

INTERCULTIVO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM
Crotalaria juncea L.

WILLY PEDRO VASCONCELLOS PRELLWITZ

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2010

INTERCULTIVO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR COM
Crotalaria juncea L.

WILLY PEDRO VASCONCELLOS PRELLWITZ

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2010

INTERCULTIVO EM CANA-DE-AÇÚCAR COM *Crotalaria*
Juncea L.

WILLY PEDRO VASCONCELLOS PRELLWITZ

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2010

Comissão Examinadora:

Prof. Marcos Silveira Bernardes (D. Sc., Fitotecnia) - ESALQ

Prof. Henrique Duarte Vieira (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D. Sc., Fitotecnia) – UENF

Prof. Fábio Cunha Coelho (D. Sc., Fitotecnia) – UENF

Orientador

Aos meus pais Rodolfo (*in memoriam*) e Vitória,
aos meus irmãos Rudy e Debby,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Rodolfo Ernesto Prellwitz (*in memoriam*) e Vitória Vasconcellos Prellwitz pelo incentivo, pela educação e amor.

A minha esposa Ana Fleichman Prellwitz pelo amor, apoio, compreensão e companheirismo.

Aos meus filhos Ana Clara, Isabel, Marta, Marcelo e Lucia pela contribuição ao “emprestar” o computador, pela paciência e apoio.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Dr. Carlos Alberto Correa Mariz - FAZENDA ABADIA - pela liberação da área e oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Professor Orientador Fábio Cunha Coelho pela amizade e orientação ao transmitir conselhos e experiências para o êxito deste trabalho.

Ao Professor Marcos Silveira Bernardes pela amizade, incentivo, confiança e apoio durante toda a minha vida profissional e, acima de tudo, pelo estímulo nas horas difíceis.

Ao professor Geraldo Gravina pela grande contribuição nos procedimentos estatísticos.

Ao professor Henrique Duarte Vieira pelo aconselhamento, pelas críticas e valiosas sugestões na defesa de projeto de tese.

Aos amigos Pedro Gonçalves Fernandes e José Barbosa Duarte Junior pelo apoio e incentivo na pesquisa.

Aos professores das disciplinas cursadas pela dedicação no ensino das matérias.

Aos funcionários da Fazenda Abadia João Batista, Amaro Viana e Marcelo, pela importante contribuição nas operações de instalação e condução do experimento.

À Associação Fluminense dos Plantadores de Cana (Asflucan) pelo suporte de material e funcionário dado a este trabalho.

Aos funcionários da Asflucan, Luis Marcos e Elias, pela contribuição para que este trabalho fosse concluído.

Aos funcionários da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Campus Dr. Leonel Miranda – pelo apoio dado à pesquisa.

À Usina SAPUCAIA pelo auxílio dado durante as realizações da análise tecnológica da cana-de-açúcar.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram, ajudando e apoiando, ao longo da elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1- Adubação verde	3
2.2- Agrossistemas e manejo agroecológico	5
2.3- Consórcio	9
2.4- Cultivo intercalar de cana com leguminosas.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1- Características da área experimental	12
3.2- Tratamentos e delineamento experimental	15
3.3- Histórico da área, instalação e condução do experimento	16
3.4- Característica da variedade utilizada	19
3.5- Características avaliadas na <i>Crotalaria juncea</i>	19
3.5.1- Estande final, produção de fitomassa e N orgânico.....	19
3.5.2- Área foliar (AF) e Índice de Área Foliar (IAF)	20
3.5.3- Determinação da incidência e dinâmica de populações de plantas daninhas	20
3.6- Variáveis analisadas sobre o desenvolvimento da cana-de- açúcar	21

3.6.1- Área Foliar (AF) e Índice de Área Foliar (IAF)	21
3.6.2- Determinação do teor de N orgânico nas folhas de cana	21
3.6.3- Número de perfilhos	22
3.6.4- Comprimento de colmos	22
3.6.5- Diâmetro de colmos	22
3.6.6- Produtividade de colmos (Mg ha^{-1})	22
3.6.7- Peso médio de colmo	22
3.6.8- Características químico-tecnológicas da cana-de- açúcar	23
3.6.9- Açúcar teórico recuperável (kg Mg^{-1})	23
3.7- Análise Estatística.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1- Características avaliadas na <i>Crotalaria juncea</i>	25
4.1.1- Estande final, produção de fitomassa e teor de N orgânico.....	25
4.1.2- Índice de área foliar da <i>Crotalaria juncea</i>	30
4.2- Determinação da incidência e dinâmica de populações de plantas daninhas.....	31
4.3- Variáveis analisadas sobre o desenvolvimento da cana-de- açúcar.....	42
4.3.1- Área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF).....	42
4.3.2- Teor de N orgânico nas folhas.....	45
4.4- Comprimento e diâmetro dos colmos	47
4.5- Número de colmos (colmos m^{-1}) e Produtividade de colmos (Mg ha^{-1})	47
4.6- Brix, PBU, POL, pureza, fibra e PC	50
4.7- Açúcar total recuperável (ATR)	50
5. RESUMO E CONCLUSÕES	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

RESUMO

PRELLWITZ, Willy Pedro Vasconcellos, Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro de 2010. Intercultivo em cana-de-açúcar com *Crotalaria juncea* L. Professor Orientador: Fábio Cunha Coelho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do intercultivo de *Crotalaria juncea* semeada nas entrelinhas da soca de cana-de-açúcar. Para isto foi realizado um experimento a campo na Fazenda Abadia em Campos dos Goytacazes – RJ. *Crotalaria* semeada em faixas no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram: duas linhas de *Crotalaria juncea* semeada aos 22 dias após o corte da cana-de-açúcar (**DAC**) e sem corte da leguminosa (2Cj22sc); duas linhas de *Crotalaria juncea* semeada aos 22 dias **DAC** e cortada aos 132 dias após o semeio da leguminosa (**DAS**) (2Cj22cc); duas linhas de *Crotalaria juncea* semeada aos 44 **DAC** e sem corte (2Cj44sc); duas linhas de *Crotalaria juncea* semeada aos 44 **DAC** e cortada aos 110 **DAS** (2Cj44cc); uma linha de *Crotalaria juncea* semeada aos 44 **DAC** e cortada aos 110 **DAS** (1Cj44cc); duas linhas de *Crotalaria juncea* semeada aos 51 **DAC** e sem corte (2Cj51sc); duas linhas de *Crotalaria juncea* semeada aos 51 dias **DAC** e cortada aos 103 **DAS** (2Cj51cc); uma linha de *Crotalaria juncea* semeada aos 51 **DAC** e cortada aos 103 **DAS** (1Cj51cc); monocultivo da cana-de-açúcar com controle de plantas daninhas e com adubação de cobertura (MC H A); monocultivo da cana-de-açúcar com controle de plantas daninhas e sem adubação de cobertura (MC H 0); monocultivo da cana-de-açúcar sem controle de

plantas daninhas e sem adubação de cobertura (MC 0 0). O tratamento 2Cj44cc apresentou a maior produção de fitomassa de crotalária ($4,51 \text{ Mg ha}^{-1}$) e não diferiu do 2Cj22cc e 2Cj44sc. Os tratamentos 2Cj22sc, 2Cj22cc, 2Cj44sc, 1Cj44cc e 2Cj51cc apresentaram os maiores teores de N na parte aérea. Os tratamentos, 2Cj44sc, 2Cj22sc e 2Cj51sc, em que a Crotalária não foi cortada influenciaram negativamente a produtividade de cana-de-açúcar. Os tratamentos 2Cj44sc e 2Cj22sc ocasionaram os menores valores de números de colmos por metro e, conseqüentemente, apresentaram as menores produtividades. O tratamento MC 0 0 produziu $37,98 \text{ Mg ha}^{-1}$ que não diferiu estatisticamente dos tratamentos 1Cj44cc, 1Cj51cc e 2Cj51sc. Os tratamentos 2Cj51cc, 2Cj44cc e MC H A não diferiram significativamente do tratamento em que foi feita a adubação de cobertura e o controle de plantas daninhas (MC H A) que apresentou a maior produtividade de colmo ($51,89 \text{ Mg ha}^{-1}$). O MC 0 0 foi o tratamento que teve a maior produção de fitomassa de plantas daninhas (g ha^{-1}) demonstrando que os tratamentos consorciados com a leguminosa contribuíram para o controle destas.

ABSTRACT

PRELLWITZ, Willy Pedro Vasconcellos, Agronomist Engineer, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fevereiro 2010. Intercropping in sugar cane with *Crotalaria juncea* L. Adviser: Fábio Cunha Coelho.

The objective of this work was to evaluate the viability of the intercropping of *Crotalaria juncea* sown in the inter-row of sugarcane ratoon. For this a field experiment was carried out at Abadia Farm in Campos dos Goytacazes - RIO DE JANEIRO. *Crotalaria* was sown in stripes in randomized blocks in four replications. The treatments were: two rows of *Crotalaria juncea* sown 22 days after the cut of the previous sugarcane harvest (**DAC**) without the cutting of the *crotalaria* (2Cj22sc); two rows of *Crotalaria juncea* sown 22 days DAC with the cutting of the *crotalaria* 132 days after the *crotalaria* sowing (**DAS**) (2Cj22cc); two rows of *Crotalaria juncea* sown 44 blunt DAC without cutting (2Cj44sc); two rows of *Crotalaria juncea* sown 44 DAC and cut 110 DAS (2Cj44cc); one row of *Crotalaria juncea* sown 44 DAC and cut 110 DAS (1Cj44cc); two rows of *Crotalaria juncea* sown 51 DAC and without cutting (2Cj51sc); two rows of *Crotalaria juncea* sown 51 days DAC and cut 103 DAS (2Cj51cc); one row of *Crotalaria juncea* sown 51 DAC and cut 103 DAS (1Cj51cc); monocrop of the sugarcane with herbicide weed control and cover fertilization (MC H A); monocrop of sugarcane with herbicide weed control and without cover fertilization (MC H 0); monocrop of the sugarcane without weed control nor cover fertilization (MC 0 0). The treatment 2Cj44cc presented the biggest *Crotalaria* dry matter production (4.51 Mg ha⁻¹) and did not differ from 2Cj22sc, 2Cj44sc. The treatments 2Cj22sc, 2Cj22cc, 2Cj44sc, 1Cj44cc and 2Cj51cc presented biggest N above ground content. The treatments, 2Cj44sc,

2Cj22sc and 2Cj51sc, where the Crotalaria was not cut had negatively influenced sugarcane yield. The treatments 2Cj44sc and 2Cj22sc had caused the smallest sugarcane stalk numbers per meter of row and, consequently, presented the lowest yields. Treatment MC 0 0 produced 37,98 Mg of stalks ha^{-1} what was not statistically different from the treatments 1Cj44cc, 1Cj51cc and 2Cj51sc. The treatments 2Cj51cc, 22Cj44cc and MC H did not differ significantly from the treatment with herbicide weed control and cover fertilization (MC H A) which presented the biggest stalk yield (51,89 Mg ha^{-1}). The MC 0 0 were the treatment that had the biggest weed dry matter (g ha^{-1}) demonstrating that the intercropping with the legumes contributed for their control.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar tem se destacado, principalmente, pelo grande crescimento em número de novas áreas abertas para plantio. O fechamento da estimativa da safra de cana-de-açúcar brasileira de 2009/2010 foi de 612,2 milhões de toneladas, isto representa um acréscimo de 7,10% do obtido na safra passada (Conab, 2009). Se levarmos em conta a área total ocupada com a cultura, teremos aproximadamente nove milhões de hectares (Conab, 2008) que precisam ser, na sua maioria, adubados com N-mineral.

Atualmente há uma preocupação mundial na busca de processos de obtenção de energia limpa e, também, de melhoria dos já existentes que possibilitem com isso a economia das reservas de petróleo. Ao mesmo tempo, procuram-se novas formas de utilização dos recursos naturais, evitando-se o desperdício, estando os fertilizantes nitrogenados incluídos entre os que demandam grande quantidade de energia para serem produzidos.

Perin et al. (2004) citam que o nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais limita o crescimento das plantas no trópico. Portanto, o uso de adubos verdes, capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) em simbiose com bactérias diazotróficas, pode representar contribuições consideráveis na viabilidade econômica e sustentabilidade dos sistemas de produção (Boddey et al, 1997).

Dentro das técnicas alternativas de adubação, encontra-se a adubação verde com plantas da família Leguminosae, que, associadas com as bactérias do

gênero *Rhizobium*, fixam o nitrogênio do ar atmosférico, sendo assim uma alternativa para a adubação nitrogenada. Essa associação resulta no aporte de quantidades expressivas desse nutriente no sistema solo-planta (Perin et al., 2003).

Juntamente com a expansão da área plantada com cana, vem o problema da utilização de áreas com capacidade de uso do solo pouco indicada para a cultura, o que pode provocar sérios problemas de erosão. Além do que, o potencial de produção dessas áreas é muito baixo, necessitando de doses elevadas de adubos e mesmo assim, em poucos anos, a produção delas se torna economicamente inviável, obrigando sua renovação.

A utilização de adubos verdes nas entrelinhas da cana tem por objetivo principal o fornecimento de nitrogênio à cultura e, concomitantemente, todos os benefícios já conhecidos pela utilização da maioria das leguminosas: redução da erosão, ciclagem de nutrientes, redução de nematóides, supressão de plantas daninhas e aumento de produção.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos tratamentos, as épocas de semeio da crotalária em relação ao corte da cana-de-açúcar, a quantidade de linhas de crotalária semeadas na entrelinha da cana e o manejo da leguminosa (sem corte e com corte) sobre a produtividade da cana-de-açúcar, a produção de fitomassa da *Crotalaria juncea*, o acúmulo de N e o controle de plantas daninhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Adubação Verde

De acordo com Miyasaka et al. (1984), a família das leguminosas é a mais utilizada na prática da adubação verde e a principal razão é a sua capacidade de fixar o N atmosférico pela simbiose, nas raízes com as bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Outros motivos citados pelos autores são o seu alto teor de compostos orgânicos nitrogenados e a presença de um sistema radicular geralmente bem profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

As leguminosas apresentam maiores taxas iniciais de liberação de nutrientes, fato que pode ser explicado principalmente pela baixa relação C/N do material. A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, diminuindo, entretanto, a proteção do solo. Por outro lado, segundo Floss, (1984), quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição; a relação C/N mais baixa favorece a decomposição (Sabadin,1984).

As maiores quantidades de lignina adicionadas ao solo foram observadas em sistemas de cultura que incluíam leguminosas tropicais perenes, o que

significa que essas espécies são as de maior potencial para elevar o teor de húmus do solo (Lassus, 1990).

Sieverding (1991) relata que, apesar dessas espécies associarem-se a fungos micorrízico-arbusculares e, desta forma, provocarem modificações qualitativas e quantitativas na população desses fungos no solo, essas relações ainda são pouco estudadas. A capacidade das leguminosas em formar relações simbióticas mutualísticas com fungos, dando origem às micorrizas, é relação fundamental na agricultura ecológica, que não dispõe de insumos solúveis e prontamente disponíveis para as plantas. As micorrizas proporcionam aumento na área explorada pelas raízes, colaborando para o desenvolvimento de plantas mais tolerantes à seca, com maior capacidade de nutrição, principalmente de fósforo, nitrogênio e outros elementos essenciais.

A adubação verde pode provocar modificações na população de plantas espontâneas devido aos efeitos alelopáticos e à competição por luz, água, oxigênio e nutrientes, acarretando supressão de algumas delas. Por outro lado, as leguminosas, pelas melhorias que promovem nas condições do solo, favorecem espécies com maior capacidade de ciclagem de nutrientes e produção de biomassa (Favero et al., 2001)

Um dos pontos importantes na hora de escolher as espécies vegetais que serão introduzidas nos sistemas de adubação verde é a adaptação delas às condições de clima de cada região e, também, é claro do interesse do produtor. Por isso, Almeida et al. (2008) ressaltam que a produtividade de MS por plantas de cobertura depende das condições intrínsecas de solo, do clima local e da sua época de cultivo, em virtude principalmente do fotoperíodo.

Santos et al. (2003) definem que uma espécie vegetal só expressará seu potencial produtivo manejada na época adequada e de forma correta. Para melhorar o rendimento de um vegetal é fundamental que ocorra interação entre genótipo e ambiente. Sendo assim, é importante a sincronização entre os estádios vegetativo e reprodutivo das plantas com as alterações meteorológicas. Como os elementos meteorológicos atuam diferentemente em cada época e local, a precipitação, a radiação solar, a temperatura do ar e o fotoperíodo podem influenciar significativamente a produção de fitomassa desses adubos verdes.

Segundo Alvarenga et al. (2001) e Chaves et al.(2001), as espécies escolhidas devem crescer bem em condições de baixa a média fertilidade do solo

e devem ter capacidade de adaptação a pH baixos do solo (Ernani et al., 2001). A produção de fitomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições climáticas, edáficas e fitossanitárias (Amado et al., 2002) e principalmente do seu sistema radicular. Quanto mais o sistema radicular penetrar no solo, tanto maior será a produção de biomassa, além de promover a descompactação do solo.

Além do processo mecânico de descompactação do solo com escarificadoras e subsoladoras, a utilização de espécies de plantas de cobertura, sobretudo com a utilização da rotação de culturas em espécies com sistema radicular bastante agressivo, faz-se necessária, pois além da proteção da superfície do solo com a presença de resíduos vegetais, as raízes dessas espécies vão se decompor, deixando canais que proporcionarão o aumento do movimento de água e a difusão de gases (Müller et al., 2001).

