



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS



MANOEL VITOR PIMENTEL PASSOS SILVA

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DA CANA-DE-
AÇÚCAR SUBMETIDA À COMPETIÇÃO COM DUAS ESPÉCIES
DE PLANTAS INVASORAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Ciências Agrárias como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

Rio Largo
Alagoas - Brasil
2011

MANOEL VITOR PIMENTEL PASSOS SILVA

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DA CANA-DE-
AÇÚCAR SUBMETIDA À COMPETIÇÃO COM DUAS ESPÉCIES
DE PLANTAS INVASORAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Ciências Agrárias como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

Rio Largo
Alagoas - Brasil
2011

Unicamente a Deus que nunca me deixou sozinho...

Porque sua voz guiou meu caminho...

Porque até quando eu não acreditei, senti a sombra de suas asas...

Porque todas as coisas cooperaram para que tudo desse certo...

Sempre...

DEDICO.

Aos meus pais Manoel Elion Silva e Ilza Lúcia Pimentel Passos Silva pelo apoio, incentivo, dedicação, esforço e amor...

A minha irmã Maria Emília Pimentel Passos Silva pelo companheirismo...

A minha avó Rita Silva por estar sempre disposta a ajudar, pela contribuição na minha formação acadêmica e pelo amor...

A minha tia Maria do Socorro Silva por todo o zelo, preocupação e carinho...

A minha noiva linda, Mariana Estevam de Melo, pelo incentivo, por entender, aceitar e ajudar nas minhas decisões, por participar de cada minuto da minha vida e por me amar...

A minha avó Mema (in memoriam) que deixou um vazio que jamais será preenchido, e uma saudade do seu sorriso...

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pela oportunidade da realização do curso de graduação.

À unidade acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de ingresso no curso de graduação.

À Prof^a. Dr^a. Janaina Monteiro de Souza pela orientação, dedicação e compreensão.

À Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira pela confiança e ensinamento durante a graduação.

Ao Eng^o MSc. Eduardo Rebelo Gonçalves pela participação na banca avaliadora.

Aos colegas de laboratório, Tadeu Patêlo, Werveton Góes, Polyana da Silva, Humberto Cristiano, Antônio Henrique, Débora Teresa, Laís Fernanda, Clênio Santana, Tiago Tibola, Sihélio Júlio, Simério, Breno, Karen, Regina e Pedro Bento pelos momentos de descontração.

A Freds Fernando pelo profissionalismo.

A Renan Cantalice pela ajuda na minha formação acadêmica.

A Israel Mariano pelo companheirismo.

A meu Ir.: Felipe Cardoso por participar integralmente deste e tantos outros momentos.

Ao Homer pelos eternos momentos de insanidade.

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica.

A todos que de alguma forma acrescentaram para minha formação.

...Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

| | Pág. |
|---|-------------|
| LISTA DE FIGURAS..... | VIII |
| LISTA DE TABELAS..... | IX |
| RESUMO..... | 1 |
| 1 – INTRODUÇÃO..... | 2 |
| 2 – REVISÃO DE LITERATURA..... | 5 |
| 2.1 – A competição de plantas daninhas com a cultura da cana-de-açúcar..... | 5 |
| 2.2 - Aspectos morfológicos da cana-de-açúcar..... | 7 |
| 2.2.1 – Importância econômica..... | 9 |
| 2.3 – <i>Digitaria horizontalis</i> Willd..... | 10 |
| 2.4 – <i>Euphorbia heterophylla</i> L..... | 11 |
| 2.5 – Pigmentos fotossintéticos | 12 |
| 3 – MATERIAL E MÉTODOS..... | 14 |
| 3.1 - Local do experimento e delineamento experimental..... | 14 |
| 3.2 – Descrição e montagem do experimento..... | 14 |
| 3.3 – Desenvolvimento das plantas e morfologia..... | 15 |
| 3.7 – Análise estatística..... | 16 |
| 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 17 |
| 4.1 – Morfologia da cana-de-açúcar..... | 17 |
| 4.2 – Pigmentos fotossintéticos..... | 23 |
| 4.3 – Acúmulo de massa seca..... | 26 |
| 5 – CONCLUSÕES..... | 28 |
| 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 29 |
| ANEXOS..... | 37 |

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Altura de plantas, em cm, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidos à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), de 40 a 102 dias após o transplântio (DAT), em casa-de-vegetação.

Figura 2 - Diâmetro do colmo, em mm, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidos à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

Figura 3 - Área foliar, em cm², de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

Figura 4 – Valores de leitura SPAD-502, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha) de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

Figura 5 - Massa seca da parte aérea, em g, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), aos 102 DAT, em casa-de-vegetação.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Altura de plantas (h_{planta}), diâmetro do colmo (Φ_{colmo}), área foliar (AF) e SPAD-502 de quatro variedades de cana-de-açúcar, cultivadas isoladas (C) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (C+D) e *Euphorbia heterophylla* (C+E), cultivadas em casa-de-vegetação aos 102 DAT.

Tabela 2. Massa seca da parte aérea, em g, de quatro variedades de cana-de-açúcar (C) submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitária horizontalis* (C+D) e *Euphorbia heterophylla* (C+E), cultivadas em casa-de-vegetação aos 102 DAT.

RESUMO

SILVA, M. V. P. P. (MANOEL VITOR PIMENTEL PASSOS SILVA), **Avaliação do crescimento inicial da cana-de-açúcar submetida à competição com duas espécies de plantas invasoras** Rio Largo: UFAL/ CECA, 2011. (37 p.) Trabalho de conclusão de curso.

Dentre os fatores bióticos, as plantas daninhas são um dos principais componentes do agroecossistema da cana-de-açúcar interferindo no desenvolvimento e na produtividade desta cultura. O trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial da cana-de-açúcar quando submetida à competição com duas espécies de plantas daninhas ocorrentes no estado de Alagoas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante 102 dias sob delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com três condições de competição: T₁ – infestação de *Digitaria horizontalis* Willd, T₂ – infestação de *Euphorbia heterophylla* L. e T₃- livre de infestação e quatro variedades de cana-de-açúcar, totalizando 12 tratamentos, com cinco repetições. Foram utilizadas as variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*): RB92579, RB867515, RB931011 e RB98710. Foram determinados os parâmetros: diâmetro do colmo, altura das plantas, número e dimensões (largura e comprimento) das folhas, estimativa do teor de clorofila e a massa seca da parte aérea. Foi constatado que as variedades RB867515 e RB931011 não sofreram influência na altura, no diâmetro dos colmos, na área foliar, nos teores de pigmentos fotossintéticos e na massa seca da parte aérea quando expostas à competição com *D. horizontalis* e *E. heterophylla*, enquanto as variedades RB92579 e RB98710 apresentaram redução significativa na altura, índice de área foliar, nos teores de pigmentos fotossintéticos e na massa seca, sendo essas duas variedades mais afetadas por *D. horizontalis*. Em relação ao diâmetro, apenas a variedade RB98710 se mostrou sensível à presença das plantas daninhas, apresentando uma maior redução quando em competição com *D. horizontalis*. O crescimento das variedades RB867515 e RB931011 não foi afetado pela competição com as espécies *Digitaria horizontalis* e *Euphorbia heterophylla*, demonstrando-se a *Digitaria horizontalis* L. mais ofensiva na interferência com a cultura da cana-de-açúcar.

Palavras – chave: *Saccharum sp*, *Digitária horizontalis*, *Euphorbya heterophylla*

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é a cultura de maior expressão no estado de Alagoas, sendo fonte de renda para milhares de famílias, destacando-se pelo seu valor econômico, na produção de açúcar, energia elétrica e álcool (KUVA et al., 2003), sendo que este apresenta uma demanda mundial cada vez mais crescente, devido ao aumento dos preços do petróleo e a necessidade de redução de emissão de gases causadores do efeito estufa, o que o torna a única alternativa, disponível em larga escala, para a substituição de combustíveis obtidos a partir do petróleo (CARBONARI, 2007).

A produtividade dessa cultura é diretamente influenciada, entre outros fatores, pela presença de plantas daninhas, as quais, além de dificultar o corte e a colheita, faz com que o rendimento industrial decresça em função da interferência que exercem sobre o desenvolvimento da cultura (PITELLI, 1985).

Estimativas citam que cerca de 1.000 espécies de plantas daninhas habitam o agroecossistema da cana-de-açúcar, nas distintas regiões produtoras do mundo (AREVALO, 1979). Dentro deste contexto, as plantas daninhas representam um fator biótico que interfere no desenvolvimento desse cultivo, competindo por água, luz, CO₂, nutrientes, podendo também apresentar efeitos alelopáticos sobre a cultura de cana-de-açúcar (KUVA et al., 2003).

Segundo Christoffoleti (1988) a importância dada às plantas daninhas subestima o real impacto causado diretamente sobre as culturas, ao passo que estas plantas afetam significativamente a economia agrícola em caráter permanente. Portanto, se por um lado a presença das plantas daninhas na cultura ocasiona prejuízos inquestionáveis devido às diversas formas de interferência, por outro, o seu controle ainda acarreta, na maioria das vezes, aumento significativo nos custos de produção, o que vem tornar a presença dessas plantas um fator cada vez mais indesejável.

Embora a cana-de-açúcar apresente o metabolismo fotossintético C₄, com elevadas taxas fotossintéticas, sendo altamente eficiente na conversão de energia luminosa em energia química, tornando-a mais produtiva sob condições tropicais, deve-se ter atenção quanto à competição com as plantas invasoras, principalmente nos estágios iniciais do estabelecimento da cultura, pois a brotação e o crescimento inicial da cultura são lentos (PROCÓPIO et al., 2003).

