de-santa-luzia
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	erva-andorinha
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	fedegoso
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	molugo
Poaceae	<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	capim-gengibre
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	beldroega

tradas de forma sistemática infestando as áreas de produção as seguintes espécies de plantas daninhas: corda-de-violão (*Ipomoea nil*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), poaia-rasteira (*Richardia grandifolia*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), caruru (*Amaranthus deflexus*), crista-de-galo (*Heliotropium indicum*), joá-de-capote (*Nicandra physalodes*), molugo (*Mollugo verticillata*), beldroega (*Portulaca oleraceae*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), vassorinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), mussambê-de-espinho (*Cleome spinosa*), tiririca (*Cyperus rotundus*), erva-de-rola (*Astraea lobata*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e guanxuma (*Sida sp.*). Seis espécies descritas nesse levantamento também foram identificadas no presente trabalho (*Mollugo verticillata*, *Portulaca oleraceae*, *Senna obtusifolia*, *Cyperus rotundus*, *Astraea lobata* e *Commelina benghalensis*), demonstrando certa similaridade na flora infestante dessas duas regiões de Alagoas (Agreste e Zona da Mata). Neste caso, a maior similaridade (grau de semelhança na composição de espécies) entre estas duas áreas, em relação às outras cultivadas com a cana-de-açúcar, pode estar relacionada à menor distância geográfica entre elas.

O tratamento onde toda a palhada foi removida da superfície do solo (0%) apresentou a maior densidade de plantas daninhas, independentemente da espécie (83,8 plantas em 10 m² de área) (Tabela 2). As três plantas daninhas mais presentes na área experimental foram *Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus* e *Mollugo verticillata* (Tabela 2). Nas parcelas onde se manteve 100% da palha de cana-de-açúcar na superfície do solo, apenas *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis* foram encontradas.

Tabela 2. Média (desvio padrão) do número de indivíduos das espécies e do total de plantas daninhas por 10 m², em função de cinco níveis de manutenção de palha de cana-de-açúcar na superfície do solo.

Porcentagem de palhada	<i>Commelina</i>	<i>Mollugo</i>	<i>Cyperus</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Portulaca</i>	<i>Chamaesyce</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>Astraea</i>	<i>Ipomoea</i>	<i>Senna</i>	<i>Cleome</i>	<i>Momordica</i>	Total
0	28,1 (12,3)	22,5 (22,0)	14,7 (15,4)	10,9 (8,2)	2,2 (2,2)	1,9 (1,5)	1,3 (0,8)	1,3 (1,5)	0,6 (0,6)	0,3 (0,5)	0,0 (0,3)	0,0 (0,1)	83,8 (18,7)
25	13,4 (6,4)	5,3 (9,1)	4,1 (1,8)	0,3 (2,3)	0,0 (0,6)	2,2 (2,0)	1,9 (0,9)	0,6 (0,9)	0,9 (1,0)	0,0 (0,1)	0,6 (1,0)	0,0 (0,1)	29,4 (15,6)
50	6,3 (7,1)	2,5 (4,5)	1,6 (4,4)	0,3 (2,0)	0,0 (0,6)	0,9 (1,8)	0,0 (0,7)	0,0 (0,3)	0,0 (0,3)	0,0 (0,1)	0,0 (0,3)	0,3 (0,5)	11,9 (6,8)
75	0,6 (4,0)	0,9 (4,0)	8,1 (13,7)	0,0 (2,0)	0,0 (0,6)	0,0 (0,7)	0,3 (0,4)	0,0 (0,3)	0,3 (0,4)	0,0 (0,1)	0,0 (0,3)	0,0 (0,1)	10,3 (13,9)
100	0,3 (4,0)	0,0 (5,0)	4,4 (2,5)	0,0 (2,0)	0,0 (0,6)	0,0 (0,7)	0,0 (0,7)	0,0 (0,3)	0,0 (0,3)	0,0 (0,1)	0,0 (0,3)	0,0 (0,1)	4,7 (2,4)

Na Figura 1, está representada a ordenação das amostras avaliadas quanto à similaridade entre suas composições florísticas, em função do nível de manutenção da palha na superfície do solo. A solução gráfica bidimensional selecionada explicou 92% da variabilidade original dos dados de composição florística, sendo esta representação distribuída em 76% e 16% nos componentes principais 1 e 2, respectivamente. Ao longo do componente principal 1, observa-se que a composição florística está associada a um gradiente de palha remanescente na superfície do solo (Figura 1).