As leguminosas com sistema radicular descompactador, além de contribuírem para a melhoria do estado de agregação do solo, promovem a retirada de nutrientes das camadas subsuperficiais, liberando-os gradualmente nas camadas superficiais durante o processo de decomposição. O aumento no teor de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, maior capacidade de troca de cátions, favorecem a produção de ácidos orgânicos, de fundamental importância para a solubilização de minerais e a diminuição de alumínio trocável, através de sua complexação (Jimenez et al., 2008)

2.2 - Agrossistemas e manejo agroecológico

Atualmente o maior desafio da agricultura moderna é, utilizando as tecnologias de produção existente, produzir matéria-prima de modo eficiente e que não ocasionem problemas ambientais. Loss et al. (2009) concluíram que o desenvolvimento agrícola envolve, inevitavelmente, certo grau de transformação física das paisagens e a artificialização dos ecossistemas.

A exploração agrícola está concentrada em sistemas de produção que envolve a utilização maciça de insumos (herbicidas, adubos químicos, inseticidas, etc.) e, também, a mecanização intensa para o preparo de solo e dos tratamentos culturais. Isto acarreta sérios problemas de conservação dos solos e, também, de esgotamento das reservas fósseis.

A cadeia agrícola está constantemente buscando melhorias nos sistemas de produção, tornando-os mais produtivos e sustentáveis, e as pesquisas vêm sendo direcionadas na intenção de atender essa demanda.

A agricultura convencional trouxe nessas últimas décadas a depauperação dos solos, destruição dos recursos hídricos, redução das biodiversidades e contaminação dos alimentos. Redclift e Goodman, citado por Altieri (2008), relatam que a Revolução Verde também contribuiu para disseminar problemas ambientais como: erosão do solo, desertificação, poluição por agrotóxicos e perda de biodiversidade.

Para solucionar o problema da contínua depauperação do meio ambiente, temos que entender que o solo é um corpo natural organizado, vivo e dinâmico, que desempenha diversas funções no ecossistema terrestre. Compostos minerais e orgânicos, água, ar e organismos vivos estão em contínuo intercâmbio levando as moléculas e íons a serem trocados continuamente e são mediados por processos físicos, químicos e biológicos.

O manejo sustentável é de extrema importância e ele somente será sustentável quando for mantida a qualidade da água, do ar, do solo e dos alimentos. Sustentabilidade agrícola é definida como a capacidade de um sistema agrícola produzir alimentos e fibras sem comprometer as condições que tornam possível este processo de produção (Gliessman, 2000). Segundo Smyth e Dumansky (1995), a sustentabilidade está fundamentada em cinco pilares: produtividade, segurança, proteção, viabilidade e aceitabilidade. Sendo assim, a sustentabilidade agrícola de um determinado solo consiste que ele obtenha altas produtividades em um processo de produção seguro ambientalmente, preservando os recursos naturais, sendo viável economicamente e aprovado pela sociedade.

As adoções de técnicas de manejo agroecológicas auxiliam e apóiam as bases científicas no processo de transição para uma agricultura sustentável e menos poluente. Altieri (2008) define a agroecologia como uma nova abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. Segundo o mesmo autor, ela incentiva os pesquisadores a penetrar no conhecimento e nas técnicas dos agricultores e a desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos

agroquímicos e energéticos externos. Ele enfatiza que, do ponto de vista de manejo, os componentes básicos de um agroecossistema incluem:

a) cobertura vegetal como meio eficaz de conservar o solo e a água: pode ser obtida através de práticas de cultivo que não revolvam o solo, uso de cobertura morta, cultivos de cobertura viva, etc.;

b) suprimento regular de matéria orgânica: obtido com a incorporação regular de matéria orgânica (esterco, composto) e promoção da atividade biológica do solo;

c) mecanismos eficazes de reciclagem dos nutrientes incluindo: rotações de culturas, sistemas mistos de cultivos/criação, agroflorestamento e sistemas de consorciação baseados em leguminosas;

d) regulação de pragas: as práticas de manipulação da biodiversidade e a introdução e/ou conservação dos inimigos naturais fornecem os agentes biológicos necessários para o controle das mesmas.

Os sistemas agroecológico adotados em um sistema diversificado de produção são os seguintes: sistemas de cultivo múltiplo, rotação de culturas, cultivo de cobertura, sistemas agroflorestais e agricultura orgânica.

A utilização de adubos verdes e a rotação de culturas em manejos conservacionista mostraram-se indispensáveis desde o início das investigações do sistema de plantio direto. A rotação de culturas consiste em alternar espécies vegetais, dentro de um mesmo período agrícola ao longo dos anos de cultivo, numa mesma área agrícola (Duarte, 2006).

A reciclagem de nutrientes, a redução na utilização de herbicidas e a economia na utilização de adubos nitrogenados são alguns dos benefícios do uso das plantas de cobertura em um sistema rotacionado.

Duarte et al. (2008), em trabalho realizado na Fazenda Abadia, Campos – RJ, concluíram que o sistema de plantio direto de cana-de-açúcar com o emprego das leguminosas em cobertura contribuiu para obter produtividades 37% superior ao preparo convencional do solo com vegetação espontânea incorporada.

Fernandes (2009), avaliando a melhor forma de plantio e densidade de gemas, utilizando mudas com seis meses de idade proveniente do sistema MEIOSI, na Fazenda Abadia, Campos – RJ, conseguiu obter produtividade 39% superior a média regional, demonstrando o ganho de produção na primeira colheita utilizando o sistema MEIOSI. O sistema MEIOSI é o plantio de cana de ano e meio,

com o início de uma parte do plantio em setembro/outubro, numa proporção de 2:8, ou seja, o plantio de três linhas de cana e um espaço intercalar equivalente a oito, com o objetivo de produzir, nessas duas linhas, mudas suficientes no próprio local de renovação para o plantio do restante da área em março/abril. No espaço intercalar, semeia-se a *Crotalaria juncea* para aproveitar todos os benefícios que uma rotação cultural proporciona ao solo. O plantio da área total com cana-de-açúcar é realizado tomando como referência as duas linhas-base, que serão “quebradas” (ou cortadas) e espalhadas nos sulcos vizinhos (Landell, 1998).

O sistema plantio direto (SPD) é um exemplo de uso da terra para a agricultura nas regiões tropicais úmidas e subtropicais, que propicia segurança alimentar com baixo impacto ambiental, principalmente quanto à erosão (perda de solo) e favorecendo o sequestro de carbono no solo. Sequestro de carbono no solo significa transformar o carbono presente na atmosfera (na forma de CO₂) em carbono estocado no solo, compondo a matéria orgânica do solo (Machado, 2005).

Os processos e práticas na agricultura que afetam o balanço do carbono global são: desmatamento, erosão do solo, queima de biomassa, superpastoreio, mecanização do solo (aração, gradagem, etc.), depleção da fertilidade dos solos, entre outros. Em contraste, práticas agrícolas que recompõem o reservatório de carbono orgânico e restauram a capacidade dos solos, como sumidouro de carbono, são: reflorestamento; práticas conservacionistas (como a manutenção da biomassa vegetal *in situ* após a colheita, plantio direto, período adequado de pousio e regeneração natural da vegetação); culturas perenes (culturas extrativistas, como seringueira, cacau, castanhas, fruticultura, etc.); uso adequado de fertilizantes químicos e adubos orgânicos; pastagens bem manejadas e agrofloresta (Lima, 2002).

Loss et al. (2009), estudando a influência de sistemas de manejo agroecológico sobre os atributos físicos e químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo (preparo convencional direto milho/feijão; plantio direto berinjela/milho; consórcio maracujá/*Desmodium* sp; área cultivada com figo; e sistema agroflorestal), concluíram que o sistema plantio direto apresenta maior agregação do solo, e o sistema agroflorestal, maiores percentuais de porosidade total, nas duas estações, na camada de 5-10 cm de profundidade.

As bases para que a cadeia agrícola possa, de certa maneira, produzir sem promover a depauperação das nossas reservas fósseis, dos nossos rios e dos nossos solos passam pelos critérios conservacionistas de produção.

2.3 - Consórcio

Denomina-se consórcio o cultivo de duas ou mais espécies numa mesma área de forma que as culturas convivam durante o seu ciclo, ou parte dele. O consórcio é muito utilizado no Brasil por pequenos produtores na intenção de reduzir os riscos de perdas, de melhor aproveitamento das áreas produtivas e, conseqüentemente, de maior retorno econômico. Os objetivos principais que se busca, com esta técnica, são: otimizar a utilização dos recursos ambientais, melhorar o controle de pragas, doenças e ervas daninhas, reduzir o uso de fertilizantes e agrotóxicos e assim promover o equilíbrio ecológico.

No cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A divisão da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, é determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa como a sua área foliar. Uma vez que a radiação afeta o desenvolvimento da cultura de menor porte, a escolha do melhor arranjo e da época de semeadura é crucial no desempenho do sistema, ou seja, na maximização da produção (Flesch, 2002).

Na década de 80, o IAA/PLANALSUCAR iniciou o projeto “Cana-de-açúcar e Produção de Alimentos e Fibras”, como resposta à preocupação de segmentos da sociedade brasileira quanto à possibilidade da cana-de-açúcar vir a ocupar áreas então produtoras de culturas destinadas ao abastecimento do mercado interno. Já nessa época existia a preocupação com a estabilidade na produção de alimentos e ao aumento da população, por isso, este projeto foi desenvolvido em todas as regiões canavieiras e tinha por objetivo mostrar a viabilidade técnica e sócio-econômica do plantio de culturas em rotação nas áreas de reforma de canaviais e culturas intercaladas, a cana-planta e a cana-soca (Lombardi, 1985).

Com a extinção do IAA, as pesquisas sobre o tema foram abandonadas, porém o melhor resultado do projeto foi a consolidação da técnica da rotação de culturas. A soja e o amendoim foram as culturas que obtiveram um grande crescimento nas áreas de renovação. Casagrande (1983) relatou em seu trabalho a existência de diversificação de técnicas de sistemas de exploração da cana-de-açúcar com outras culturas, sem causar problemas que levem a redução da área de cana-de-açúcar; a maioria dos sistemas promove benefícios ao solo e para própria cana-de-açúcar, contribuindo também para diminuir o custo de plantio da cana e aumentando a produção de alimentos.

2.4 - Cultivo intercalar de cana com leguminosas

A baixa disponibilidade do nitrogênio nos solos brasileiros consiste, na grande maioria das vezes, em baixa produtividade das culturas neles estabelecidos. Este fato faz com que os pequenos produtores, por não terem condições de adquirirem o adubo nitrogenado, tenham dificuldades de produzir. Por isso o consorcio com leguminosas tem por finalidade principal o fornecimento de N-fertilizante, entre outras características.

Cazetta et al. (2005) relatam que o gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae) apresenta cerca de 500 espécies e, inicialmente, era considerado uma planta daninha, mas hoje ele tem importância econômica tanto pelo uso no controle de nematóides quanto pela produção de forragens, produção de fibras, adubação verde e controle de erosão no solo.

A *Crotalaria juncea* pode fixar 150 a 165 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio no solo, podendo chegar a 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em certas ocasiões, produzindo 10 a 15 toneladas de matéria seca, correspondente a 41 e 217 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e aos 130 dias de idade pode apresentar raízes na profundidade de até 4,5 m (Wutke, 2006). Valores superiores foram produzidos por Duarte et al. (2008) (17,85 Mg ha⁻¹ de matéria seca aos 92 dias após a emergência) no seu experimento conduzido na Fazenda Abadia, Campos dos Goytacazes – RJ, com *Crotalaria juncea* e, para valores de N acumulados na matéria seca da Crotalária, obtiveram 320 kg ha⁻¹.

Dourado et al. (2001) comentam que há evidências de benefícios das excreções radiculares na sucessão Crotalária - cana-de-açúcar - e, ainda, de efeitos alelopáticos sobre a tiririca.

Todos esses benefícios conhecidos pelo uso de leguminosas devem ser considerados na ocasião da utilização do intercultivo, pois a prática de outra cultura intercalar a cultura da cana-de-açúcar já foi muito utilizada anteriormente. Souza Filho (1985) verificou que o plantio de feijão intercalar era prática tradicional em algumas regiões canavieiras do Brasil e que a semeadura do feijão até 15 dias após o plantio da cana em duas linhas a 0,25 m dos sulcos de plantio foi o sistema mais adequado e conseguiu reduzir em 35% os custos de implantação do canavial.

Existem três tipos de associação nos cultivos intercalados:

- cultivos intercalares que aumentam o excedente econômico do produtor e não diminuem a produção de cana;
- cultivos intercalares que aumentam o excedente econômico do produtor e que reduzem a produção de cana;
- cultivos intercalares que aumentam a produção de cana, porém não geram excedentes econômicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Características da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Abadia, no município de Campos dos Goytacazes, ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, durante o período de setembro de 2008 a outubro de 2009.

O município de Campos dos Goytacazes está situado a 21°44' de Latitude S e 41°14' de longitude W, com uma altitude média a proximada de 12 m acima do nível do mar e relevo com declividade suave na maior p

arte de sua extensão. A região caracteriza-se por apresentar precipitação média anual de 884,8 mm, concentrando-se 71% nos meses de outubro a março. O clima da região, segundo Köppen, é classificado como Aw, do tipo quente úmido. A temperatura média anual está em torno de 23,1°C, média das máximas de 29°C e médias das mínimas em torno de 19°C (Azevedo et al., 2000).

Os dados climatológicos referentes ao período da condução do experimento estão representados na Figura 1.

O experimento foi conduzido em solo classificado como Cambissolo Tm eutrófico argiloso, com boa drenagem e textura argilo-siltosa. Foram coletadas amostras compostas de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, efetuando-se a análise química e granulométrica (Tabela 1).

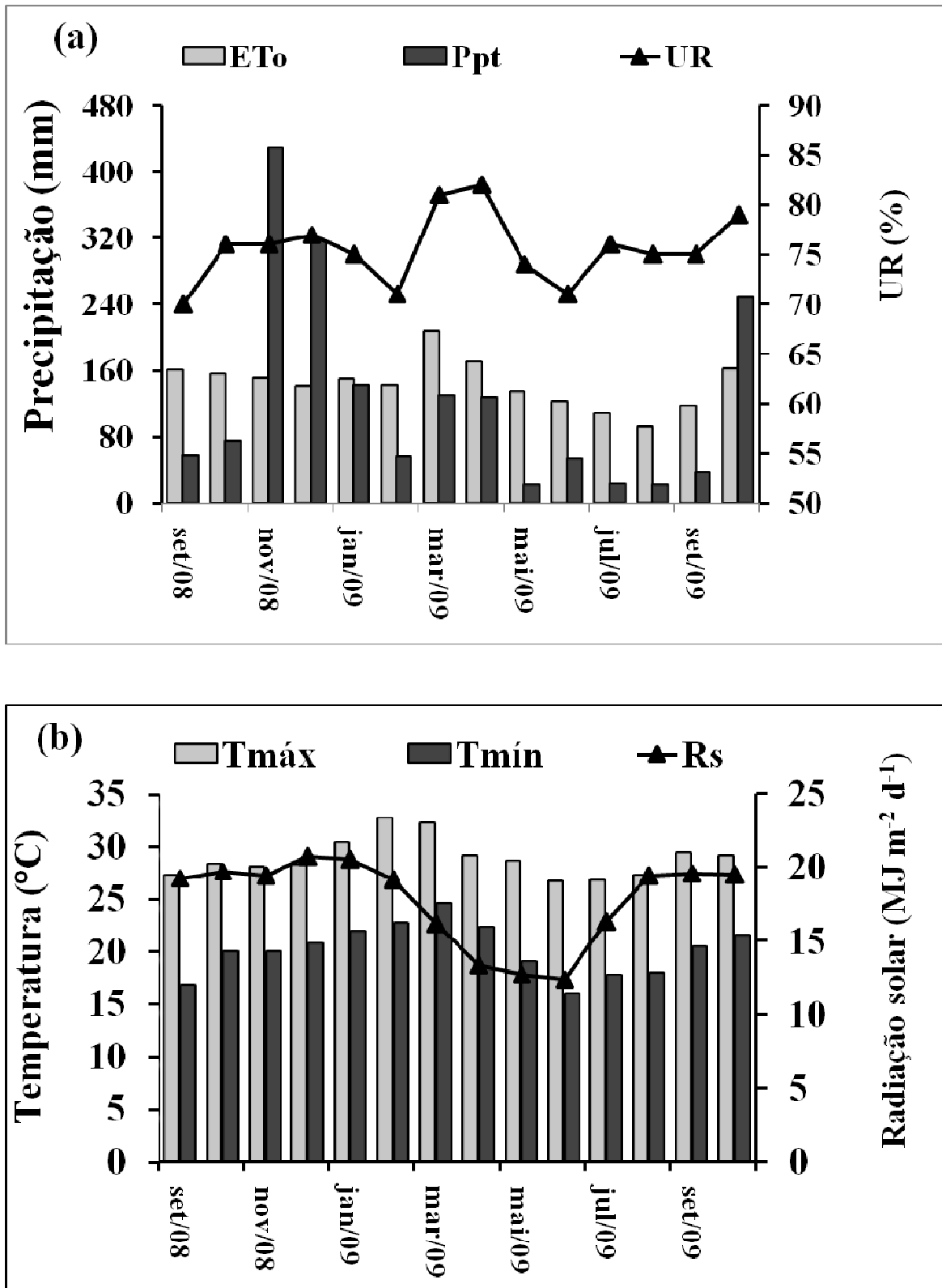


Figura 1. Dados climáticos durante o período de setembro de 2008 a outubro de 2009. A) Evapotranspiração de referência (ETo), precipitação total (Ppt) e médias de umidade relativa (UR); B) médias de temperatura máxima (Tmáx), mínima (Tmín) e radiação solar (Rs). Fonte: Posto climatológico da UFRRJ/Campus Dr. Leonel Miranda.

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica de amostras de solo na área experimental da Fazenda Abadia em Campos dos Goytacazes – RJ, ano agrícola 2008/09.