Segundo Radosevich et al., (1997) plantas daninhas com o mesmo metabolismo fotossintético da cultura, apresentam semelhantes exigências de recursos, podendo ocasionar maior interferência na cultura. Assim o potencial competitivo pelos recursos do meio varia em função da espécie (Rigoli et al., 2008). Por outro lado Silva et al. (2009) afirma que esse potencial de competição é mais acentuado quando relacionado com a época da emergência da planta daninha em relação à emergência da cultura.

A competição das plantas daninhas leva ao menor fornecimento de alguns recursos para as culturas, levando a deficiências que culminam em alterações em características fisiológicas, que podem ocasionar interferência nas variáveis associadas à fotossíntese. Essas limitações podem levar a alterações na condutância estomática, concentração interna de gases e conseqüentemente na atividade fotossintética (TORRES et al., 2010).

De acordo com Singh & Kaur (2003) a alta competição, nos estágios iniciais de crescimento causa reduções substanciais no rendimento, e em último caso reduz a rentabilidade dos cultivos em longo prazo onde as perdas de produtividade variam de 20 a 40%.

Diversos fatores podem interferir na produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar que, no final, representa a integração das diferentes condições de cultivo. Essa redução de rendimento no período inicial é o ponto de partida para adoção de técnicas de controle das plantas daninhas, porém a viabilidade econômica da aplicação desses métodos requer estudos que avaliem a severidade da competição, principalmente por nutrientes, que são exigidos em quantidades significativas na fase inicial de crescimento de ambas, onde a coincidência desse estágio de crescimento com o período de interferência resultará em privações nutricionais mais acentuadas (GILBERT et al., 2006).

Segundo Rodrigues (1995), os aspectos que definem número e diâmetro de colmos, altura, comprimento e largura de folhas, são inerentes a cada genótipo, sendo o potencial produtivo influenciado diretamente pelo clima e pelas condições culturais, sendo estes os principais fatores limitantes de seu crescimento.

Um método de avaliação e quantificação das taxas de desenvolvimento da cana-de-açúcar é a análise de crescimento, que pode ser aplicada em diferentes condições ambientais e de cultivo, sendo considerado um método padrão para se medir a produtividade biológica de espécies vegetais, o que permite uma comparação de

diferentes variedades de uma determinada cultura, sob aspectos relevantes ao seu desenvolvimento, em seu ambiente de produção (OLIVEIRA et al., 2004).

Mediante o exposto, o presente trabalho de pesquisa, teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis* Willd. e *Euphorbia heterophylla* L.), ocorrentes em canaviais no estado de Alagoas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A competição de plantas daninhas com a cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, apesar de ser altamente eficiente na utilização de recursos disponíveis para o seu crescimento e desenvolvimento, é afetada nas fases iniciais de crescimento pelas plantas daninhas, que em muitos casos utilizam os mesmos recursos, como água, CO₂, nutrientes, luz e espaço de forma tão eficiente quanto à cultura de cana-de-açúcar (PROCÓPIO et al., 2004). Embora a cana-de-açúcar apresente o metabolismo fotossintético C₄, sendo esse altamente produtivo sob condições tropicais, deve-se ter atenção quanto à competição com as plantas invasoras, principalmente nos estágios iniciais do estabelecimento da cultura, pois a brotação e o crescimento inicial são lentos além, de várias espécies daninhas também apresentarem o metabolismo C₄ (PROCÓPIO et al., 2003).

Keeley & Thullen (1989) afirmam que a época de estabelecimento das espécies daninhas em relação à cultura é muito importante, dentro desse período as lavouras devem ser mantidas livres de infestação por um espaço de tempo maior do que os de sobrevivência das espécies para não causarem possíveis perdas de produção. Rolim e Christoffoletti (1982) analisando o crescimento de cana-planta constataram que o primeiro ciclo da cultura é considerado o período crítico de prevenção de interferências que está centrado de 30 a 100 dias após a deposição dos toletes.

O termo interferência refere-se ao conjunto de ações que recebe uma determinada cultura, em decorrência da presença das plantas invasoras, resultando em respostas diretas ou indiretas. A competição é a forma mais conhecida de interferência direta das plantas invasoras sobre a cana-de-açúcar, e os recursos que mais frequentemente são passíveis de competição são os nutrientes minerais essenciais, a luz, a água e o espaço (PITELLI, 1987).

Segundo Pitelli & Durigan (1984) o período total de prevenção da interferência (PTPI) é o tempo em que a cultura deve ser deixada livre de competição com plantas daninhas, afim de não haver alterações na qualidade nem na produção, e tem seu início na emergência ou no plantio da cultura. O período anterior à interferência (PAI) é o tempo após a semeadura ou plantio em que a cultura principal pode conviver junto com as plantas daninhas, sem que haja interferência por parte destas. O período crítico de

prevenção da interferência (PCPI) diz que a cultura principal deve ser mantida livre da competição com plantas daninhas até que estas não prejudiquem mais o rendimento da cultura.

O estudo dos períodos críticos de interferência das plantas invasoras em relação à cana-de-açúcar determina o período de convivência entre estas e a linha limítrofe de controle a fim de reduzir possíveis danos econômicos. Assim Vidal et al. (2005), propôs estudos de avaliação do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) levando em consideração os custos com o controle das plantas daninhas e o rendimento da cultura, sendo assim possível determinar o período em que a interferência é aceitável, considerando os aspectos de rentabilidade, antes de se decidir pelo seu controle.

Nesse contexto o conhecimento da habilidade competitiva das plantas daninhas se mostra um fator relevante nos estudos prévios de perdas de rendimento causadas por estas, o que explica a vantagem econômica das práticas de seu controle.

A alelopatia é a síntese, acumulação e secreção de metabólitos secundários produzidos pelas plantas daninhas que podem causar efeito deletério sobre a cultura principal, sendo este outro fator que pode causar sérios prejuízos ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar (SILVA & SILVA, 2007). Tais substâncias aleloquímicas podem ser produzidas em qualquer parte da planta, como exudatos radiculares, parte aérea, sementes em pleno processo germinativo e também, nos resíduos, durante o processo de decomposição da palha.

De forma indireta atuam como hospedeiras alternativas de pragas, moléstias, nematóides e plantas parasitas (PITELLI, 1987). A ocorrência de um ou mais desses fatores de interferência pode reduzir a quantidade de colmos colhidos e diminuir o número de cortes economicamente viáveis ao cultivo da cana-de-açúcar (LORENZI, 1988).

Shurtleff & Coble (1985) definem que a competição da cultura principal com plantas daninhas varia de acordo com as espécies envolvidas, assim se faz necessário avaliar tais efeitos provindos de mais de uma espécie de planta daninha. Quando há infestação verifica-se a presença de inúmeras espécies, onde os efeitos da competição sofrem alterações de acordo com as espécies presentes, onde um possível sinergismo entre estas plantas potencializa os possíveis efeitos deletérios causados às culturas principais.

Segundo Oliver et al (1976) quando realizada uma avaliação da competitividade entre a cultura principal e plantas daninhas, a determinação da competição entre

espécies isoladas deve ser feita anteriormente, porém sendo indispensável uma avaliação posterior da competição em infestações mistas.

Quando numa infestação encontra-se mais de uma espécie de plantas daninhas, percebe-se que a habilidade de cada espécie em interferir no rendimento total é diretamente proporcional à sua presença, quando a densidade total mantém-se constante. Diversos métodos têm sido usados para estudar a interferência entre cultura e plantas daninhas, e todos consideram, em níveis variados, o fator densidade, arranjo espacial e proporção (RIZZARDI et al, 2004).

2.2. Aspectos morfológicos da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* ssp) é uma planta que pertence a família Poaceae com centro de origem na região de Nova Guiné. Atualmente, seis espécies de *Saccharum* são descritas: *S. officinarum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. edule*, *S. spontaneum* e *S. robustum* (DANIELIS & ROACH, 1987). No Brasil há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época do descobrimento, mas seu desenvolvimento se deu posteriormente, com a criação dos engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (CESNIK e MIOQUE, 2004).

A planta é formada por um sistema radicular fasciculado, o colmo e folhas dispostas ao seu redor, nos nódulos presentes entre as secções do colmo e também na parte superior da planta onde se localiza a gema apical (MANTELATTO, 2005), mas é no colmo que o valor econômico dessa espécie se concentra, pois este é responsável pelo armazenamento da sacarose nas células do parênquima, ou seja, dos fotoassimilados (PARANHOS, 1987; OLIVEIRA et al, 2004).

O crescimento da cana-de-açúcar pode variar de doze á dezoito meses, porém esse desenvolvimento em altura continua até a ocorrência de alguma limitação (RODRIGUES, 1995).

Uma das formas de se avaliar o nível de dano que as plantas daninhas podem causar à cultura é a análise do crescimento. Sendo a análise de crescimento uma ferramenta bastante eficiente na indicação de interferências sofridas pela cultura resultante de estresses, tanto bióticos quanto abióticos, porque representa a integração,

no tempo, dos processos de fotossíntese (aquisição de carbono) e respiração (perda de carbono).