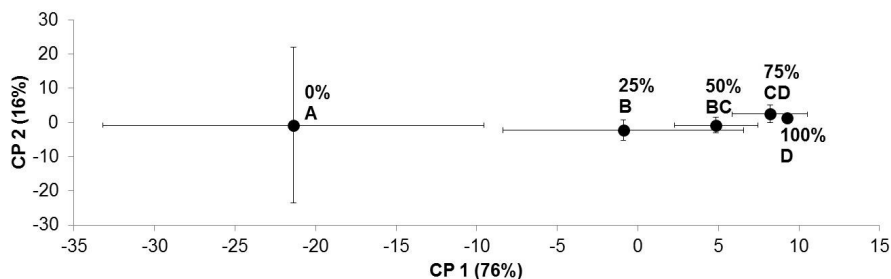


Figura 1. Representação da variabilidade da composição florística amostrada em parcelas com diferentes níveis percentuais de manutenção de palha de cana-de-açúcar no solo, em experimento conduzido em Coruripe, Alagoas, de acordo com a análise de componentes principais.

Níveis de palhada remanescente com centroides seguidos por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Blocked-MRPP ($p < 0,05$). Barras horizontais e verticais indicam uma unidade de D.P. Valores entre parênteses após a denominação dos componentes principais (CP) expressam a proporção da variabilidade total explicada em cada componente principal.

A análise multivariada baseada no teste “Blocked Multi Response Permutation Procedures” (B-MRPP) mostrou que há diferenças significativas entre os diferentes níveis de cobertura do solo com a palha da cana-de-açúcar em relação à composição florística ($p < 0,001$). De acordo com esta análise, diferenças entre tratamentos foram observadas, sobretudo, ao longo do componente principal 1, com pouca variabilidade entre tratamentos ao longo do componente principal 2 (Figura 1).

A manutenção de 100% da palha da cana-de-açúcar na superfície do solo resultou em uma composição florística diferente de todos os demais níveis de palha no solo, com exceção do tratamento onde se manteve 75% da palha (Figura 1), demonstrando a importância de uma cobertura robusta como modificador da flora infestante. Por outro lado, o recolhimento total da palha de cana-de-açúcar do solo (0%) proporcionou uma composição florística única em relação aos demais níveis de manutenção de palha, inclusive em comparação ao menor nível de manutenção de palha no solo (25%). Não foram constatadas diferenças significativas quanto à composição florística entre os tratamentos que mantiveram 50% e 75% da palha formada originalmente, todavia a manutenção de 75% da palha ocasionou mudanças na flora infestante em relação ao tratamento em que se manteve apenas 25% (Figura 1).

Os coeficientes de correlação de Pearson entre a abundância de cada espécie e a distribuição das amostras nos componentes principais 1 e 2 da