Análise Química	Profundidade (cm)	
	0 - 20	20 - 40
pH em H ₂ O	5,7	6,0
P disponível (mg dm ⁻³)	12,0	20,0
K ⁺ trocável (mmol _c dm ⁻³)	1,0	0,8
Ca ⁺² trocável (mmol _c dm ⁻³)	43,2	35,9
Mg ⁺² trocável (mmol _c dm ⁻³)	32,5	19,1
Al ⁺³ trocável (mmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0
H+Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	45,1	24,6
Na ⁺ trocável (mmol _c dm ⁻³)	0,9	1,0
S-SO ₄ (mg DM ⁻³)	9,0	14,0
B (mg dm ⁻³)	0,48	0,44
Cu (mg dm ⁻³)	1,06	1,11
Fe (mg dm ⁻³)	36,63	46,99
Mn (mg dm ⁻³)	17,40	15,37
Zn (mg dm ⁻³)	1,50	1,09
MO (g dm ⁻³)	29,5	18,3
C (g dm ⁻³)	17,1	10,6
SB (mmol _c dm ⁻³)	77,60	56,8
t (mmol _c dm ⁻³)	77,60	56,8
T (mmol _c dm ⁻³)	122,7	81,4
m (%)	0	0
V (%)	63	70
Argila (g dm ⁻³)	480	390
Silte (g dm ⁻³)	440	530
Areia (g dm ⁻³)	80	80

SB,= Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; t = CTC Efetiva; m = Saturação de Alumínio; V = Saturação de Bases

3.2- Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em um sistema de arranjo em faixas. Os tratamentos, num total de onze, foram compostos por duas ou uma linha intercalar de *Crotalaria juncea*, três épocas da semeadura da *Crotalaria juncea* (**dias após o corte da cana – DAC**) e com corte da leguminosa e sem corte (**dias após o semeio da *Crotalaria juncea* – DAS**):

1. Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 22 dias **DAC** sem corte (**2CJ22sc**);
2. Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 22 dias **DAC** e cortada aos 132 **DAS** (**2Cj22cc**);
3. Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 44 **DAC** e sem corte (**2Cj44sc**);
4. Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 44 **DAC** e cortada aos 110 **DAS** (**2Cj44cc**);
5. Uma linha de *C. juncea* semeada aos 44 **DAC** e cortada aos 110 **DAS** (**1Cj44cc**);
6. Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 51 **DAC** e sem corte (**2Cj51sc**);
7. Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 51 **DAC** e cortada aos 103 **DAS** (**2CJ51cc**);
8. Uma linha de *C. juncea* semeada aos 51 **DAC** e cortada aos 103 **DAS** (**1Cj51sc**);
9. Monocultivo da cana-de-açúcar com controle de plantas daninhas e com adubação de cobertura (**MC H A**);
10. Monocultivo da cana-de-açúcar com controle de plantas daninhas e sem adubação de cobertura (**MC H 0**);
11. Monocultivo da cana-de-açúcar sem controle de plantas daninhas e sem adubação de cobertura (**MC 0 0**);

Para facilitar o entendimento, estabeleceram-se siglas para representar os tratamentos. Nos tratamentos de um a oito, o primeiro número seguido das letras Cj significa o número de linhas de *Crotalaria juncea* nas entrelinhas da cana (1Cj

= uma linha de Crotalária e 2Cj = duas linhas de Crotalária); o número a seguir expressa quando a Crotalária foi semeada, ou seja, 22, 44 e 51 correspondem, respectivamente, a 22, 44 e 51 dias após o corte da cana (DAC), sc significa sem corte e cc com corte da Crotalária. Com relação aos tratamentos de nove a 11, MC significa monocultivo de cana, H corresponde aos tratamentos em que foi realizado o manejo de plantas daninhas com herbicida e A significa que foi realizada a adubação de cobertura. No caso em que houver o numeral zero (0) posicionado logo após o MC (ou seja: MC 0 0) quer dizer que não foi realizado o manejo de plantas daninhas, se o zero (0) estiver após o H (ou seja: MC H 0) ou após outro zero (MC 0 0) significa que não foi realizada a adubação de cobertura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de 10 metros de comprimento com espaçamento de 1,30 metros nas entrelinhas, totalizando 52 m². A área útil (20,8 m²) correspondeu às duas linhas centrais, sendo eliminado 1,0 m de cada extremidade da parcela.

3.3- Histórico da área, instalação e condução do experimento

A propriedade na qual o experimento foi instalado tem por objetivo principal o cultivo da cana-de-açúcar e apresenta produtividades acima da média regional. A monocultura é uma característica inerente a tradição secular de plantio desta atividade e tecnologias como: rotação de culturas, plantio direto e adubação verde vêm sendo estudadas e implementadas na fazenda para melhorar o sistema de produção. Na área experimental em questão, foi realizada a rotação de cultura sendo cultivada a soja antes da cana-de-açúcar.

Para plantio de soja, em novembro de 2004, utilizou-se o preparo convencional do solo por meio de duas arações para completa destruição da soqueira da cana, seguida de uma gradagem com grade média e outra com grade fina para nivelamento do terreno. Anterior ao preparo de solo foi feita a calagem e a aplicação de gesso. Utilizou-se o calcário dolomítico com PRNT de 80%, na dose de duas toneladas por hectare, e o gesso agrícola, na dose de uma tonelada por hectare. A soja foi colhida em março e depois da colheita foi feita a incorporação dos resíduos originados da soja e das plantas daninhas remanescente com uma grade média. Alcançou-se uma produtividade de 42 sacos por hectare de soja o

que foi suficiente, pelos preços praticados na época, para cobrir os custos de implantação do canavial. O plantio de cana foi feito logo após essa incorporação e não foi utilizado nenhum tipo de adubo. A colheita da cana-planta foi feita em outubro de 2006 e sua produtividade foi de 95 Mg ha⁻¹. A primeira colheita, e subsequentes, foram feitas manualmente com a utilização de queima. Após a primeira colheita, foram feitas a aplicação de herbicida (diuron + hexazinona) e a adubação de cobertura (300 kg ha⁻¹ da fórmula 20-00-20).

A colheita da primeira soca foi feita em outubro de 2007 e a produtividade média foi de 70 Mg ha⁻¹. Após a colheita, foi realizado o cultivo mecânico para eliminação das plantas invasoras e aplicou-se herbicida pré-emergente (diuron + hexazinona). Por decisão econômica da gerência da fazenda não foi feita a adubação de cobertura da soqueira.

A colheita da segunda soca ocorreu entre os dias 09 e 12 de setembro de 2008 e a produtividade média foi de 48,95 Mg ha⁻¹. Na área em que o experimento foi instalado, utilizou-se somente o cultivo mecânico para eliminação das plantas daninhas e não foi feita a aplicação de adubos de cobertura.

Após a colheita da cana, foi utilizado um cultivador para destruir as plantas daninhas e incorporar a palha da cana. Em seguida, a área do experimento foi estaqueada para delimitação dos blocos e tratamentos. No espaço intercalar às linhas de cana-de-açúcar, foi semeada a *Crotalaria juncea* nas datas 02, 24 e 31 de outubro, que corresponderam a 22, 44 e 51 dias após o corte da cana, respectivamente. Utilizou-se a semeadora-adubadora Tatu-Marchesan STP2. Esta máquina comporta até cinco linhas de semeadura, mas foram utilizadas apenas duas linhas espaçadas de 0,40 m entre elas e, aproximadamente, 0,45 m da linha de cana ou uma linha espaçada 0,65 m da linha de cana. Em cada metro foram distribuídas, aproximadamente, 25 sementes de Crotalária, sendo que estas apresentavam 70% de germinação, segundo dados apresentados pela empresa fornecedora. Não foi aplicado adubo junto à semeadura da leguminosa (Figura 2).

Nos tratamentos em que a Crotalária foi cortada, o corte foi realizado manualmente na ocasião do florescimento. Ele foi realizado aos 154 dias após o corte da cana, correspondendo a 132, 110 e 102 dias após a semeadura da Crotalária, para os tratamentos em que ela foi semeada aos 22, 44 e 51 dias após o corte da cana, respectivamente.



Figura 2. Detalhe da semeadora para o plantio da *C. juncea* nas entrelinhas da cana-de-açúcar.

Nos tratamentos com manejo de plantas daninhas, foi feita a aplicação de herbicida pré-emergente Velpar K WG (diuron + hexazinona na dose de 1,200 + 0,355 kg do i. a. ha⁻¹). Utilizou-se, para aplicação, um pulverizador de barra da marca Montana com capacidade para 600 litros. Já nos tratamentos que receberam a adubação de cobertura foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, tendo-se como fonte o formulado 20-00-20.

3.4- Característica da variedade utilizada

A variedade R73 9735 foi lançada, em 1986, pelo “Programa Nacional de Melhoramento da cana-de-açúcar-PLANALSUCAR”, pela Coordenadoria Regional Leste (COEST) do extinto Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), para os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais e regiões nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia, junto com mais duas variedades (RB70 5440 e RB73 9359), como alternativa para substituição da CB45-3, a mais plantada na época.

Ela apresenta hábito de crescimento ereto, indicada para solos da região de baixada, tabuleiro e morro e tem boa produção agrícola em cana-planta e soqueiras; com um alto teor de sacarose, de maturação média e período de utilização longo, não floresce em condições normais. Seu hábito de crescimento ereto e padronizado facilita e aumenta os rendimentos operacionais de colheita manual e mecânica, bem como de transporte, diminuindo, conseqüentemente, os custos dessas operações.

A colheita é recomendada para ser feita de abril a novembro e o plantio, de fevereiro a setembro. Apresenta reação intermediária a escaldadura das folhas, podridão vermelha, carvão e mosaico (COEST,1986).

3.5- Características avaliadas na *Crotalaria juncea*

3.5.1 Estande final, produção de fitomassa e N orgânico

Na época que se efetuou o corte da *Crotalaria juncea*, quantificou-se o número de plantas por área útil para caracterização do estande final.

Imediatamente antes do manejo da leguminosa, isto é, do seu corte para interromper o crescimento e depositar sobre o solo o material vegetal, foram coletadas 10 plantas aleatoriamente, na área útil, para determinar a produção da fitomassa. Elas foram cortadas rente ao solo, sendo separadas as folhas do caule e embaladas em sacos de papel, devidamente identificadas, e levadas ao laboratório para secagem em estufa com ventilação forçada a 65° C por 72 horas

(Boaretto et al.,1999). Após este período, as amostras foram pesadas para determinação da matéria seca.

Ao efetuar o corte da *Crotalaria juncea*, identificou-se o número de plantas por área útil para caracterização do estande final.

Para determinação do N orgânico, foram utilizadas amostras de 0,10 g do material vegetal seco e moído (Jones et al., 1991; Linder,1944; Malavolta, 1997).

3.5.2 Área foliar (AF) e Índice de área foliar (IAF)

Foi estimado o índice de área foliar específico pelo método dos discos que consiste na retirada de discos foliares com auxílio de um instrumento vazador de área conhecida de 0,54 cm². Foram coletadas duas amostras de discos do limbo foliar por folha, de um total de cinco folhas, evitando-se a amostragem da nervura central, conforme estudos de Huerta (1962) e Gomide et al. (1977). Esses discos foram levados ao laboratório para secagem em estufa com ventilação forçada a 65° C por 72 horas (Boaretto et al.,1999). Após este período, as amostras foram pesadas com auxílio de uma balança eletrônica com resolução de 1 mg e precisão de 5 mg para determinação da sua matéria seca. Com o peso dos discos e das folhas obteve-se a área foliar conforme equação: $AF = MST \cdot ATD \cdot MSD^{-1}$ (m²), em que MSD é a massa seca dos discos, ATD, a área total dos discos e MST, a massa seca total das folhas. O índice de área foliar foi calculado pela equação: $IAF = AF/AS$ (m m⁻²), onde $AS = 1/(PE/espacamento)$, AS é área de superfície e PE é plantas por metro.

3.5.3 Determinação da incidência e dinâmica de populações de plantas daninhas

As plantas daninhas foram quantificadas aos 150 DAC. Foi utilizado um quadro de 0,25 m² lançado aleatoriamente dentro da área de estudo. Foram coletadas três amostras por unidade experimental, totalizando 132 amostras. As espécies presentes em cada quadro foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e levadas ao Laboratório de Fitotecnia da UENF, onde foram

identificadas e secas em estufa à temperatura de 65° C por 72 horas, para obter a biomassa seca.

Avaliou-se a frequência absoluta, a frequência relativa, a densidade absoluta, a densidade relativa, a dominância absoluta, a dominância relativa e o índice de valor de importância, utilizando-se, para o cálculo dessas características, as fórmulas propostas por Curtis e McIntosh (1950) e Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

3.6- Variáveis analisadas sobre o desenvolvimento da cana-de-açúcar

3.6.1 Área foliar (AF) e Índice de área foliar (IAF)

Foram coletadas, aleatoriamente, dez folhas de cana-de-açúcar da posição + 3 com quatro meses de idade, para obter o índice de área foliar da cana-de-açúcar, como determina Hermann e Câmara (1999).

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

AF = área foliar da cana

C = comprimento da folha +3

L = maior largura da folha +3

0,75 = fator de forma

N = números de folhas totalmente abertas e com pelo menos 20% de área verde

2 = fator de correção

O índice de área foliar foi calculado pela equação: $IAF = AF/AS$ (m^2), em: AF é área foliar; $AS = 1/(PE/espacamento)$, AS é área de superfície e PE é plantas por metro.

3.6.2 Determinação do teor de N orgânico nas folhas da cana

Das dez folhas que foram utilizadas para se obter a AF, retirou-se a nervura central e aproveitou-se os vinte centímetros medianos como determina Gallo et al. (1962). Essas amostras foram encaminhadas ao laboratório e foram secas em estufa à 70°C com circulação forçada de ar por 72 horas e moídas em moinho tipo Wiley (com peneiras de 20 mesh). Para a determinação do N orgânico, usaram-se

amostras de 0,10 g de material vegetal moído, que foram submetidas à digestão sulfúrica (Linder, 1944; Jones et al., 1991; Malavolta, 1997). No extrato, dosou-se o N orgânico, utilizando-se o reagente de Nessler (Jackson, 1965).

3.6.3 Número de perfilhos

Aos 150 dias após o corte da cana (**DAC**), foi feita a contagem do número de perfilhos na área útil.

3.6.4 Comprimento de colmos

Na colheita, foram tomados, ao acaso, dez colmos na área útil e, com o auxílio de uma trena, foi feita a medida da planta desde sua base, rente ao solo, até a inserção da folha +1.

3.6.5 Diâmetro de colmos

Os dez colmos utilizados para medida da estatura da planta na área útil também foram utilizados para a medida do diâmetro da base do colmo. Com o auxílio de um paquímetro, foi feita a medida na base do colmo, no terceiro nó, sem a presença da bainha da folha.

3.6.6 Produtividade de colmos (Mg ha^{-1})

A produtividade de colmos foi obtida por meio de pesagens realizadas em balança da marca Líder modelo PR 30, com capacidade para 500 kg, seguindo metodologia de Marioti e Lascano (1969), citado por Garcia (2005). Foi realizada a pesagem total de colmos na área útil e, posteriormente, os dados foram extrapolados para megagramas por hectare.

3.6.7 Peso médio de colmo

Foi obtido pela relação entre o peso e o número de colmos da área útil, representando os resultados em kg colmo^{-1} .

3.6.8 Características químico-tecnológicas da cana-de-açúcar

Os dez colmos, retirados ao acaso na área útil, foram despontados, despalhados, devidamente identificados e encaminhados ao laboratório da Usina Sapucaia para determinação dos teores de brix %, pol %, fibra %, pureza %, açúcar redutores (AR) % e peso do bagaço úmido (PBU), utilizando os critérios estipulados pelo Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar, nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1991).

3.6.9 Açúcar teórico recuperável (kg Mg⁻¹)

Conhecidos a pol da cana (PC) e os açúcares redutores da cana (AR), o ATR (açúcar total recuperável) foi calculado seguindo o regulamento do Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar, nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1991), pela equação:

$$\text{ATR} = (10 * \text{PC} * 1,0526 * 0,84) + (10 * \text{AR} * 0,84)$$

em que:

10 * PC = pol por tonelada de cana;

1,0526 = coeficiente estequiométrico para a conversão de pol em açúcares redutores;

0,84 = coeficiente de recuperação para uma perda industrial de 16% (dezesseis por cento);

10 * AR = açúcares redutores por tonelada de cana.

O resultado do ATR da fórmula acima foi expresso em kg de açúcar por megagrama de cana, e posteriormente extrapolado para megagrama de açúcar por hectare.

3.7 - Análise Estatística

Foram feitos a análise de variância (Teste F), de acordo com o delineamento estatístico D.B.C., e o teste de agrupamento Scott-knott em nível de

5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), versão 8.0, desenvolvido pela FUNARBE, UFV, de Viçosa-MG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Características avaliadas na *Crotalaria juncea*

4.1.1 Estande final, produção de fitomassa e teor de N

Esperava-se estande final bem maior do que o observado na primeira época de semeadura (22DAC), porém ocorreram falhas na distribuição das sementes no sulco devido a problemas no disco de distribuição de sementes da semeadora (Tabela 2). Este disco foi substituído a partir da segunda época de semeadura, apresentando distribuição adequada de sementes. Entretanto, considerando que foram semeadas, aproximadamente, 25 sementes por metro e que as sementes estavam com 70% de germinação, os tratamentos com duas linhas de Crotalária (2Cj) deveriam apresentar estande próximo de 269.000 plantas por hectare e os com uma linha, estande de 135.000 plantas por hectare.

Os valores baixos ocorridos (Tabela 2), possivelmente, estão relacionados à pouca quantidade de chuvas ocorridas em outubro (Figura 1A), coincidindo com as fases iniciais de desenvolvimento das plantas. Assim, a diferença verificada entre os tratamentos 2Cj22sc e 2Cj22cc (Tabela 2), certamente, não está relacionada ao corte da Crotalária, mas sim aos problemas ocorridos na semeadora.

