

INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO NA
DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS E NO DESEMPENHO DO
MILHO-PIPOCA EM PLANTIO DIRETO

REYNALDO TANCREDO AMIM

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JANEIRO – 2010

INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO NA
DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS E NO DESEMPENHO DO
MILHO-PIPOCA EM PLANTIO DIRETO

REYNALDO TANCREDO AMIM

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

Orientador: Prof. Dr. Silvério de Paiva Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JANEIRO – 2010

INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO NA
DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS E NO DESEMPENHO DO
MILHO-PIPOCA EM PLANTIO DIRETO

REYNALDO TANCREDO AMIM

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

Aprovada em 22 de janeiro de 2010

Comissão examinadora:

Dr. Silvério de Paiva Freitas Júnior (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas)
– UENF

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

Pesq. Anderson Ramos de Oliveira (D.Sc., Produção Vegetal) - EMBRAPA
Semiárido

Prof. Silvério de Paiva Freitas (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
(Orientador)

A meus pais Reinaldo e Maria das Graças (Branca), meus tios Osvaldo e Ana Maria e a Natália, pelo amor, carinho, compreensão, amparo e incentivos em todos os momentos desta caminhada. Às minhas irmãs Anne e Laís e todos os meus tios (as) e primos (as).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e amparo nos momentos mais difíceis.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF – pela oportunidade de realização do curso e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Silvério de Paiva Freitas por todos os ensinamentos a mim repassados durante este período, pela orientação, conselhos, confiança, apoio, cobranças e principalmente pela amizade.

Aos professores Fábio Cunha Coelho, Geraldo de Amaral Gravina e Ricardo Ferreira Garcia pelos conselhos, sugestões e ajudas, os quais contribuíram muito para a realização do trabalho.

À minha namorada Natália Barbosa Lima pela ajuda nos momentos de maiores dificuldades, e pelo apoio e carinho em todos os momentos.

Aos meus amigos Ismael, Eurico, Juares, Herval e Thiago, pela ajuda durante as avaliações do experimento e, principalmente, pela amizade e pelos vários bons momentos proporcionados durante estes dois anos.

Ao Márcio Luiz Lopes de Almeida, técnico de nível superior do LFIT, responsável pela unidade experimental da UENF localizada na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo. Aos funcionários de campo do LFIT por terem ajudado nas atividades do experimento sempre que solicitado, sendo estes: Amauri Rangel da Silva, Carlos Antônio da Penha, Eduardo Augusto Rangel dos Santos Neto, José Antônio dos Santos Maciel, Nilson Marinho de Souza, Paulo

Cesar Paes Fernandes, Manoel Carlos de Souza, Pedro Luiz Fernandes Brasil, Sérgio Cordeiro de Freitas e Valter Gomes de Azevedo, cada qual dentro de suas funções. Ao motorista da UENF Jorge Jióia, por estar sempre bem disposto a ajudar e pelos favores cumpridos sempre com boa vontade, e principalmente pela amizade e companheirismo de todas as idas e vindas ao local do experimento.

Aos meus tios Osvaldo e Ana Maria pelo conforto oferecido e por me tratarem como filho, proporcionando-me condições ideais para o êxito nos estudos.

A toda minha família que sempre me incentivou e deu forças para eu continuar meus estudos, em especial ao meu primo Thiago, o qual praticamente me obrigou a ingressar no curso de graduação em Agronomia da UENF, e ao Odilon, que eu considero como um grande irmão.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1– Aspectos gerais da cultura do milho-pipoca.....	4
2.2– O sistema de plantio direto.....	7
2.3– Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto.....	9
2.4– Plantas para formação de palhada e qualidade da palhada.....	11
3- MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1– Localização geográfica e caracterização do clima.....	15
3.2– Caracterização da área.....	16
3.3– Primeira fase: Formação da cobertura do solo.....	17
3.3.1– Delineamento experimental e tratamentos.....	17
3.3.2– Preparo do solo.....	18
3.3.3– Semeadura e manejo das plantas de cobertura.....	19
3.3.4– Variáveis analisadas.....	21

3.3.4.1– Taxa de cobertura do solo pelas plantas de cobertura.....	21
3.3.4.2– Produção de matéria seca e teores de N, P e K nas plantas de cobertura.....	22
3.3.4.3– Levantamento fitossociológico.....	24
3.4– Segunda fase: avaliação das plantas de cobertura e da época de manejo no desempenho do milho-pipoca.....	26
3.4.1– Caracterização da área e montagem do experimento.....	26
3.4.2– Aplicação do herbicida para dessecação da cobertura.....	28
3.4.3– Semeadura do milho-pipoca.....	29
3.4.4- Aplicação do herbicida na cultura do milho-pipoca.....	30
3.4.5– Variáveis analisadas.....	31
3.4.5.1– Componentes de produção do milho-pipoca.....	31
3.4.5.2– Levantamento fitossociológico.....	32
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1– Primeira fase: formação da cobertura do solo.....	33
4.1.1 - Taxa de cobertura do solo.....	33
4.1.2– Produção de matéria seca e teor de N, P e K da parte aérea.....	36
4.1.2– Levantamento fitossociológico.....	40
4.2– Segunda fase: avaliação das plantas de cobertura e da época de manejo no comportamento da cultura na região.....	44
4.2.1– Fatores de produção do milho-pipoca.....	44
4.2.1.1– Componentes de produção do milho-pipoca.....	48
4.2.1.2– Levantamento fitossociológico na cultura do milho-pipoca.....	62
5- RESUMO E CONCLUSÕES.....	76
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

RESUMO

AMIM, REYNALDO TANCREDO; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Janeiro 2010. Influência de plantas de cobertura do solo na dinâmica de plantas daninhas e no desempenho do milho-pipoca em plantio direto. Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de quatro tipos de cobertura do solo, a época de dessecação e o manejo das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca. O experimento foi conduzido em duas fases, no sistema de plantio direto, em Campos dos Goytacazes-RJ. Na primeira fase, foi adotado o delineamento em blocos casualizados e os tratamentos foram compostos por quatro tipos de cobertura do solo (aveia-preta, feijão-de-porco, feijão-de-porco+aveia-preta e vegetação natural). Avaliou-se a taxa de cobertura do solo aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência (DAE), os teores de N, P e K na parte aérea das plantas de cobertura, e a produção de matéria seca total (MST) e das plantas de cobertura (MSPC). Realizou-se estudo da vegetação em cada cobertura fazendo-se o levantamento fitossociológico. Na segunda fase os tratamentos foram compostos por quatro coberturas do solo, quatro épocas de dessecação das coberturas (1^a, 2^a, 3^a e 4^a época, sendo aos 21, 14, 7 e 1 DAS) e dois manejos das plantas daninhas na cultura (com e sem nicosulfuron+atrazine), no arranjo de parcelas subdivididas. Adicionaram-se duas testemunhas compostas pelo plantio convencional do milho-pipoca com e sem herbicidas para controle das plantas daninhas. Foram avaliados a altura de plantas, diâmetro de colmo, número de plantas, número de espigas, peso de espigas, peso de grãos, peso de 100 grãos e capacidade de expansão. Foi realizado levantamento

fitossociológico, para identificar as plantas daninhas presentes na cultura do milho-pipoca e possíveis alterações florísticas na área. Entre as coberturas do solo, feijão-de-porco e feijão-de-porco + aveia-preta destacaram-se quanto à cobertura inicial do solo, cobrindo 24,79 e 17,64 % do solo aos 7 DAE, respectivamente. A vegetação natural apresentou baixa taxa de cobertura inicial do solo, porém, foi a única que atingiu 100% de cobertura do solo e a que produziu a maior MST. O feijão-de-porco foi a cobertura que acumulou os maiores teores de N, P e K na parte aérea. No levantamento fitossociológico da primeira fase, a espécie *Panicum maximum* apresentou o maior índice de valor de importância (IVI) nas coberturas de vegetação natural, aveia-preta e feijão-de-porco+aveia-preta. Na cobertura de feijão-de-porco a espécie *Sorghum arundinaceum* apresentou o maior IVI. Na segunda fase, nos tratamentos sem herbicidas, a presença da cobertura sobre solo proporcionou controle da espécie *P. maximum*, reduzindo seu IVI em todos os tipos de cobertura. Nos tratamentos com herbicidas, observou-se que a mistura de herbicidas nicosulfuron+atrazine não controlou as espécies *P. maximum*, *Digitaria horizontalis* e *Cyperus rotundus*. O plantio direto na palhada da vegetação natural dessecada na 4ª época (21 DAS), com herbicidas, apresentou a maior produtividade de grãos, não se diferenciando do plantio convencional com herbicidas e outros 24 tratamentos de plantio direto.

ABSTRACT

AMIM, REYNALDO TANCREDO; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. January, 2010. Influence of cover crops of soil about dynamics of weeds and performance of popcorn in no-tillage. Adviser: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

The objective of this study was to evaluate the influence of four kinds of cover crop, it's day of desiccation and weed management in the culture of popcorn. The experiment was conducted in two phases, in the no-tillage system, in Campos dos Goytacazes-RJ. In the first phase, was used a randomized block design and treatments were composed of four kinds of cover crops (black oat, jack bean, jack bean + black oat, and natural vegetation). We evaluated the rate of soil coverage at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after emergence (DAE), the levels of N, P and K in the shoots of coverage, and the production of dry matter and dry matter cover crops. Study was conducted in each of the vegetation cover by having the phytosociological survey. In the second phase the treatments were consist of four soil covers, four periods of desiccation of the coverage (1st, 2nd, 3rd and 4th season, at 21, 14, 7 and 1 days before sowing - DAS) and two management of weeds in the crop (with and without nicosulfuron + atrazine) in split plot arrangement. We added two witnesses made by conventional tillage popcorn with and without herbicides to control weeds. We evaluated the plant height, stem diameter, number of plants, number of ears, ear weight, grain weight, 100 grains weight and expandability. Phytosociological survey was conducted to identify the weeds present in popcorn and possible changes in the flora area. Among the soil covers, jack bean and jack bean + black oat stood out as the initial coverage of the soil, covering, 24.79 and 17.64% of the soil at 7 DAE, respectively. The natural

vegetation had low initial coverage rate of the soil, however, it was the only one that reached 100% coverage of soil and that produced the largest rate dry matter. The jack bean was the coverage that has accumulated the highest levels of N, P and K in the shoots. In the phytosociological survey of the first phase, *Panicum maximum* had the highest index importance value (IVI) in coverage of natural vegetation, black oat and jack bean + black oat. In coverage of jack bean the species *Sorghum arundinaceum* presented the highest IVI. In the second phase, the treatments without herbicides, the presence of coverage on the ground resulted in the control of the species *P. maximum*, reducing its IVI in all kinds of coverage. In the treatments with herbicides, it was observed that the mixture of herbicides atrazine + nicosulfuron did not control the *P. maximum*, *Digitaria horizontalis* and *Cyperus rotundus*. The no-tillage about natural vegetation residue dried out in the 4th season, with herbicides, showed the highest yield, no significant differences in conventional tillage with herbicides and 24 other tillage treatments.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com produção de 51 milhões de toneladas do grão na safra 2008/2009, sendo superado apenas pela produção dos EUA e China (USDA, 2008). Contudo, quando se trata de milho-pipoca, a produção nacional ainda é insuficiente para suprir a demanda interna, observando-se, portanto, evolução considerável na produção do grão ao longo dos anos no Brasil. Estima-se que o consumo nacional de milho-pipoca, entre os anos de 1995 e 2000, era de 80 mil toneladas e o Brasil importava 75 % dessa demanda, o que correspondia a 60 mil toneladas (Galvão et al., 2000). Em relação a 2004/2005, observou-se significativa redução nas importações deste tipo de grão, a qual ficou em torno de 20 mil toneladas (Santos et al., 2007).

A pipoca é um alimento muito apreciado no Brasil, constatando-se aumento crescente na produção e no consumo do grão, principalmente devido à popularização de máquinas elétricas e fornos de microondas para o pipocamento do milho. É considerada uma cultura de alto valor econômico, possuindo valor de mercado bem superior ao do milho comum. Segundo dados da CEAGESP, a saca de 30 kg de milho-pipoca era comercializada a R\$ 54,00 em 14/12/2009. Comparativamente, a saca de 60 kg de milho comum estava sendo comercializada a aproximadamente R\$ 20,00 em 14/12/2009 pela Bolsa de Mercados & Futuros (BM&F, 2009).

O milho-pipoca se caracteriza por possuir grãos pequenos e duros que têm a capacidade de estourar quando aquecidos a temperaturas em torno de 180 °C, se diferenciado deste modo do milho comum. Pertence à família Poaceae e à

espécie botânica *Zea mays* L., assim como o milho comum (Sawazaki, 2001). As plantas do milho-pipoca também diferem das do milho comum em outras características e, geralmente, caracterizam-se por serem mais delicadas. Apresentam maior tamanho do pedúnculo, são mais prolíficas, colmos mais finos, folhas mais estreitas e mais eretas, plantas mais baixas, inserção da espiga superior é mais alta, são mais susceptíveis a pragas e doenças (Cruz et al., 2004; Carpentieri-Pípolo et al., 2002) e apresentam menor número de folhas (Carpentieri-Pípolo et al., 2002).

Por ser uma cultura não muito explorada no país até a algum tempo atrás, as informações existentes sobre o manejo da cultura do milho-pipoca no Brasil ainda são precárias. Muitas vezes as técnicas de manejo utilizadas para o milho-pipoca são adaptadas da cultura do milho comum, a qual já passou por intensas pesquisas (Cruz et al., 2004). As informações de pesquisa sobre o seu cultivo são escassas e as existentes têm sido voltadas, principalmente, para aspectos de melhoramento genético (Bueno e Pereira, 1993; Oliveira et al., 2003). Assim, fica evidente a necessidade de pesquisas específicas para se definir as práticas culturais que melhor se adequam à cultura do milho-pipoca.

Dentre estas práticas culturais, se destaca a interferência imposta pelas plantas daninhas (Constantin et al., 2007). O grau de interferência imposto pelas plantas daninhas à cultura do milho é determinado pela composição florística e pelo período de convivência entre as plantas daninhas e a cultura (Constantin et al., 2007).

Segundo Piteli (1985), o período em que as plantas daninhas e as cultivadas estão disputando os fatores de produção, é o fator que mais influencia no grau de interferência, que normalmente é medido com relação à produção da planta cultivada. O período de convivência foi dividido por Pitelli & Durigan (1984) em período anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção da interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção da interferência (PCPI), sendo este último o período em que a convivência entre as plantas daninhas e a cultura irá causar danos significativos e irreversíveis à produtividade da lavoura. Kozlowski (2002), estudando milho comum, encontrou que o PCI vai do estágio fenológico V_2 ao V_7 .

No Brasil as perdas na produtividade na cultura do milho comum em decorrência da competição com plantas daninhas têm sido descritas como

variando da ordem de 10%, e em casos nos quais não tenha realizado nenhum método de controle essa redução pode atingir 85 % (Adati et al., 2006). Karam e Melhorança (2007) relataram perdas entre 13,1 e 85 % na produtividade do milho comum e Jakelaitis et al. (2005) relataram perdas de 59% na produtividade do milho-pipoca em cultivo convencional sem capina em relação à testemunha capinada, não observando diferença na capacidade de expansão devido à competição da cultura com as plantas daninhas.