ACP (Tabela 3) foram utilizados para caracterizar as mudanças ocorridas na composição florística dos gradientes composicionais estabelecidos ao longo destes componentes principais. Coeficientes negativos e altamente significativos ($p < 0,001$) foram observados entre as espécies *Commelina benghalensis* e *Mollugo verticillata* e o componente principal 1 da ACP. Este padrão indica que as abundâncias dessas duas espécies decresceram fortemente nas amostras de acordo com o posicionamento delas da esquerda para a direita do componente principal 1 (Figura 1), ou seja, em consonância com o incremento da quantidade de palha remanescente no solo nos diferentes tratamentos. O mesmo padrão de variação é observado, porém com menor expressão, para as espécies *Portulaca oleracea*, *Paspalum maritimum* e *Astraea lobata* ($p < 0,01$). É interessante observar que as abundâncias das espécies *Cyperus rotundus* e *Senna obtusifolia* foram fortemente associadas ao componente principal 2, apesar de diferenças em termos de composição florística entre os tratamentos não terem sido observadas ao longo desse componente principal. Isso indica que outros fatores, distintos da proporção de palha deixada sobre o solo, estejam associados às abundâncias dessas espécies na área experimental.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre a abundância de cada espécie e a distribuição das amostras, de acordo com suas composições florísticas, ao longo dos componentes principais (CP) 1 e 2 da análise de componentes principais.

Espécies Invasoras	r (CP1)	r (CP 2)
<i>Commelina benghalensis</i>	-0,84 ***	0,05 ns
<i>Mollugo verticillata</i>	-0,79 ***	-0,20 ns
<i>Portulaca oleracea</i>	-0,68 **	0,01 ns
<i>Paspalum maritimum</i>	-0,65 **	0,11 ns
<i>Astraea lobata</i>	-0,64 **	-0,22 ns
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	-0,34 ns	0,25 ns
<i>Chamaesyce hirta</i>	-0,25 ns	0,41 ns
<i>Ipomoea sp.</i>	-0,24 ns	-0,13 ns
<i>Cyperus rotundus</i>	-0,17 ns	0,95 ***
<i>Senna obtusifolia</i>	-0,14 ns	0,77 ***
<i>Cleome affinis</i>	-0,02 ns	0,07 ns
<i>Momordica charantia</i>	0,02 ns	-0,12 ns
Total	-0,94 ***	0,31 ns

*** Significativo a 0,1%. ** Significativo a 1%. ns = Não significativo.

Correia et al. (2006) reportam que não só a quantidade, mas o tipo ou a origem do material vegetal depositado na superfície do solo afetam a emergência de plantas daninhas, e consequentemente a composição da flora infestante. Desse modo, variações no impedimento da emergência de plantas daninhas, podem ocorrer até mesmo entre variedades de cana-de-açúcar.

Os resultados dos índices de riqueza (S), diversidade de Shannon (H), diversidade de Simpson para população infinita (D) e equitabilidade de Pielou (E), calculados de acordo com o pacote estatístico PC ORD v.6, foram apresentados na Tabela 4. Esses índices são utilizados para analisar cada tratamento em função da variedade de espécies de plantas infestantes e para comparação de similaridade entre os tratamentos. Essas informações subsidiaram a compreensão das interações de ocorrência das espécies de acordo com a seleção do sistema de manejo e das práticas adotadas nas áreas (Concenço et al., 2013).

Tabela 4. Médias (desvio padrão) dos índices de diversidade relacionados à composição florística da flora infestante em função dos níveis de manutenção de palha de cana-de-açúcar no solo em Coruripe, Alagoas.

Níveis de palha no solo	S	H	D	E
0%	6,75 (0,96) A	1,16 (0,15) A	0,59 (0,07) A	0,68 (0,08) A
25%	5,00 (2,84) AB	1,20 (0,57) A	0,60 (0,19) A	0,81 (0,06) A
50%	3,50 (1,29) AB	1,00 (0,43) A	0,55 (0,21) A	0,81 (0,17) A
75%	1,75 (1,26) B	0,58 (0,15) AB	0,38 (0,16) A	0,76 (0,34) A
100%	1,00 (0,00) B	0,00 (0,00) B	0,00 (0,00) B	0,00 (0,00) B

S: riqueza de espécies; H: índice de Shannon; D: índice de Simpson para uma população infinita; E: índice de equitabilidade de Pielou.