Tabela 2. Estande final e peso da matéria seca de folhas e caule por planta, e produção de matéria seca por hectare da *Crotalaria juncea*, Campos dos Goytacazes – RJ- Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009

Tratamento	Estande final (1.000 plantas ha⁻¹)	Matéria Seca folhas (g)	Matéria Seca Caule (g)	Matéria Seca (Mg ha⁻¹)
2Cj22sc	56,009 c	74,08 b	344,01 b	2,930 b
2Cj22cc	135,336 b	107,29 a	506,20 a	7,980 a
2Cj44sc	281,204 a	39,11 b	188,40 c	6,380 a
2Cj44cc	273,557 a	58,44 b	260,55 c	9,020 a
1Cj44cc	150,721 b	46,23 b	218,13 c	3,940 b
2Cj51sc	122,714 b	43,30 b	190,45 c	3,020 b
2Cj51cc	152,240 b	60,79 b	196,27 c	3,860 b
1Cj51cc	81,250 c	55,61 b	216,13 c	2,180 b
Média	156,629	60,61	265,02	4,914
CV (%)	17,04	23,79	23,24	33,10

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade

O estande final da Crotalária semeada aos 51 DAC foi aproximadamente a metade da que foi semeada aos 44 DAC (Tabela 2). Além de possíveis fatores ambientais, certamente a cana, por estar em estágio mais avançado de desenvolvimento aos 51 DAC, influenciou negativamente na sobrevivência das plantas de crotalária, devido à competição interespecífica.

A menor população de plantas nos tratamentos com apenas uma linha de crotalária na entrelinha (1Cj), em comparação aos que tinham duas linhas (2Cj) (Tabela 2), ocorreu como esperado, já que tinham a metade do número de linhas.

As plantas do tratamento 2Cj22cc apresentaram maiores pesos de matéria seca de folhas e caule do que os demais tratamentos (Tabela 2). Isto ocorreu porque estas plantas permaneceram em crescimento por período maior em comparação às demais. Entretanto, não era esperado que fosse maior que o tratamento 2Cj22sc (Tabela 2), o que pode ter ocorrido por razões extratratamentos não devidamente controladas.

Os tratamentos 2Cj22cc, 2Cj44cc e 2Cj44sc apresentaram as maiores produções de fitomassa de Crotalária. O efeito da plasticidade e, também, porque as leguminosas tiveram um maior tempo de desenvolvimento, visto que, este tratamento foi semeado no dia 02 de outubro e o 2Cj44cc e 2Cj44sc no dia 24 de outubro (132 **DAS** contra 110 **DAS**), talvez, seja uma possível explicação para o fato do 2Cj22cc ter conseguido produzir, estatisticamente, a mesma quantidade de fitomassa que os tratamentos 2Cj44cc e 2Cj44sc.

Certamente a baixa produção de fitomassa dos tratamentos 2Cj51cc e 2Cj51sc (Tabela 2) está relacionada ao menor período de desenvolvimento (103 **DAS**) em relação aos demais tratamentos. Outra possibilidade é de que quando a leguminosa foi semeada a cana-de-açúcar já estava com 51 **DAC** e, por isso, a crotalária teve maior dificuldade de se estabelecer. A competição desfavorável foi devido ao maior porte da cana que aumentou o sombreamento nas plantas de crotalária (Figura 3). Nos tratamentos 1Cj44cc e 1Cj51cc, o número de linhas de Crotalária (uma linha) explica a sua baixa produção (Tabela 2).

Diversos autores confirmam a excelente qualidade da Crotalária de produzir quantidades expressivas de fitomassa em cultivos solteiro. Perin et al. (2004), avaliando a produção de fitomassa dos adubos verdes, encontraram, aos 68 dias após o plantio, um valor de 9,34 Mg ha⁻¹ de Crotalária; valores menores que Duarte et al. (2008) aos 92 dias (17,85 Mg ha⁻¹) e maiores que Torres et al. (2005) no experimento de duas safras consecutivas para avaliar a decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo do cerrado (3,9 Mg ha⁻¹ e 3,7 Mg ha⁻¹). Alcantara et al. (2000), avaliando o efeito das leguminosas na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho escuro degradado, produziram 6,5 Mg ha⁻¹ de matéria seca de Crotalária plantada tardiamente no mês de fevereiro. Dourado et al. (2001) avaliaram a produção de grão e matéria seca sob condição de adubação fosfatada e poda e chegaram a produzir 11,30 Mg ha⁻¹, aos 105 dias após o plantio. Pereira et al. (2005), ao comparar densidade populacional (5, 10, 20, e 40 plantas por metro linear) e época de plantio (outono-inverno e primavera-verão) da *Crotalaria juncea*, observaram que a *Crotalaria juncea* alcançou, na densidade de 40 plantas m⁻¹ espaçadas de 0,30 m, 6,8 Mg ha⁻¹ de matéria seca no período do outono-inverno e 10,7 Mg ha⁻¹ no período da primavera-verão, essa produtividade de biomassa aérea foi obtida com sulcos espaçados de 0,30 m, na densidade de 30 plantas m⁻¹ (época de corte

60 e 125 dias após a semeadura).



Figura 3. Detalhe da altura da cana-de-açúcar na ocasião da semeadura do tratamento 2Cj51cc e 2Cj51sc (31 de outubro de 2008).

Ao considerar o teor de N na parte aérea (Tabela 3), os tratamentos 2Cj22sc, 2Cj22cc, 2CJ44sc, 1Cj44cc e 2Cj51cc promoveram os melhores resultados. Por sua vez, ao analisar o acúmulo do nutriente por hectare, verifica-se (Tabela 3) que 2CJ22cc, 2Cj44sc e 2Cj44cc apresentaram os maiores acúmulos.

Os valores de N orgânico por hectare encontrado foram influenciados pelo estande final da leguminosa (Tabela 2), pois dependem diretamente da quantidade de plantas estabelecidas. Isto explica porque os valores de acúmulo do nitrogênio do 2Cj44cc foram semelhantes estatisticamente ao 2Cj22cc, apesar do valor de N na parte aérea se diferir.

Tabela 3. Teor de N na parte aérea e acúmulo de N por área, da *Crotalaria juncea*, Campos dos Goytacazes - RJ - Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009.

Tratamento	Teor de N (g kg ⁻¹)	Acúmulo de N (kg ha ⁻¹)
2Cj22sc	30,47 a	70 b
2Cj22cc	31,81 a	254 a
2Cj44sc	29,75 a	190 a
2Cj44cc	27,83 b	250 a
1Cj44cc	30,02 a	118 b
2Cj51sc	25,76 b	78 b
2Cj51cc	29,79 a	116 b
1Cj51cc	27,41 b	60 b
Média	29,11	142
CV (%)	7,71	32,78

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade

Vários autores atestam a viabilidade da fixação de nitrogênio pelas Crotalárias: Duarte et al. (2008) apresentaram valores de N acumulados na matéria seca da Crotalária na ordem de 320 kg ha⁻¹; Alcantara et al. (2000) encontraram no experimento de viabilidade de recuperação de um solo degradado valores de 136,2 kg ha⁻¹; Ambrosano et al. (2005) atestaram a viabilidade de aproveitamento do nitrogênio da adubação verde pela Crotalária e concluíram que foram adicionados 195,8 kg ha⁻¹ de N.

Resende (2000) concluiu que a *Crotalaria juncea*, aos 35 dias após o semeio intercalar na cana-planta, acumulou 38 kg ha⁻¹ de nitrogênio, três vezes mais que os outros adubos verdes, e por estar prejudicando o perfilhamento da cultura da cana, foi cortado aos 51 dias após o plantio. No ano seguinte, as leguminosas foram novamente semeadas em consórcio com a primeira soca da cana e a Crotalária não teve um desempenho igual ao ano anterior (24 kg ha⁻¹ aos 51 dias após o semeio) porque, segundo o autor, apresentou uma menor densidade de plantio (20 plantas por metro linear) comparado com o ano anterior (27 plantas por metro linear). Os valores encontrados de N acumulado na matéria

seca da Crotalaria neste trabalho foram maiores porque a amostragem ocorreu aos 103, 110 e 132 DAS.

4.1.2 Índice de área foliar da *Crotalaria juncea*

Para o índice de área foliar (IAF), os tratamentos 2Cj22cc, 2Cj44sc, 2Cj44cc e 1Cj44cc não diferiram significativamente entre si e apresentaram os maiores valores (Tabela 4).

Segundo Favarin et al. (2002), o índice de área foliar (IAF, $m^2 m^{-2}$) é a relação funcional existente entre a área foliar e área do terreno ocupada pela cultura. A produtividade, dentro de vários fatores, depende em um primeiro instante da interceptação da energia luminosa para convertê-la em energia química, por isto podemos considerar o IAF a base do rendimento da cultura.

Além da recepção da energia química pelas folhas, é interessante ressaltar sua importância no processo transpiratório, sendo responsáveis pelas trocas gasosas com o ambiente.

Os valores de IAF dos tratamentos 2Cj22cc, 2Cj44sc e 2Cj44cc justificam os maiores valores de produção de fitomassa que esses tratamentos produziram (Tabela 2), evidenciando o efeito da maior área foliar deles.

Pacheco et al. (2001) pesquisaram, entre os dias 09 de setembro de 1998 a 27 de janeiro de 1999, a necessidade de água da *C. juncea* e obtiveram valores de IAF variando de 7,44 a 10,92, dos 60 aos 140 dias após o semeio.

Tabela 4. Índice de área foliar (IAF) e área foliar (AF) da *Crotalaria juncea* Campos dos Goytacazes - RJ - Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009

Tratamento	IAF m ² m ⁻²	AF m ²
2Cj22sc	1,51 b	0,19 a
2Cj22cc	4,02 a	0,22 a
2Cj44sc	3,66 a	0,09 b
2Cj44cc	4,62 a	0,13 b
1Cj44cc	2,98 a	0,10 b
2Cj51sc	2,02 b	0,11 b
2Cj51cc	2,36 b	0,11 b
1Cj51cc	1,88 b	0,12 b
Média	2,88	0,13
CV (%)	30,18	19,83

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knottt, em nível de 5% de probabilidade

4.2- Determinação da incidência e dinâmica de populações de plantas daninhas

No levantamento fitossociológico, foram identificadas 13 espécies de plantas daninhas infestando a cultura da cana-de-açúcar, distribuídas em 13 gêneros e em 5 famílias (Tabela 5). A Poaceae foi a família mais representativa de todo o levantamento no que se refere a número de espécies, um total de 5, seguida por Euphorbiaceae (3), Asteraceae (2), Cyperaceae (1) e Papilionoideae (2). As famílias e espécies encontradas assemelham-se às identificadas por outros autores no Estado do Rio de Janeiro (Duarte et al., 2009; Oliveira et al., 2008 e Brandão et al., 1995). Oliveira et al. (2008) fizeram o seu levantamento fitossociológico mais detalhado, pois foram feitos em três ambientes de relevo (baixada, tabuleiro e morro), em dois sistemas de produção (cana-planta e cana-soca) e em duas épocas do ano (novembro-março e maio-setembro). Por isso encontraram 95 espécies de plantas daninhas infestando a cultura da cana-de-açúcar, distribuídas em 74 gêneros e em 30 famílias.

Tabela 5 - Relação de plantas daninhas identificadas por família, espécie e nome comum. Campos dos Goytacazes - RJ - Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009

Família	Espécie	Nome Comum
Asteraceae	<i>Siegesbeckia orientalis</i>	botão de ouro
	<i>Ageratum Conyzoides</i>	mentrasto
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>	erva de santa luzia
	<i>Phyllanthus tenellus</i>	quebra pedra
	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	erva de andorinha
Papilionoideae	<i>Aeschynomene rudis</i>	dormideira
	<i>Crotalaria pallida</i>	guizo de cascavel
Poaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	mata pasto
	<i>Panicum maximum</i>	capim colônia
	<i>Brachiaria mutica</i>	capim angola
	<i>Sorghum arundinaceum</i>	capim falso massambara
	<i>Cynodon dactylon</i>	capim mineirinho ou grama seda

Duarte et al. (2009), em experimento de campo conduzido na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ, no período de outono-inverno, identificaram quatro espécies de plantas daninhas, incidindo na cana-de-açúcar aos 69 dias após a sua emergência, distribuída em quatro gêneros e três famílias. Em comparação a este trabalho (Tabela 5), foi encontrado número maior de espécies de plantas daninhas que Duarte et al. (2009), isto foi devido a época em que foi feita a amostragem (outono-inverno por Duarte et al. e primavera-verão neste experimento) e ao sistema de produção (cana-planta e terceira soca de cana, respectivamente).

A espécie *Phyllanthus tenellus* apresentou o maior índice de valor de importância geral (68,97), seguido do *Sorghum arundinaceum* (57,97), *Chamaesyce hyssopifolia* (44,42) e depois *Panicum maximum* (36,27), em relação à comunidade infestante (Figura 3).

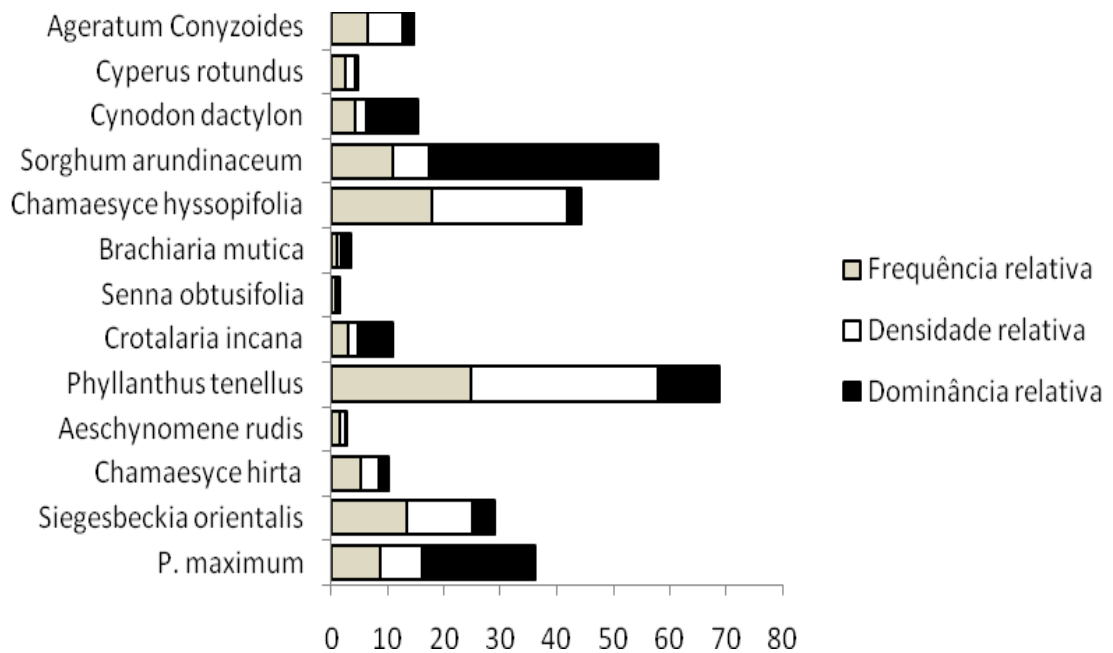


Figura 3 – Índice de Valor de Importância geral das principais espécies infestantes da área experimental de intercultivo com cana-soca aos 150 dias DAC. Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ

O índice de valor de importância (IVI) é calculado pelo somatório da densidade relativa, da frequência relativa e da dominância relativa. Sendo uma avaliação desses índices ele nos mostra qual espécie tem maior influência dentro da comunidade. Nas espécies *Phyllanthus tenellus* e *Chamaesyce hyssopifolia*, a densidade relativa (33,34 e 24,23) e a frequência relativa (24,73 e 17,73) foram as que mais contribuíram para a formação do IVI. Os valores de densidade relativa encontrados refletem a grande participação numérica dessas espécies na comunidade.

Diferentemente do *Sorghum arundinaceum* (capim falso-massambará) e *Panicum maximum* (capim-colonião), que a dominância relativa (40,58 e 20,21) foi mais importante para a formação do IVI. Esses altos valores de dominância relativa apresentados por essas duas espécies mostram a capacidade de ganho de biomassa que elas têm em relação à comunidade e reflete a enorme agressividade que possuem e, conseqüentemente, causam grandes prejuízos à lavoura canavieira.

Na figura 4, pode-se observar que, nos tratamentos em que houve aplicação de herbicida (MC H A e MC H 0), o controle das plantas invasoras não foi totalmente eficiente. Durante o período residual do herbicida, não ocorreu a

germinação das sementes das plantas indesejáveis à cultura principal, entretanto, após o término desse efeito, as sementes presentes no solo voltaram a germinar infestando a cultura.