Dentre os indicadores de crescimento, destaca-se a área foliar, determinada pelo número e tamanho das folhas, visto que a folha é o órgão vegetal adaptado e responsável para ocorrência da fotossíntese, onde sua estrutura laminar maximiza a interceptação de luz e a distribuição de CO₂ nas células fotossintéticas. Qualquer fator que interfira no desenvolvimento da área foliar, potencialmente reduz a produtividade das culturas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Segundo Bianco et al. (2008) o conhecimento da área foliar é fundamental, sendo talvez, o mais importante parâmetro de avaliação do crescimento vegetal, auxiliando na compreensão das relações de interferência entre plantas daninhas e espécies agrícolas. Para Hermann & Câmara (1999) o limbo foliar é responsável pela produção da maioria dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

Para Rodrigues (1995) a taxa de fotossíntese é correlacionada negativamente com a largura das folhas e positivamente com a sua espessura, onde a grande capacidade da cana-de-açúcar, para a produção de matéria orgânica, reside na alta taxa de fotossíntese por unidade de superfície de terreno, que é influenciado pelo índice de área foliar. Além disso, o longo ciclo de crescimento da planta resulta na elevada produção de matéria seca. Benincasa (2003) relata que as folhas são os órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética.

A estimativa da área foliar por meio de equações matemáticas tem sido utilizada com precisão, sendo um método fácil, rápido e não destrutivo, tornando-se importante para avaliar o crescimento das plantas em campo (BIANCO et al., 2007).

Outros atributos importantes são o diâmetro e a altura do colmo, pois especificamente na cana-de-açúcar, representam o espaço de acúmulo de reservas orgânicas (sacarose), o que vai determinar o potencial da planta na produção de açúcar e álcool. O colmo da cana-de-açúcar é formado por uma sequência de internódios em diferentes estágios fisiológicos (maturados, em maturação e imaturos) e, à medida que o colmo se desenvolve, sua taxa de crescimento diminui progressivamente até ser nula, quando amadurece (MACHADO, 1987).

Oliveira et al., (2007) acrescentam que em condições de estresses ambientais, genótipos sensíveis seriam mais prejudicados por reduzirem o diâmetro do colmo

influenciando em sua produção total de matéria seca. Contudo, Oliveira et al (2004) afirmam que pode haver redução no diâmetro, devido ao alto custo de demanda energética no caso de possível exposição a fatores estressantes.

Nesse contexto, Munns (2002) ressalta a importância de pesquisas que visam à identificação de característica de ordem morfológica, durante períodos em que a planta fica exposta a algum tipo de estresse, pois esses trabalhos serão utilizados na produção de variedades resistentes, por meio de melhoramento genético ou de engenharia genética, que atualmente são apontadas como possível solução para as constantes reduções na produtividade da cana-de-açúcar, por não representar acréscimos nos custos de produção.

2.2.1. Importância econômica da cana-de-açúcar

O Brasil é responsável por 44% do comércio mundial de açúcar, o que o consolida como importante e fundamental agente no mercado internacional. A área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida na safra 2011/2012 e destinada à atividade sucroalcooleira está estimada em 8.434,3 milhões de hectares, distribuídos em todos os estados produtores. O Estado de São Paulo é o maior produtor com 52,6% (4.436,53 mil hectares) e Alagoas ocupa o sexto lugar com 5,39% (454,54 mil hectares).

Na safra 2011/2012 já é possível contabilizar uma redução no rendimento do açúcar, esse fator associado à redução da safra indiana, outro grande fornecedor mundial deste produto, trouxeram forte valorização às cotações internacionais para esse período, causando reflexos econômicos impactantes. De abril a julho deste ano foram exportadas 8,4 milhões de toneladas de açúcar, volume inferior em 4,5% ao verificado no mesmo período da safra anterior, já que a produtividade média brasileira está avaliada em 69.824 kg/ha, 9,8% menor do que a da safra 2010/11, que foi de 77.446 kg/ha. As condições climáticas adversas contribuíram para a redução na produtividade da cana-de-açúcar, porém fatores como incidência de pragas e infestações por plantas daninhas possivelmente contribuíram para esse aspecto (CONAB, 2011).

Segundo Amachado e Habib (2009) um aumento de US\$ 3,1 bilhões às exportações de açúcar e álcool representou 53% de incremento no valor das exportações do Brasil em 2006, representando uma receita de US\$ 6,16 bilhões.

A interferência negativa resultante da presença de plantas daninhas pode causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido, aumentando os custos em cerca de 30% para cana-soca e de 15 a 20% para cana-planta (LORENZI, 1988, 1995; PROCÓPIO et al, 2004), resultando em um decréscimo na produtividade e no rendimento industrial total, em função da interferência que exercem sobre o desenvolvimento da cultura (PITELLI, 1985).

O setor sucroenergético no estado de Alagoas é hoje o mais importante na geração de empregos diretos e indiretos e na geração de riquezas e desenvolvimento no Estado. As 24 indústrias de açúcar e álcool em operação são responsáveis pela geração de mais de 90 mil empregos diretos e até 270 mil empregos indiretos, o que faz desse setor o maior gerador de empregos formais no Estado. Devido à sazonalidade da produção, o número de empregos gerados pelo setor é maior durante o período de safra, que vai de setembro a março (SINDAÇÚCAR – AL, 2011).

2.3. *Digitaria horizontalis* Willd

A espécie *Digitaria horizontalis* Will, conhecida popularmente como capim-colchão, capim-milhã, capim-de-roça ou simplesmente milhã é pertencente à família Poaceae. Seu ciclo é anual, herbácea, muito entouceirada, possui porte ereto e atinge entre 30 e 80 cm de altura, os colmos apresentam enraizamento nos nós inferiores quando em contato com o solo, aprecia solos férteis, cultivados ou não, sendo pouco agressiva em solos pobres, as folhas apresentam bainhas de comprimento variado e atingem de 6 à 12 cm de comprimento, propagando-se por sementes (KISSMANN, 1997;LORENZI, 2006).

Apresenta espiguetas binadas, lanceoladas, homomorfas, pubescentes, tricomas agudos e esbranquiçados presentes na gluma superior e lema inferior; gluma inferior ausente ou reduzida de até 0,1 mm, aguda; gluma superior de 0,8-1,0 mm, obtusa, atingindo até metade do comprimento da lema inferior; lema inferior de 1,9-2,2 mm, aguda, nervuras laterais glabras, glabro em ambos os lados da nervura central e alternadamente pubescente e glabro nas demais regiões entre as nervuras, margens pubescentes, tricomas não ultrapassando o ápice; antécio superior de 1,9-2,1 mm, castanho-claro na maturação. Tende a estender os ramos sobre o solo, em todos os

sentidos, a partir da base, elevando-se apenas a parte apical com a inflorescência, diferenciando-se das outras espécies de digitárias pela presença nos racemos, junto à base de cada espiguetas, de um longo pêlo branco de base tuberculada (KISSMANN, 1997; CANTO-DOROW & LONGHI-WAGNER, 2001).

Devido à ocorrência de um complexo de plantas do gênero *Digitaria*, sua identificação no campo é difícil, pois praticamente não apresenta diferença das outras espécies no mesmo gênero. Assim seu nome vulgar é mais comumente utilizado, devido a essa dificuldade na caracterização (KISSMANN, 1997).

No Brasil, esta espécie encontra-se presente nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, sendo sua ocorrência equivalente nessas regiões, havendo um decréscimo expressivo na região Norte. Nessas regiões, o capim-colchão habita em formações geralmente abertas como campos naturais, cerrados, sendo comum em locais alterados, como por exemplo áreas agricultáveis, onde se lança mão de incrementos agrícolas (CANTO-DOROW & LONGHI-WAGNER, 2001). Essas plantas são altamente agressivas como infestantes, sendo relatadas como problema em 60 países, infestando mais de 30 culturas de importância econômica, principalmente por apresentar vantagens em relação às culturas em condição de seca (KISSMANN, 1997).

2.4. *Euphorbia heterophylla* L.

A espécie *Euphorbia heterophylla* L., conhecida como leiteira ou amendoim-bravo, é uma planta daninha alógama cujo centro de origem está compreendido na região Brasil-Paraguai, ocorrendo em diversos países tropicais e subtropicais como planta invasora de várias culturas agrícolas. Seu caule é simples ou ramificado, com modificações em intervalos regulares, as folhas são alternas, opostas ou verticiladas, ocorrendo tanto no caule como nos ramos, com maior concentração na parte final destes, abaixo da inflorescência (WILSON, 1981; KISSMANN & GROTH, 1992).

As folhas podem apresentar diferenças fenotípicas de uma população para outra, dentro de uma mesma população, entre descendentes de uma mesma planta e até mesmo em uma única planta (HOLM et al, 1997).

A flor é uma estrutura bissexual chamada ciátio (CRONQUIST, 1981). Localizado na parte terminal do caule e dos ramos, onde se localiza a inflorescência,

cada ciátio abriga 30 a 40 flores masculinas, porém apenas uma feminina, constituída pelo ovário. A flor masculina é formada por um estame, e o conjunto dessas flores circundam a flor feminina (KISSMANN & GROTH, 1992).

Segundo Ingrouille (1992) o leiteiro pode se reproduzir tanto por autofecundação como por fecundação cruzada. As sementes podem ser globosas, ovóides, cônicas, mais ou menos angulares, com 2,5 a 3 mm de comprimento por 2,5 mm de largura, apresentando dois cotilédones, produzidas em grande quantidade, apresentando pouca dormência, germinam facilmente a uma profundidade de 4 cm (KISSMANN & GROTH, 1992).