Maior riqueza de espécies foi verificada nos tratamentos com 0%, 25% e 50% de manutenção de palha no solo, contudo apenas o tratamento com remoção completa de palha da superfície do solo (0%) apresentou riqueza de espécies significativamente superior em relação aos tratamentos com

75% e 100% de palha no solo (Tabela 4). Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira e Simões (2014) para a primeira e segunda socarias de cana submetidas a diferentes proporções de palhada em superfície. Nesse estudo, também foi observada maior diversidade de espécies nos tratamentos com menores quantidades de palhada (0%, 25% e 50% da palhada produzida). Segundo Oliveira e Simões (2014), a elevada produção de palhada em áreas irrigadas do semiárido (32 Mg ha^{-1}) leva à formação de barreira física à germinação das sementes de espécies fotoblásticas positivas, podendo também provocar efeito alelopático.

O índice de Shannon (H) avalia o grau de incerteza em prever a qual espécie um indivíduo pertence se retirado aleatoriamente. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa (Uramoto et al., 2005). Foi verificado que o índice de Shannon não diferiu entre os tratamentos 0%, 25%, 50% e 75% de manutenção de palha, mostrando não haver diferenças significativas quanto à diversidade de espécies da flora infestante (Tabela 4). No entanto, o tratamento que manteve 100% da palha de cana-de-açúcar na superfície do solo, apresentou menor diversidade em relação ao demais tratamentos, demonstrado pelo índice de Shannon, não diferindo apenas do tratamento que manteve 75% da palha no solo. Esse mesmo padrão de comportamento foi observado quando se calculou o índice de Simpson (D), com a diferença que para esse índice todos os tratamentos diferiram do tratamento que manteve 100% da palha no solo, incluindo o tratamento que manteve 75% (Tabela 4). Segundo Uramoto et al. (2005), o índice de Simpson é um índice de dominância e reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade pertencerem à mesma espécie. De acordo com esses autores, esse índice varia de 0 a 1 e quanto mais alto for o valor calculado, maior a probabilidade de os indivíduos coletados aleatoriamente serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade do local. Neste estudo, o índice de Simpson variou de 0 (manutenção de 100% de palha) a 0,6 (manutenção de 25% de palha). Kuva et al. (2007) reportam que comunidades mais diversificadas de plantas daninhas tendem a requerer mais combinações de diferentes herbicidas, devido à sensibilidade diferencial das diferentes espécies aos herbicidas. Neste sentido, os tratamentos com maiores níveis de palhada podem levar a um manejo mais específico, ou seja, mais direcionado a um número reduzido de espécies.

O índice de equitabilidade de Pielou (E) mostra como a abundância de uma comunidade está distribuída entre as espécies. Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). Quando todas as espécies numa amostra são igualmente abundantes, o índice de equitabilidade deve assumir o valor máximo, decrescendo à medida que as abundâncias relativas das espécies se distanciam dessa igualdade (Uramoto et al., 2005). Não foram observadas diferenças significativas quanto ao índice de equitabilidade entre os tratamentos 0%, 25%, 50% e 75% de manutenção de palha (valores de E variando de 0,81 a 0,68), demonstrando um padrão semelhante de uniformização entre a abundância das espécies presentes em cada nível de palha no solo. No entanto, esses quatro tratamentos diferiram da equitabilidade calculada no tratamento sem remoção de palha (100%), o qual apresentou valor zero de equitabilidade (Tabela 4).

Os resultados da abundância relativa das espécies de plantas daninhas encontradas no experimento podem ser visualizados na Tabela 5. A abundância relativa representa a porcentagem de indivíduos de uma espécie daninha encontrada em um determinado nível de palha no solo relativizada pela população total dessa espécie encontrada em todos os tratamentos.

Tabela 5. Abundância relativa (AR), frequência relativa (FR) e valor indicador (VI) de espécies de plantas daninhas em função de cinco níveis de manutenção de palha de cana-de-açúcar na superfície do solo (1 = 0%; 2 = 25%; 3 = 50%; 4 = 75%; 5 = 100%).