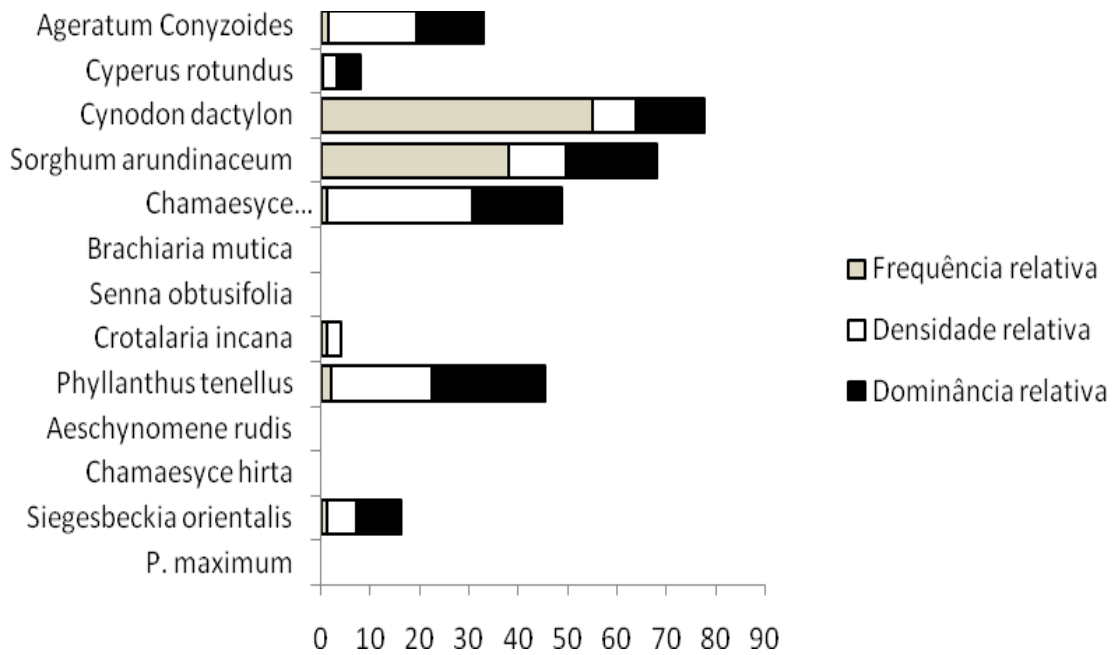
Um dos grandes problemas na cultura da cana-de-açúcar é a presença de plantas daninhas com propagação vegetativa, o que torna difícil o seu controle. *Cynodon dactylon* produz um grande número de rizomas e estolões e, devido a essas características, torna-se necessário a utilização de herbicidas sistêmicos para a sua eliminação dos canaviais em produção. Ela é uma das mais importantes gramíneas invasoras, justamente pela grande dificuldade em erradicá-la após o seu estabelecimento. Além da cana-de-açúcar, o capim mineirinho é um problema tradicional em diversas culturas. Uma alta infestação pode reduzir em até 80% a produção, além de diminuir o número de cortes e a vida útil do canavial (Kissmann, 1997).

O *Cynodon dactylon* se apresentou em primeiro lugar em termos de IVI (77,45) no MC H A (Figura 4 A). O falso massambará veio logo depois com IVI de 67,85. Para Oliveira et al. (2008), o *Cynodon dactylon* foi citado como importância de maior valor de IVI na época de outono-inverno, diferentemente do encontrado neste trabalho, mas o que pode explicar essa diferença é que ele é uma invasora de características perene e, por isso, se não for feito um sério trabalho de erradicação ele é encontrado nas duas estações.

Na figura 4 B, identificou-se o *Sorghum arundinaceum* como maior valor de IVI (128,12). O capim falso-massambará é uma planta C₄ de fixação de carbono e totalmente adaptada à região Norte Fluminense. A temperatura e a radiação solar média anual na região são de 24°C e 199 W m⁻², respectivamente, o que possibilita a essas plantas terem altas taxas fotossintéticas.

No tratamento sem adubação de cobertura e sem aplicação de herbicida (MC 0 0), pode-se observar que as espécies que mais se destacaram no índice de valor de importância foram: *Chamaesyce hyssopifolia*, *Ageratum Conyzoides*, *Phyllanthus tenellus* e *Sorghum arundinaceum*. Por se tratar de uma área sem aplicação de herbicida, na avaliação fitossociológica, foi encontrado um número maior de plantas daninhas o que pode ser demonstrado pelos seus valores de densidade relativa 43,72; 23,10; 15,09 e 6,53, respectivamente (Figura 5).

A)



B)

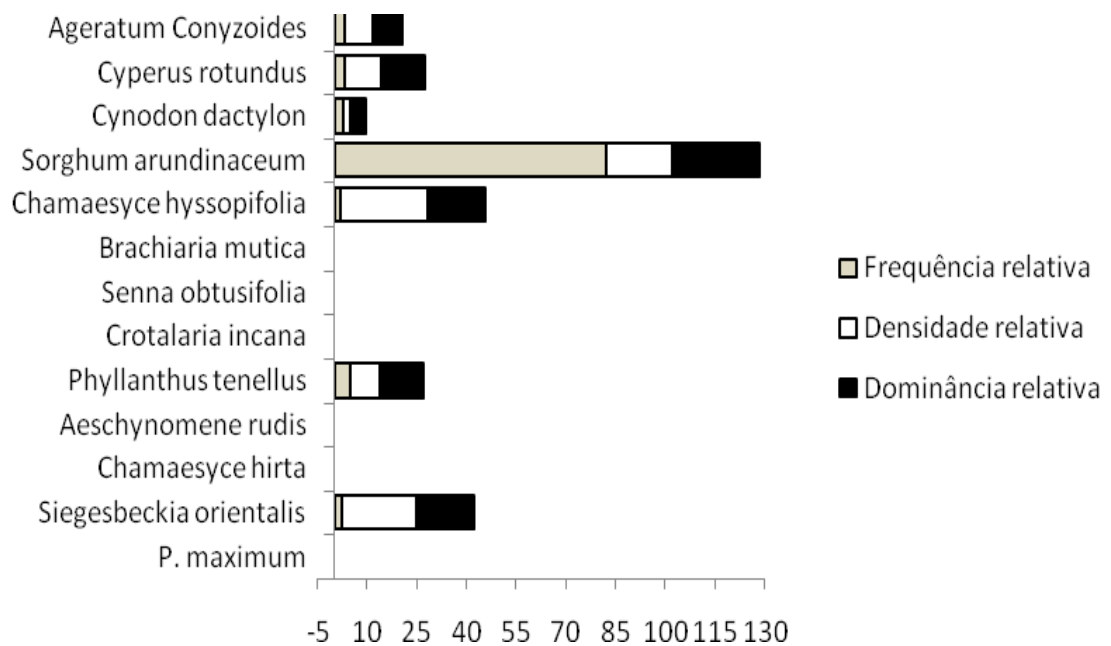


Figura 4 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ, A) tratamento com adubação de cobertura e aplicação de herbicida (MC H A); B) tratamento sem adubação de cobertura e com aplicação de herbicida (MC H 0)

Novamente podemos evidenciar a enorme capacidade de produzir biomassa, demonstrado pelo falso-massambará (dominância relativa de 59,21). A presença das plantas daninhas pode interferir no processo produtivo da cana-de-açúcar, competindo pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, liberando substâncias alelopáticas, atuando como hospedeiro de pragas e doenças comuns à cultura e interferindo nas práticas de colheita (Pitelli, 1985). A ocorrência de um ou mais desses componentes de interferência poderá reduzir a quantidade de colmos colhidos e diminuir o número de cortes economicamente viáveis (Lorenzi, 1988).

Nos tratamentos 2Cj22cc e 2Cj22sc, verificou-se que os maiores valores de IVI foram: *Panicum maximum* (186,09 e 114,84), *Phyllanthus tenellus* (31,22 e 81,87) e *Siegesbeckia orientalis* (27,31 e 48,94) (Figuras 6 e 7). Essas três espécies representam por volta de 70% da frequência relativa nesses tratamentos, sendo que o capim-colonião no 2Cj22cc ocupa sozinho 50% da frequência absoluta e, no 2Cj22sc, ele atingiu 11,11%, permitindo ao *Phyllanthus tenellus* ocupar 44,44% (Figura 6 e 7). Estudo conduzido em área de cana-de-açúcar, com infestação de capim-colonião, apresentou perdas de produção superior a 29% (Gravena et al., 2001). As plantas dessa espécie apresentam ciclo perene (Kissmann e Groth, 1992), o que permite que convivam com cana-de-açúcar desde o plantio até a colheita, causando intensa interferência competitiva.

Além da competição por recursos de crescimento, também é possível que ocorra interferência alelopática da planta daninha sobre a cana-de-açúcar, conforme observado em plantas cultivadas (Souza et al., 2003). É importante destacar que as plantas de capim-colonião, por apresentarem grande porte na ocasião da colheita, também podem interferir indiretamente na rentabilidade da cultura, prejudicando a colheita, o transporte e o processamento da cana (Kissmann & Groth, 1992). Kuva et al. (2003) observaram que o acúmulo de 3,26 g m⁻² de matéria seca pela população de capim-braquiária ou de 1,27 g m⁻² pela população de capim-colonião, convivendo com a cana-de-açúcar no início do ciclo (0 - 147 DAP), resulta em reduções de rendimento na ordem de 1,0 Mg ha⁻¹. O 2Cj22cc acumulou 46,76 g M. S. de capim-colonião m⁻² e o 2Cj22sc 10,8 g de M. S. m⁻² evidenciando a competição desfavorável que esta planta trouxe à cultura da cana-de-açúcar (Tabela 6).

Nos tratamentos 2Cj51cc (Figura 8), os maiores IVI foram: *Sorghum arundinaceum* (89,84), *Phyllanthus tenellus* (79,87) e *Chamaesyce hyssopifolia* (52,57), enquanto no 2Cj51sc (Tabela 9) foram: *Phyllanthus tenellus* (92,86), *Chamaesyce hyssopifolia* (71,86) e *Panicum maximum* (33,60).

O *Phyllanthus tenellus*, *Sorghum arundinaceum* e *Chamaesyce hyssopifolia* tiveram os seguintes valores de IVI no 1Cj44cc: 100,76; 78,49 e 58,42, respectivamente (Figura 9). Na composição do IVI do *Phyllanthus tenellus*, a dominância relativa (51,54) foi o maior responsável pela formação do seu IVI e o capim falso-massambará teve, na dominância relativa (62,74), a justificativa para a formação do seu IVI.

No caso do 1Cj51cc, houve uma inversão nas posições de IVI, *Sorghum arundinaceum* (84,28), *Phyllanthus tenellus* (48,69) e *Chamaesyce hyssopifolia* (56,81), sendo a dominância relativa do capim falso-massambará de 62,04 (Figura 10).

Kuva et al. (2007) relatam que em uma comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies exercem a mesma intensidade na interferência imposta ao desenvolvimento e à produtividade da cultura. Existem espécies dominantes, que são as que originam a maior parte da interferência, as espécies secundárias, presentes numa menor densidade e cobertura, e as acompanhantes, cuja presença é ocasional e que dificilmente resultam em problemas econômicos aos cultivos.

Phyllanthus tenellus (78,34), *Chamaesyce hirta* (32,48) e *Siegesbeckia orientalis* (38,86) foram os maiores valores de IVI, para o 2Cj44cc, e *Phyllanthus tenellus* (135,05), *Crotalaria incana* (37,62) e *Chamaesyce hyssopifolia* (33,56) foram os maiores valores de IVI, para o 2Cj44sc (Figura 11 e 12).

Na tabela 6, observa-se que os menores valores de dominância foram de 2Cj44cc e 2Cj44sc. A dominância (fitomassa de plantas daninhas por metro quadrado) no 2Cj51cc foi igual ao MC H A e menor do que o MC 0 0. O 2Cj22sc apresentou valor de dominância menor que o 2Cj51cc e menor do que os tratamentos controle MC H A e MC 0 0, porém foi maior do que o MC H 0.

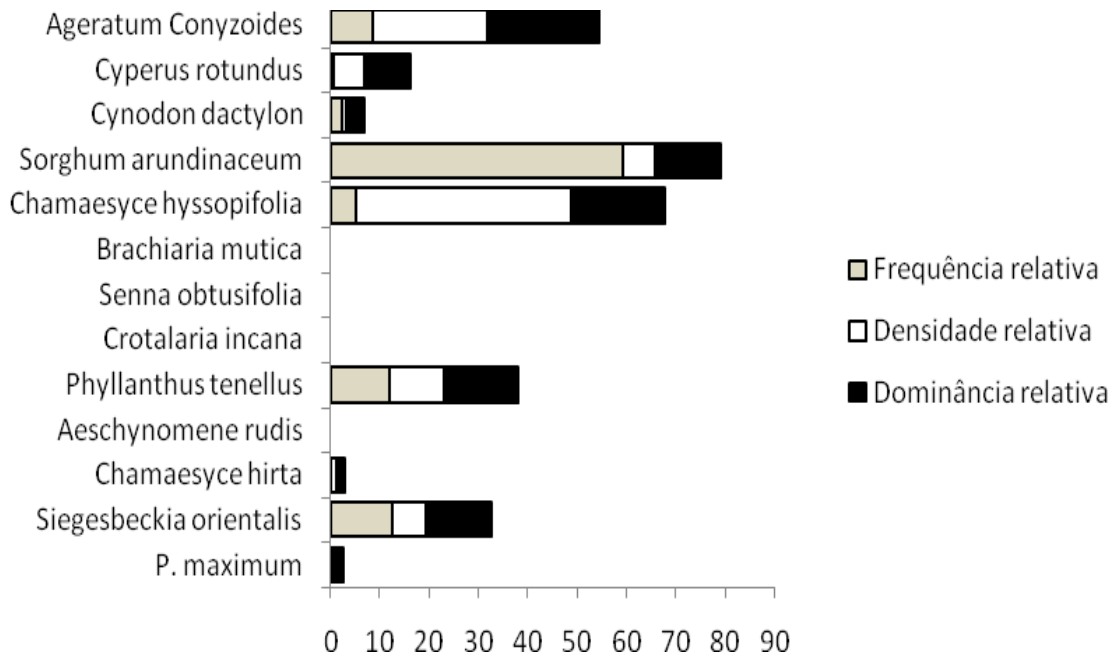


Figura 5 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento sem adubação e sem aplicação de herbicida (MC 0 0)