Na cultura do milho-pipoca, as medidas de controle de plantas daninhas se restringem, na maioria dos casos, ao uso de herbicidas associados a outros métodos de controle (Sawazaki, 2001). Um dos métodos que pode estar associado ao controle químico é o sistema de plantio direto, onde se tem a necessidade de boa cobertura morta na superfície do solo, a qual irá promover barreira física e também possíveis reações alelopáticas entre as plantas presentes naquele ambiente.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência das plantas de cobertura do solo e das diferentes épocas de dessecação destas coberturas antes da semeadura da cultura, na dinâmica das plantas daninhas da área e no desempenho da cultura do milho-pipoca em sistemas de semeadura direta e convencional.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Aspectos gerais da cultura do milho-pipoca

Assim como o milho comum, o milho-pipoca pertence à família Poaceae e à espécie botânica *Zea mays* L. (Sawazaki, 2001), constituindo a subespécie *Zea mays everta* B. (Gama et al., 1990). O milho-pipoca difere do milho comum, basicamente, por apresentar plantas com menor porte, folhas em menor número e geralmente mais estreitas e com orientação mais ereta, espigas e grãos menores, produz várias espigas por planta, colmos mais finos e menos vigorosos, maior tamanho do pendão (maior produção de pólen), as plantas são mais susceptíveis a pragas e doenças, dificilmente apresentam raízes adventícias e apresentam menor produtividade. A maior diferença entre esses dois tipos de milho está na forma e no tamanho dos grãos, os quais, no tipo pipoca são menores e mais duros do que no milho comum e contêm maior proporção de endosperma duro em relação ao endosperma macio (Cruz et al., 2004). Os grãos de milho-pipoca possuem o pericarpo mais espesso, com o endosperma predominantemente vítreo, porém os grãos possuem menor tamanho e formato mais arredondado (Figura 1).

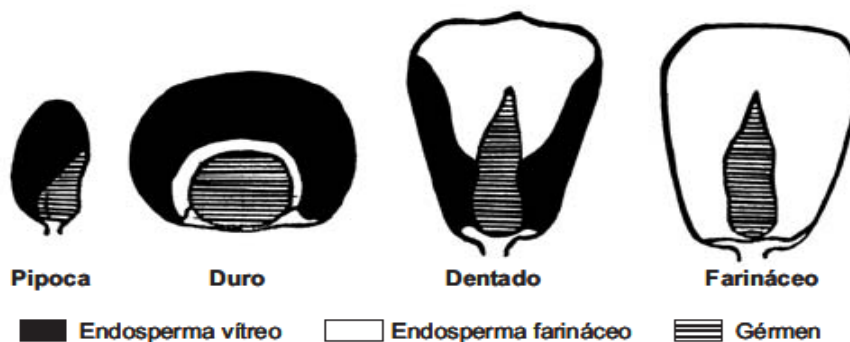


Figura 1 – Tipos de grãos de milho e respectivas proporções de endosperma vítreo e farináceo. Fonte: Paes (2006).

Assim como os demais tipos de milho, é uma planta herbácea, anual e monóica (Larish e Brewbaker 1999; Linares, 1987). Segundo Sawazaki (2001), o milho-pipoca apresenta sistema radicular fasciculado, o qual é mais superficial quando comparado com o do milho comum, o que lhe confere pouca tolerância à seca. O mesmo autor relata que o milho-pipoca caracteriza-se por possuir grãos menores e duros, tendo a capacidade de estourar quando aquecido a uma temperatura de aproximadamente 180°C.

Brewbaker et al. (1996) verificaram que poucos genótipos de milho apresentaram pericarpos tão espessos quanto os modernos tipos de milhos pipoca, ao medirem a espessura do pericarpo de 181 genótipos de milho comum. Os autores concluíram que as atuais espessuras existentes nos milhos pipoca são consequências do melhoramento ou podem ser uma resposta adaptativa aos ataques de fungos. Diferenças na tolerância das sementes de milho à alta temperatura de secagem têm sido relacionadas às características físicas do pericarpo (José et al., 2005). Estes autores concluíram que quanto mais duro o pericarpo, formado por células mais compactadas e densas, maior foi a sensibilidade deste grão à alta temperatura de secagem. A espessura do pericarpo também pode estar relacionada com tolerância a doenças, como mostra o trabalho realizado por Costa et al. (2003), que objetivando identificar características morfológicas que conferisse resistência a *Fusarium moniliforme* em sementes de milho, observaram que a superfície do pericarpo com saliências e reentrâncias acentuadas, pericarpo pouco espesso, amido menos compacto e abertura do canal estilar favoreceram a penetração do patógeno.

O grão do milho-pipoca varia quanto ao tamanho (de 0,5 a 1,0 cm), formato (redondo, chato, pontiagudo) e a coloração (rosa, creme, vermelha, roxa, preta e azul, branca e amarela), sendo as cores branca e amarela as mais comuns (Zinsly e Machado, 1987). Os tipos de maior aceitação comercial são os de grãos redondos, tipo pérola, e com endosperma alaranjado (Ziegler e Ashman, 1994). Para consumo doméstico os grãos geralmente são pequenos (76 a 105 grãos em 10 g) e amarelos, e a pipoca é do tipo borboleta, que é a mais macia.

A cultura do milho-pipoca é considerada de alto valor econômico e com grande potencial para crescer no Brasil, sendo possível se obter bons lucros com a cultura, considerando um ciclo de quatro meses (Freitas Junior, 2008), podendo se obter até 2 ciclos por ano na mesma área, com auxílio da irrigação.

Devido à falta de informações experimentais sobre práticas culturais para o milho-pipoca, as recomendações para esta cultura são as utilizadas para o milho comum, quanto ao tipo de solo, época de plantio, tratamentos culturais e adubação. Segundo Cruz et al. (2004), por ser ainda muito pouco explorada no país, poucas informações existem sobre o manejo da cultura do milho-pipoca. Porém, é sabido que o milho-pipoca apresenta crescimento, desenvolvimento e produção diferenciados nas diversas condições de ambiente (Freitas Junior, 2008). Este fato, aliado ao elevado valor econômico desta cultura, evidencia a necessidade de que mais pesquisas sejam realizadas, buscando novas tecnologias que melhor se adaptem à cultura do milho-pipoca.

Assim, Cruz et al. (2004) recomendam para a cultura do milho-pipoca, que a época de plantio seja estabelecida pelo período chuvoso, devendo o produtor assegurar-se de que durante o período do pendoamento e embonecamento, a lavoura não sofra déficit hídrico, já que as plantas de milho-pipoca possuem o sistema radicular mais superficial e, portanto são mais sensíveis à seca. Para a profundidade de semeadura os autores observam que apesar de a recomendação ser a mesma do milho comum, deve-se evitar solos mal preparados e com muitos torrões, pois a germinação e o crescimento inicial do milho-pipoca são geralmente mais lentos. Assim, quaisquer práticas que facilitem a emergência das plântulas, como um bom preparo do solo, temperatura e umidade adequados e um bom contato do solo com a semente são desejáveis.

2.2 – O sistema de plantio direto

Há cerca de 60 anos, iniciaram-se as primeiras experiências com plantio direto em instituições de pesquisa dos Estados Unidos e de outros países (Duarte Júnior, 2006). Na década de 60, os testes em nível de produtor começaram a ser instalados. Em 1973, Shirley Phillips, da Universidade de Kentucky nos EUA, considerado o grande pioneiro mundial do Plantio Direto, já reportava um total de 430.000 hectares de Plantio Direto apenas nos EUA e Canadá, enquanto na América Latina ainda não havia nenhum produtor utilizando o sistema (ABEAS, 2005).

A descoberta da molécula Paraquat pela Imperial Chemical Industries da Inglaterra (ICI) na década de 50 possibilitou o desenvolvimento desta técnica de plantio. Apesar da descoberta deste herbicida ter ocorrido na Inglaterra, foi nos EUA onde a tecnologia se desenvolveu com mais rapidez, com pesquisas significativas, de resultados positivos na região do Mid-West (Corn Belt) e Sudeste americano (ABEAS, 2005).

No Brasil, os primeiros relatos sobre Plantio Direto datam de 1966, com uma plantadeira John Deere tipo sod seeder na Estação Experimental do Instituto de Pesquisas IRI em Matão – SP, testada para o plantio direto de leguminosas em pastagem de gramínea (Borges, 1993). Porém, os primeiros plantios em nível experimental ocorreram apenas em 1971 no estado do Paraná (Duarte Júnior, 2006) e o primeiro teste em nível de produtor no Brasil foi realizado por Herbert Bartz em Rolândia-PR em 1972 (Borges, 1993).

Hoje o Brasil é o líder de área em plantio direto (PD) na América do Sul e é o pólo de exportação da tecnologia, já que os conceitos, a prática e a pesquisa brasileira em PD são os mais avançados do mundo. Fato este pode ser concretizado pelos dados apresentados por Casão Júnior (2007), onde o autor mostra que atualmente a área ocupada com plantio direto está em torno de 95 milhões de hectares no mundo com aproximadamente 85 % de sua área no continente americano. Segundo o mesmo autor, o Brasil é o responsável por mais de 25 % de toda a área sob plantio direto no mundo, com aproximadamente 25 milhões de hectares cultivados através deste sistema, o que corresponde a mais do que a metade da área agrícola nacional com culturas anuais.

No início, as experiências acumuladas, tanto por parte dos agricultores

quanto pela pesquisa, se referiam à sucessão trigo-soja, pois são as culturas mais difundidas em plantio direto no Sul do Brasil. Na década de 80, a cultura do milho começou a ganhar novos adeptos para cultivo neste sistema (Muzilli et al., 1983).

No plantio direto, a semente e o adubo são colocados diretamente no solo, sem revolvê-lo, usando-se máquinas adaptadas a este sistema de semeadura. Neste sistema, é aberto somente um sulco, de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo. O controle de plantas daninhas, operação fundamental no sistema, pode ser feito com herbicidas aplicados antes ou depois da instalação da cultura. Esse sistema já era utilizado mesmo antes do advento dos herbicidas, mas somente após a chegada desta tecnologia o plantio direto tornou-se viável em grande escala (Machado e Silva, 2001).

As primeiras pesquisas com plantio direto indicaram maior retenção de água, aumento do teor de matéria orgânica, maior movimentação da água no perfil do solo por capilaridade, além de redução do consumo de combustível, da mão-de-obra e da taxa de evaporação de água nos solos. Verificou-se também a necessidade da rotação de culturas e de adubação verde para aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo, reduzir a infestação por plantas daninhas devido a efeitos alelopáticos e/ou supressivos, e somando-se à eficácia dos herbicidas, a redução do custo de produção de maneira geral (Muzilli et al., 1983, Santos et al., 1997).

As implicações ambientais do plantio direto são: redução significativa dos níveis de contaminação dos cursos das águas; alteração da composição da flora e fauna, garantido equilíbrio entre as espécies benéficas e malélicas ao sistema produtivo e eliminação das queimadas. Mais recentemente, também foram verificadas reduções de emissões de gases do efeito estufa, do solo para a atmosfera, quando se adota o Plantio Direto. A adoção do sistema também permite transferir (sequestrar) carbono da atmosfera para o solo, contribuindo para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas globais, além da proteção dos mananciais e dos reservatórios hídricos (FEBRAPDP, 2008). Pode-se citar também como efeito benéficos do plantio direto as melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo.

2.3 – Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto

A presença de plantas daninhas em um cultivo gera competição entre estas e a cultura por luz, água, nutrientes e espaço físico, além de possíveis ações alelopáticas entre as espécies ali presentes, podendo acarretar sérios prejuízos à produtividade final da cultura, caso não seja realizado um bom manejo. No caso do milho comum, essas perdas devido à competição com plantas daninhas podem atingir 85 % (Adati et al., 2006; Karam e Melhorança, 2007).

Segundo Pitelli (1987), as plantas que infestam as áreas de interesse agrícola podem ser definidas como plantas que possuem características pioneiras, ocupando lugares onde, por algum motivo, a vegetação natural foi destruída deixando o solo total ou parcialmente exposto. De modo geral, estas plantas possuem grande rusticidade e agressividade, caracterizadas por grande capacidade de produção de propágulos (altamente viáveis e com alta longevidade), germinação de forma descontínua e em diferentes ambientes, adaptações especiais para disseminação a curta e longa distância, rápidos crescimento vegetativo e florescimento, grande diversidade de agentes de polinização, quando perenes não são suficientemente frágeis de forma que não possam ser facilmente arrancadas do solo (o que irá proporcionar rebrota), e mecanismos especiais que as dotam de maior capacidade de competição pela sobrevivência.

A germinação é um processo-chave na organização e na dinâmica das espécies vegetais, sendo muito sensível à cobertura do solo, uma vez que resíduos vegetais alteram a umidade, luminosidade e temperatura na superfície do solo, características estas que constituem as principais variáveis no controle da dormência e germinação de sementes. A cobertura também gera barreira física que pode prejudicar as plântulas em desenvolvimento, causando o estiolamento destas tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos. Pode proporcionar, ainda, ações químicas decorrentes de mudanças na relação C/N ou por alelopatia, além de favorecer o desenvolvimento de insetos e microorganismos, que se alimentam ou hospedam as sementes e/ou a parte aérea das plantas daninhas (Correia e Rezende, 2002).

A palha na superfície do solo pode interferir na dormência, germinação e mortalidade das sementes de plantas daninhas, provocando modificações da comunidade infestante (Correia e Durigan, 2004). Portanto, é importante salientar

que os fatores impostos por resíduos vegetais na superfície dos solos irão influenciar a germinação e o desenvolvimento tanto das plantas daninhas como das culturas de interesse econômico se não for bem manejada, podendo trazer problemas para a formação do estande final da cultura.

No sistema de plantio direto, o banco de sementes de plantas daninhas no solo pode ser considerado alto, porém a porcentagem de sementes que germinam e tornam-se competitivas pode ser considerada muito baixa (Gomes Jr e Christoffoleti, 2008). Segundo Yenish et al. (1992), a concentração das sementes de plantas daninhas diminui de forma logarítmica com o aumento da profundidade do solo. Esses autores observaram que mais de 60% das sementes de plantas daninhas encontravam-se a 1,0 cm da superfície do solo no plantio direto. Segundo Pitelli e Durigan (2003), a maior concentração de sementes na superfície do solo facilita a homogeneidade de emergência das plântulas e, conseqüentemente, a efetividade das medidas de controle, especialmente a ação dos herbicidas. Carmona e Villas Bôas (2001) verificaram que a germinação e o decréscimo do número de sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*) foram mais acentuados na superfície do solo.

Segundo Gomes Jr. e Christoffoleti (2008), no plantio direto há uma tendência de no primeiro ano de instalação do sistema, ocorrer predominância de plantas daninhas anuais e já a partir do início do segundo ano há tendência de aumento da população de espécies de plantas daninhas perenes. Isso ocorre porque os órgãos vegetativos de algumas dessas espécies não são submetidos à dessecação, devido às arações e gradagens predominantes no preparo convencional do solo (Victoria Filho, 1985).

Assim, para o manejo eficiente de plantas daninhas em plantio direto, devem ser congregados todos os métodos de controle possíveis, adotando-se o manejo integrado de plantas daninhas, compondo estratégia tecnicamente eficiente e economicamente viável para manter a sustentabilidade do sistema (Paes e Rezende, 2001). Oliveira et al. (2001), avaliando o efeito da quantidade de palha na superfície do solo e da mistura de atrazine + metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho em sistema de plantio direto, observaram que a população total de plantas daninhas foi significativamente reduzida pelos níveis de palha aplicados, independente da aplicação ou não do herbicida, estimando-se um controle de aproximadamente 4,0% no total de invasoras para

cada tonelada de palha adicionada. Porém, quando se aplicou o herbicida, esse controle passou para 53%. Estes resultados mostram a importância do manejo integrado para o controle das plantas daninhas no sistema de plantio direto.