Espécies	AR					FR					VI						
	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	GD	1	2	3	4	5	p
<i>Portulaca oleracea</i>	100	0	0	0	0	75	0	0	0	0	1	75	0	0	0	0	0,016*
<i>Mollugo verticillata</i>	72	17	8	3	0	100	75	100	50	0	1	72	13	8	2	0	0,015*
<i>Paspalum maritimum</i>	95	3	3	0	0	75	25	25	0	0	1	71	1	1	0	0	0,018*
<i>Commelina benghalensis</i>	58	28	13	1	1	100	100	100	25	25	1	58	28	13	0	0	0,016*
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	36	55	0	9	0	50	75	0	25	0	2	18	41	0	2	0	0,179
<i>Chamaesyce hirta</i>	38	44	19	0	0	75	50	50	0	0	1	28	22	9	0	0	0,413
<i>Cyperus rotundus</i>	45	12	5	25	13	75	50	50	50	75	1	34	6	2	12	10	0,431
<i>Astraea lobata</i>	67	33	0	0	0	50	50	0	0	0	1	33	17	0	0	0	0,466
<i>Ipomoea sp.</i>	33	50	0	17	0	50	50	0	25	0	2	17	25	0	4	0	0,576
<i>Senna obtusifolia</i>	100	0	0	0	0	25	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	1,000
<i>Cleome affinis</i>	0	100	0	0	0	0	25	0	0	0	2	0	25	0	0	0	1,000
<i>Momordica charantia</i>	0	0	100	0	0	0	0	25	0	0	3	0	0	25	0	0	1,000

GD: grupo de dominância da espécie. MC: teste de Monte Carlo. DP: desvio padrão e p: significância do valor indicador (VI) obtida com os dados reais em referência a uma população amostral de VIs obtida após 1000 avaliações sobre os dados permutados pelo teste de Monte Carlo. Os VIs significativos para o grupo de dominância específico, e seus respectivos valores de AR e FR são destacados em negrito.

Para *Paspalum maritimum*, foi observado que 95% de todas as plantas encontradas dessa espécie estavam presentes nas parcelas onde toda a palha foi retirada da superfície do solo (0%) (Tabela 5). Essa maior abundância relativa de *Paspalum maritimum* verificada nas parcelas com ausência total de palha também foi observada para as espécies *Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Senna obtusifolia*, *Mollugo verticillata*, *Astraea lobata* e *Portulaca oleracea*, que apresentaram abundância relativa de 58%, 45%, 100%, 72%, 67% e 100%, respectivamente.

As espécies *Chamaesyce hirta*, *Euphorbia hyssopifolia*, *Cleome affinis* e *Ipomoea sp.* apresentaram maior abundância relativa relacionada à manutenção de 25% de palha no solo, enquanto a espécie *Momordica charantia*

apenas foi encontrada no tratamento com a manutenção de 50% de palha (Tabela 5). Os tratamentos contendo 75% e 100% de palha não apresentaram maior abundância relativa relacionada a qualquer das espécies identificadas no experimento.

A frequência relativa aponta a porcentagem de ocorrência de uma determinada espécie nas repetições de um determinado tratamento; no caso do presente estudo, dos níveis de palha de cana-de-açúcar presente na superfície do solo.