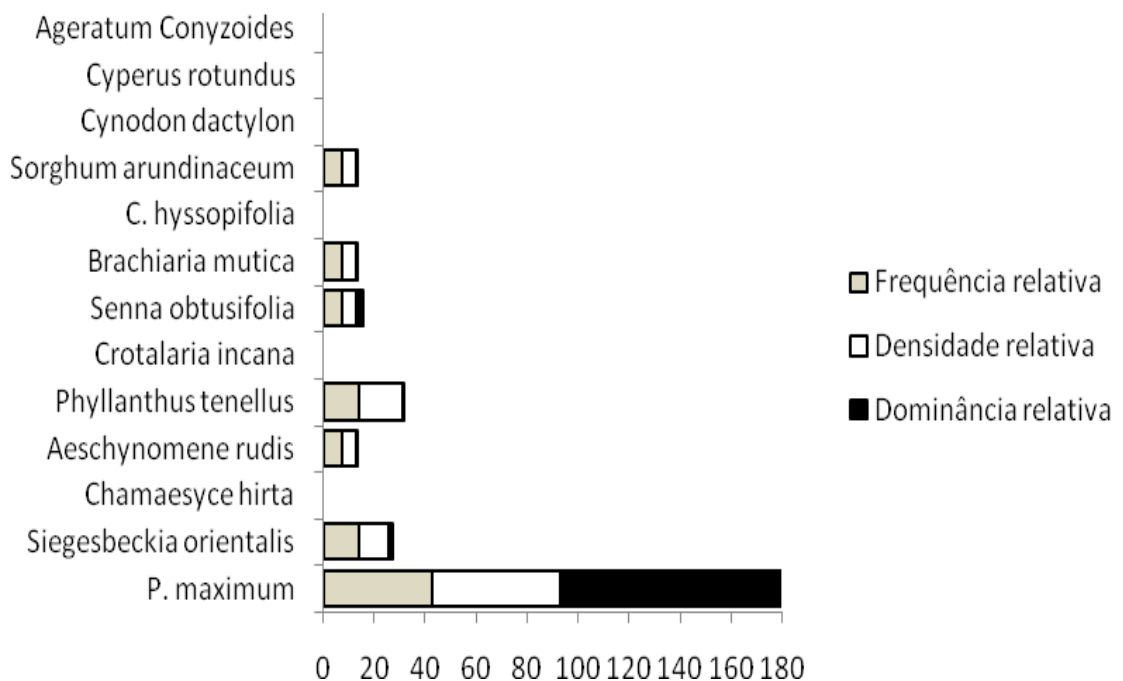


Figura 6 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 2Cj22cc

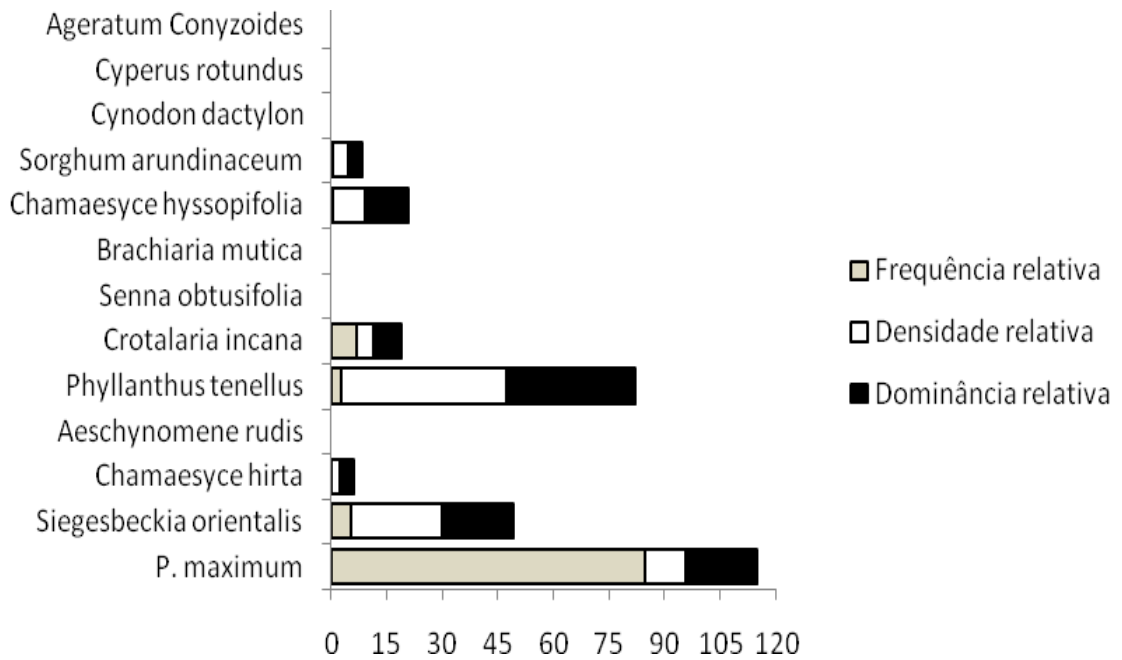


Figura 7 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 2Cj22sc

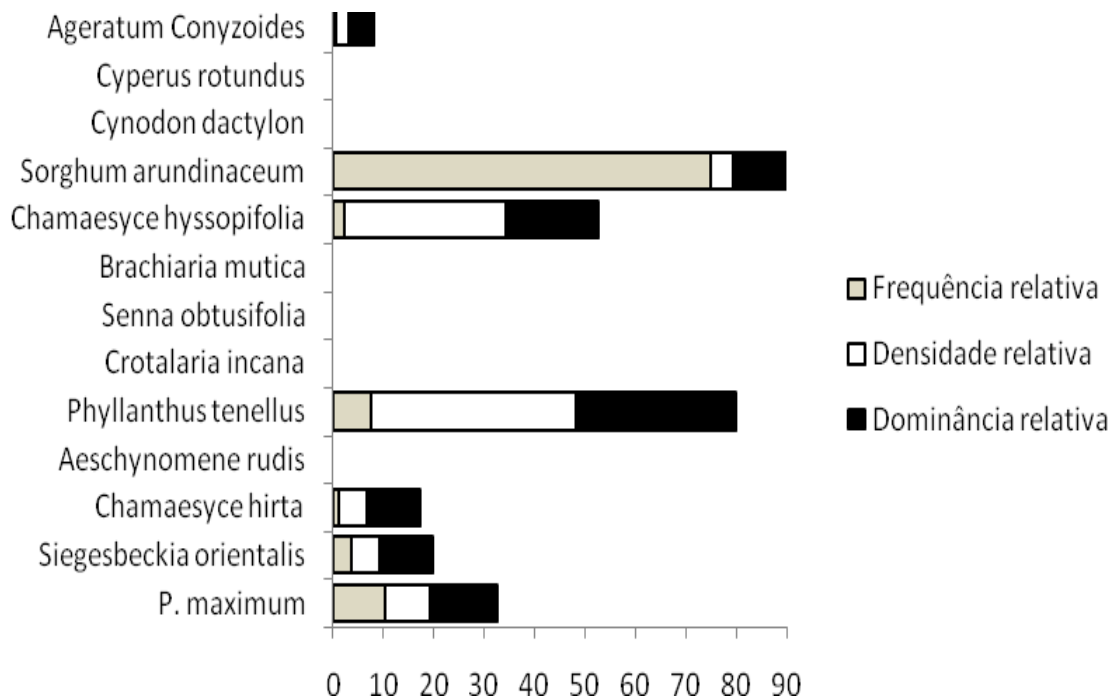


Figura 8 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 2Cj51cc

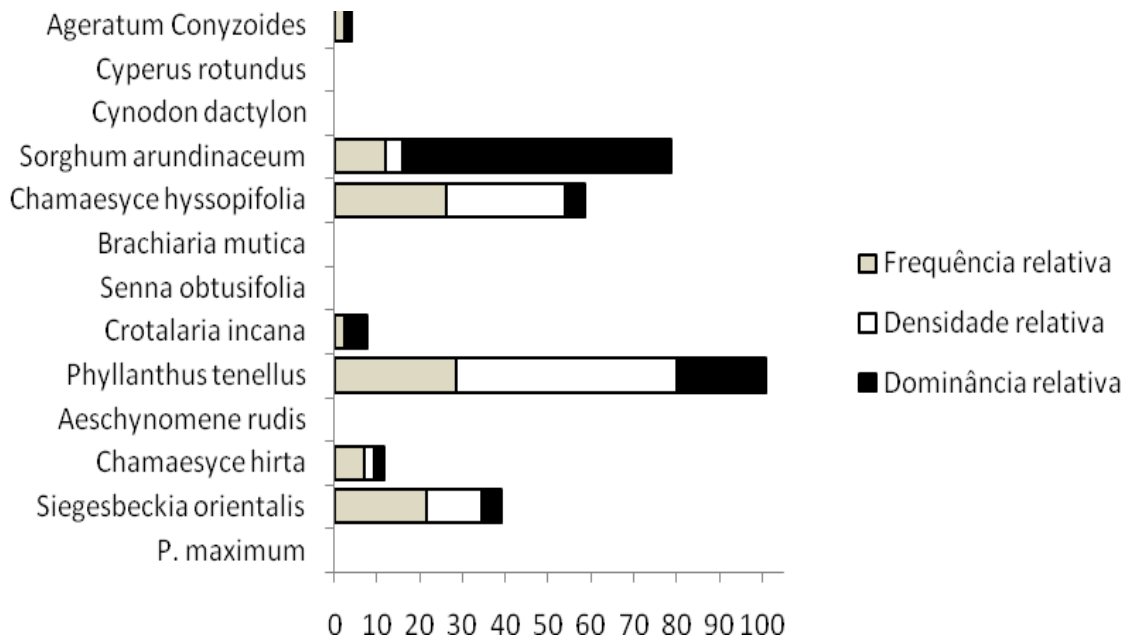


Figura 9 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 1Cj44cc

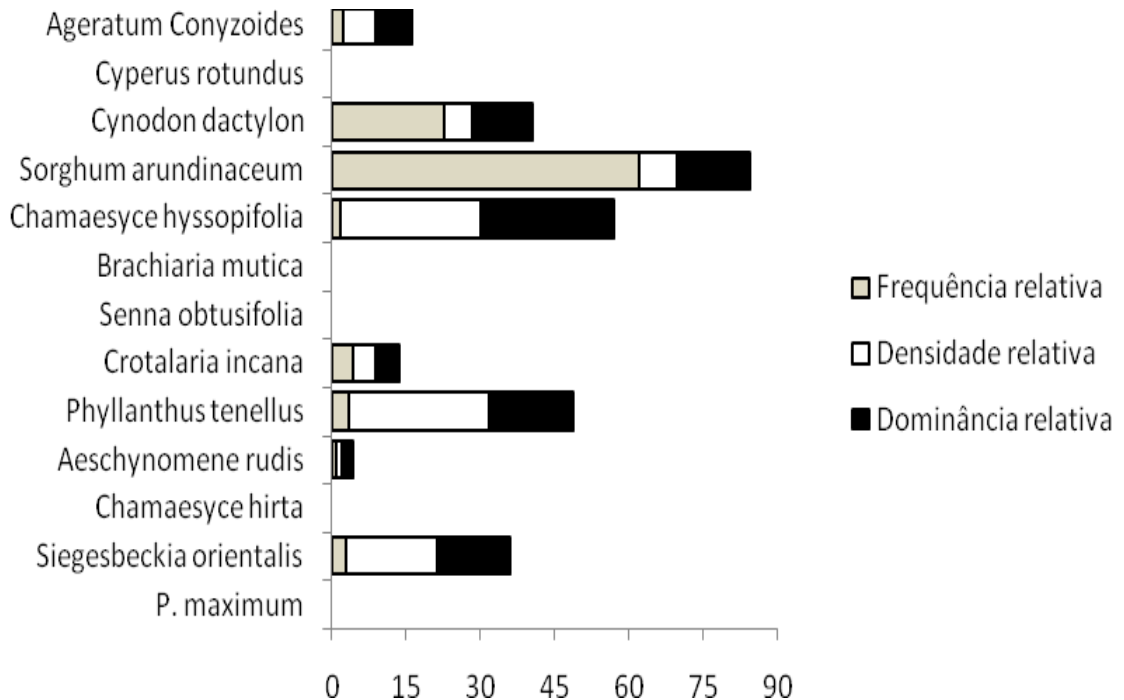


Figura 10 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 1Cj51c

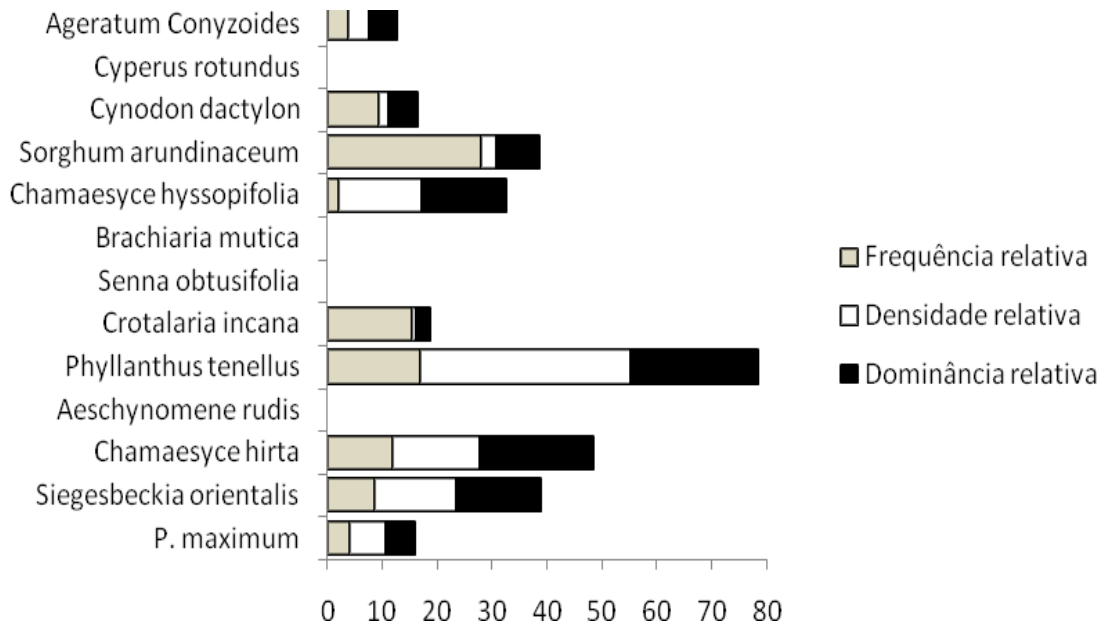


Figura 11 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 2j44cc

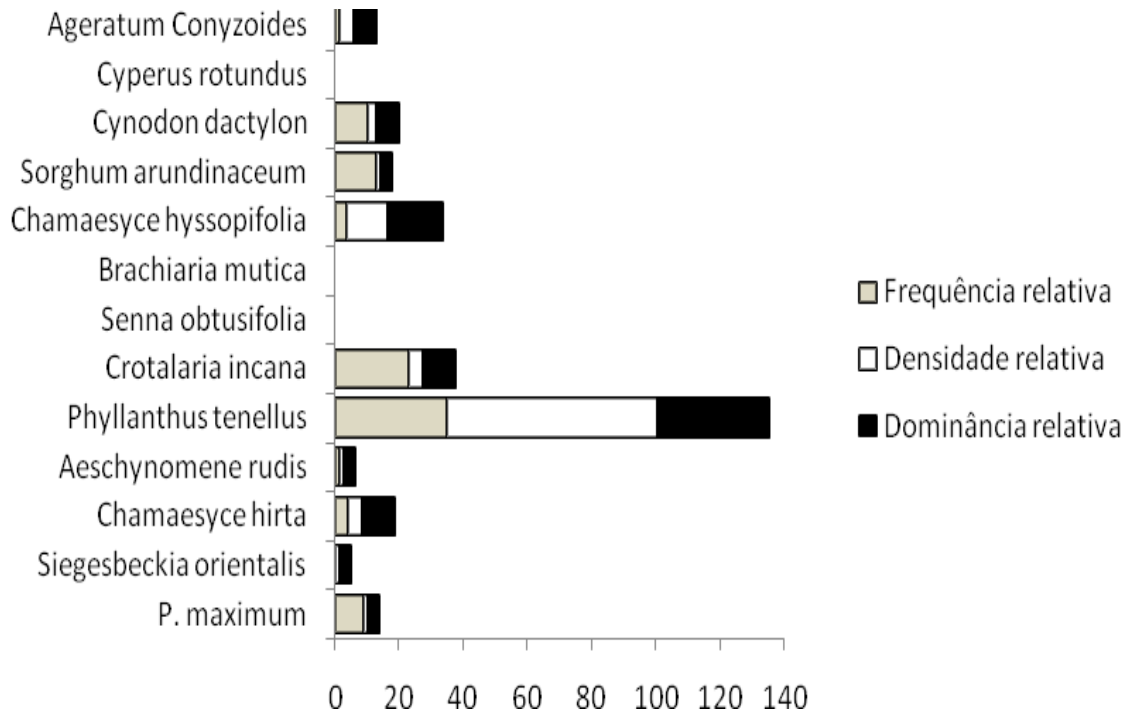


Figura 12 – Índice de valor de Importância das principais espécies de plantas daninhas amostradas em área experimental de cana na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. Tratamento 2Cj44sc

Tabela 6 – Dominância (Fitomassa g m⁻²) das principais espécies de plantas daninhas amostradas aos 150 DAC na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ

Espécies	Dominância (Fitomassa) g m ⁻²										
	2Cj	2Cj	2Cj	2Cj	1Cj	2Cj	2Cj	1Cj	MC	MC	MC
	22sc	22cc	44sc	44cc	44cc	51sc	51cc	51cc	H A	H 0	0 0
<i>P. maximum</i>	10,81	46,77	0,09	0,26	0,00	1,96	1,69	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>S. orientalis</i>	0,67	0,96	0,001	0,53	0,42	0,17	0,59	0,89	0,19	0,29	8,61
<i>C. hirta</i>	0,01	0,00	0,04	0,74	0,20	0,003	0,18	0,00	0,00	0,00	0,04
<i>A. rudis</i>	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00
<i>P. tenellus</i>	0,36	0,14	0,35	1,05	1,90	1,37	1,23	1,06	0,30	0,56	8,30
<i>C. incana</i>	0,87	0,00	0,23	0,95	0,41	1,24	0,00	1,38	0,17	0,00	0,00
<i>S. obtusifolia</i>	0,00	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>B. mutica</i>	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	1,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>C. hyssopifolia</i>	0,04	0,00	0,03	0,13	0,42	0,42	0,39	0,54	0,19	0,19	3,56
<i>S. arundinaceum</i>	0,03	0,35	0,13	1,74	5,76	2,36	12,42	19,65	6,06	9,50	41,33
<i>C. dactylon</i>	0,00	0,00	0,10	0,58	0,00	0,00	0,00	7,20	8,80	0,32	1,50
<i>C. rotundus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,36	0,46
<i>A. Conyzoides</i>	0,00	0,00	0,01	0,24	0,00	0,00	0,11	0,69	0,24	0,34	5,96
Σ M.S g. m⁻²	12,79	50,16	2,70	6,22	9,10	9,15	16,61	31,67	16,00	11,56	69,81

O índice de similaridade encontrado entre os tratamentos analisados é considerado alto (dados não divulgados). A similaridade entre as áreas de estudo pode ser explicada pelo fato do sistema de controle de plantas invasoras utilizadas até então consistir de aplicação de herbicida. O efeito da utilização de leguminosa nas entrelinhas da cana só trará algum benefício de médio a longo prazo, pois a camada formada pela cobertura dos restos da Crotalária mais a palhada da cana que não foi queimada, possivelmente, formarão uma barreira diminuindo a germinação das sementes.

4.3 - Variáveis analisadas sobre o desenvolvimento da cana-de-açúcar

4.3.1 Área foliar (AF) e Índice de área foliar (IAF)

Pelo fato da semeadura da leguminosa acontecer primeiro nos tratamentos 2Cj22cc e 2Cj22sc, a Crotalária teve um maior tempo de crescimento vegetativo (132 DAS) e uma condição mais favorável na competição com a cultura principal.

Essa condição favorável à *Crotalaria* prejudicou o crescimento da cana e como consequência ela apresentou os menores valores de IAF em relação aos outros tratamentos (Tabela 15). Semear a leguminosa com a cana recém-cortada (22 **DAC**) fez com que a cana-de-açúcar passasse a ter uma condição desfavorável, pois a *Crotalaria juncea* é conhecida pela sua agressividade em ocupar o espaço. A *Crotalaria* teve, por isso, melhores condições de crescimento e um maior tempo de desenvolvimento chegando a ultrapassar a cana em altura. Logo, os valores encontrados de IAF demonstram que a cultura principal teve dificuldades em promover o crescimento da sua área foliar por necessidade de alongar o seu caule em busca de mais luminosidade.

Tabela 15. Altura de plantas (HAP), comprimento de folha (COF), números de folha (NOF), área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF). Campos dos Goytacazes – RJ- Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009

Tratamento	HAP (cm)	COF (cm)	NOF	AF (m²)	IAF (m² m⁻²)
2Cj22sc	149,90 a	1,36 a	6,27 b	0,33 a	1,77 b
2Cj22cc	147,47 a	1,34 a	5,62 b	0,30 b	1,44 b
2Cj44sc	151,85 a	1,38 a	6,77 a	0,36 a	2,57 a
2Cj44cc	146,75 a	1,35 a	6,90 a	0,34 a	2,16 a
1Cj44cc	142,32 b	1,35 a	6,45 a	0,33 a	2,45 a
2Cj51sc	143,42 b	1,35 a	6,62 a	0,33 a	2,24 a
2Cj51cc	141,00 b	1,37 a	6,00 b	0,33 a	2,39 a
1Cj51cc	127,77 c	1,35 a	6,57 a	0,33 a	2,14 a
MC H A	138,10 b	1,40 a	6,12 b	0,39 a	2,85 a
MC H 0	122,30 c	1,36 a	6,20 b	0,29 b	2,46 a
MC 0 0	108,82 d	1,26 a	5,55 b	0,26 b	2,02 a
Média	138,16	1,35	6,28	0,33	2,20
CV (%)	3,57	2,26	7,74	9,39	16,72

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade

O consórcio de culturas é definido como a ocupação de uma mesma área por mais de uma cultura, simultaneamente ou em algum tipo de rotação (Sudo et

al., 1998). Vieira (1998) relata que nos sistemas de consórcio, duas ou mais culturas, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, são exploradas concomitantemente na mesma área. É importante ressaltar que as culturas não são necessariamente semeadas ou plantadas ao mesmo tempo, mas durante apreciável parte de seus períodos vegetativos, há uma simultaneidade forçando uma interação entre elas (Teixeira et al., 2005).