As formas de manejo das plantas de cobertura para a formação da palhada podem influenciar o controle das plantas daninhas no sistema de plantio direto. Freitas et al. (2006) observaram que quando as plantas do milho foram manejadas pela aplicação do herbicida glyphosate, houve significativa redução na população de plantas daninhas na cultura da soja, quando comparado ao manejo com rolo-faca, independente da aplicação ou não de fluazifop-p-butil + fomesafen.

A quantidade de palha na superfície do solo também pode influenciar no controle das plantas daninhas. Oliveira e Freitas (2009) mostraram que com a quantidade de palha de 16 Mg ha⁻¹ foi possível controlar de forma eficiente a espécie *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton (capim-camalote), mesmo quando não se realizou o controle químico das plantas daninhas.

2.4 – Plantas para formação de palhada e qualidade da palhada

As espécies utilizadas para a formação de cobertura morta na superfície do solo têm como função protegê-lo contra ação de gotas de chuva e enxurradas, melhorar suas características químicas, físicas e biológicas. Desta maneira o plantio direto, que tem como um de seus princípios a prévia formação da palhada na superfície do solo, promove diversos benefícios à cultura subsequente, sendo um deles a supressão de determinadas espécies de plantas daninhas.

A palhada sobre o solo dificulta a emergência e/ou desenvolvimento de várias espécies daninhas devido ao efeito físico de sombreamento (Radosevich et al., 1997); à redução da amplitude térmica do solo (Severino e Christoffoleti, 2001); ao aumento da população de microorganismos que podem infectar diásporos de plantas daninhas (Radosevich et al., 1997) e à liberação de aleloquímicos (Trezzi e Vidal, 2004; Souza et al., 2006; Gomes Jr. e Christoffoleti, 2008).

A aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) é uma das espécies mais cultivadas com o objetivo de formar cobertura morta do solo durante o inverno no Sul do Brasil, antecedendo as culturas da soja e do milho. Esta espécie é intensamente utilizada devido a suas várias características desejáveis para a formação de uma

boa cobertura do solo, dentre as quais podem ser citados: alto rendimento de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação da cobertura, decomposição lenta e ciclo adequado (Silva et al., 2006). Souza e Resende (2003) citam a aveia (*Avena spp*) como possuidora de uma das maiores relações Carbono/Nitrogênio entre vários materiais orgânicos de interesse para a agricultura. Segundo estes autores a palha desta espécie tem relação C/N de 72/1, sendo capaz de acumular 85 % de matéria orgânica, 0,66% de N, 0,33% de P_2O_5 e 1,91% de K_2O .

Quantidades elevadas de resíduos com elevada relação C/N adicionados ao solo proporciona multiplicação gradativa dos organismos organotróficos, que atuam na decomposição da matéria orgânica e produzem CO_2 em grande quantidade (Victoria et al., 1992). Estes microorganismos utilizam trinta vezes mais carbono do que nitrogênio (ABES, 1999; Kiehl, 2001). Assim, de maneira geral, em relações C/N maiores que 30/1 os microorganismos passam a imobilizar alta quantidade de N mineral oriundo do solo e/ou do N aplicado, especialmente no sistema semeadura direta (Vargas et al., 2005), acarretando assim menor acúmulo de N pela cultura. Segundo Silva et al. (2006), o rendimento de grãos de milho em sucessão às espécies fabáceas e brassicáceas como coberturas de solo no inverno, em cultivos isolados ou em consórcio com aveia preta, é maior do que o obtido em sucessão à aveia preta em monocultivo, especialmente em situações de baixo aporte de N em cobertura no milho. Isso demonstra a contribuição destas espécies em disponibilizar N ao sistema.

As bactérias fixadoras de nitrogênio possuem a capacidade de fixar o N atmosférico através da associação simbiótica com as plantas de cobertura da família Fabaceae, transformando-o em N orgânico. Isso eleva a concentração deste nutriente na planta, reduzindo assim sua relação C/N. Portanto, plantas desta família possuem relação C/N menor quando comparadas à Poaceae, o que facilita sua decomposição e evita a imobilização de nitrogênio, aumentando sua disponibilidade no solo, tornando as plantas desta família benéficas como cultura antecessora.

Souza e Resende (2003) relatam que o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) possui relação C/N de 19/1, 2,55 % de N, 0,50% de P_2O_5 , 2,41% de K_2O . Considerado o exposto anteriormente para relação C/N, o problema deixa de ser a imobilização de N e passa a ser a rápida liberação do nutriente quando

se trata das fabáceas. Devido à baixa relação C/N, a velocidade de liberação de N dos resíduos de fabáceas é muito rápida, quando comparada a outras espécies, tais como as poáceas. Estima-se que aproximadamente 60% do N da matéria seca da ervilhaca seja liberado durante os primeiros 30 dias após seu manejo (Aita e Giacomini, 2003). Em função disto, recomenda-se que a semeadura do milho ocorra em um período de tempo não superior a uma semana após o manejo (Aita et al., 2001; Giacomini, 2004). Porém, se comparada com os adubos nitrogenados sintéticos, a liberação por estas espécies é mais lenta, o que constitui uma vantagem.

Favero et al.(2001), avaliando as modificações na população de plantas daninhas por diferentes espécies utilizadas como adubos verdes (feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará, mucuna-preta, lab-lab e guandú), observaram redução na taxa no acúmulo de matéria seca pela vegetação natural proporcional ao acúmulo de plantas de cobertura, ou seja, quanto maior o acúmulo pelas plantas de cobertura menor foi o da vegetação natural. Dados semelhantes foram obtidos por Mateus et al. (2004) estudando o efeito da palhada de sorgo na supressão de espécies daninhas, quando observaram que o número de plantas daninhas diminuiu de forma exponencial com o incremento do nível de palhada. Os autores relataram que o aporte de cinco Mg ha⁻¹ de palha proporcionou controle de 66, 54 e 56% para as poáceas, folhas largas e total de plantas, respectivamente. Já o aporte de 15 Mg ha⁻¹ de palha controlou em 95, 90 e 90% a incidência de poáceas, folhas largas e total de plantas, respectivamente, quando comparados à ausência de palha na superfície do solo.

A qualidade da palha poderá também promover influência sobre a cultura de interesse econômico dependendo da época em que for manejada em relação à semeadura da cultura, podendo haver, em condição de alta relação C/N, coincidência entre o pico de imobilização de N pela palha em decomposição e o pico de requerimento de N pela cultura.

Balbinot Jr. e Moraes (2007), avaliando seis tipos de cobertura do solo manejados em três épocas diferentes (1, 10 e 25 dias antes da semeadura do milho), observaram que aos 15 dias após a semeadura a menor densidade de plantas daninhas latifoliadas ocorreu quando as coberturas foram manejadas um dia antes da semeadura do milho, e um e dez dias para as gramíneas. Já aos 47 dias após a semeadura, as maiores densidades de plantas daninhas latifoliadas e

total ocorreram nas parcelas onde as plantas de cobertura foram manejadas 25 dias antes do plantio do milho e a densidade de gramíneas não variou entre os tratamentos. De maneira geral, a densidade total de plantas daninhas variou de acordo com o tempo decorrido entre o manejo das plantas de cobertura e a semeadura do milho, onde quanto maior o tempo decorrido, maior a densidade de plantas daninhas. O mesmo foi observado para a produção de massa seca pelas plantas daninhas.

Correa et al. (2008) observaram que quanto mais longo o intervalo entre a dessecação e a semeadura do milho, maior era o teor de matéria orgânica, P e K no solo, sendo que o teor desses dois nutrientes no solo é variável de acordo com a planta de cobertura. O milho apresentou maior absorção de N, P e K em razão do maior intervalo de dessecação das plantas de cobertura, assim como o crescimento do milho foi favorecido, devendo-se respeitar um intervalo superior a 14 dias após o manejo das plantas de cobertura para a semeadura do milho, para se alcançar maior disponibilidade de nutrientes.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Localização geográfica e caracterização do clima

O experimento foi conduzido em duas fases, na Estação Experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuária da Universidade Estadual do Norte Fluminense – CCTA/UENF – localizada na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, no município de Campos dos Goytacazes - RJ. A estação experimental esta localizada a 21°71'47" de latitude Sul e 41°34'41" de longitude Oeste e a uma altitude de 25 metros.

Considerando os anos de 2007 e 2008 (dois últimos anos de funcionamento da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET), a precipitação média anual foi de 1.459,40 mm, com maior concentração entre os meses de outubro e abril, sendo registrados 88 % do volume precipitado no período. O volume precipitado foi de 1.114,8 e 1.804 mm nos anos de 2007 e 2008, respectivamente. A temperatura média anual foi de 23,5 °C, sendo registradas as maiores temperaturas entre outubro e abril, com média de 24,9 °C, e as menores de maio a setembro, com média de 21,5 °C. Foram registradas temperaturas máximas de 38,7 °C e mínimas de 10,5 °C durante o período. A umidade relativa do ar esteve, em torno de 79 % e a radiação solar em torno de 813,08 kJ m⁻² (INMET, 2009). Segundo a classificação de Köppen (1948), citado por Silva (1999), o clima da região é do tipo AW, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão.

3.2 – Características da área

A área utilizada para a instalação do experimento teve dimensão de 62 x 54 m, e foi cultivada com milho comum no último ano agrícola (safra 2007/2008) com o preparo convencional do solo (aração e gradagem), permanecendo em pousio até a instalação do experimento. Segundo classificação realizada pela Embrapa (1999), o solo da região do experimento é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

A área foi preparada utilizando-se do sistema convencional na primeira fase do experimento (semeio das plantas de cobertura) e na segunda fase o milho-pipoca foi semeado no sistema de plantio direto utilizando uma plantadora própria para o semeio direto. As parcelas que receberam as testemunhas adicionais, compostas pela semeadura convencional do milho-pipoca com e sem controle da vegetação natural na cultura, foram aradas e depois gradeadas um dia antes da semeadura do milho-pipoca.

Antes do preparo do solo, foi realizada coleta de amostras de solo, nas camadas de 0 - 0,10 e 0 - 0,20 m do perfil do solo, para realização de análise física e química, cujos resultados estão representados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Análise física do solo, realizada pelo Laboratório de solos da Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional - FUNDENOR, no município de Campos dos Goytacazes – RJ.

Características físicas do solo	Profundidade (m)	
	0 - 0,10	0 - 0,20
Areia total (g/dm ³)	550	500
Areia grossa	450	470
Areia fina	100	30
Argila (g/dm ³)	310	300
Silte (g/dm ³)	140	200
C.E. (dS/m)	0,102	0,112
Dens. Part. (g/cm ³)	2,61	2,62
Dens. Solo (g/cm ³)	1,32	1,33

Tabela 2 – Análise química do solo, realizada no Laboratório de solos da Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional - FUNDENOR, no município de Campos dos Goytacazes – RJ.

Características analisadas	Profundidades (m)	
	0 - 0,10	0 - 0,20
pH	5,0	4,9
P disponível (mg/dm ³)	10	12
K trocável (mg/dm ³)	2,00	2,00
Ca trocável (mmol _c /dm ³)	14,00	12,90
Mg trocável (mmol _c /dm ³)	7,90	7,30
Al trocável (mmol _c /dm ³)	2,20	2,50
H+Al trocável (mmol _c /dm ³)	32,80	33,90
Na trocável (mmol _c /dm ³)	0,20	0,20
C (g/dm ³)	17,7	16
MO (g/dm ³)	30,51	27,58
CTC (mmol _c /dm ³)	56,9	56,3
SB (mmol _c /dm ³)	24,1	22,4
V (%)	42	40
M (%)	8	10
Fe (mg/dm ³)	28,1	32,32
Cu (mg/dm ³)	0,13	0,18
Zn (mg/dm ³)	2,13	2,47
Mn (mg/dm ³)	5,44	7,49
B (mg/dm ³)	0,48	0,52

Cálcio, Magnésio e Alumínio extraídos com KCl 1M; Fósforo, Sódio, Potássio, Ferro, Zinco, Manganês e Cobre extraídos com solução Mehlich 1; Al+H extraído com Acetato de Cálcio a 5 mol/L a pH 7,0; Boro extraído com água quente; Enxofre extraído com Fosfato monocálcico; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC = Capacidade de Troca catiônica a pH 7,0; V = índice de Saturação de Bases; M = Índice de Saturação de Alumínio; M.O. = Carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black, 1934).

3.3 – Primeira fase: formação da cobertura do solo

3.3.1 – Delineamento experimental e tratamentos

Na primeira fase, do experimento foi adotado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Na avaliação do acúmulo de nutrientes pela parte aérea das plantas de cobertura, os tratamentos foram aveia-preta, feijão-de-porco, aveia-preta mais feijão-de-porco, e vegetação natural (Figura 2).

Na avaliação da produção de matéria seca, também foi adotado o delineamento em blocos casualizados (DBC), distribuídos no sistema de parcelas

subdividido no tempo, onde os tratamentos foram quatro tipos de cobertura do solo e quatro épocas de dessecação das plantas de cobertura.

A área total do experimento foi de 3.348 m², sendo que cada bloco ocupou 576 m², com dimensões de 57,6 X 20 metros. Nesta fase a área de cada unidade experimental foi de 144 m², sendo 7,2 metros de largura por 20 metros de comprimento, ficando as linhas dispostas paralelamente ao comprimento do bloco (Figura 2). Foi deixado como bordadura um metro em cada extremidade da unidade experimental (5,2 X 18 m), proporcionando uma área útil de 93,6 m². Estas dimensões utilizadas para as unidades experimentais na primeira fase se justificam uma vez que será a área necessária para a instalação das subparcelas na segunda fase do experimento.

Foram deixados espaços de 2 metros entre os blocos e de 1 metro nas extremidades da área, para possibilitar o trânsito de máquinas e trabalhadores, além da área que foi utilizada pela testemunha adicional na segunda fase do experimento. Os blocos ficaram dispostos lado a lado na área, de dois em dois, de forma que o maior comprimento do bloco ficou paralelo ao maior comprimento do terreno (Figura 2).

3.3.2 – Preparo do solo

O preparo do solo para o semeio das sementes das plantas de coberturas foi realizado de maneira convencional, com uma aração e duas gradagens. Foi utilizado grade e arado de discos. Após o solo arado, foi realizada a calagem com o objetivo de corrigir a saturação de base do solo para 60%. A dosagem foi calculada pelo método de saturação de bases e baseando-se nos dados da análise química, da amostra de 0 – 0,20 m. O calcário utilizado possuía PRNT de 80 %, 33,5 % de CaO e 10,1% de MgO e foi distribuído manualmente sendo incorporado posteriormente via gradagem. Após o preparo do solo, foram abertos sulcos espaçados em 0,50 m um do outro com um sulcador de seis linhas.