Plantas de *Commelina benghalensis* emergiram em todas as repetições (100% de frequência relativa) dos tratamentos com 0%, 25% e 50% de manutenção de palha; contudo, com o aumento do nível de palha no solo (75% e 100%), sua frequência relativa diminuiu para 25%, ou seja, essa espécie apenas foi detectada em uma das quatro parcelas de cada nível de manutenção de palha no solo. Esse declínio da frequência relativa com o aumento da palha no solo também foi observado para as espécies *Paspalum maritimum*, *Senna obtusifolia*, *Chamaesyce hirta*, *Astraea lobata* e *Portulaca oleracea* (Tabela 5), demonstrando serem essas espécies mais sensíveis aos efeitos físicos e possivelmente alelopáticos da palha da cana-de-açúcar. A frequência relativa observada para as plantas de *Cyperus rotundus* se manteve bastante estável em relação aos níveis de palha no solo, com valores variando de 50% a 75% (Tabela 5), evidenciando a habilidade dessa espécie invasora em emergir em áreas com camadas densas de coberturas vegetais, como a palha da cana-de-açúcar. Silva et al. (2003) verificaram que apenas quantidades de palha de cana-de-açúcar superiores a 16 Mg ha⁻¹ proporcionaram diminuição na emergência de plantas de *Cyperus rotundus*.

Com base no teste de Monte Carlo, foram significativas, como indicadoras para as áreas com ausência de palha de cana-de-açúcar (Grupo 1), as espécies *Paspalum maritimum* (VI = 71, p = 0,018*), *Commelina benghalensis* (VI = 58, p = 0,016*), *Mollugo verticillata* (VI = 72, p = 0,015*) e *Portulaca oleracea* (VI = 75, p = 0,016*) (Tabela 5). Para os demais níveis de palha no solo avaliados (25%, 50%, 75% e 100%) não foram identificadas espécies com valor indicador significativo (Tabela 5).

As quatro espécies que apresentaram valores indicadores significativos na análise indicadora de espécies, *Paspalum maritimum*, *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* e *Portulaca oleracea*, apresentaram-se como de

ocorrência típica no menor nível de palhada (Tabela 5). As abundâncias relativas dessas espécies nesse nível de palhada, ou seja, a proporção dos indivíduos totais quantificados nesse tratamento, foram de 95%, 58%, 75% e 100%, respectivamente. Valores correspondentes de frequências relativas, ou seja, a proporção das parcelas desse tratamento nas quais essas espécies foram observadas, foram de 75%, 100%, 100% e 75%. De acordo com o valor indicador, *Paspalum notatum* (VI = 71, $p = 0,02$) apresentou-se como espécie indicadora do nível de 0% de palhada remanescente, uma vez que 95% dos indivíduos quantificados dessa espécie ocorreram nesse nível de palhada (abundância relativa = 95) e estiveram presentes em três das quatro parcelas desse tratamento (frequência relativa = 75). Tal espécie apresenta alta sensibilidade à presença da palhada pelo fato de ser pequena e fotoblástica positiva, o que a deixa susceptível a barreira física estabelecida pelos resíduos.

Embora *Portulaca oleracea* e *Paspalum maritimum* já tenham sido totalmente ou quase totalmente controladas pela cobertura do solo provida pelo nível de 25% de palhada, *Commelina benghalensis* e *Mollugo verticillata* requereram coberturas maiores que 50% de palha para que fossem quase totalmente controladas. Com 50% de palhada remanescente, essas duas espécies ainda foram observadas em todas as parcelas. É notável ainda que *Cyperus rotundus* destacou-se dentre as demais espécies por ser menos sensível ao incremento da cobertura do solo, uma vez que apresentou abundância e frequência relativas expressivas mesmo nos níveis de 75% e 100% de palha. Diante disso, essa espécie passa a ter uma elevada importância na escolha dos herbicidas que serão utilizados nas áreas de colheita de cana crua da região de estudo. Embora as espécies *Euphorbia hyssopifolia* e *Ipomoea* sp. tenham sido esporadicamente detectadas, mesmo sob cobertura de 75% de palha, elas foram quantitativamente pouco expressivas na área experimental nesta época de avaliação. Martins et al. (1999) reportam que em condições de cobertura do solo com palha de cana as espécies invasoras *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* tendem a manter-se como plantas problemas e *Sida rhombifolia* deverá diminuir sua agressividade, principalmente quando em áreas com quantidades de palha iguais ou superiores a 6 Mg ha⁻¹.