Ao analisar a variável altura de plantas (HAP), evidencia-se o fator da concorrência que existe entre plantas no sistema de consórcio. A altura da cana nos tratamentos 2Cj22sc, 2Cj22cc, 2Cj44cc e 2Cj44sc foi maior que nos demais tratamentos. A competição entre plantas pelos fatores de crescimento, tais como luz, nutrientes ou água, ocorre em sistemas consorciados e, à medida que se aumenta a densidade de plantas, ocorre redução desses fatores para cada indivíduo.

O que define a produtividade de um canavial é a arquitetura de cada dossel de planta, aliado a densidade populacional e ao seu arranjo espacial. À medida que a planta cresce, a sua área foliar também cresce até atingir um ótimo e, a partir daí, o autosombreamento provocado pelas folhas faz com que comece a diminuir a taxa fotossintética, pois ocorre o amarelecimento das folhas e morte das mesmas. Inman-Bamber (1994) verificou o fechamento da cultura sombreando as entrelinhas quase completamente, quando o IAF torna-se maior que 4. Os valores mais comum de IAF ficam entre 4 e 5. Segundo Cock (2001), o padrão geral do IAF é aumentar até o máximo entre quatro e oito meses e então lentamente declinar.

Os tratamentos 2Cj51cc, 2Cj51sc e 1Cj44cc apresentaram os valores de alturas de plantas menores que os outros tratamentos consorciados com crotalária, porém iguais ao MC H A (Tabela 15). O tratamento 1Cj51cc não diferiu estatisticamente de MC H 0, que apresentou valores de altura de plantas um pouco superiores ao MC 0 0.

Nos agrosistemas consorciados, as espécies normalmente diferem em alturas e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A divisão da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz

tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa, como a sua área foliar. Uma vez que a radiação afeta o desenvolvimento da cultura de menor porte, a escolha do melhor arranjo e da época de semeadura é crucial no desempenho do sistema, ou seja, na maximização da produção (Flesch, 2002).

4.3.2 Teor de N orgânico nas folhas

O teor de nitrogênio foliar dos tratamentos de cana consorciada com Crotalária (2Cj22cc, 2Cj51sc, 2Cj51cc, 2Cj44cc, 2Cj44sc, 2Cj22sc, 2Cj51sc) se apresentou, em média, com $1,68 \text{ g kg}^{-1}$ de N a mais que a média dos tratamentos de monocultivo de cana que não foram adubados em cobertura (MC H 0 e MC 0 0) e $0,49 \text{ g kg}^{-1}$ ao tratamento que recebeu adubação de cobertura (M C H A) (Tabela 16). Este resultado mostra a contribuição da Crotalária para a nutrição da cana quando em intercultivo.

Já o 1Cj51sc apresentou canas com teor de N foliar semelhante aos monocultivos não adubados (Tabela 16). Certamente, a menor população de plantas de Crotalária, neste tratamento, aliada ao curto ciclo de crescimento permitido até o corte foram as causas da não contribuição da Crotalária, nesta condição, para a nutrição da cana.

Duarte et al. (2008), avaliando os teores de nitrogênio na folha +3 da cana-planta, em um experimento de plantio direto de cana-de-açúcar sobre leguminosas, encontrou no tratamento que utilizou Crotalária como planta de cobertura o valor de $18,4 \text{ g kg}^{-1}$ (adubação de plantio 00-20-60) e $18,7 \text{ g kg}^{-1}$ (adubação de plantio 00-00-00).

Segundo Malavolta (1997), os teores adequados de N nas folhas da cana devem estar entre 19 a 21 g kg^{-1} . Os teores encontrados nas folhas de cana, neste experimento (Tabela 16), estão abaixo do recomendado para se obter altas produtividades de cana.

Os fertilizantes nitrogenados utilizados nas adubações de cobertura em cana-de-açúcar sofrem uma série de transformações químicas e microbianas no solo que, muitas das vezes causam perdas diminuindo o seu aproveitamento pelas plantas. Por isso, é de suma importância o desenvolvimento de tecnologias adequadas de adubação nitrogenada e, também, de manejos que otimizem o melhor aproveitamento desse elemento. Além disso, devido ao alto custo desses

adubos, é importante utilizar mais a adubação verde como fonte alternativa de fornecimento de N.

A baixa resposta à adubação nitrogenada em termos de aumento do teor foliar de N pode ser explicada pelas perdas do N fertilizante por lixiviação de NO_3 , pela desnitrificação e pela volatilização de amônia do fertilizante.

Tabela 16. Teor de Nitrogênio na folha +3 da cana-de-açúcar da variedade RB73 9735 aos 154 dias após o corte, em Campos dos Goytacazes – RJ. Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009, UENF

Tratamento	Nitrogênio (g kg⁻¹)
2Cj22sc	14,64 a
2Cj22cc	14,87 a
2Cj44sc	15,31 a
2Cj44cc	14,92 a
1Cj44cc	14,85 a
2Cj51sc	15,07 a
2Cj51cc	14,62 a
1Cj51cc	13,71 b
MC H A	14,26 a
MC H 0	13,09 b
MC 0 0	13,04 b
Média	14,40
CV (%)	4,97

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade

A cultura de cana-de-açúcar apresenta alta extração de nitrogênio, e precisa acumular ao redor de 200 kg ha⁻¹ deste nutriente para atingir uma produtividade de 100 Mg ha⁻¹ em cana-planta, e entre 120 a 180 kg ha⁻¹ de N nas socarias (Orlando Filho et al., 1980).

Diversos autores relatam a baixa resposta da cultura à adubação nitrogenada (Carnaúba, 1989; Trivelin et al., 1995, 1996; Gava et al., 2001) apesar de ela demandar uma grande quantidade de nitrogênio. O nitrogênio contido nos colmos é exportado para a usina e a palha da cana, na maioria das vezes, é queimada para facilitar a colheita manual. Neste sistema, o cultivo

contínuo de cana-de-açúcar, rapidamente, pode levar ao esgotamento das reservas de nitrogênio do solo, visto que as quantidades deste nutriente adicionadas anualmente, raramente ultrapassam 80 kg ha^{-1} nas socarias e, na cana-planta, este valor é inferior a 30 kg ha^{-1} (Resende, 2000; Xavier, 2002).

Entretanto, algumas evidências indicam que a cultura possui um sistema natural de reposição do N exportado do solo anualmente com os colmos (Olivares, 1997) e diversos autores atribuem estes resultados a fixação biológica de nitrogênio, que é capaz de suprir boa parte da necessidade nitrogenada da cultura de cana (Döbereiner, 1959, Lima et al., 1987, Urquiaga et al., 1992, Yoneyama, 1997, Resende, 2000, Polidoro et al., 2001).

4.4 - Comprimento e diâmetro dos colmos

Estas características não apresentam efeitos significativos ($P < 0,01$) dos tratamentos que apresentaram, em média, colmos com 2,12 metros de comprimento e diâmetro de 1,48 cm.

4.5 - Número de colmos (colmos m^{-1}) e Produtividade de colmos (Mg ha^{-1})

Os tratamentos 2Cj44sc e 2Cj22sc foram os que apresentaram os menores valores de números de colmos por metro (Tabela 17).

O tratamento 2Cj22sc resultou também, como já comentado, em canas com menor IAF (Tabela 15), certamente, a competição por um período maior do ciclo da cana resultou neste decréscimo no número de colmos e IAF. Vale ressaltar que a Crotalária foi semeada aos 22 DAC e não foi cortada, ficando em intercultivo até a colheita da cana. Quanto ao tratamento 2Cj44sc, certamente a ausência de corte da Crotalária também foi o fator que resultou em maior competição interespecífica com conseqüente queda no número de colmos de cana. Esse baixo índice de números de colmos por metro nos dois tratamentos pode ter ocorrido pela competição entre a cana e a Crotalária e também entre a cana e as plantas daninhas. Resende (2000) cita que a *Crotalaria juncea* e a *Canavalia ensiformis* influenciaram negativamente a produção de colmos em relação à testemunha nitrogenada, devido, provavelmente, a redução no perfilhamento da cultura da cana-de-açúcar.

Como consequência direta do menor número de colmos, os tratamentos 2Cj22sc e 2Cj44sc apresentaram as menores produtividades (Tabela 17).

Os tratamentos 2Cj44cc, 2Cj51cc, MC H A e MC H 0 foram os que tiveram as maiores produtividades. Fica evidenciado que o período em intercultivo entre a leguminosa e a cultura principal é de certa forma a variável que mais influencia a produtividade. Assim, a sua presença por período prolongado é prejudicial (2Cj22sc e 2Cj44sc), entretanto, quando presente em curto período em intercultivo (2Cj44cc, 2Cj51cc), é favorável.

Tabela 17. Número de colmos e produtividade de colmos da cana. Campos dos Goytacazes - RJ - Faz. Abadia, ano agrícola 2008/2009.

Tratamento	Nº de colmos (Colmos m⁻¹)	Produtividade (Mg ha⁻¹)
2Cj22sc	5,75 b	19,59 c
2Cj22cc	9,59 a	31,68 b
2Cj44sc	7,32 b	24,30 c
2Cj44cc	12,18 a	43,17 a
1Cj44cc	11,09 a	37,04 b
2Cj51sc	10,49 a	33,07 b
2Cj51cc	13,34 a	50,45 a
1Cj51cc	11,03 a	35,21 b
MC H A	13,65 a	51,89 a
MC H 0	12,34 a	42,95 a
MC 0 0	11,65 a	37,98 b
Média	10,77	37,03
CV (%)	23,72	25,05

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knott, em nível de 5% de probabilidade.

Semear a Crotalaria aos 44 ou 51 DAC e cortá-la aos 154 DAC resultou nas melhores produtividades de cana dos sistemas consorciados. Estes tratamentos produziram tanto quanto aqueles com monocultivo de cana que receberam 80 kg ha^{-1} de N e 80 kg ha^{-1} de K_2O . O tratamento 2Cj51cc produziu $12,47 \text{ Mg ha}^{-1}$ a mais que a testemunha absoluta (MC 0 0).

As produtividades média dos tratamentos MC H A, 2Cj51cc, 2Cj44cc e MC H 0 foram, respectivamente, 26,8%, 24,7%, 13,1% e 11,6%, superiores a produtividade média do MC 0 0, mas não diferiram entre si.

Resende (2000), avaliando o consórcio de quatro tipos de leguminosa (*C. juncea*, *C. spectabilis*, *Canavalia ensiformis* e *Mucuna deeringiana*) durante dois ciclos, chegou à conclusão que a *Crotalaria juncea* (cana-planta $73,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ e primeira soca $58,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) e a *Canavalia ensiformis* (cana-planta $75,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ e primeira soca $58,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) influenciaram negativamente a produção de colmos em relação à testemunha em que foi parcelada a adubação nitrogenada ($50 \text{ kg} + 50 \text{ kg ha}^{-1}$ de N) - cana-planta $99,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ e primeira soca $74,9 \text{ Mg ha}^{-1}$. Nesse trabalho, o autor evidencia a possibilidade de se utilizar o intercultivo com leguminosas menos agressivas, como a *Crotalaria spectabilis* que proporcionou os maiores rendimentos de colmos de cana (cana-planta $90,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ e primeira soca $73,4 \text{ Mg ha}^{-1}$), superando a testemunha absoluta em 11% e tendo efeito equivalente a aplicação de 100 kg ha^{-1} de N-fertilizante.

O cultivo intercalar de leguminosas na cultura de cana-de-açúcar deve ter um foco diferente da adubação verde que define que as espécies mais indicadas para a adubação verde são as que possuem grande produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio com alta contribuição da FBN, num espaço de tempo o mais curto possível (Resende, 2000). O mesmo autor continua sugerindo que se utilizem espécies com crescimento inicial mais lento que não prejudique o perfilhamento da cana, sendo que a *Crotalaria spectabilis* demonstrou-se bastante promissora nesse aspecto, porém, nas condições experimentais, sua produção de fitomassa e o acúmulo de N-total foram baixos quando comparados com as demais leguminosas. Ele termina concluindo que é preciso trabalhar na busca de espécies de leguminosas que se adaptem melhor a estas condições, além de encontrar a densidade de plantio de leguminosas ideal para intercalar com a cultura de cana-de-açúcar e, até mesmo, o uso de variedades de cana com perfilhamento mais agressivo. Neste trabalho, o autor semeou as leguminosas junto com o plantio da

cana-planta e repetiu na primeira soca, logo após o corte da cana. Isto, com certeza, acabou prejudicando o desenvolvimento da cana-de-açúcar.

O MC H 0, apesar de não ter sido adubado, obteve produtividade semelhante ao MC H A (Tabela 17), indicando que o controle das plantas daninhas é muito importante, pois essas espécies estão muito bem adaptadas às condições locais e, ao ser feito algum tipo de controle, elas, conseqüentemente, trarão declínio ao canavial e, por fim, aumentarão o banco de sementes no solo.

4.6 - Brix, PBU, POL, pureza, fibra e PC

Estas características não apresentam efeitos significativos ($P < 0,01$) dos tratamentos que apresentaram, em média, Brix de 21,94 %, PBU de 158,77 g, POL de 19,76%, Pureza de 87,99%, Fibra de 15,54% e PC de 15,52%.

4.7 - Açúcar total recuperável (ATR)

A Tabela 18 apresenta os valores de ATR (kg ton^{-1}) que não diferiram estatisticamente.

Tabela 18. Características agroindustriais, açúcar total recuperável (ATR) - Campos dos Goytacazes - RJ

Tratamento	ATR kg ton⁻¹
2Cj22sc	142,3980 a
2Cj22cc	144,1682 a
2Cj44sc	137,4395 a
2Cj44cc	144,5468 a
1Cj44cc	138,4052 a
2Cj51sc	143,1452 a
2Cj51cc	142,1023 a
1Cj51cc	142,3503 a
MC H A	150,5440 a
MC H 0	148,5843 a
MC 0 0	147,7253 a
Média	140,5281

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, pertencem a um mesmo grupo e não diferem pelo teste de Scott-knott ,em nível de 5% de probabilidade

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Adubação verde é uma tecnologia que contribui muito na qualidade dos solos quando é utilizada corretamente. As leguminosas semeadas antes do plantio do canavial em reforma possibilitam o aproveitamento dos vários benefícios desta espécie: reciclagem de nutrientes, controle de nematóides e de plantas invasoras, fixação de nitrogênio atmosférico, rotação de culturas, entre outros.

Como os benefícios da utilização de leguminosas para a adubação verde são extremamente importantes na manutenção dos níveis de fertilidade dos solos, por que não utilizá-la na entrelinhas da soca de cana-de-açúcar.

Para avaliar o efeito da semeadura de leguminosa *Crotalaria juncea* na entrelinha da cana, foi conduzido um experimento a campo na Fazenda Abadia, em Campos dos Goytacazes – RJ. A Crotalaria foi semeada em um sistema de faixa com onze tratamentos e quatro repetições: Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 22 dias **DAC** sem corte (**2CJ22sc**); Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 22 dias **DAC** e cortada aos 132 **DAS** (**2Cj22cc**); Duas linha de *C. juncea* semeada aos 44 **DAC** e sem corte (**2Cj44sc**); Duas linha de *C. juncea* semeada aos 44 **DAC** e cortada aos 110 **DAS** (**2Cj44cc**); Uma linha de *C. juncea* semeada aos 44 **DAC** e cortada aos 110 **DAS** (**1Cj44cc**); Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 51 **DAC** e sem corte (**2Cj51sc**); Duas linhas de *C. juncea* semeada aos 51 **DAC** e cortada aos 103 **DAS** (**2CJ51cc**); Uma linha de *C. juncea* semeada aos 51 **DAC** e cortada aos 103 **DAS** (**2Cj51sc**); Monocultivo da cana-

de-açúcar com controle de plantas daninhas e com adubação de cobertura (**MC H A**); Monocultivo da cana-de-açúcar com controle de plantas daninhas e sem adubação de cobertura (**MC H 0**); Monocultivo da cana-de-açúcar sem controle de plantas daninhas e sem adubação de cobertura (**MC 0 0**).

Os tratamentos 2Cj44cc, 2Cj51cc, MC H 0 e MC H A foram estatisticamente iguais na variável produtividade de colmos por hectare ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-knott.

Semear a Crotalaria aos 44 ou 51 DAC e cortá-la aos 154 DAC resultou nas melhores produtividades de cana nos sistemas consorciados. Estes tratamentos produziram tanto quanto aqueles com monocultivo de cana que receberam 80 kg ha^{-1} de N e 80 kg ha^{-1} de K_2O . O tratamento 2CJ51cc produziu $12,47 \text{ Mg ha}^{-1}$ a mais que a testemunha absoluta (MC 0 0).

As produtividades médias dos tratamentos MC H A, 2Cj51cc, 2Cj44cc e MC H foram, respectivamente, 26,8%, 24,7%, 13,1% e 11,0%, superiores a produtividade média do MC 0 0.