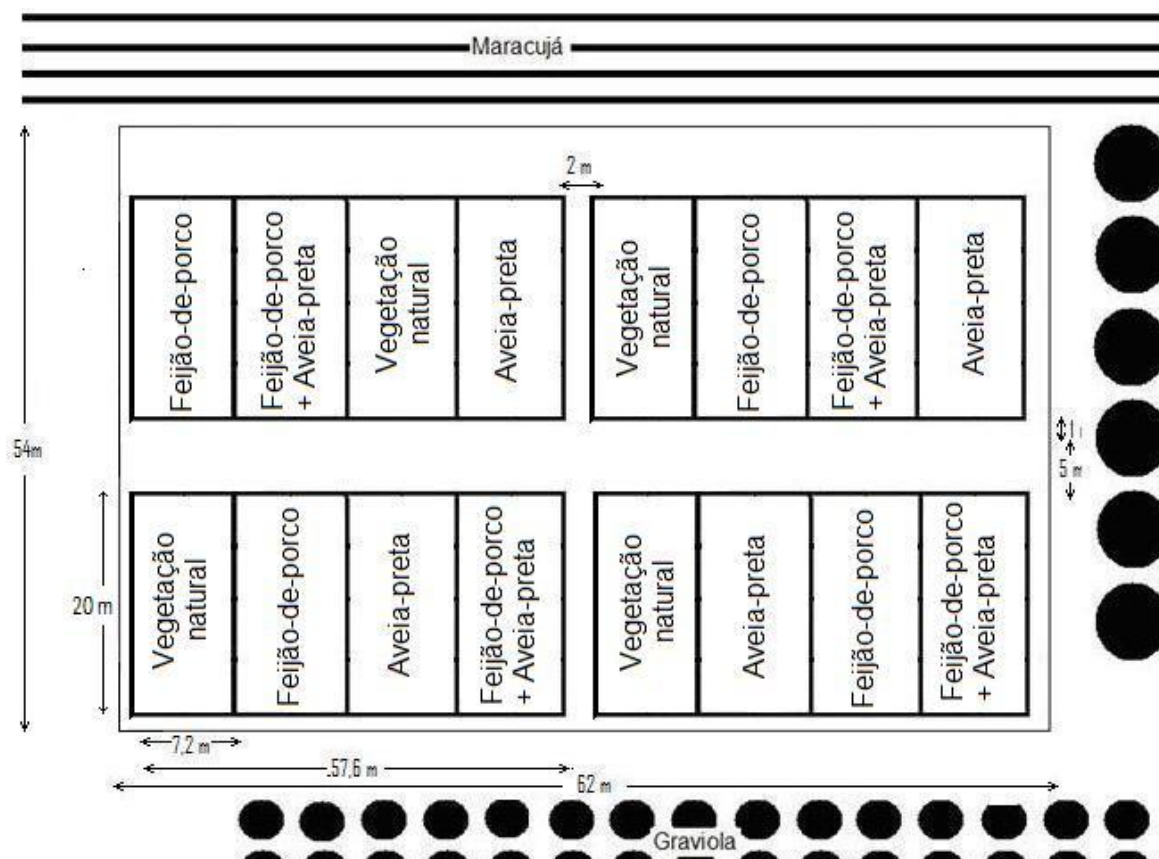


Figura 2 – Croqui da área experimental, casualização das plantas de cobertura do solo e disposição dos blocos e das linhas de plantio na primeira fase do experimento.

3.3.3 – Semeadura e manejo das plantas de cobertura

As sementes das plantas de cobertura foram adquiridas em empresa especializada, e possuíam as seguintes características:

- Feijão-de-porco: germinação de 75 % e pureza de 98%.
- Aveia-preta: germinação de 75 % e pureza de 95 %.

O feijão-de-porco foi semeado em sulcos espaçados em 0,50 m a profundidade de aproximadamente 2 a 5 cm e densidade de plantio de aproximadamente 7 sementes viáveis por metro linear. A aveia-preta foi semeada em sulcos espaçados em 0,25 m e a profundidade entre 2 a 3 cm, em uma densidade de plantio de aproximadamente oitenta sementes viáveis por metro linear, conforme recomendação do fornecedor. Para a semeadura nas unidades experimentais que receberam o tratamento feijão-de-porco mais aveia-preta, reduziu-se a densidade de semeadura à metade para ambas as espécies,

mantendo-se o espaçamento entre as linhas, de modo que o feijão-de-porco fosse semeado na mesma linha da aveia-preta de 0,50 a 0,50 m. Nas unidades experimentais que se trabalhou o espaçamento de 0,25 m entre as linhas, foi realizado a abertura de novos sulcos entre os sulcos feitos pelo sulcador, com o auxílio de enxada. A densidade e profundidade de plantio foram adotadas conforme recomendação do fornecedor.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada manualmente. Para manter um padrão na densidade de plantio, foi confeccionado um gabarito marcando-se, com fita adesiva colorida, espaços equidistantes de 1 metro em um cano de polietileno. Foi confeccionado também um medidor no qual cabiam aproximadamente as oitenta sementes de aveia-preta. Como o feijão-de-porco possui sementes grandes e foram utilizadas cinco sementes por metro linear, não foi necessário o medidor, contando-se as sementes antes de semeá-las. Assim, foi realizada a semeadura das plantas de cobertura, distribuindo-se manualmente as sementes de aveia-preta contidas no medidor e as cinco sementes de feijão-de-porco, uniformemente no espaço de um metro linear. Nas unidades experimentais que receberam aveia-preta junto com feijão-de-porco, a densidade de plantio reduziu-se à metade, sendo semeadas uniformemente as sementes oitenta sementes de aveia-preta e as 7 sementes de feijão-de-porco em dois metros lineares.

A semeadura das plantas de cobertura iniciou-se sempre a 0,10 m da extremidade lateral da unidade experimental, restando assim os mesmos 0,10 m na extremidade oposta. Assim, cada unidade experimental comportou 14 linhas de feijão de porco e 28 linhas de aveia-preta e aveia-preta mais feijão-de-porco. Nas divisões das unidades experimentais, as linhas de plantios ficaram espaçadas em 0,20 m, porém, esta foi uma área deixada como bordadura, não interferindo nos resultados.

Durante a formação da cobertura do solo não foi realizado adubação e/ou controle de plantas daninhas, sendo que as plantas cresceram e desenvolveram em competição pelos fatores de produção. Foi realizada apenas uma irrigação complementar no início do ciclo das plantas de cobertura para evitar a morte destas.

3.3.4 – Variáveis analisadas

3.3.4.1 – Taxa de cobertura do solo pelas plantas de cobertura

Para a determinação da velocidade de cobertura do solo pelas plantas de cobertura, foram demarcados três quadros de 0,50 x 0,50 m em cada unidade experimental, para a tomada de fotografia com máquina fotográfica digital a 1 metro de altura da superfície do solo (Lima, 2002). O local de tomada de fotografias foi demarcado, colocando-se uma estaca em cada extremidade do quadrado envolvendo-as por uma fita, para que se usasse sempre a mesma área para a tomada das fotografias.

Iniciou-se a avaliação quando 50 % das plantas de cobertura haviam emergido, considerando esta a época de emergência. Foram realizadas as avaliações de sete em sete dias até o 42º dia após a emergência (DAE), totalizando seis épocas de avaliação.

Para as unidades experimentais onde o espaçamento das plantas de cobertura do solo foi de 0,50 m (feijão-de-porco), a área demarcada delimitou apenas uma linha da cultura, a qual ficou no centro do quadro. Nas unidades experimentais onde os sulcos estavam espaçados em 0,25 m (consórcio e aveia-preta), o quadro foi demarcado deixando-se duas linhas de plantio em seu interior, as quais ficaram no centro do quadrado. Nas unidades experimentais compostas pela cobertura de vegetação natural, o quadro foi demarcado aleatoriamente.

A avaliação da velocidade de cobertura foi realizada com o auxílio dos “softwares” Microsoft Photo Editor e Microsoft Word. Cada fotografia foi recortada no programa Microsoft Photo Editor, de modo que apenas a área demarcada para a tomada da fotografia ficasse visível. Depois de recortada, a fotografia foi exportada para o programa Microsoft Word, onde sobre ela foi colada uma tabela de 10 linhas horizontais e 10 linhas verticais equidistantes, obtendo-se assim 100 pontos de inserção sobre a área fotografada. Cada um destes pontos representou 1% da área total (Figura 3). Depois de obtidos os pontos de inserção, foi contado diretamente na tela do computador a porcentagem de cobertura das culturas estudadas e das plantas daninhas. Cada ponto que incidiu sobre as plantas de coberturas representou 1% de cobertura do solo.

3.3.4.2 – Produção de matéria seca e teores de N, P e K nas plantas de cobertura

Em cada unidade experimental foram coletadas amostras das plantas de cobertura em 4 épocas, sendo a 1ª época aos 21 DAS, a 2ª aos 14, a 3ª aos 7 e a 4ª época a 1 DAS do milho-pipoca, para determinação da biomassa seca da parte aérea de cada uma das coberturas do solo, utilizando o delineamento em blocos casualizados distribuídos em parcelas subdivididas no tempo. Determinou-se a produção de matéria seca total (MST), composta por todas as plantas presentes na área e a produção de matéria seca pelas plantas de cobertura (MSPC), desconsiderando as plantas da vegetação natural da área. Nas parcelas com cobertura da vegetação natural, determinou-se a MST.

As coletas das plantas para determinação da massa seca foram realizadas através do lançamento de um quadro de 0,50 por 0,50 metros aleatoriamente na unidade experimental, com quatro repetições. Todas as plantas de cobertura do solo abrangidas pelo quadro amostrador foram coletadas cortando-as rente ao solo.

As amostras foram colocadas em sacos de papel devidamente identificadas e depois deixadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65^oC por um período de 72 horas (Boaretto et al., 1999). Depois de secas as amostras foram pesadas em balança de precisão para determinação da produção de matéria seca pelas coberturas do solo e das plantas daninhas.

Para a determinação dos teores de nutrientes na parte aérea de cada espécie de cobertura, foram utilizadas as amostras coletadas aos 104 DAE, as quais foram trituradas em moinho do tipo Willey, com peneira de 20 malhas por polegada. Depois de trituradas, 0,1 g do pó resultante foi pesado e sofreu digestão sulfúrica (H₂SO₄/H₂O₂) (Linder, 1944).

O N Foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965). O P foi determinado por espectrofotometria, a partir de formação da cor azul no complexo fosfato-molibdato na presença de ácido ascórbico como redutor. E o K foi determinado por fotometria de chama (Miyazawa et al., 1999).

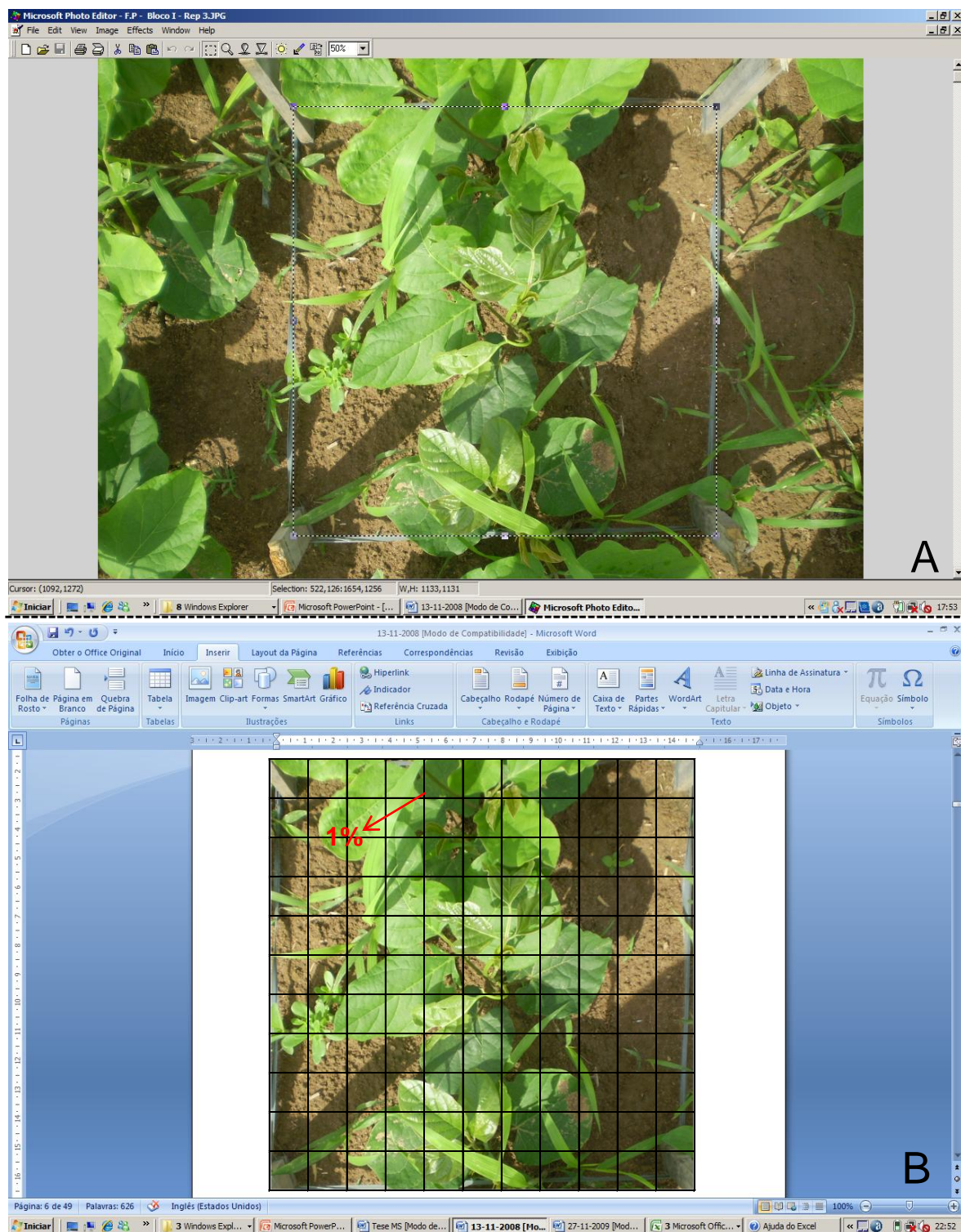


Figura 3: Fotografia da área demarcada, recortada no programa Microsoft Photo Editor (A) e fotografia já recortada, enviada para o programa Microsoft Word, onde se traçou uma tabela de 10 linhas e 10 colunas sobre a fotografia. Cada interseção das linhas da tabela incidindo sobre as plantas de cobertura, representa 1% de cobertura do solo.

3.3.4.3 – Levantamento fitossociológico

Com a finalidade de determinar a composição florística da área foi realizado o levantamento fitossociológico em cada área cultivada com as plantas de cobertura do solo. As amostras foram coletadas aos 90 DAE das plantas de cobertura do solo, lançando-se um quadro de 0,5 x 0,5 m, aleatoriamente, em cada uma das unidades experimentais. Todas as plantas abrangidas pelo quadro foram coletadas, cortando-as rente ao solo. Foram coletadas três amostras em cada unidade experimental, totalizando 12 amostras por tratamento.

As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde as plantas foram identificadas com auxílio de literatura especializada (Lorenzi, 2008) e depois quantificadas. Após a identificação as plantas foram armazenadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C por 72 horas para determinação de sua matéria seca (Boaretto et al., 1999).