As equações de regressão descrevendo a variação do número de indivíduos de duas das espécies de maior abundância, *Commelina benghalensis*

e *Mollugo verticillata*, e do número total de indivíduos em todas as espécies em função dos tratamentos são apresentadas na Figura 2. Os expoentes dessas equações indicaram que *Commelina benghalensis* e *Mollugo verticillata* apresentaram reduções relativas estimadas de 4,8% e 4,1% em resposta a cada incremento percentual na palha remanescente sobre o solo, sendo o valor correspondente para o total de plantas daninhas de 2,7%. Deste modo, observou-se que, embora estas duas espécies tenham estado entre as espécies mais abundantes na área de produção analisada, o controle delas pela cobertura de palhada apresentou-se mais eficiente do que para a comunidade de plantas daninhas de modo geral. Em revisão sobre as implicações agronômicas e ambientais da retirada da palhada da cana-de-açúcar, Carvalho et al. (2017) trazem resultados que indicam que a presença da palhada promove um importante “efeito herbicida”; e que a manutenção de quantidade de palhada igual ou superior a 8 Mg ha⁻¹ na superfície do solo, pode levar a um controle mais efetivo e sustentável das principais infestantes para a cultura da cana. Tal afirmação, foi confirmada no presente estudo, que mostrou o controle efetivo das espécies *Commelina benghalensis* e *Mollugo verticillata*, quando foi deixada sobre o solo quantidade de palhada igual ou superior a 7,0 Mg ha⁻¹ (50%) (Figura 2).

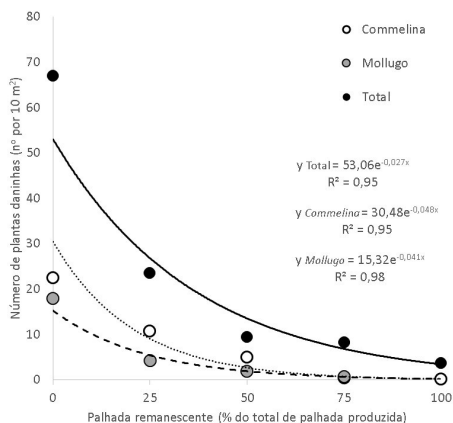


Figura 2. Equações exponenciais descrevendo a variação nos números de indivíduos de *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* e do total de plantas daninhas em função da percentagem de palhada de cana-de-açúcar remanescente no solo após a colheita.

Tão importante quanto a quantidade de palha para o controle das plantas daninhas, é a sua regular distribuição na superfície do solo. De acordo com Velini e Negrisoni (2000), a irregularidade da distribuição da cobertura da palha permite que a germinação de sementes de plantas daninhas ocorra em determinados pontos da lavoura.

Conclusões

- A comunidade infestante em área de produção de cana-de-açúcar é alterada pela manutenção de diferentes níveis de palha na superfície do solo.

- As espécies infestantes *Paspalum maritimum*, *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* e *Portulaca oleracea* são indicadoras de áreas com ausência de palha na superfície do solo.

- Nas parcelas onde se manteve 100% da palha de cana-de-açúcar na superfície do solo, apenas *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis* foram encontradas.

- A cada incremento percentual na palha remanescente sobre o solo são estimadas reduções de 4,8%, 4,1% e 2,7% na emergência de *Commelina benghalensis*, *Mollugo verticillata* e das plantas daninhas como um todo, respectivamente.

Agradecimentos

Ao técnico da Embrapa Tabuleiros Costeiros José Carlos Santos, pelo auxílio na condução dos trabalhos de campo.

À Usina Coruripe, pela infraestrutura e equipe de apoio disponibilizadas para condução do experimento.

Referências

BIONDINI, M. E.; MIELKE, P. W.; BERRY, K. J. Data-dependent permutation techniques for the analysis of ecological data. **Plant Ecology**, v. 75, p. 161-168, 1988.