Apresenta ciclo de vida anual e pode iniciar o florescimento entre 20 e 30 dias após a emergência (HOLM et al., 1997). O ciclo da *Euphorbia heterophylla* L. é curto, sendo possíveis duas a três gerações em um ano. Essa espécie se desenvolve bem em quase todos os tipos de solo, preferindo, no entanto, os férteis e bem drenados (KISSMANN & GROTH, 1992).

Possui extraordinária capacidade de reprodução e as plantas crescem com muita rapidez, razão pela qual tendem a sombrear plantas de culturas anuais de desenvolvimento lento, competindo intensamente na absorção de nutrientes do solo (KISSMANN & GROTH, 1992). Segundo Jumes et al. (2010) essa espécie quando em competição com a cultura principal provoca grandes déficits no rendimento e na qualidade do produto, devido a formação de uma densa cobertura vegetal.

2.5. Pigmentos fotossintéticos

Todos os organismos fotossintéticos contêm um ou mais pigmentos orgânicos capazes de absorver a radiação visível que iniciará as reações fotoquímicas da fotossíntese. Em plantas superiores, os principais pigmentos fotossintéticos são as clorofilas (*a* e *b*) e os carotenóides (TAIZ & ZEIGER, 2004). Entretanto, nem toda a luz incidente sobre a folha é absorvida pelas moléculas de clorofila, alguns fótons podem ser transmitidos e outros podem ser refletidos (CAMPOSTRINI, 1997).

Segundo Hendry & Grime (1993) estresses ambientais são responsáveis por alterações nos pigmentos nas folhas, alterando as concentrações de clorofilas (*a*, *b*) e carotenoides, onde as correlações entre estas são utilizadas para diagnosticar possíveis

causas de alterações fisiológicas nas plantas. Assim, Silva et al., (2007) afirmam que métodos de quantificação e de estimativa de tais pigmentos, de certa forma, podem ser utilizados como ferramentas para avaliação de genótipos resistentes a condições adversas. O'Neil et al. (2006) trabalhando com milho, mostrou que um método indireto de medir atividade fotossintética, como o teor de clorofila estimada pelo SPAD-502, pode ser tão eficaz quanto as técnicas de avaliação de trocas gasosas.

Métodos destrutivos são citados na literatura como sendo relativamente eficientes como a metodologia de extração com acetona a 80% (v/v) e posterior determinação em espectrofotômetro. Um método não destrutivo, caracterizado pela simplicidade e rapidez, através de medidores de clorofila tais como o SPAD-502, permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha (ARGENTA et al, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado no município de Rio Largo (09° 28' S, 35° 49' W) e 127 m de altitude, estado de Alagoas. Sendo conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, sob esquema fatorial com três condições de competição: T₁ – infestação de *Digitaria horizontalis* Willd, T₂ – infestação de *Euphorbia heterophylla* L. e T₃- livre de infestação e quatro variedades de cana-de-açúcar, totalizando 12 tratamentos, com cinco repetições.

3.2. Descrição e montagem do experimento

O experimento foi realizado em vasos plásticos de 15 litros, onde quatro variedades de cana-de-açúcar foram submetidas à competição com plantas daninhas de duas espécies distintas, na densidade de 15 plantas/m² e a densidade zero de plantas daninhas foi considerada o controle. Foram utilizadas as variedades RB92579, RB867515, RB931011 e RB98710 de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) escolhidas com base nas informações obtidas junto ao programa de melhoramento genético da cultura (PMGCA/CECA/UFAL), considerando a área de plantio destas variedades no estado de Alagoas e na região Nordeste. As plantas daninhas foram escolhidas baseadas em critérios de ocorrência em áreas de canaviais no estado de Alagoas, a facilidade de obtenção de sementes e do potencial germinativo destas, baseando-se em experimentos conduzidos anteriormente no laboratório. Escolheu-se uma espécie representante de mono e uma de dicotiledônea. A monocotiledônea foi o capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd.) e a dicotiledônea, a leiteira (*Euphorbia heterophylla* L).

Para garantir o estabelecimento e a homogeneidade das plântulas, os rebolos com duas gemas de cana-de-açúcar, foram plantados previamente em um canteiro

localizado em galpão coberto, na parte exterior à casa de vegetação. Após a emergência das plântulas, foi realizada a eliminação das plântulas menos desenvolvidas. As plântulas remanescentes foram transferidas para os vasos plásticos, cada qual contendo 15 kg de solo solarizado por 45 dias, destorroado, peneirado e homogeneizado e 15 dias após, as sementes de plantas daninhas foram semeadas.

3.3. Avaliação do crescimento

O experimento foi conduzido durante 102 dias, considerando-se o início como o transplântio e semeadura nos vasos. Durante esse período foi realizada a avaliação do crescimento das plantas de cana-de-açúcar, a cada sete dias, determinando-se o diâmetro do colmo, a altura de plantas, o número e dimensões (largura e comprimento) das folhas. A folha utilizada na mensuração e também na diagnose foliar foi a +3, onde a identificação dessa folha segundo Van Dillewijn (1952) consiste em designar como +1 a primeira folha de cima para baixo, que se apresenta inserida com a aurícula (colarinho) bem visível. As folhas de baixo passariam a receber a numeração +2, +3. As acima da folha +1 seriam 0, -1, -2, -3, assim por diante. Em geral, utiliza-se a folha +3, considerada adulta. A área foliar das plantas foi obtida utilizando a fórmula proposta por Hermann e Câmara (1999):

$$AF = C \times L \times 0,75 \times (N+2),$$

C = Comprimento do limbo da folha +3

L = Largura do terço médio da folha +3

0,75 = Fator de correção para a área foliar das gramíneas

N = Número de folhas expandidas, com no mínimo 20% de área verde

Na mesma época de avaliação do crescimento foi realizada a estimativa do teor de clorofila, utilizando-se o clorofilômetro SPAD-502 (Minolta Corporation, Ramsey, USA) sendo obtida a média de cinco leituras do terço médio da folha +1.

Na coleta final do experimento, as plantas foram cortadas rente ao solo, tendo suas folhas separadas do caule. Em seguida, o material foi levado à estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até obter massa constante, para determinação da massa seca.

3.4. Análise estatística

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, conforme recomendações de Ferreira (2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Morfologia da cana-de-açúcar

Na presença de plantas daninhas, ficou constatado que as variedades RB867515 e RB931011 não sofreram influência em sua altura quando expostas à competição com *D. horizontalis* e *E. heterophylla*, enquanto as variedades RB92579 e RB98710 apresentaram redução significativa em competição (Figura 1), sendo essas duas variedades mais afetadas por *D. horizontalis* (Tabela 1). Esses aspectos corroboram com aqueles obtidos por Skóra Neto (2003), que avaliando o efeito do capim-colchão em milho, concluiu que a presença dessa espécie no cultivo reduz consideravelmente a altura da planta principal. Costa (2009) confirma a capacidade de plantas daninhas em interferir na altura de plantas quando concluiu que a variedade RB92579 apresenta altura de colmo superior a outras variedades de cana-de-açúcar na ausência de infestação.

O diâmetro dos colmos das variedades RB867515, RB92579 e RB 931011 não sofreu redução significativa quando em competição com as duas espécies de plantas daninhas, enquanto a variedade RB98710 se mostrou sensível à presença dessas espécies (Figura 2), onde essa variedade sofreu uma maior redução quando em competição com *D. horizontalis*, confirmando os resultados obtidos por Skóra Neto (2003), ao avaliar plantas com o mesmo metabolismo que a cana-de-açúcar, onde concluiu que a presença do capim-colchão reduz consideravelmente o diâmetro dos colmos destas plantas. Segundo Blanco *et al.* (1979), perdas de até 85% no peso dos colmos são decorrentes da presença de plantas invasoras, sendo o período crítico de interferência das plantas daninhas para a cultura da cana-de-açúcar do 15º ao 60º dias, a contar da emergência da cana-de-açúcar.

Quando expostas a competição com plantas daninhas, as variedades RB867515 e RB931011 não apresentaram redução na área foliar, porém as variedades RB92579 e RB98710 sofreram significativa diminuição nessa variável, sendo esta mais acentuada quando em competição com *D. horizontalis*, observando-se redução de 37% na variedade RB98710 (Tabela 1). A diminuição no índice de área foliar (IAF) possivelmente ocorreu pelo fato dessas variedades apresentarem maior capacidade de

perfilhamento quando comparadas com as variedades que não sofreram reduções. Esses resultados confirmam os obtidos por Schmitz et al. (2009) ao avaliar o IAF no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, onde variedades com baixo índice de perfilhamento apresentaram maior IAF, demonstrando assim um maior potencial de cobertura do solo, na fase inicial, quando se inicia a emergência de plantas daninhas, enquanto variedades com alto perfilhamento, repercutiram em menor IAF, indicando uma característica desejada para as variedades a serem cultivadas em solos originalmente ocupados por ambientes estressantes e supressivos, com resistência à seca.

Porém, Silva (2010), estudando a variedade RB98710, sob as mesmas condições hídricas avaliou no experimento e área livre de infestação por plantas daninhas, tal variedade demonstrou um crescimento linear e um índice foliar idêntico ao da variedade RB867515, o que demonstra que essa variedade é suscetível à competição com espécies daninhas.

Outro fator que possivelmente contribuiu para o decréscimo da área foliar da variedade RB98710 no período avaliado foi devido essa variedade ter características de desenvolvimento tardio em relação às outras variedades.