Foram avaliados a densidade absoluta (Da), densidade relativa (Dr), frequência absoluta (Fa), a frequência relativa (Fr), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), e o índice de valor de importância (IVI) utilizando-se para o cálculo dessas características as seguintes fórmulas (Curtis e McIntosh, 1950; Müeller-Dombois e Ellenberg, 1974):

Densidade Absoluta

$$Da = \frac{n}{a}$$

Da = densidade absoluta

n = número total de indivíduos de uma espécie de planta daninha por unidade de área

a = área (m²)

Densidade relativa

$$Dr = \frac{n/a}{N/a} \cdot 100$$

Dr = densidade relativa

n = número total de indivíduos de uma espécie de planta daninha por unidade de área

a = área (m^2)

N = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies do levantamento

Frequência Absoluta

$$Fa = \frac{\text{n}^\circ \text{ de amostras com ocorrência da espécie}}{\text{n}^\circ \text{ total de amostras}} \cdot 100$$

Frequência Relativa

$$Fr = \frac{Fa}{\sum Fa} \cdot 100$$

Dominância Absoluta

$$DoA = \frac{\sum g}{a}$$

$\sum g$ = somatório da matéria seca da espécie

a = área (m^2)

Dominância Relativa

$$DoR = \frac{g/a}{G/a} \cdot 100$$

g = matéria seca da espécie

a = área (m^2)

G = matéria seca total da comunidade infestante

Índice de Valor de Importância

$$IVI = DR + DoR + Fr$$

3.4 – Segunda Fase: avaliação das plantas de cobertura e da época de manejo no desempenho do milho-pipoca

3.4.1 – Caracterização da área e montagem do experimento

A área experimental utilizada nesta fase do experimento foi a mesma da primeira fase, sendo que as unidades experimentais da fase anterior, agora foram subdivididas. Nesta fase foram adicionadas duas testemunhas, compostas pela semeadura do milho-pipoca com o solo preparado de forma convencional com e sem controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca. As testemunhas adicionais foram casualizadas na área, a qual foi arada e gradeada antes da semeadura do milho-pipoca (Figura 4). A cultura do milho-pipoca foi instalada utilizando-se o sistema de plantio direto sobre os resíduos das plantas de cobertura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições, distribuídos em parcelas subdivididas, mais duas testemunhas adicionais,

Os tratamentos foram constituídos por quatro tipos de coberturas do solo nas parcelas (feijão-de-porco, aveia-preta, consórcio feijão-de-porco com aveia-preta, e vegetação natural), quatro épocas de dessecação das plantas de cobertura nas subparcelas (1^a, 2^a, 3^a e 4^a época, sendo estas 1, 7, 14 e 21 dias antes da semeadura do milho-pipoca, respectivamente) e dois tipos de manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca nas subsubparcelas (com e sem aplicação da mistura de herbicidas), mais duas testemunhas adicionais (Figura 4).

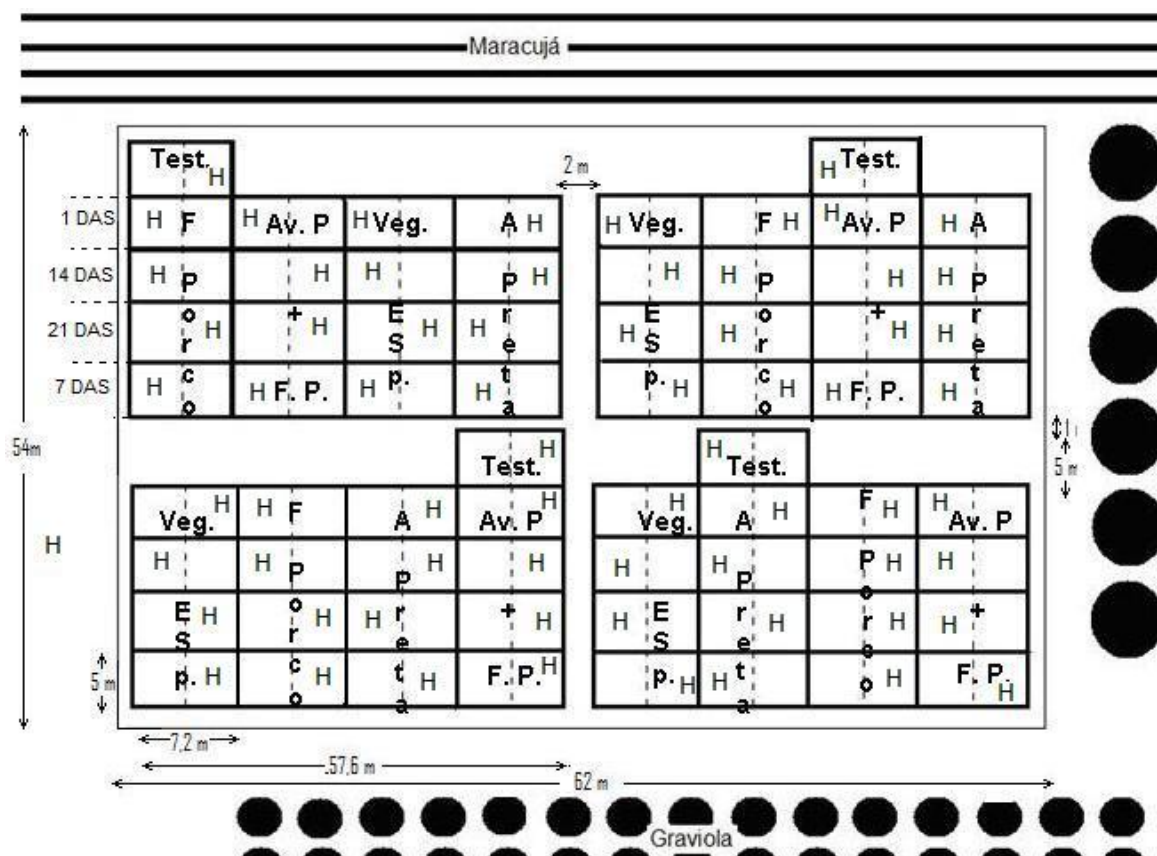


Figura 4 – Croqui da área experimental. Plantas de cobertura do solo, testemunhas e manejo de plantas daninhas na cultura do milho-pipoca com e sem controle aplicação da mistura de herbicidas.

As testemunhas adicionais foram constituídas pelo cultivo convencional da cultura do milho-pipoca, onde a área foi preparada com uma aração e uma gradagem pesada antes do plantio, com os dois manejos das plantas (Figura 3). Assim, foram analisados 34 tratamentos, os quais estão representados na Tabela 3.

O experimento contou com 136 unidades experimentais no total, sendo que cada uma foi composta por quatro linhas de cinco metros da cultura, espaçadas em 0,90 m uma da outra. Assim, a área de cada unidade experimental foi de 18 m², deixando-se as duas linhas laterais e 0,50 metros ao final de cada linha como bordadura, proporcionando assim uma área útil de 7,2 m² por unidade experimental (Figura 3).

Tabela 3 – Tratamentos avaliados no experimento com a cultura do milho-pipoca.

Tratamentos			
Plantas de cobertura do solo	Épocas de dessecação das coberturas	Tipos de manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca	
feijão-de-porco	1 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	7 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	14 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	21 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
aveia-preta	1 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	7 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	14 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	21 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
feijão-de-porco + aveia-preta	1 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	7 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	14 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	21 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
vegetação natural	1 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	7 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	14 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
	21 DAS	Com herbicida	Sem herbicida
plantio convencional		Com herbicida	Sem herbicida

3.4.2 – Aplicação do herbicida para dessecação da cobertura

O manejo das plantas de cobertura foi realizado com aplicação da mistura de herbicidas composta por glyphosate + 2,4-D (Jakelaitis et al., 2004) na dose de 1,62 e 0,335 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo, respectivamente, o que correspondeu a 4,5 litros de Roundup Original (concentração de 360 g do i.a./L) e 0,42 litros de U46 BR (concentração de 806 g do i.a./L), com um volume de 350 litros de calda por hectare.

Utilizou-se pulverizador costal da Jacto modelo PJH, com as seguintes características técnicas: tanque com volume de 20 litros, em polietileno, base confeccionada em aço, mecanismo de pressão com câmara produzida em latão e gatilho de acionamento com trava. Foi utilizado bico da Jacto, da série BJ Twin, o qual proporciona jato duplo tipo leque, com ângulo de 110°, vazão de 0,3 galão por minuto e gotas com indução de ar (sistema Venturi), as quais são grandes e

com bolhas de ar em seu interior, que minimizam a deriva e garantem excelente cobertura. Foi adaptado um acessório protetor tipo Chapéu de Napoleão com o objetivo de diminuir problemas de deriva durante a pulverização, além de dispositivo antigotejo para evitar derrames de calda.

As aplicações foram realizadas em 15/01/2009, 22/01/2009, 29/01/2009 e 05/02/2009 correspondentes aos tratamentos 21 DAS, 14 DAS, 7 DAS e 1 DAS. A mistura de herbicidas foi aplicada logo pela manhã, com o objetivo de diminuir a deriva devido às condições adversas do ambiente. As condições ambientais desejáveis para se obter uma boa aplicação são: temperatura ideal entre 20 e 30 °C e uma máxima de 35 °C, umidade relativa ideal entre 60 e 90 % e máxima de 95 % e vento entre 3,2 e 6,5 Km h⁻¹, caracterizando uma brisa leve (Shiratsuchi e Fontes, 2002; Ferreira et al., 1998). No momento das aplicações as condições ambientais estavam dentro das condições desejáveis (Tabela 4).

Tabela 4 – Condições ambientais registradas nos dias de aplicação do herbicida para dessecação das plantas de cobertura do solo.

Fatores climáticos	Épocas de dessecação			
	15/01/2009	22/01/2009	29/01/2009	05/02/2009
Temperatura (°C)	24,7	23,8	24,5	24,9
Umidade Relativa (%)	88	95	90	88
Velocidade média do vento (km h ⁻¹)	5,30	5,55	4,95	4,70

3.4.3 – Semeadura do milho-pipoca

A semeadura do milho-pipoca foi realizada no dia 06/02/2009 com a semeadora-adubadora de plantio direto da Seed-Max modelo MAX PCR 2226, equipada com seis unidades de distribuição de sementes, espaçadas em 0,45 m, com capacidade total de 500 kg de adubo e 40 kg por linha de sementes. A máquina utiliza-se do sistema dosador de sementes do tipo discos perfurados e com mecanismos sulcadores do tipo discos duplos defasados para adubo e sementes. A regulagem da distribuição de sementes se dá pela troca do disco

perfurado e/ou substituição de engrenagens, e a regulação da distribuição de fertilizantes se dá pela substituição da rosca sem fim dosadora e/ou troca das engrenagens de acionamento.

As sementes utilizadas foram produzidas na safra 2008/2009, na Fazenda Três Rios, localizada no município de São Miguel Arcanjo, estado de São Paulo. Foi utilizado o híbrido IAC 112 com germinação de 85 % e pureza de 98 %.

A semeadora foi regulada para soltar sete sementes por metro linear, e depois da emergência foi realizado desbaste, com o objetivo de se obter um estande de aproximadamente 60.000 plantas por hectare. Conjuntamente à semeadura do milho-pipoca, foi realizada a adubação de plantio, aplicando-se 550 Kg ha⁻¹ do formulado 4-14-8. Aos 35 dias após a emergência (DAE) das plantas foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 40 Kg de N ha⁻¹, correspondente a 200 Kg ha⁻¹ de sulfato de amônia, seguindo-se a recomendação para o milho-pipoca, sugerida por Haij et. al (1997). A semeadura foi realizada de forma que as linhas da cultura ficassem paralelas às linhas das plantas de cobertura.

3.4.4 – Aplicação do herbicida na cultura do milho-pipoca

O controle químico das plantas daninhas foi realizado pela aplicação da mistura de herbicida nicosulfuron + atrazine, na dosagem de 1,5 e 6,0 L ha⁻¹ de Sanson 40 SC e Gesaprim 500, respectivamente, o que correspondeu a 60 g e 3.000 g do i.a. ha⁻¹, em pós-emergência das plantas de milho-pipoca e das plantas daninhas (Rodrigues e Almeida, 2005).

A aplicação do herbicida foi realizada quando as plantas de milho-pipoca estavam no estágio de seis folhas desenvolvidas (Andrei, 2005), utilizando o mesmo pulverizador costal utilizado na dessecação das plantas de cobertura e equipado com o mesmo bico.

A aplicação foi realizada em área total, e as condições climáticas do dia em que foi realizada foram as seguintes: umidade relativa: 85 %, temperatura média: 34,5 °C, velocidade média do vento: 5,3 km h⁻¹.

3.4.5 Variáveis analisadas

3.4.5.1 – Componentes de produção do milho-pipoca

Os componentes de produção do milho-pipoca avaliados foram altura de planta, diâmetro de colmo, número de plantas, número de espigas, peso de espigas, produtividade de grãos, peso de 100 grãos e capacidade de expansão dos grãos.

Para a determinação dos componentes de produção, foram colhidas todas as espigas produzidas, com pelo menos um grão formado, dentro da área útil da unidade experimental. Na época do florescimento das plantas, foi contado o número de plantas em cada unidade experimental, a altura de plantas e o diâmetro do colmo, e após a colheita foi determinado o número total de espigas colhidas por área útil em cada unidade experimental. Para a determinação da altura das plantas e do diâmetro do colmo, foram escolhidas dez plantas aleatoriamente em cada unidade experimental, as quais foram medidas do solo até a inserção da folha-bandeira. O diâmetro de colmo, foi medido utilizando-se um paquímetro digital, também de dez plantas por unidade experimental escolhidas aleatoriamente, pela parte mais larga do colmo, a 10 cm do solo (Chiovato et al., 2007), obtendo-se assim uma média para cada tratamento.

Na determinação do peso médio de 100 grãos, foram separadas e pesadas quatro amostras de 100 grãos, aleatoriamente, de cada unidade experimental para compor um valor médio da parcela. O peso de espigas foi determinado através da pesagem de todas as espigas colhidas na parcela, as quais foram posteriormente debulhadas para a determinação do peso de grãos. Tanto o peso de 100 grãos quanto a produtividade de grãos foram calculados em base de 13% de b.u (Bergamaschi et al., 2004).

A capacidade de expansão dos grãos foi expressa pela relação ml.g^{-1} , ou seja, volume depois de estourada em relação à massa de 30 g de grãos submetida ao pipocamento. Para a quantificação da capacidade de expansão foi utilizado uma pipoqueira elétrica própria para avaliação desta variável, onde os grãos do milho-pipoca foram submetidos à temperatura de 270 °C por 2 minutos.

3.4.5.2 – Levantamento fitossociológico

Na identificação das espécies de plantas daninhas da área cultivada com milho-pipoca, foi realizado outro levantamento fitossociológico, coletando-se uma amostra das plantas presente em cada parcela, totalizando quatro amostras para cada tratamento. As amostras foram coletadas na época de florescimento das plantas de milho-pipoca, da mesma forma que foi descrita na primeira fase do experimento.

Assim como na primeira fase do experimento, as amostras foram identificadas com auxílio de literatura especializada (Lorenzi, 2008) e depois quantificadas, deixando-as armazenadas em sacos de papel devidamente identificados em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 72 horas, para determinação de sua matéria seca (Boaretto et al., 1999). Foram avaliados os mesmos índices da fase anterior.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Primeira fase: formação da cobertura do solo

4.1.1 – Taxa de cobertura do solo

Entre as plantas de cobertura do solo o feijão-de-porco destacou-se, estimando-se que 89,78% do solo apresentava-se coberto por esta espécie aos 42 DAE das plantas. Apesar da avaliação não ter continuado após este período, pode-se observar pela curva de cobertura do solo pelas espécies, que houve uma tendência de aumento desta porcentagem, já que não ocorreu declínio na curva da estimativa. Além da alta taxa de cobertura, esta espécie apresentou rápida cobertura inicial do solo, cobrindo 24,81% do solo logo aos 7 DAE (Figura 5). A rápida cobertura do solo é importante para o controle das plantas daninhas, uma vez que com o solo coberto, menos fatores de produção estarão disponíveis às espécies que ainda não germinaram ou não se estabeleceram, limitando seu desenvolvimento e crescimento.