Os menores valores de dominância (fitomassa de plantas daninhas por metro quadrado) foram de 2Cj44cc e 2Cj44sc. A dominância no 2Cj51cc foi igual ao MC H A e menor do que o MC 0 0. O 2Cj22sc apresentou valor de dominância menor que o 2Cj51cc e menor do que os tratamentos controle MC H A e MC 0 0, porém foi maior do que o MC H 0.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Atualmente a cultura da cana-de-açúcar está em plena expansão devido ao grande sucesso do etanol - combustível renovável – e as perspectivas futuras são muito boas para o setor. Novos pólos estão se desenvolvendo e com isso novas fronteiras estão surgindo. Paralelamente, a pesquisa vem acompanhando este novo cenário nacional de prosperidade e a sociedade, também, vem cobrando medidas de controle de gastos das reservas fósseis de energia.

A adubação verde já é de muito tempo conhecida e os benefícios que advêm da adoção desta tecnologia, em termos de aumento de qualidade e produtividade, são animadores, porém ainda encontramos certa resistência por parte da cadeia produtiva em adotá-la. Talvez por falta de um maior profissionalismo dos técnicos ou, talvez, por falta de divulgação aos produtores.

Os resultados deste estudo vêm de encontro a outros que confirmam a possibilidade de se intercalar a *Crotalaria juncea* na cultura da cana, ou mesmo outra leguminosa, pois, mesmo com o desenvolvimento da pesquisa de cultivares eficientes na FBN, existe a possibilidade de reduzir ou eliminar a adubação nitrogenada com a utilização da adubação verde.

Para que o aumento da adoção da adubação verde seja uma realidade. é necessário fazer mais pesquisa e como sugestões de experimentação podemos citar: determinação da melhor época de plantio após o corte da cana, melhor densidade de plantas da leguminosa, determinar melhor época do corte da *Crotalaria* em função do seu crescimento e da cana, adaptar algum tipo de

mecanismo de corte mecanizado da Crotalaria e pesquisar a possibilidade de se adaptar a semeadora no cultivador de cana para fazer uma operação única. As áreas de colheita mecanizada são outros fatores importantíssimos para se pesquisar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, F.A.de; Fantini Neto, A. E.; Paula, M. B. de; Mesquita, H. A. de; Muniz, J. A. (2000) *Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288.
- Almeida, V. P.; Alves, M. C.; Silva, E. C. da; Oliveira, S. A. de. (2008) *Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.1227-1237.
- Alvarenga, R. C.; Cabezas, W. A. L.; Cruz, J. C.; Santana, D. P. (2001) *Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto*. Informe Agropecuário, v.22, p. 25-36.
- Ambrosano, E. J.; Trivelin, P. C. O.; Cantarella, H.; Ambrosano, G. M. B.; Schammas, E. A.; Guirado, N.; Rossi, F.; Mendes, P. C. D.; Muraoka, T. (2005) *Utilization of nitrogen from green manure and mineral fertilizer by sugar cane*. Scientia Agricola , v.62, n.6, p.534-542.

- Altieri, M. (2008) *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável* Miguel Altieri. 5ª Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 120p.
- Amado, T. J. C.; Mielniczuk, J.; Aita, C. (2002) *Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.241-248.
- Azevedo, H. J.; Souza, D. de; Rabelo, P. R. (2000) - *Boletim Climático do Campus Dr. Leonel Miranda*. Dados mensais (1975-1999). Boletim Técnico nº 16.
- Boareto, A. E.; Chitolina, J. C.; Raij, B. Van; Silva, F. C. da; Tedesco, M. J. & Carmo, C. A. F. de S. do. (1999) *Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química*. In: Silva, F. C. da (org.) *Manual De análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: EMBRAPA – Embrapa comunicação para Transferencia de tecnologias, p. 49-73.
- Boddey, R. M.; Sá, J. C. M.; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S. (1997) *The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics*. Soil Biology and Biochemistry, v. 29, p.787-799.
- Brandão, M.; Paluma, E.; Kein, V. L. G.; Mautone, L.;Guimarães, E. F.; Pereira, R. C.; Miguel, J. R. (1995) *Plantas daninhas do Estado do Rio de Janeiro: acréscimo aos trabalhos já efetuados no Estado*. Planta Daninha, v. 13, n. 2, p. 98-116.
- Carnaúba, B. A. A. (1989) *Eficiência de utilização e efeito residual da uréia - 15N em cana-de-açúcar (Saccharum spp), em condições de campo*. 193p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP, Piracicaba.
- Casagrande, A. A. (1983) *Culturas subsidiárias à cana-de-açúcar*. Stab, dezembro.

- Cazetta, D. A.; Filho, D. F.; Giroto, F. (2005) *Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e Crotalaria*. Acta Sci. Agron., v. 27, n.4, p. 575-580.
- Chaves, J. C. D.; Calegari, A. (2001) *Adubação verde e rotação de culturas*. Informe Agropecuário, v.22, p.53-60.
- Cock, J. H.(2001) Sugarcane growth and development. In: Simpósio Internacional de Fisiologia da cana-de-açúcar, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, Stab, 2001. 1 CD-ROM.
- COEST (1986) *Novas variedades RB para os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo e regiões nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia*. Instituto do açúcar e álcool (IAA). Programa nacional de melhoramento da cana-de-açúcar. Coordenadoria regional leste.
- Conab (2008) - Companhia Nacional de Abastecimento – *Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2008/2009, terceiro levantamento, dezembro/2008*. <<http://www.conab.gov.br>.
- Conab (2009) - Companhia Nacional de Abastecimento – *Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2009/2010, terceiro levantamento, dezembro/2009*. <<http://www.conab.gov.br>.
- Curtis, J. I.; McIntosh, R. P. (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology, 31: 434-455.
- Döbereiner, J. (1959) *Influência da cana-de-açúcar na população de Beijerinckia do solo*. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.19, p.251-258.
- Dourado, M. C.; Silva, T. R. B. da ; Bolonhezi, A. C.(2001) *Matéria seca e produção de grãos de Crotalaria juncea L. submetida à poda e adubação fosfatada*. Scientia Agricola, v.58, n.2, p.287-293.

- Duarte Júnior, J.B. (2006) *Avaliação agrônômica da cana-de-açúcar, milho e feijão em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes-RJ*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 284p.
- Duarte Júnior, J.B; Coelho, F. C. (2008) *A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 6, p. 576-583.
- Duarte Júnior, J. B.; Coelho, F. C.; Freitas, S. de P. (2009) *Dinâmica de populações de plantas daninhas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional*. Semina: Ciências Agrárias, v. 30, n. 3, p. 595-612.
- Ernani, P. R.; Bayer, C.; Fontoura, S. M. V. (2001) *Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, p.897-904.
- Favarin, J. L.; Dourado Neto, D. ; García, A. G. y; Villa Nova, N. A. ; Favarin, M. da G. G. V. (2002) *Equações para a estimativa de área foliar do cafeeiro*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n. 6,p. 769-773.
- Favero, C.; Jucksch, I. ; Alvarenga, R. C.; Costa, L. M. da. (2001) *Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362.
- Fernandes, M. F.; C.; Barreto, A. C.; Filho, J. E. (1999) *Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1593-1600.
- Flesch, R. D. (2002) *Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 1, p. 51-56..

- Gallo, J. R.; Alvarez, R.; Abramides, E. (1962) *Amostragem em cana-de-açúcar, para fins de análise foliar*. *Bragantia* v. 21, n. 54, p.899-921.
- Garcia, J. C. (2005) *Efeitos da adubação orgânica, associada ou não à adubação química, calagem e fosfatagem, nos rendimentos agrícola: e de aguardente teórica da cana-de-açúcar (Saccharum spp)*. Tese (Doutorado) – Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 82 p.
- Floss, E. (2000) *Benefícios da biomassa de aveia no sistema de semeadura direta*. *Revista Plantio Direto*. V.57, p. 25-29.
- Gava, G.J. C.; Trivelin, P. C.; Oliveira, M. W.; Penatti, C.P. ; Vitti, A. C.(2001) *Perdas de amônia proveniente da mistura de vinhaça e uréia aplicada ao solo coberto ou descoberto por palha de cana-de-açúcar*. *STAB, Piracicaba*, v.19, p.40-42.
- Gliessman, S. R. (2000). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 653p.
- Gomide, M. B.; Lemos, O. V.; Tourino, D.; Carvalho, M. M.; Carvalho, J. G.; Duarte, C. S. (1977) *Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí*. *Ciência Prática, Lavras*, v.1, n.2, p.118-123.
- Gravena, R.; Kuva, M. A.; Pitelli, R. A. (2001) *Períodos de interferência de plantas daninhas em soqueira de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. In: Congresso de la Asociacion Latino Americana de Malezas, v.15., Maracaibo. Resumos... Maracaibo: SOVECOM. p. 102.
- Herman, E. R.; Câmara, G. M. S. (1999). *Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar*. *Stab. Açúcar, Alcól & Subprodutos*, v. 17, n. 5, p. 32-34.

- Huerta, S. A (1962). *Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el area del cafeto. Cenicafé*. Chinchina, v.13, n.1, p.33-42.
- Inman-Bamber, N.G. (2004) *Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off*. Field Crops Research, 89:107-122.
- Jimenez, R. L. ; Gonçalves, W. G.; Araujo Filho, J. V. de ; Assis, R. L. de ; Pirews, F. R. ; Silva, G. P. (2008) *Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um latossolo vermelho*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 2, p. 116-121.
- Jones, M. L.; Wolf, B.; Mills, H. A. (1991) *Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens, Georgia, USA. Micro-Macro Publishing Inc., 213p.
- Kissmann, K. G.; Groth, D. (1992) *Plantas infestantes e nocivas*. São Paulo: Basf, 798 p.
- Kissmann, K. G. (1997) *Plantas infestantes e nocivas*. São Paulo: Basf, Tomo 1, p.825.
- Kuva, M. A.; Gravena, R.; Pitelli, R. A.; Christoffoleti, P. J.; Alves, P. L. C. A. (2003) *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.
- Kuva, M. A.; Pitelli, R. A.; Salgado, T. P.; Alves, P. L. C. A. (2007) *Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua*. Planta Daninha, v. 25, n. 3, p. 501-511.
- Jackson, M. L. (1965) *Nitrogen determinations for soil and plant tissue*. In: Jackson, M. L. (Ed.). Soil chemical analysis. Englewood Cliffs, Prentice Hall, p. 195-196.

- Landell, M. G. de A (1998) *Plantio com MEIOSI*. 2º seminário IDEA, Redução de custos na lavoura canavieira, p. 54-62.
- Lima, M. A de (2002). *Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios*. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília. 19: 451-472.
- Lima, E.; Boddey, R.M.; Döbereiner, J. (1987) *Quantification of biological nitrogen fixation associated with sugar cane using a 15N aided nitrogen balance*. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v.19, p.165-170.
- Linder, R. C. (1944) *Rapid analytical methods for some of the major common inorganic constituents of plant tissues*. Plant Physiology, 19: 76-89.
- Lombardi, A; C.; Morgado, I. F.; Crus Filho, D. J.; Rosa, J. I. C.; Godoy, O. P.; Minami, E. (1981) *Agricultura energética e produção de alimentos. Avaliação preliminar da experimentação de cana-de-açúcar rotacionada com o milho, feijão, quiabo e abóbora, na região Norte Fluminense, RJ*. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v. 98, n.6, p. 27-33.
- Lorenzi, H. (1988) *Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar*. In: Seminário de Tecnologia agrônômica, 4, Anais... São Paulo:
- Loss, L.; Pereira, M. G.; Schultz, N.; Anjos, L. H. dos; Silva, E. M. R. da (2009) *Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, n. 44, p. 68-75.
- Machado, P. L. O. de A. (2005) *Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global*. Química Nova, v. 28, n. 2, p. 329-334.
- Malavolta, E. et al.(1989) *Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e Aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 201 p.

- Malavolta, E. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Müller, M. M. C.; Ceccon, G.; Rosolem, C. A. (2001) *Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno*. Revista Brasileira de Ciência do Solo. V.25, p. 531-538.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. A. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley, 547p.
- Miyasaka, S.; Camargo, O.A. de; Cavaleri, P.A.; Godoy, I.J. de; Werner, J.C.; Curi, S.M.; Lombardi Neto, F.; Medina, J.C.; Cervellini, G.S.; Bulisani, E.A. (1984) *Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo*. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo*. Campinas. Parte 1, p.1-109.
- Olivares, F.L. (1997) *Taxonomia, ecologia e mecanismos envolvidos na infecção e colonização de plantas de cana-de-açúcar (Saccharum sp. Híbrido) por bactérias endofíticas do gênero Herbaspirillum*. Tese (Doutorado) - UFRRJ, Seropédica, R.J.
- Oliveira, A. R.; Freitas, S. P. (2008) *Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar*. Planta Daninha, v. 26, n. 1, p. 33-46.
- Orlando Filho, J. Haag, H. P.; Zambello Junior, E. (1980) *Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76 em função de idade em solos do Estado de São Paulo*. Boletim Técnico Planalsucar, Piracicaba, v.2, n.1, p.1-128.
- Pacheco, J. M.; Campelo Júnior, J. H. (2001) *Necessidades hídricas da Crotalaria juncea L*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 9, n. 1, p. 51-58.

- Pereira, A.J.; Guerra, J. G.M.; Moreira, V. F.; Teixeira, M. G.; Urquiaga, S.; Polidoro, J. C.; Espindola, J. A. A. (2005) *Desempenho agrônomo de Crotalaria juncea em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano*. Comunicado Técnico n. 82, Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo. 4 p.
- Perin, A.; Guerra, J. G. M.; Teixeira, M. G. (2003) *Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n. 1, p. 791-796.
- Perin, A.; Santos, R. H. S.; Urquiaga, S.; Guerra, J. G. M.; Cecon, P. R. (2004) *Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40.
- Perin, A.; Santos, R. H. S.; Urquiaga, S.; Guerra, J. G. M.; Cecon, P. R. (2004) *Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (Brassica oleraceae L. var. italica) cultivado em sucessão ao milho (Zea mays L.)*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1739-1745.
- Pitelli, R. A. (1985) *Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas*. Informe Agropecuário, v. 11, n. 129, p. 16-27.
- Polidoro, J.C. (2001) *O molibdênio na nutrição nitrogenada e na fixação biológica de nitrogênio atmosférico associada à cultura de cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado) - UFRRJ, Seropédica, R.J.
- Resende, A. S. de (2000) *A fixação biológica de nitrogênio (FBN) como suporte da produtividade e fertilidade nitrogenada dos solos na cultura de cana-de-açúcar: uso de adubo verde*. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) – Seropédica, RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 145p.

- Santos, V. S dos; Campelo Júnior, J. H. (2003) *Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes, em diferentes épocas de semeadura*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.1, p.91-98.
- Sabadin, H. C. (1984) *Adubação verde*. Lavoura Arrozeira, v.37, n. 354, p. 19-26.
- Scott, A.; Knott, M. (1974) *A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance*. Biometric, Washington, v. 30, p. 507-512.
- Sieverding, E. (1991) *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems*. Eschborn: Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, p. 371.
- Sindicato da Indústria e da Refinação do Açúcar nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (1991) *Regulamento do sistema de pagamento de canas de fornecedores pelo teor de sacarose e pureza no Estado do Rio de Janeiro*. Campos dos Goytacazes – RJ, 35p.
- Smyth, A. J.; Dumanski, J. A. (1995). *A framework for evaluating sustainable land management*. Can. J. Soil Sci. 75: 401-406.
- Souza Filho, B. F.; Andrade, M. J. B.(1985) *Sistemas de produção de feijão em consórcio com a cana-de-açúcar*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 20, n. 3, p. 343-348.
- Souza, L. S.; Velini, E. D.; Maiomoni-Rodella, R. C. S.(2008) *Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (Brachiaria decumbens) no desenvolvimento inicial de eucalipto (Eucalyptus grandis)*. Planta Daninha, v. 21, n. 3, p. 343-354.
- Sudo, A.; Guerra, J. G. M.; Almeida, D. L.; Ribeiro, R. L. D. (1998) *Cultivo consorciado de cenoura e alface sob manejo orgânico*. Seropédica: CNPAB, 4 p. (Recomendação Técnica, 2)

- Suguitani, C. (2006) *Entendendo o crescimento e a produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosicas*. Tese (doutorado em Fitotecnia). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Piracicaba, SP. 60 p.
- Torres, J. L. R.; Pereira, M. G.; Andrioli, I.; Polidoro, J. C.; Fabian, A. J. (2005). *Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado*. Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 29, p. 609-618.
- Trivelin, P. C. O.; Victoria, R. L.; Rodriguês, J. C. S. (1995) *Aproveitamento por soqueira de cana-de-açúcar de final de safra do nitrogênio da aquamônio-15N e uréia-15N aplicado ao solo em complemento à vinhaça*. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.12, p.1375-1385.
- Trivelin, P. C. O.; Rodriguês, 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, Brasília, v. 31, n. 2, p. 89-99.
- Urquiaga, S.; Cruz, K. H. S.; Boddey, R. M. (1992) *Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates*. Soil Science and Society of América Journal, v. 56, p.105-114.
- Vieira, C. (1988) *Cultivos consorciados*. In: Vieira, C.; Paula Júnior, T. J.; Borém, A. (eds.). *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais*. Viçosa: UFV, p. 523-558.
- Wutke, E. B.; Arevalo, R. (2006) *A. Adubação verde com leguminosas no rendimento da cana-de-açúcar e no manejo de plantas infestantes*. Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, Campinas, n. 198, p. 28.

Xavier, R. P. (2002) *Adubação verde em cana-de-açúcar: influência na nutrição nitrogenada e na decomposição dos resíduos da colheita*. Dissertação (mestrado) – UFRRJ, Seropédica – RJ.

Yoneyama, T.; Muraoka, T.; Kim, T.H.; Dacanay, E.V.; Nakanishi, Y. (1997) *The natural ^{15}N abundance of sugarcane and neighbouring plants in Brazil, the Philippines and Miyako (Japan)*. Plant and Soil, Dordrecht, v.189, v.239-244.