De acordo com o estudo do desenvolvimento da área foliar a partir dos 40 dias após o transplântio (DAT), todos os genótipos apresentaram comportamento semelhante até 61 DAT, não apresentando diferença significativa no crescimento, porém foi observado um crescimento bastante variado a partir dos 68 DAT (Figura 3).

Christoffoleti (2011) ao propor o uso da escala BBCH¹ modificada, que consta de um sistema para uniformização da codificação dos estágios fenológicos de espécies daninhas, cita que tais plantas apresentam quatro estágios de crescimento onde o acúmulo de massa seca por parte destas seria mais acentuado, sendo eles: o desenvolvimento foliar, formação de caules laterais e perfilhamento, alongação dos ramos ou crescimento do caule e propagação vegetativa, também conhecida como emborrachamento. Para as duas espécies daninhas estudadas, esses períodos de desenvolvimento coincidem com a redução no desenvolvimento foliar das mesmas, mais precisamente quando as espécies acentuaram sua propagação vegetativa.

¹ A abreviação da escala BBCH deriva de instituições que juntas desenvolveram essa escala: BBA, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (German Federal Biological Research Centre for Agriculture and forestry); BSA, Bundessortenamt (German Federal Variety Authority); Chemical Industry, Industrieverband Agrar, IVA (German Association of Manufacturers of Agrochemical Products).

Tabela 1- Altura de plantas (h_{planta}), diâmetro do colmo (Φ_{colmo}), área foliar (AF) e SPAD-502 de quatro variedades de cana-de-açúcar, cultivadas isoladas (C) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (C+D) e *Euphorbia heterophylla* (C+E), cultivadas em casa-de-vegetação aos 102 dias após o plantio.

| Variedades | Trat | h_{colmo} (cm) | Φ_{colmo} (mm) | AF (cm^2) | SPAD |
|-----------------|------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------|
| Variedades | | x Plantas daninhas | | | |
| RB867515 | C+D | 34,49abA | 16,83aA | 748,87abB | 46,17bA |
| | C+E | 34,69aA | 16,45aA | 754,84aB | 47,44bA |
| | C | 34,89abA | 16,52aA | 907,48bA | 47,14bA |
| RB92579 | C+D | 32,86 bB | 15,55bA | 824,98aB | 42,84cB |
| | C+E | 34,43aB | 16,18aA | 846,89aB | 44,89cAB |
| | C | 36,91aA | 16,29aA | 1200,67aA | 46,98bA |
| RB931011 | C+D | 36,78 aA | 16,22abA | 637,7bcB | 49,08aA |
| | C+E | 35,62aAB | 16,00aA | 730,7 aAB | 50,50aA |
| | C | 34,24bB | 16,37aA | 880,30bA | 50,93aA |
| RB98710 | C+D | 24,78cC | 13,02cC | 559,36cC | 41,79cB |
| | C+E | 28,92bB | 14,90bB | 804,32aB | 43,77cAB |
| | C | 33,09bA | 16,53aA | 1186,74 aA | 44,95bA |

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, tanto para tratamentos dentro de variedades (letras maiúsculas), como para variedades dentro de tratamento (letras minúsculas), não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

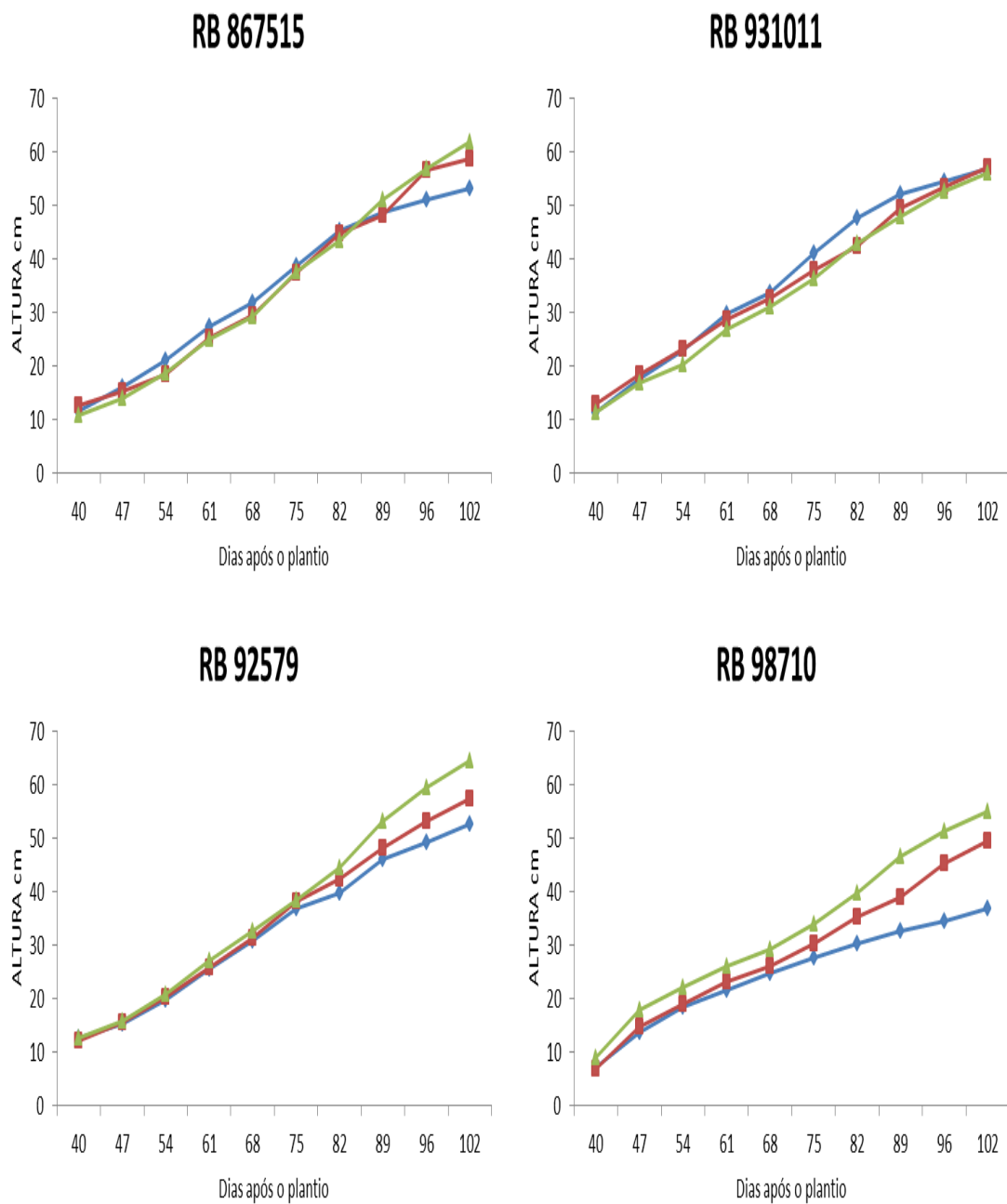


Figura 1 – Altura de plantas, em cm, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

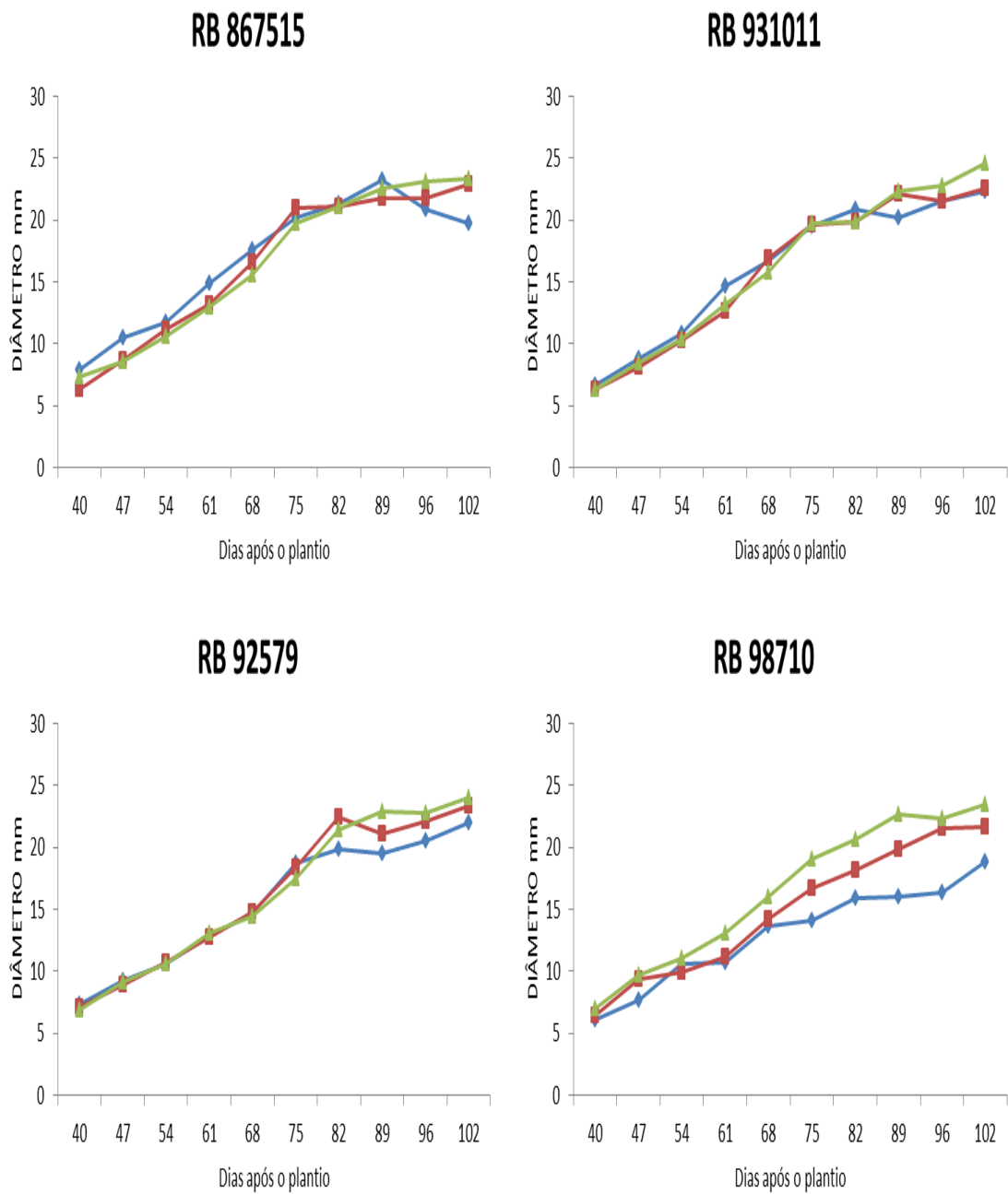


Figura 2 - Diâmetro do colmo, em mm, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