A cobertura inicial do solo é também importante quando se leva em consideração a perda de solo devido à erosão hídrica. Segundo Bertol et al. (2002), um dos fatores envolvidos na equação universal de perda de solo é o fator “C”, referente ao tipo de manejo do solo e à cobertura. Estes autores encontram redução de perdas de solo próxima de 50% com cobertura de 20% do solo.

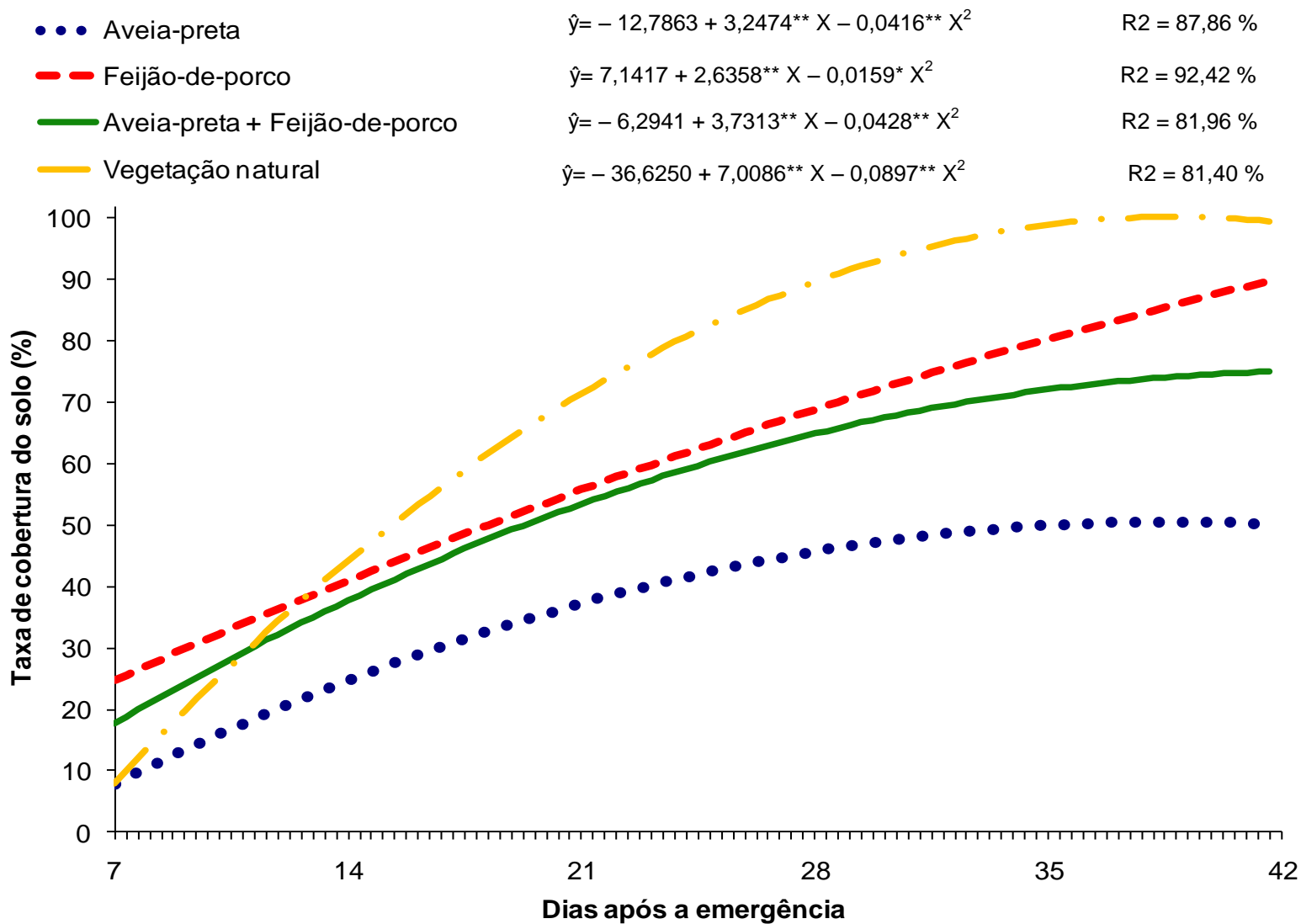


Figura 5 – Taxas de cobertura do solo pelas plantas de aveia-preta, feijão-de-porco, aveia-preta mais feijão-de-porco e vegetação natural, aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência (DAE) das plantas.

Alvarenga et al. (1995), em experimento conduzido em Viçosa – MG, avaliando o desempenho de espécies da família Fabaceae quanto à velocidade de cobertura do solo, verificaram que o feijão-de-porco proporcionou a maior taxa de cobertura inicial do solo, quando aos 10 DAE cobria 35% do solo.

A aveia-preta alcançou apenas 50,22% de cobertura do solo aos 42 DAE, além de uma pequena cobertura inicial, cobrindo apenas 7,92% do solo aos 7 DAE. Lima (2002) em experimento instalado no município de Campos dos Goytacazes - RJ, em junho de 2001, avaliou a porcentagem de cobertura do solo por oito diferentes espécies e estimou que aos 42 DAE a aveia-preta proporcionou uma cobertura de 82,54%, a qual atingiu seu máximo aos 59 DAE, representando a terceira maior taxa entre as espécies avaliadas.

A baixa taxa de cobertura do solo encontrada neste experimento para a aveia-preta pode estar no fato de o experimento ter sido instalado em outubro de 2008, período caracterizado pelo início de altas temperaturas e das chuvas na região. Segundo Souza e Resende (2003), a aveia preta é uma planta recomendada para adubação verde de inverno, sendo uma planta de clima tropical, além de possuir metabolismo do tipo C3, segundo classificação de Tesar (1984). Já o feijão-de-porco, apesar de também possuir metabolismo C3, é uma planta recomendada como adubo verde de verão (Souza e Resende, 2003).

Plantas com metabolismo C3 apresentam menor eficiência no uso da água, necessitando de 400 a 500 g de água para fixar 1 g de CO₂, enquanto as C4 fixam 1g de matéria seca com 250 a 300 g de água. Além disso, as plantas com metabolismo C4 apresentam maior rendimento quântico fotossintético em altas temperaturas, já que nas espécies C3 a taxa de respiração aumenta em função do aumento da temperatura, aumentando assim o custo energético de fixação de CO₂ em plantas com este tipo de metabolismo. Esse fenômeno não ocorre com as plantas C4, as quais possuem baixa taxa fotorrespiratória mesmo em altas temperaturas, devido à sua capacidade de concentrar CO₂ nas células do mesofilo pela enzima PEP-carboxilase (Lincoln e Zeiger, 2004). Isto significa dizer que, no período em que foi conduzido o experimento, de alta disponibilidade de energia e água, plantas com metabolismo C4, as principais identificadas na composição da vegetação natural na primeira fase do experimento, crescem e se desenvolvem mais que as C3.

A aveia-preta apresentou ciclo vegetativo muito curto, considerando que aos 50 DAE mais de 50% das plantas apresentavam-se floridas, sendo este um ciclo muito curto quando comparado com os 116 DAE observados por Sodré Filho et al. (2004). O encurtamento do ciclo da aveia-preta pode ter ocorrido devido às altas temperaturas e/ou ao alongamento do fotoperíodo, característicos nesta época do ano na região. Assim, o curto ciclo associado à grande competição com a vegetação natural, composta em sua maioria por plantas de metabolismo C4, explica a baixa taxa de cobertura do solo pela aveia-preta.

A cobertura de aveia-preta + feijão-de-porco também apresentou rápida cobertura inicial do solo, apresentando 17,73% do solo coberto aos 7 DAE, atingindo a taxa máxima, dentro do período avaliado, aos 42 DAE, estimada em 74,92% (Figura 5). É possível observar que houve queda no incremento da taxa de cobertura neste tratamento a partir dos 30 DAE aproximadamente, porém esta não parou de aumentar com o passar dos dias. O que pode ter contribuído para esta queda no incremento da taxa de cobertura neste tratamento é o desempenho ruim da aveia-preta como já discutido acima.

No tratamento com cobertura de vegetação natural, também se observou uma taxa de cobertura inicial muito baixa, com apenas 8,04% do solo coberto aos 7 DAE, ficando muito abaixo dos tratamentos com feijão-de-porco e do consórcio, mas não muito diferente do tratamento com aveia-preta (Figura 5). Porém, como as principais espécies da população da vegetação natural foram *Panicum maximum* Jacq., *Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf e *Brachiaria plantaginea* Nash. (Figuras 6, 7, 8 e 9), todas de metabolismo do tipo C4 e por isso apresentando maior crescimento e desenvolvimento na época do ano em que foi conduzido o experimento, ocorreu um rápido aumento da área coberta, atingindo 100% aos 38 DAE aproximadamente.

4.1.2– Produção de matéria seca e teor de N, P e K da parte aérea

De acordo com a Tabela 5, o fator época de manejo das plantas de cobertura do solo, assim como a interação entre a época de manejo e as espécies de cobertura utilizadas não foram significativos para a produção de matéria seca total nem para a produção de matéria seca das plantas de cobertura. Já o fator espécies de cobertura do solo apresentou significância tanto para a produção de

matéria seca total quanto para a produção de matéria seca pelas plantas de cobertura do solo.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância da produção de matéria seca total (MST) e das plantas de cobertura (MSPC) aos 83, 90, 97 e 104 dias após emergência (DAE) com seus respectivos quadrados médios (Q.M.).

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	
		MST	MSPC
Bloco	3	5108,67	2141,70
Cobertura	3	45108,39**	19212,40**
Resíduo "A"	9	2706,66	558,95
Época	3	3768,38 ^{ns}	193,27 ^{ns}
Época Vs. Cobertura	9	2706,66 ^{ns}	558,95 ^{ns}
Resíduo "B"	36	8896,10	392,80
C.V. (%)		44,26	43,96

^{ns} Não significativo pelo teste "F";

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste "F".

O tratamento com vegetação natural, produziu a maior quantidade de matéria seca total (MST), que foi de 11,672 Mg ha⁻¹, sendo 67,43, 64,14 e 60,57% superior aos outros tratamentos feijão-de-porco mais aveia-preta, feijão-de-porco e aveia-preta, respectivamente, os quais por sua vez não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 6).

Considerado apenas a produção de matéria seca pelas plantas semeadas com finalidade de produzir a cobertura do solo (MSPC), o feijão-de-porco obteve o melhor desempenho, produzindo 1,125 vezes mais matéria seca que a cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta, sendo que a produção desta foi 1,955 Mg ha⁻¹ pelas plantas de feijão-de-porco e 0,758 Mg ha⁻¹ pelas plantas de aveia-preta. A aveia-preta obteve o pior resultado, produzindo 52,52 e 46,59% menos matéria seca que a cobertura de feijão-de-porco e feijão-de-porco, respectivamente, diferenciando-se a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey (Tabela 6).

Em experimento conduzido em Lavras – MG, avaliando diferentes espécies de cobertura do solo quanto ao rendimento de matéria fresca, matéria seca e o acúmulo de nutrientes por três espécies da família Poaceae e duas Fabaceae, Oliveira et al. (2002) obtiveram resultado parecido ao verificar que o feijão-de-porco manejado aos 75 DAE produziu 3,43 Mg ha⁻¹ de matéria seca.

Santi et al. (2003), avaliando diferentes doses de nitrogênio na produção de matéria seca de aveia-preta, obtiveram uma produção de 4,032 Mg ha⁻¹ quando, da mesma forma que ocorreu neste experimento, não se utilizou adubação nitrogenada. Já Sodré Filho et al. (2004), constataram uma produ o de 1,298 Mg ha⁻¹ para o sistema de plantio convencional e de 1,188 Mg ha⁻¹ no sistema de plantio direto, no município de Planaltina – DF.

A baixa produ o de matéria seca pela aveia-preta pode ter ocorrido devido ao curto período vegetativo apresentado por esta espécie, considerando que 50 % das plantas já haviam florescido aos 50 DAE, possivelmente devido ao período em que foram cultivadas. Sodré Filho et al. (2004) observaram ciclo vegetativo de 116 DAE, quando a cultura foi instalada em cinco de abril de 2001, em Planaltina – DF.

Tabela 6 – Produ o de matéria seca total (MST) e das plantas de cobertura (MSPC).

Espécies	MST	MSPC
	-----Mg ha ⁻¹ -----	
Feijão-de-porco	7,486 B	3,052 A
Aveia-preta	7,070 B	1,449 B
Aveia-preta + feijão-de-porco	7,870 B	2,713 A
Vegeta�o natural	11,672 A	0,0 C

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

As plantas de feijão-de-porco cultivadas simultaneamente com a aveia-preta apresentaram os maiores teores de fósforo (P) e potássio (K) e as cultivadas sozinhas fixaram maior quantidade de nitrogênio (N), porém, não houve diferença significativa para os teores dos três nutrientes entre as plantas de feijão-de-porco sozinhas e as cultivadas junto com a aveia-preta, assim como esta diferença também não ocorreu entre os dois sistemas de cultivo para aveia-preta (Tabelas 7 e 8).

Diferença significativa foi observada entre as plantas de feijão-de-porco e as de aveia-preta, em que o feijão-de-porco obteve os maiores teores dos três nutrientes, sendo 26,24 g Kg⁻¹ de N quando sozinhas e 2,71 e 22,44 g Kg⁻¹ de P e

K, respectivamente, no cultivo associado com a aveia-preta (Tabela 8), correspondente a um acúmulo de 80,8 Kg ha⁻¹ de N, 2,63 Kg ha⁻¹ de P e 21,74 Kg ha⁻¹ de K.

Na palhada de aveia-preta, quando a cultura esteve associada com o feijão-de-porco, foram encontrados teores de 7,56 g Kg⁻¹ de N, 1,18 g Kg⁻¹ de P e 10,55 g Kg⁻¹ de K (Tabela 8), correspondente a um acúmulo de 5,730 Kg ha⁻¹ de N; 0,894 Kg ha⁻¹ de P e 7,997 Kg ha⁻¹ de K, respectivamente.

Valores superiores foram encontrados por Santi et. al (2003) para aveia-preta ao detectar 10,6 g Kg⁻¹ de N 2,1 g Kg⁻¹ de P e 18,7 g Kg⁻¹ de K, nas áreas de aveia-preta que não receberam adubação nitrogenada.

Oliveira et al. (2002) também observaram acúmulos superiores de N, P e K em plantas de feijão-de-porco em Lavras – MG, as quais acumularam 127,62 Kg ha⁻¹ de N, 8,35 Kg ha⁻¹ de P e 55,61 Kg ha⁻¹ de K, porém nesse experimento utilizou-se adubação para as plantas de cobertura, aplicando 300 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-16 na ocasião do plantio.

Tabela 7 – Análise de variância dos teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) da parte aérea das plantas de cobertura.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		N	P	K
Bloco	3	5,552668	0,111757	9,542625
Cobertura	3	423,7827 **	2,923436 **	161,7453 **
Resíduo	9	7,55123	0,1732647	25,16612
C.V. (%)		16,755	22,049	11,06

^{ns} Não significativo

** Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste “F”

As plantas de coberturas do solo avaliadas apresentaram significância a 1 % de probabilidade pelo Teste “F” para os teores de nitrogênio(N), fósforo(P) e potássio(K) em suas partes aéreas aos 90 DAE (Tabela 8).

Tabela 8 – Teor de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na parte aérea das plantas de cobertura aos 90 DAE. **Feijão-de-porco (AP + FP)** = teor de N, P e K na parte aérea do feijão-de-porco cultivado junto com a aveia-preta; **Aveia-preta (AP + FP)** = teor de N, P e K na parte aérea da aveia-preta cultivada junto com o feijão-de-porco.