- BOLONHEZI, D.; VISCHI FILHO, O. J.; MELLO IVO, W. M. P.; VITTI, A. C.; BOLONHEZI, A. C.; BRANCALIAO, S. R. Manejo e conservação do solo em cana-de-açúcar. In: BERTOL, I.; MARIA, I.C. de; SOUZA, L. da S. (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. v. 1, p. 1029-1080.
- CARVALHO, J. N.; NOGUEIROL, R. C.; MENANDRO, L. M. S.; BORDONAL, R. O.; BORGES, C. D.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J. Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. **GCB Bioenergy**, v. 9, p. 1181-1195, 2017.
- CHALKER-SCOTT, L. Impact of mulches on landscape plants and the environment - a review. **Journal Environmental Horticulture**, v. 25, n. 4, p. 239-249, 2007.
- CHERUBIN, M. R.; LISBOA, I. P.; SILVA, A. G. B.; VARANDA, L. L.; BORDONAL, R. O.; CARVALHO, J. L. N.; OTTO, R.; PAVINATO, P. S.; SOLTANGHEISI, A.; CERRI, C. E. P. Sugarcane straw removal: implications to soil fertility and fertilizer demand in Brazil. **BioEnergy Research**, v. 12, p. 888-900, 2019.
- CLIMATE-DATE. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 13/jan./2020.
- CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I. V. T.; LEITE, L. F.; ALVES, V. B., Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 359-368, 2013.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.
- GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.
- GREIG-SMITH, P. **Quantitative Plant Ecology**. 3 ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1983. 359 p.
- KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511. 2007.
- LOMBARDI, G. M. R.; GIROTO, V. S.; LOMBARDI, N. M. R.; PERES, M. M.; SILVA, S. D. A.; ALVES, C. E. S.; ABÍLIO, R. S. Uso da palha de cana-de-açúcar como fonte de bioenergia versus a sua contribuição nutricional quando mantida no solo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 7., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Grupo CIPA, 2012.
- MARTINS, D.; VELINI, E. D.; MARTINS, C. C.; SOUZA, L. S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p.151-161, 1999.
- MCCUNE, B. J.; MEFFORD, M. J. **Multivariate analysis of ecological Data. PC-ORD Version 6.0**, 2011.
- OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA, R. A.; SIMÕES, W. L. **Manejo de palhada para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar irrigada**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. 10 p. (Embrapa Semiárido. Circular Técnica, 106).

PACHECO, T. F. **Produção de etanol: primeira ou segunda geração?** Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011. 6 p. (Embrapa Agroenergia. Circular Técnica, 4).

PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in the space. **Philosophical Magazine**, v. 2, p. 559-572, 1901. Sexta Série.

PIELOU, E. C. **An Introduction to Mathematical Ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1969. 286 p.

RODRIGUES, E. B.; SAAB, O. J. G. A. Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Bandeirantes - PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 4, p. 581-588, 2007.

RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 45 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 77).

SANTIAGO, A. D.; CAVALCANTE, M. H. B.; PROCÓPIO, S. O. **Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca no Agreste Alagoano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 74).

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COLEHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. SILVA, J. R. V.; COSTA, N. V.; MARTINS, D. Efeito da palhada de cultivares de cana-de-açúcar na emergência de *Cyperus rotundus*. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 373-380, 2003.

SIMPSON, E. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, p. 688, 1949.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 271-278, 2005.

TRIVELIN, P. C. O.; RODRIGUES, J. C. S.; VICTORIA, R. L. Utilização por soqueira de cana-de-açúcar de início de safra do nitrogênio da aquamônia-15N e uréia-15N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 89-99, 1996.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 33-39, 2005.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; OTTO, R.; TRIVELIN, M. O.; TOVAJAR, J. G. Mineralização da palhada e crescimento de raízes de cana-de-açúcar relacionados com a adubação nitrogenada de plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. 2757-2762, 2008.



Tabuleiros Costeiros