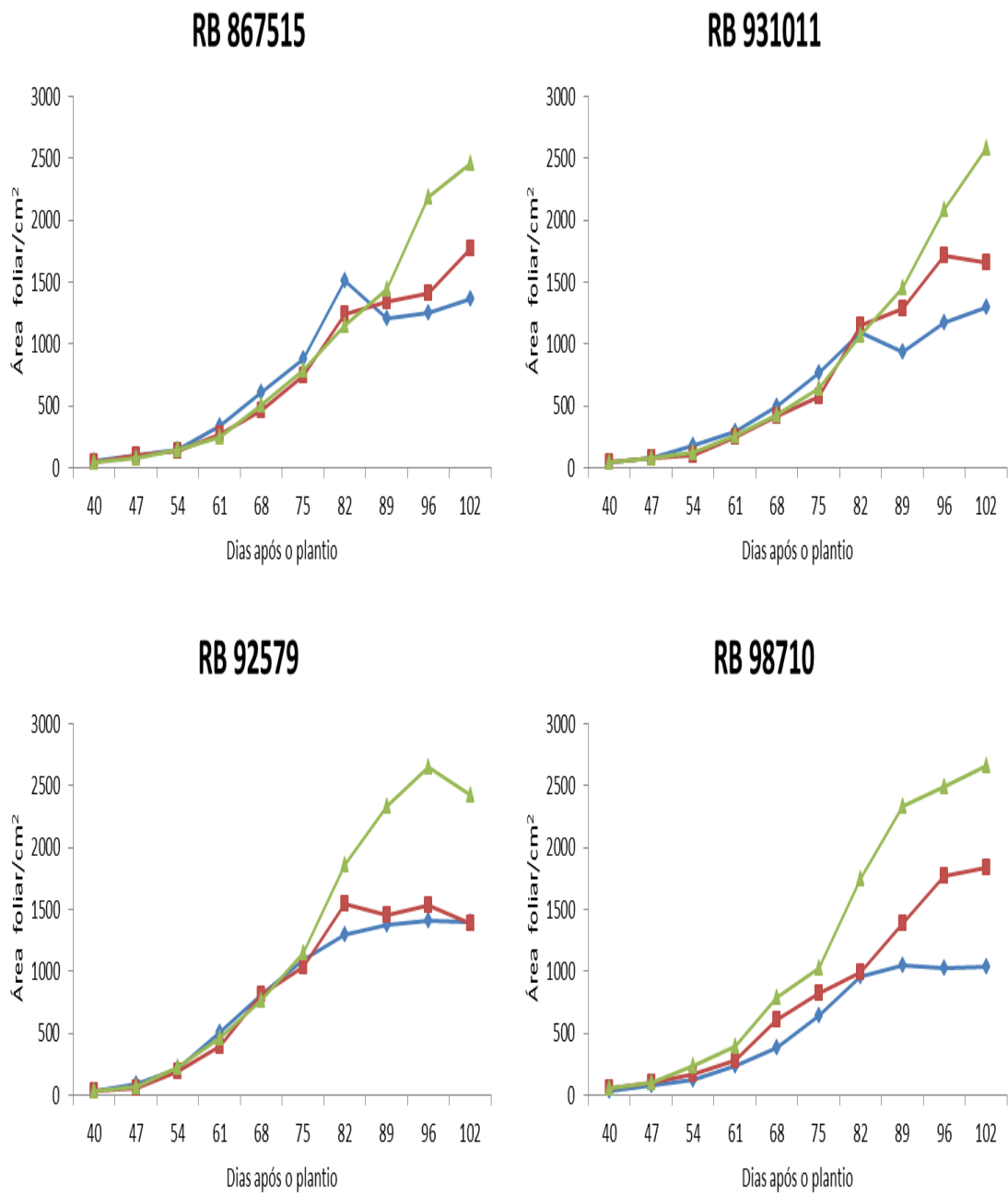


Figura 3 - Área foliar, em cm², de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha), de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

4.2. Pigmentos fotossintéticos

Na presença da competição das plantas daninhas com a cana-de-açúcar observou-se decréscimo nos pigmentos fotossintéticos das folhas estimados pelo clorofilômetro SPAD-502 (Figura 4). Analisando o comportamento das variedades para o índice SPAD, em função das espécies daninhas, as variedades RB867515 e RB931011 não apresentam redução estatística significativa, tanto para *D. horizontalis* quanto para *E. heterophylla*. Nas variedades RB92579 e RB98710 apenas o capim-colchão se mostrou capaz de interferir nos teores de pigmentos, reduzindo-os em 9 e 7%, respectivamente (Tabela 1).

Esses resultados contrariam os obtidos por Procópio et al. (2004) ao avaliar a absorção de nitrogênio pelo Leiteiro, pois segundo os autores, quanto maior a absorção desse nutriente por plantas daninhas, maior será o decréscimo nos teores de pigmentos da planta principal, e nesse caso o Leiteiro se mostrou mais eficiente que espécies gramíneas em condições de campo, o que provavelmente resultou na diferença dos resultados obtidos nesses dois trabalhos.

Em trabalho realizado na mesma região em condições de campo, Costa (2009) concluiu que a variedade RB92579 apresenta maior teor de clorofila que outras variedades de cana-de-açúcar. Estes resultados são confirmados por Duarte et al. (2009) em trabalho realizado em condições de campo na mesma região, ressaltando a capacidade da variedade RB92579 em apresentar teores de pigmentos fotossintéticos superiores à outras variedades, o que evidencia a capacidade do capim-colchão em reduzir os teores de pigmentos fotossintetizantes dessa variedade.

O nitrogênio é um importante constituinte dos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos, mas principalmente por fazer parte da estrutura química dos pigmentos clorofilados, portanto a supressão na absorção desse nutriente resultará em oxidação das moléculas de clorofila, conseqüentemente reduzindo o potencial fotossintetizante da planta, inibindo imediatamente o crescimento vegetal, apresentando como resposta a essa carência nutricional o clareamento em suas folhas, apresentando uma cor amarelada nas folhas mais próximas à base da planta e verde-claro nas folhas mais próximas do ápice (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A degradação da clorofila é uma das consequências de estresse, a oxidação desses pigmentos pode ser utilizada como parâmetro indicativo de interferência abiótica nas plantas (HANA & AERY, 1999).

Nesse contexto, Pitelli & Durigan (1984) definem que o período total de prevenção da interferência ocorre a partir dos 75 DAT para a cultura da cana-de-açúcar, onde esse controle não foi realizado, conseqüentemente havendo um decréscimo no acúmulo de nutrientes devido à interferência das plantas daninhas, observando-se a diminuição dos teores de pigmentos fotossintéticos.

Os teores de pigmentos aumentaram linearmente até os 68 DAT, mantendo-se constante até os 75 DAT, intervalo este onde atingiram os teores máximos, havendo uma redução bastante significativa até os 102 DAT, onde foram observados decréscimos para as variedades RB867515, RB92579, RB931011 e RB98710 correspondentes a 22%, 37%, 26% e 19%, respectivamente (Figura 4). A degradação dos pigmentos clorofilados possivelmente se deu conforme as espécies de plantas daninhas foram atingindo seu ponto máximo de crescimento vegetativo, extraindo do solo grandes quantidades de nutrientes, entre eles o nitrogênio que é essencial na formação dessas moléculas.