Plantas de cobertura	Teores de nutrientes		
	N	P	K
	-----g Kg ⁻¹ -----	-----g Kg ⁻¹ -----	-----g Kg ⁻¹ -----
Feijão-de-porco	26,24 A	2,4 A	20,14 A
Feijão-de-porco (AP + FP)	24,34 A	2,71 A	22,44 A
Aveia-preta	7,46 B	1,12 B	10,24 B
Aveia-preta (AP + FP)	7,56 B	1,18 B	10,55 B

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade.

4.1.3 – Levantamento fitossociológico

Na área coberta pela vegetação natural, foram identificadas 18 espécies de plantas. Além das espécies representadas na Figura 6, foram identificadas ainda *Acanthospermum hispidium* DC., *Polygala violacea* Aubl., *Ipomoea triloba* L., *Cenchrus echinatus* L., *Digitaria horizontalis* L., *Amarantus deflexus* L., *Mimosa invisa* Mart. Ex Colla e *Sebastiania corniculata* (Vahl) Müll Arg., que somaram IVI de 23,43. As espécies *Panicum maximum* Jacq. e *Brachiaria plantaginea* Nash. foram as duas principais espécies da área, com IVI de 118,98 e 61,95, respectivamente. O elevado valor de DoR (74,75) obtido por *P. maximum* indica que esta espécie produziu grande quantidade de matéria seca, sendo este o fator que mais contribuiu para seu elevado IVI. O valor da DR relativa foi de 26,32 e FR de 17,91 para esta espécie (Figura 6).

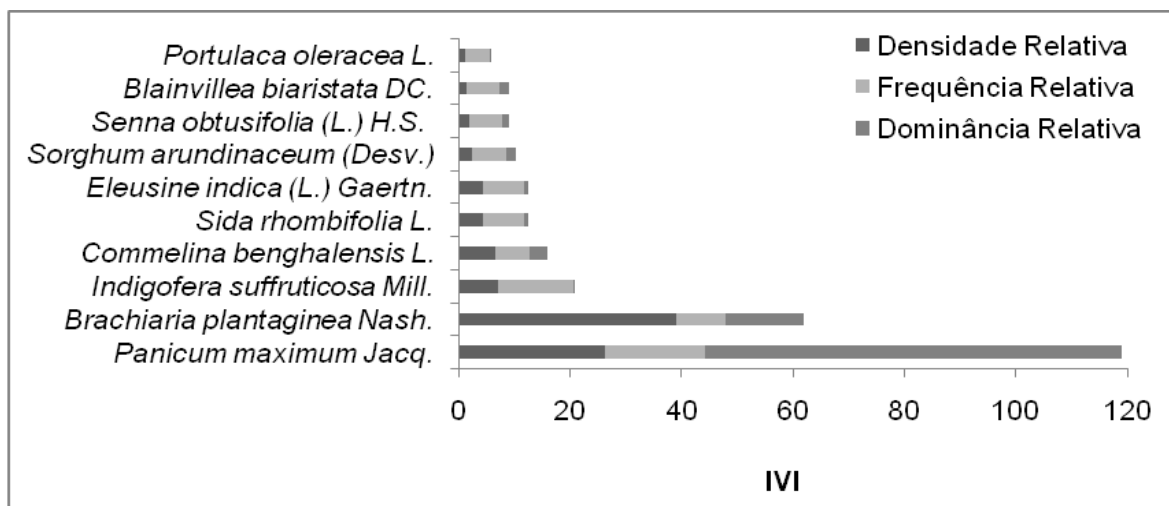


Figura 6 – Principais espécies encontradas no levantamento fitossociológico realizado na área coberta pela vegetação natural, durante a primeira fase do experimento.

Na área cultivada com feijão-de-porco foram identificadas 12 espécies. As principais espécies encontradas estão representadas na Figura 7, sendo encontrada ainda *A. deflexus* L. e *Blainvillea biaristata* DC., que somaram juntas IVI de 3,05. Nesta área destacaram-se *Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf e *P. maximum* como as principais espécies da vegetação natural, com IVI de 114,15 e 104,96, respectivamente (Figura 7). Possivelmente, o menor número de espécies identificadas neste tratamento foi consequência da rápida cobertura do solo proporcionada pelo feijão-de-porco (Figura 5), o que provavelmente limitou alguns fatores de produção para as espécies da vegetação natural, já que estas apresentaram crescimento inicial lento. Outra possível explicação foi o feijão-de-porco ter produzido e liberado alguma substância com efeito alelopático sobre algumas plantas da vegetação natural, inibindo e/ou atrasando a germinação, desenvolvimento e crescimento de algumas espécies da vegetação natural. Souza Filho (2002) observou inibição de 89 % na germinação das sementes das plantas daninhas Malva e Malícia pelo extrato da parte aérea de feijão-de-porco em uma concentração de 4%. Os extratos das sementes e das raízes causaram 91 e 90 % de inibição das sementes de Malva, respectivamente, e 90 % das sementes de Malícia.

Comparando os índices do levantamento desta área com o da área coberta pela vegetação natural, é possível observar que a DoR da espécie *P. maximum*

foi menor neste tratamento, com valor de 44,33, indicando que esta espécie teve menor acúmulo de massa seca nesta área. O mesmo ocorre com a DR que foi de 16,29, sendo menor em relação à área coberta pelas plantas da vegetação natural, sugerindo que o número de indivíduos desta espécie na área coberta por feijão-de-porco também foi menor em relação à outra área.

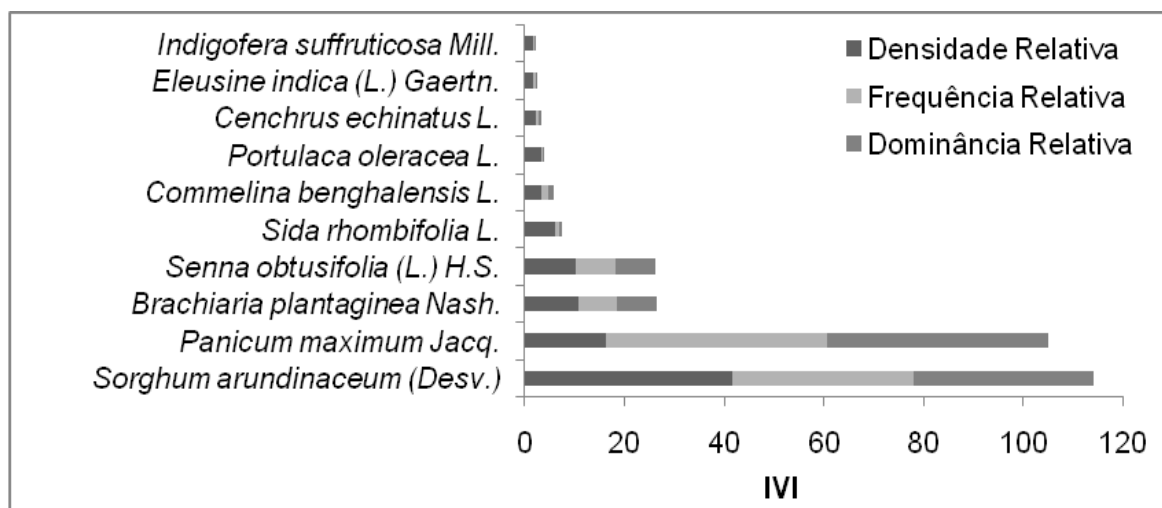


Figura 7 – Principais espécies encontradas no levantamento fitossociológico realizado na área cultivada com feijão-de-porco, durante a primeira fase do experimento.

Apesar da taxa de cobertura do solo no tratamento feijão-de-porco mais aveia-preta, houve uma redução no incremento dessa cobertura nos últimos dias de avaliação (Figura 5). Isto possivelmente, fez com que o número de espécies aqui identificadas, 15 espécies, tenha sido superior ao do tratamento com feijão de porco. Na Figura 7 estão representadas as dez principais espécies da área, sendo ainda identificadas *B. biaristata* DC., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *A. hispidium* DC., *A. deflexus* L. e *Emilia fosbergii* Nicolson, as quais somaram um IVI de 3,68. A espécie *P. maximum* foi a mais importante da área, com IVI de 165,19, seguida do *S. arundinaceum*, com IVI de 54,25. Para a espécie *P. maximum*, a DoR foi de 65,82, a DR de 33,55 e a FR de 65,82 (Figura 8).

Pode-se observar que a DoR do *P. maximum* neste tratamento foi maior que a DoR desta mesma espécie na área com cobertura da vegetação natural e menor que da área coberta por feijão-de-porco (Figuras 8, 6 e 7, respectivamente). Isto pode ter acontecido devido à redução do incremento na

taxa de coberturado do solo. Assim, as espécies da vegetação natural presentes nesta área dispuseram de fatores de produção que não estavam disponíveis nas áreas cobertas por feijão-de-porco. O elevado valor da FR mostra que houve grande número de ocorrência dessa espécie nas amostragens, sendo este um dos fatores responsáveis pelo elevado IVI observado.

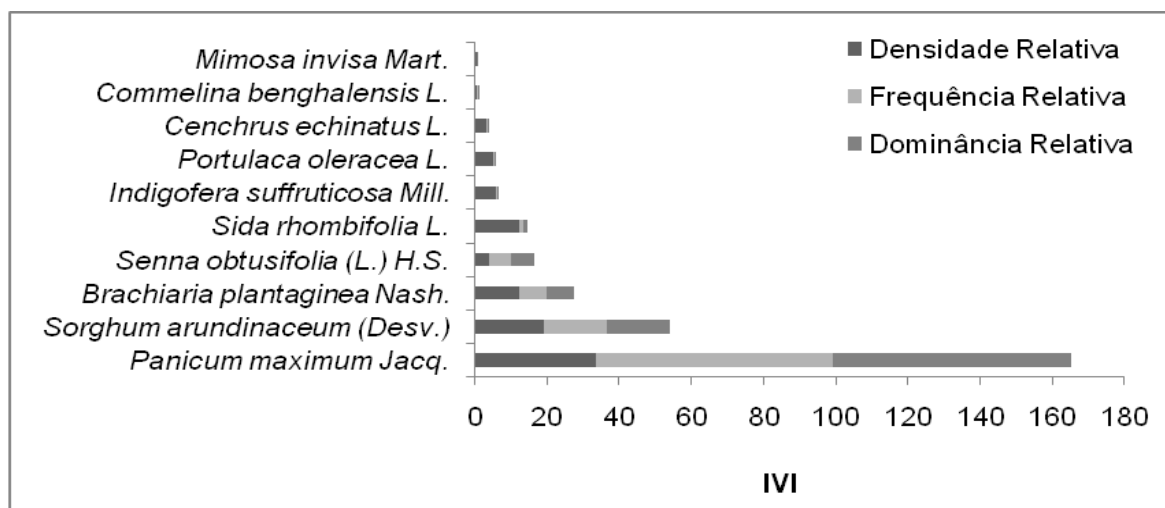


Figura 8 – Principais espécies encontradas no levantamento fitossociológico realizado na área cultivada com feijão-de-porco e aveia-preta simultaneamente, durante a primeira fase do experimento.

Na área cultivada com aveia-preta foram identificadas 17 espécies da vegetação natural, estando as principais representadas na Figura 9. Além destas, foram encontradas ainda *A. deflexus* L., *A. hispidium* DC., *B. biaristata* DC., *Phyllanthus tenellus* Roxb., *I. triloba* L., *Bidens pilosa* L. e *Sidastrum micranthum* (St.-Hil.) Fryxell, somando IVI de 30,46 no total.

A aveia-preta apresentou uma taxa de cobertura do solo muito baixa, atingindo um máximo de 50,22% do solo coberto (Figura 5), sendo a provável causa do grande número de espécies encontradas nesta área. As duas principais espécies encontradas na área foram *P. maximum* e *Sida rhombifolia* L. com IVI's de 116,43 e 29,47, respectivamente. Da mesma forma que na área de cobertura de feijão-de-porco associado com a aveia-preta, a espécie *P. maximum* apresentou uma DoR de 72,51 neste tratamento, quase se igualando com a DoR da área com cobertura de vegetação natural, indicando produção de grande massa seca por esta espécie em relação às outras presentes na área.

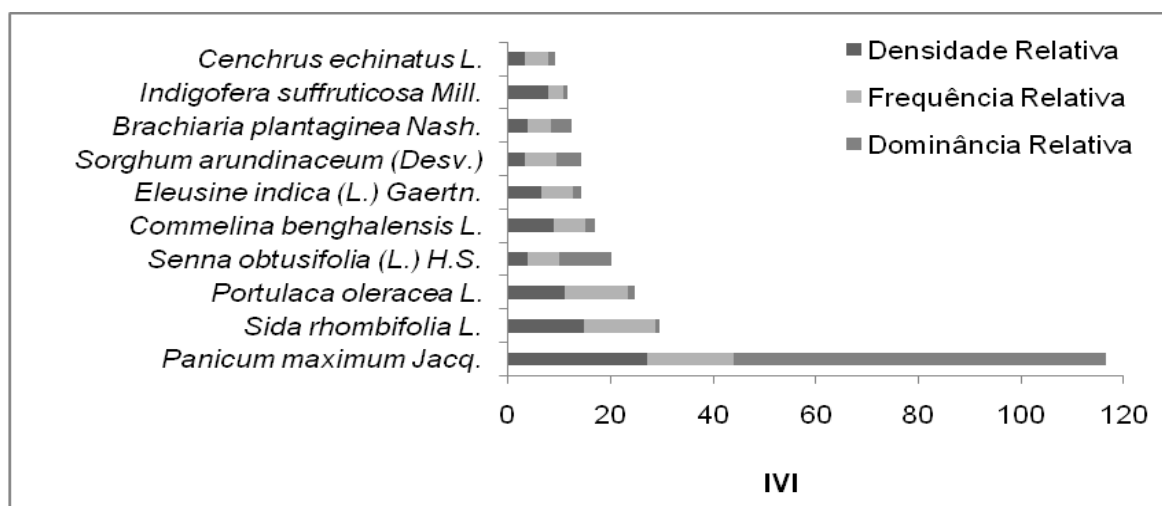


Figura 9 – Principais espécies encontradas no levantamento fitossociológico realizado na área cultivada com aveia-preta, durante a primeira fase do experimento.

O maior número de espécies nas áreas com vegetação natural e aveia-preta sugere que o feijão-de-porco possa ter liberado possíveis compostos do metabolismo secundário com efeitos allopáticos, inibindo ou reduzindo a germinação de algumas sementes presentes no banco de sementes do solo. Observou-se também que quanto maior a taxa de cobertura menor o número de espécies, indicando que quanto mais agressiva a espécie de cobertura, maior pode ser o controle de outras espécies vegetais.