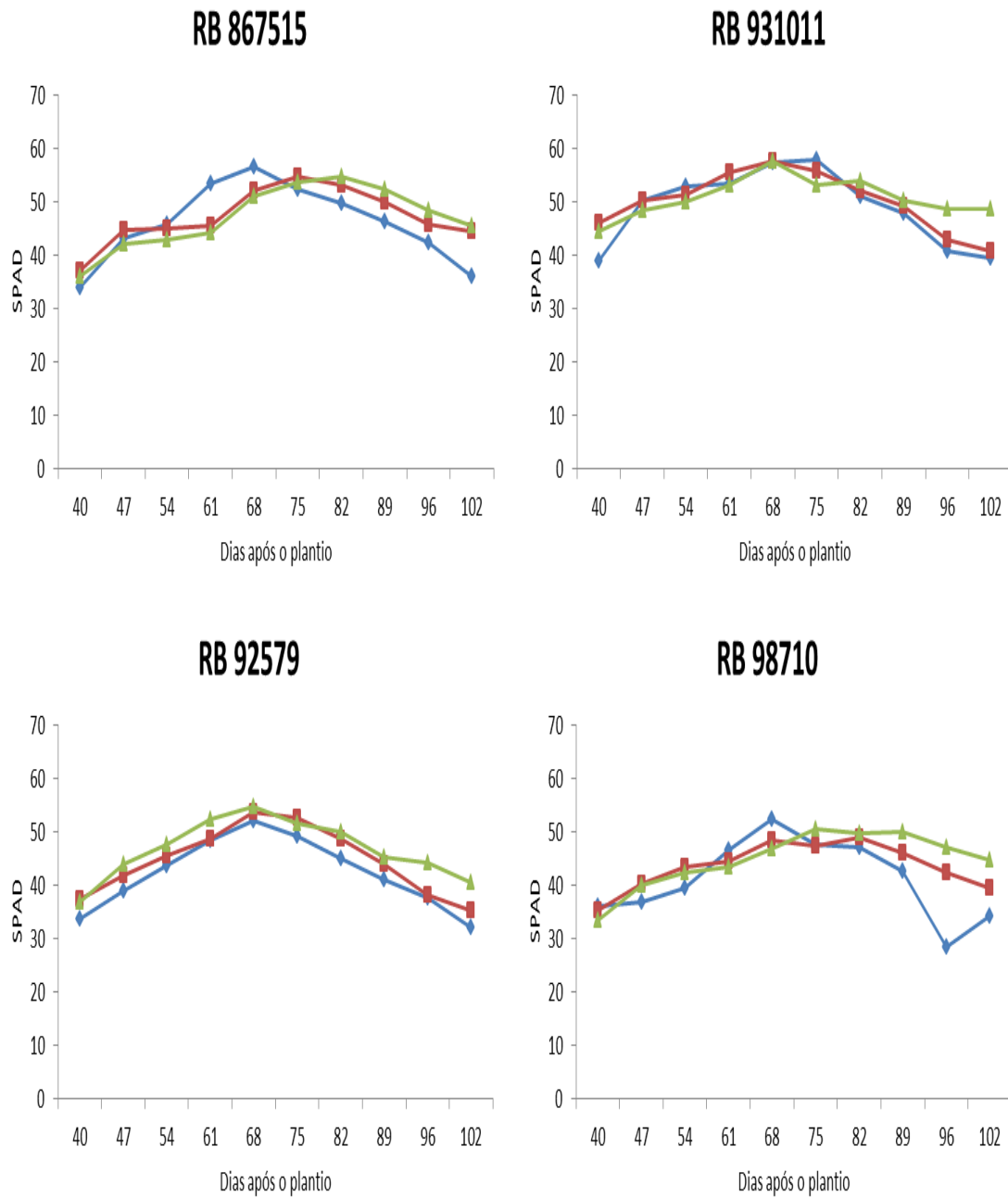


Figura 4 – Valores de leitura SPAD-502, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (linha verde) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (linha azul) e *Euphorbia heterophylla* (linha vermelha) de 40 a 102 DAT, em casa-de-vegetação.

4.3. Acúmulo de massa seca

A determinação da massa seca mostrou que as plantas daninhas não apresentaram capacidade de redução na biomassa da parte aérea para as variedades RB867515 e RB931011, enquanto que a variedade RB92579 apresentou redução significativa em sua massa seca quando em competição com as duas espécies, não havendo diferença entre estas. O desempenho dessa variedade contraria os resultados obtidos por Oliveira et al, (2007) quando em trabalho conduzido a nível de campo, avaliando a correlação da área foliar com a produção de massa seca, concluiu que o aparato fotossintético (índice de área foliar) da variedade RB92579 é maior que o de outras variedades de cana-de-açúcar em todo o ciclo, o que garante maior capacidade de acúmulo de fotoassimilados e aproveitamento da energia solar, além dessa variedade apresentar maior número de plantas por área, indicando que a presença das duas espécies de plantas daninhas provavelmente ocasionou essa redução na biomassa.

Resultados obtidos por Oliveira et al. (2004) reforçam essa suposição, pois, quando feito um comparativo com outras variedades de cana-de-açúcar, a variedade RB92579 se mostra mais eficiente na absorção de luz devido a sua área foliar ser superior durante todo o ciclo dessa, culminando numa maior assimilação de nutrientes e consequentemente aumentando o acúmulo de biomassa.

A variedade RB98710 apresentou redução em massa seca quando exposta as espécies de plantas daninhas, sendo a *Digitaria horizontalis* aquela que mais influenciou no acúmulo de massa seca, reduzindo em 60% o peso total da parte aérea da planta, concordando com as afirmações de Kuva et al. (2003), que concluíram que plantas daninhas pertencentes à família das gramíneas, mesma família da cana-de-açúcar, demonstram uma maior eficiência na competição quando comparadas com espécies pertencentes a outras famílias, e que o acúmulo de biomassa total dessas plantas é crescente e linear ao período de convivência com a cana-de-açúcar, sendo o período total de prevenção à interferência de 0 aos 100 dias de convivência, para canaviais infestados por *D. horizontalis*.

Observou-se que as variedades RB92579 e RB98710 apresentaram um alto índice de perfilhamento no período analisado, sendo essa uma característica própria dessas variedades, seguido pelo decréscimo no índice de área foliar, onde essa diminuição da área fotossintetizante da planta, segundo Rajcan & Swanton (2001)

comprometerá a habilidade do dossel em interceptar a radiação incidente, sendo este um fator determinante no acúmulo de biomassa pelas plantas (Figura 5).

Segundo Ridesa (2011) as variedades RB92579 e RB98710 apresentam desenvolvimento lento, contrário ao desenvolvimento das variedades que não reduziram sua massa seca. Esse comportamento é confirmado por Jakelaitis (2006), que avaliando a interferência de plantas daninhas sobre a cultura do milho, verificou que o acúmulo de massa seca não sofreu redução significativa, pelo fato do milho apresentar crescimento inicial rápido, mesmo quando comparado com variedades de cana-de-açúcar consideradas precoces.

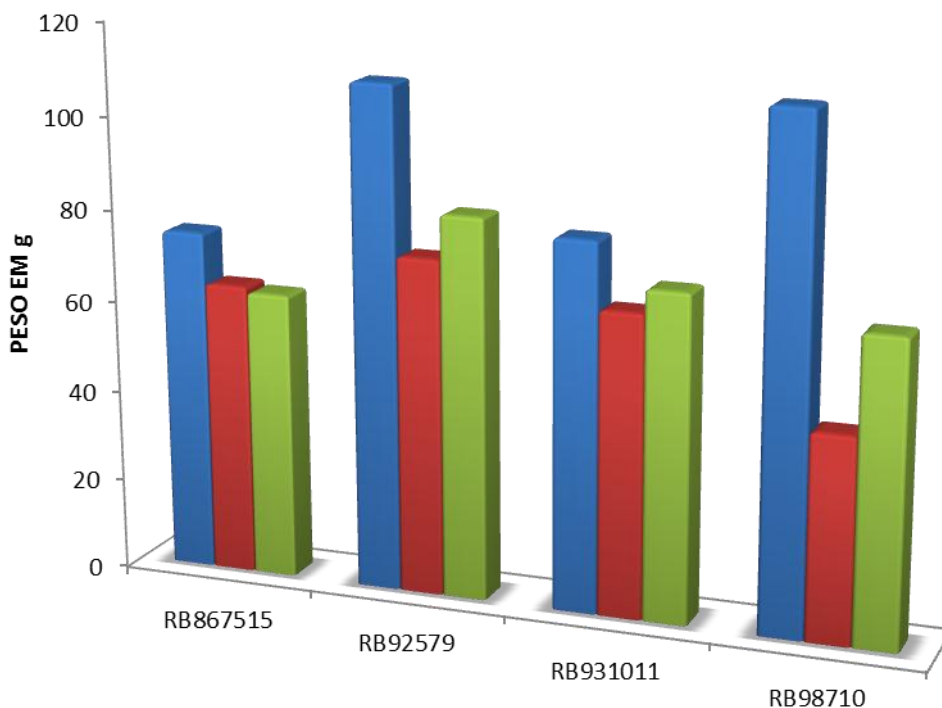


Figura 5 - Massa seca da parte aérea, em g, de quatro variedades de cana-de-açúcar cultivadas isoladas (azul) ou submetidas à competição com duas espécies de plantas daninhas, *Digitaria horizontalis* (vermelho) e *Euphorbia heterophylla* (verde), aos 102 dias após o plantio, em casa-de-vegetação.

5. CONCLUSÕES

O crescimento (medido por altura de plantas, área foliar, diâmetro de colmo e acúmulo de massa seca) das variedades RB867515 e RB931011 não foi afetado pela competição com as espécies *Digitaria horizontalis* e *Euphorbia heterophylla*.

As variedades RB92579 e RB98710 apresentam redução em altura de plantas, área foliar, valores SPAD e acúmulo de massa seca quando submetidas à competição com as espécies *Digitaria horizontalis* e *Euphorbia heterophylla*.

Dentre as variedades de cana-de-açúcar estudadas, apenas a RB98710 sofre redução significativa no diâmetro de colmos quando submetida à competição com as espécies *Digitaria horizontalis* e *Euphorbia heterophylla*.

A espécie *Digitaria horizontalis* L. apresenta maior potencial de influência na cultura da cana-de-açúcar do que a espécie *Euphorbia heterophylla*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMACHADO, L.A.; HABIB, M. **Perspectivas e impactos da cultura de cana-de-açúcar no Brasil**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/Cana/index.htm>, Acesso em: 26/9/2011.
- AREVALO, R. A. **Matoecologia da cana-de-açúcar**. São Paulo, SP: Ciba-Geigy, 1979. 16p.
- ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BIANCO, S. et al. Estimativa da área foliar de *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil* Roth. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 325-329, 2007.
- BIANCO, S. et al. Estimativa da área foliar de *Ageratum conyzoides* usando dimensões lineares do limbo foliar. **Acta Sci. Agron.**, v. 30, n. 4, p. 519-523, 2008.
- CAMPOSTRINI, E. **Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas**. 1997. Disponível em: <<http://www.uenf.br/downloads/ApostiladeFluorescencia.pdf>>. Acesso em: 20 setembro 2011.
- CANTO-DOROW, T. S.; LONGHI-WAGNER, H.M. Novidades taxonômicas em *Digitaria* Haller (Poaceae) e novas citações para o gênero no Brasil. **Insula**, v.30, p. 21-34, 2001.

CARBONARI, C. A. **Eficácia do herbicida amicarbazone em aplicação conjunta com a colheita de cana-de-açúcar no controle das principais plantas daninhas da cultura.** Botucatu, 2007. 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

CESNIK, R. MIOQUE, I. **Melhoramento da cana-de-açúcar.** Brasília, EMBRAPA Informações tecnológicas, Brasília, 2004.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Uso da escala BBCH modificada para descrição dos estádios de crescimento das espécies de plantas daninhas mono- e dicotiledôneas.** **Biologia de Plantas Daninhas.** Piracicaba, 2011. 9p.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Controle de *Brachiaria decumbens* Stapf e de *Cyperus rotundus* (L.) em área de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) através da técnica de rotação com amendoim (*Arachis hypogaea* L.) integrada ao uso de herbicidas.** 1988. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1988.

CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira 2011/2012: segundo levantamento.** (Apostila 21 páginas), 2011. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_08_30_13_41_19_boletim_cana_portugues_-_agosto_2011_2o_lev..pdf>, acesso em 26/09/2011.

COSTA, C. T. S. **Crescimento, pigmentos fotossintéticos e produtividade de cana-de-açúcar (*saccharum* sp.), no quarto ciclo de cultivo.** 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2009.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants.** New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.

DANIELIS, J.; ROACH, B.T. **Taxonomy end evolution.** In: HEINZ, D.J. **Sugarcane improvement though breeding.** New York: Elsevier, 1987. 84p.

DUARTE, W. G. et al. **Teores de pigmentos fotossintéticos em variedades de cana-de-açúcar submetidas a dois regimes hídricos**. Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 12, Fortaleza, **Anais...** 2009.

FERREIRA, P. V. (2000). **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Revisada e Ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES. 437p.

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.; OLIVEIRA, M.W.; PENATTI, C.P. & VITTI, A.C. Perdas de amônia proveniente da mistura de vinhaça e uréia aplicada ao solo coberto ou descoberto por palha de cana-de-açúcar. STAB-Açú., **Álcool Subprodutos**, 19:p. 40-42, 2001.

GILBERT, R.A.; SHINE JUNIOR, J.M.; MILLER, J.D.; RICE, R.W.; RAINBOLT, C.R. The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA. **Field Crops Research**, v.95, p. 156-170, 2006.

HANA, D. K.; AERY, N. C.; Effect of aluminium stress on the biochemical constituents during early seedling Growth of mustard. **Bionature**, v. 19, n. 2, p. 47-50, 1999.

HENDRY, G. A. F.; GRIME, J. P. **Methods in comparative plant ecology - a laboratory manual**. 1 ed. London: Chapman & Hall, 1993. 252p.

HERMANN, E.R. & G.M.S. CÂMARA. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da stab**, 17: p. 32-34. 1999.

HOLM, L. et al. **World weeds: natural histories and distributions**. New York: Wiley, 1997. 1129p.

INGROUILLE, M. **Diversity and evolution of land plants**. London, Chapman & Hall, 1992. 340p.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36 n.1: p. 53-60, 2006.

JUMES, T.M.C, et al. **Avaliação de controle de *Euphorbia heterophylla*, com aplicações associadas de diuron, oxyfluorfen e prometryne.** CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Ribeirão Preto, 2010.

KEELEY, P.E.; THULLEN, R.J. Growth and competition of black nightshade *Solanum nigrum*, and palmer amaranth *Amaranthus palmeri* with cotton *Gossypium hirsutum*. **Weed Sci.**, v.37, n.3, p.326-334, 1989.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: Basf, 1999. 798p.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas – Tomo I: Plantas inferiores e monocotiledôneas.** São Bernardo do Campo: BASF, 1997. 824p.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A..Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. iii – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, v.21, n.1, p. 37-44, 2003.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, p. 281-301, 1988.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. In: ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA-DE-AÇÚCAR, 4, 1995, Recife. **Anais...** 1995.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional,** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339p.

MACHADO, E.C. Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (coord.) **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargil, V.1, 1987. 431p.

MANTELATTO, P. E. **Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento**. 272 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 239–250, 2002.

OLIVER, L. R.; FRANS, R. E.; TALBERT, R. E. Field competition between tall morningglory and soybean. I - Growth analysis. **Weed Sci.**, v. 24, p. 482-488, 1976.

OLIVEIRA, R. A. DE. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná. **Scientia Agraria**, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, R. A. DE et al. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa. Agropecuária. Trop.** v.37 n.2: 71-76, 2007.

O'NEIL P.M.; SHANAHAN J. F.; SCHEPERS J. S. Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions. **Crop Sci.** v. 46: 681-687, 2006.

PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Fundação Cargil, Campinas – SP, v. 1, 1987. 431p.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. IN: CONGRESSO

BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, Belo Horizonte, **Resumos**, p. 37, 1984.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v.11, n.129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p. 1 – 24, 1987.

PROCÓPIO, S.O; SILVA, A.A; VARGAS, L.; FERREIRA, F.A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: UFV, 2003. 153p.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. **Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 397-452, 2004.

RADOSEVICH, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technol.**, v. 1, p. 190-198, 1997.

RAJCAN, I. & C. SWANTON. Understanding maize-weed competition: recourse competition, light quality and the whole plant. **Fields Crop Res.** 71 (1): p. 139-150, 2001.

RIDESA. **Novas variedades da UFAL**. 2011. Disponível em <<http://ridesa.com.br/backup/arquivo/Parte3.pdf>>, acesso em 05/10/2011.

RIGOLI, R.P. et al. Habilidade competitiva relativa do trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com azevém (*Lolium multiflorum*) ou nabo (*Raphanus raphanistrum*). **Planta Daninha**, v.26, p. 93-100, 2008.

RIZZARDI, M. A. et al. Interferência de populações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea ramosissima* isoladas ou em misturas sobre a cultura de soja. **Planta daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.1, p. 29-34, 2004.

- RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, p. 99, 1995.
- ROLIM, J.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Período crítico de competição das plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum apc**, v.5, n.22, p.21-26, 1982.
- SCHMITZ, G. A. F. et al. Desenvolvimento de soqueira de variedades de cana-de-açúcar em solo originalmente coberto por cerrado. Congresso de Iniciação Científica da UNESP. São Paulo, **Anais...** 2009.
- SHURTLEFF, J. L.; COBLE, H. D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). **Weed Sci.**, v. 33, p. 654-657, 1985.
- SILVA, A. A. et al. Tópicos em manejo de plantas daninhas. In: Capítulo 1 - Biologia de plantas daninhas. Viçosa: Ed. UFV, p.17-61, 2007.
- SILVA, P. B. **Aspectos fisiológicos de seis genótipos de cana-de-açúcar submetidos a estresse hídrico**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2010.
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367p.
- SILVA, A.C.; FREITAS, R.S.; FERREIRA, L.R.; FONTES, P.C.R. Acúmulo de macro e micronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergida em diferentes épocas. **Planta daninha**, v.27, p. 49-56, 2009.
- SINGH, A.; KAUR, C. Evaluation of herbicides for the control of weeds in spring planted sugarcane. **Sugar Tech**, v. 5, n.4, p. 317 - 318, 2003.
- SINDAÇÚCAR – AL. **Geração de empregos diretos**. 2011. Disponível em: <<http://www.sindacucar-al.com.br/gerempregdiret.htm>>, Acesso em: 02/10/2011.

SKÓRA NETO. F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p. 81-87, 2003.

SOUZA, R. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de *Emilia coccinea* (sims) f. don e *Digitaria horizontalis* willd. submetidas à mistura de clomazone+ametrina.** 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TORRES, L.G. et al. Influência da competição de *Brachiaria brizantha* na atividade fotossintética de cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Ribeirão Preto: **Anais...** p. 216-220, 2010.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G.; MEROTTO JR., A. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE): nova abordagem sobre os períodos de interferência entre plantas daninhas e cultivadas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 387-396, 2005.

WILSON, A. K. 1981. *Euphorbia heterophylla*: a review of distribution, importance and control. **Trop. Pest Mgmt.**, p. 27-32, 1981.

ANEXOS



Anexo A: Processo de solarização do solo



Anexo B: Bandejas de germinação dos toletes de cana-de-açúcar



Anexo C: Semeadura das plantas daninhas



Anexo D: Germinação das plantas daninhas