4.2 – Segunda fase: avaliação das plantas de cobertura e da época de manejo no comportamento da cultura na região

4.2.1 – Fatores de produção do milho-pipoca

Na Tabela 9 é apresentado o resumo das análises de variância, com os valores dos quadrados médios e níveis de significância para cada fator de produção, em cada fonte de variação, além dos coeficientes de variação (C.V.).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para altura de plantas, diâmetro do colmo, número de plantas, número de espigas, peso de espigas, peso de grãos, peso de 100 grãos e capacidade de expansão.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Altura de plantas (m)	Diâmetro do colmo (mm)	Número de plantas (plantas ha ⁻¹)	Número de espigas (espigas ha ⁻¹)
Coberturas	3	0,0987 ^{ns}	2,765881 ^{ns}	646.527.800 ^{ns}	486.300.800 ^{ns}
Resíduo "A"	9	0,0366	1,0035	342.386.800	386.146.500
Épocas	3	0,1461 [*]	20,9800 ^{**}	187.885.800 ^{ns}	595.740.100 ^{**}
Épocas Vs. Coberturas	9	0,0188 ^{ns}	1,4373 ^{ns}	245.593.300 [*]	178.404.700 ^{ns}
Resíduo "B"	36	0,0417	0,8205	115.314.200	120.984.400
Manejos	1	0,0012 ^{ns}	9,4097 ^{**}	417.284.000 [*]	1.996.769.000 ^{**}
Manejos Vs. Coberturas	3	0,0016 ^{ns}	0,9554 [*]	263.040.100 ^{**}	71.666.020 ^{ns}
Manejos Vs. Épocas	3	0,0042 ^{ns}	1,1808 [*]	10.108.020 ^{ns}	65.055.940 ^{ns}
Manejos Vs. Épocas Vs. Coberturas	9	0,0247 [*]	0,7973 ^{**}	141.049.400 [*]	205.693.800 [*]
Testemunhas	1	0,0162 ^{ns}	0,006728 ^{ns}	211.265.400 ^{ns}	612.500.000 [*]
Testemunhas Vs. Fatorial	1	0,0023 ^{ns}	0,7324 ^{ns}	262.345.700 [*]	4.099.151 ^{ns}
Resíduo "C"	54	0,009	0,3270	61.965.590,74	95.425.923,13
C.V. (%)		6,26	6,27	16,53	23,90

Tabela 9 – Cont.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Peso de espigas	Peso de grãos	Peso de 100 grãos	Capacidade de expansão
Coberturas	3	1.254.725 ^{ns}	800.542,30 ^{ns}	0,2617 ^{ns}	18,6513 ^{ns}
Resíduo "A"	9	1.818.870	1.077.03	0,7522	15,0934
Épocas	3	37.40.176 **	2.535.97 **	0,7430 ^{ns}	12,9222 ^{ns}
Épocas Vs. Coberturas	9	445.783 ^{ns}	300.132,90 ^{ns}	0,6197 ^{ns}	16,5603 ^{ns}
Resíduo "B"	36	556.760,70	399.121,70	0,6505	12,7225
Manejos	1	620.8407 **	3.067.97 **	28,5579 **	7,1884 ^{ns}
Manejos Vs. Coberturas	3	54.950,50 ^{ns}	54.439,54 ^{ns}	0,8918 **	7,1328 ^{ns}
Manejos Vs. Épocas	3	161.145,30 ^{ns}	60.372,54 ^{ns}	0,0338 ^{ns}	21,8157 ^{ns}
Manejos Vs. Épocas Vs. Coberturas	9	569.541,33 *	334.049,67 *	0,3854 *	14,7107 ^{ns}
Testemunhas	1	3.279.645 **	2.089.88 **	7,4594 **	0,0556 ^{ns}
Testemunhas Vs. Fatorial	1	6.788,24 ^{ns}	59.085,66 ^{ns}	2,1188 **	8,8791 ^{ns}
Resíduo "C"	54	253.488,0881	161.111,8026	0,1860	13,3523
C.V. (%)		23,76	26,76	4,67	15,54

^{ns} Não significativo pelo teste "F";

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste "F";

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste "F".

Pode-se observar que a cobertura do solo não foi significativa para nenhuma das variáveis. Portanto, nas condições em que o experimento foi conduzido, não seria vantagem para o produtor realizar formação de cobertura do solo para o plantio direto, podendo utilizar as plantas da vegetação natural como cobertura do solo, evitando assim gastos com a implantação da área com as plantas de cobertura.

O fator época de manejo das plantas de cobertura apresentou significância de 5 % para a variável altura de plantas e de 1 % para as variáveis diâmetro do colmo, número de espigas, peso de espigas e peso de grãos, não sendo significativo para as demais variáveis. Estas diferenças, provavelmente, foram observadas porque, devido ao maior período após o manejo das plantas de cobertura até a semeadura da cultura, as chances das sementes que estão presentes no banco de semente do solo germinarem e se estabelecerem aumentaram. Assim, quando a cultura foi semeada, já haviam plantas daninhas germinadas, as quais tiveram vantagem sobre as plantas de milho-pipoca na competição pelos fatores de produção.

O tipo de manejo das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca apresentou significância para as variáveis diâmetro do colmo, número de plantas, número de espigas, peso de espigas, peso de grãos e peso de 100 grãos. Esta diferença sugere que a quantidade de palha sobre o solo não foi suficiente para promover um controle satisfatório das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, sendo necessário controle químico para complementar o controle realizado pela cobertura do solo. Assim, quando foi realizado o controle químico, as plantas de milho-pipoca ficaram em uma condição de menor competição pelos fatores de produção com as plantas daninhas, se desenvolvendo melhor que as plantas do tratamento sem controle químico.

Diferenças significativas também foram detectadas na interação entre os tipos de manejos das plantas daninhas e os tipos de cobertura do solo para diâmetro do colmo, número de plantas e peso de 100 grãos, enquanto a interação entre os manejos e as épocas de manejo das plantas de cobertura foi significativa apenas para diâmetro de colmo. A interação entre os três fatores, tipo de cobertura do solo versus época de manejo das plantas de cobertura versus manejo das plantas daninhas, apenas não foi significativa para número de espigas e capacidade de expansão dos grãos.

A capacidade de expansão dos grãos do milho-pipoca não foi afetada por nenhum tratamento e também não houve interação significativa entre eles, provavelmente, porque foi usado apenas um híbrido de milho-pipoca e esta é uma característica condicionada por fatores genéticos (Sawazaki et al. 1986).

As testemunhas adicionais analisadas, compostas pelo plantio convencional sem e com controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, foram diferentes para os componentes número de espigas, peso de espigas, peso de grãos e peso de 100 grãos. Como foram analisadas duas testemunhas, as quais foram significativas pelo teste “F”, a que apresentou o maior valor foi superior à outra.

4.2.1.1– Componentes de produção do milho-pipoca

A época de manejo das plantas de cobertura do solo afetou significativamente a altura de planta, o diâmetro do colmo, o número de espigas, o peso de espigas e o peso de grãos. A maior altura de planta foi observada no tratamento com manejo das plantas de cobertura 1 DAS, com altura média de 1,72 m, não se diferenciando dos tratamentos 7 DAS, com 1,71 m, e 14 DAS, com 1,65 m. Quando as plantas de cobertura foram manejadas aos 21 DAS, a altura das plantas de milho-pipoca foi menor em relação aos tratamentos 1 e 7 DAS, com 1,57 m, porém, não se diferenciou do tratamento 14 DAS (Tabela 10). Quanto ao diâmetro do colmo, o tratamento 21 DAS apresentou o menor diâmetro, com apenas 8,68 mm, diferenciando-se dos tratamentos 1, 7 e 14 DAS, que apresentaram diâmetros de 10,45 mm, 10,12 mm e 10,28 mm, respectivamente (Tabela 10).

As plantas de milho-pipoca são mais delicadas que as de milho comum, apresentando colmos mais finos e por isso quebram facilmente e são mais suscetíveis ao tombamento (Cruz et al., 2004). Assim, o diâmetro do colmo, bem como a altura das plantas, são fatores importantes na cultura do milho-pipoca, evitando os tratamentos que proporcionam alturas excessivas de plantas e colmos muito finos. Portanto, levando-se em consideração essas duas características das plantas de milho-pipoca, pode-se dizer que, nas condições em que o experimento foi conduzido, a época de dessecação das plantas de cobertura aos 14 DAS do milho-pipoca proporcionou os melhores resultados, uma

vez que neste tratamento foram observados o maior diâmetro, não se diferenciando das épocas 1 e 7 DAS, e a menor altura das plantas, não se diferenciando da época 21 DAS. Menor altura e maior diâmetro de colmo das plantas são fatores desejáveis, contribuindo com a redução de quebras e tombamentos de plantas, e conseqüentemente com o aumento da produtividade, principalmente na região de Campos dos Goytacazes, onde são constantes as fortes rajadas de vento.

Tabela 10 – Fatores de produção do milho-pipoca em função das épocas de dessecação das plantas de cobertura do solo antes da semeadura da cultura (DAS).

Características avaliadas	Épocas de dessecação			
	1ª época (1 DAS)	2ª época (7 DAS)	3ª época (14DAS)	4ª época (21 DAS)
Altura de planta (m)	1,72 A	1,71 A	1,65 AB	1,57 B
Diâmetro do colmo (mm)	10,45 A	10,12 A	10,28 A	8,68 B
Número de plantas (plts. ha ⁻¹)	53.854,22 A	56.597,22 A	54.618 A	50.763,88 A
Número de espiga (esp. ha ⁻¹)	47.812,44 A	49.618 A	46.354,22 AB	39.722,22 B
Peso de espigas (Kg ha ⁻¹)	2.808,34 A	2.577,43 A	2.613,92 A	2.013,54 B
Peso de grãos (Kg ha ⁻¹)	2.029,86 A	1.831,60 A	1.870,83 A	1.374,48 B
Peso de 100 Grãos (g)	13,8406 A	13,6112 A	13,5333 A	13,8192 A
Capacidade de expansão (ml g ⁻¹)	24,4896 A	25,3542 A	24,6458 A	25,8542 A

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey.

O número de plantas não apresentou diferença significativa nas quatro épocas de manejo da cobertura do solo estudadas. Porém, pode-se observar que quando manejadas aos 21 DAS a produção de espigas foi de apenas 39.722,22 espigas ha⁻¹, não se diferenciando do tratamento 14 DAS, com 46.354,22 espigas ha⁻¹. A maior produção de espigas ficou por conta do tratamento 7 DAS, com

49.618 espigas ha^{-1} , não apresentando diferença dos tratamentos 1 e 14 DAS (Tabela 10).

Pode-se observar que a diferença entre o número de espigas em relação ao número de plantas aumentou quando as plantas de cobertura foram manejadas aos 21 DAS (Tabela 10). Este comportamento, possivelmente, pode estar relacionado com o menor diâmetro do colmo das plantas presentes neste tratamento, o que pode ter causado a quebra ou tombamento das plantas, que conseqüentemente não produziram. Outra possível causa da redução na produção de espigas para este tratamento é a maior competição com as plantas daninhas, as quais tiveram tempo para germinar e se estabelecer antes da semeadura do milho-pipoca, encontrando-se assim em vantagem na competição pelos fatores de produção. A grande competição pode ter limitado os fatores de produção às plantas de milho-pipoca, os quais podem não ter sido suficientes no momento do enchimento de grãos.

Os mesmos fatos podem explicar o menor peso de espigas e de grãos pelo tratamento com manejo das plantas de cobertura aos 21 DAS, uma vez que estão de certa forma, relacionados com o número de espigas produzidas. O tratamento 1 DAS proporcionou as maiores produtividades de espigas e de grãos, com 2.808,34 e 2.029,86 Kg ha^{-1} , respectivamente, não se diferenciando dos tratamentos 7 e 14 DAS. A menor produtividade foi encontrada nos tratamentos onde plantas de cobertura foram manejadas aos 21 DAS, tanto para peso de espigas quanto para peso de grãos, produzindo 2.013,54 Kg ha^{-1} de espigas e 1.374,48 Kg ha^{-1} de grãos (Tabela 10). Comparando os tratamentos com manejo das plantas de cobertura 1 DAS e 21 DAS, pode-se calcular uma perda de 32,78 % na produtividade de grãos, o que pode ser evitado pelo simples fato do adiantamento da semeadura da cultura.

A interação entre as épocas de manejo das plantas de cobertura e os tipos de coberturas do solo foi significativa para o número de plantas. Porém, apesar de a interação ter sido significativa, as médias não apresentaram diferenças significativas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade, para todas as possíveis interações entre os fatores (Tabela 11).

Tabela 11 – Efeito da interação entre o tipo de cobertura do solo e sua época de dessecação sobre a população de plantas de milho-pipoca, expressa em plantas ha⁻¹.

Coberturas	Épocas de dessecação			
	1ª época (1 DAS)	2ª época (7 DAS)	3ª época (14DAS)	4ª época (21 DAS)
Feijão-de-porco	59.166,67 A a	60.972,23 A a	50.972,22 A a	46.805,55 A a
Aveia-preta	42.638,89 A a	53.333,33 A a	56.944,44 A a	51.250 A a
Feijão-de-porco + Aveia-preta	54.583,34 A a	52.916,66 A a	51.111,11 A a	42.222,22 A a
Vegetação natural	59.027,78 A a	59.166,66 A a	59.444,45 A a	59.777,78 A a

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey.

Ao avaliar os dois tipos de manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, com e sem aplicação da mistura nicosulfuron + atrazine, apenas altura de plantas e capacidade de expansão não apresentaram diferença significativa. Nas características que apresentaram diferença, o manejo com o controle químico das plantas daninhas foi sempre melhor que o manejo sem aplicação da mistura de herbicida (Tabela 12).

Estes resultados podem se explicados pelo fato de nos tratamentos onde não se realizou o controle químico das plantas daninhas, ficando este somente pela ação da cobertura morta do solo, a concorrência entre as plantas presentes na área foi, possivelmente, maior que nas parcelas onde foi aplicada a mistura de herbicida. Isto sugere que a quantidade de palhada sobre o solo não foi suficiente para promover controle satisfatório das plantas daninhas. Segundo Oliveira e Freitas (2009), avaliando doses de trifloxysulfuron sodium + ametryn em diferentes níveis de palha sobre o solo, observaram que independente da utilização do herbicida a quantidade de palha necessária para o controle satisfatório da espécie *Rottboellia cochinchinensis* foi de 16 Mg ha⁻¹.

Esta competição pode ter sido responsável pela redução do diâmetro do colmo das plantas de milho-pipoca, ou até mesmo pode ter levado algumas plantas à morte em casos de competição intensa, como por exemplo, quando as coberturas foram manejadas aos 21 DAS do milho-pipoca sem aplicação da

mistura de herbicidas, o que explica o menor número de plantas e de espigas nestes tratamentos.

Observou-se que no tratamento sem herbicida que houve perda de 10.225,66 espigas ha^{-1} , ou 19,6 %, em relação ao número de plantas, enquanto no tratamento com herbicida essa perda foi de 5.937,44 espigas ha^{-1} , correspondente a 10,65 %. Essa maior perda de espigas ha^{-1} em relação ao número de plantas ha^{-1} , provavelmente, foi uma das causas da redução do peso total de espigas no tratamento sem herbicida, o qual foi de 2.238,07 Kg ha^{-1} . Quando houve controle químico das plantas daninhas, a produtividade de espigas foi de 2.723,54 Kg ha^{-1} , representando uma perda de 16,18 % na produtividade de espigas do tratamento sem herbicida quando comparado com o tratamento com herbicida.

Tabela 12 – Fatores de produção em função do manejo das plantas daninhas pelo efeito da palhada somado ao efeito dos herbicidas e apenas pelo efeito da palhada.

Características Avaliadas	Manejos das plantas daninhas	
	C/ Herbicida	S/ Herbicida
Altura de planta (m)	1,6656 A	1,6594 A
Diâmetro do colmo (mm)	10,1528 A	9,6105 B
Número de plantas (plts ha^{-1})	55.763,88 A	52.152,77 B
Número de espiga (esp ha^{-1})	49.826,44 A	41.927,11 B
Peso de espigas (Kg ha^{-1})	2.723,54 A	2.283,07 B
Peso de grãos (Kg ha^{-1})	1.931,51 A	1.621,87 B
Peso de 100 Grãos (g)	14,17 A	13,23 B
Capacidade expansão (ml g^{-1})	24,8490 A	25,3229 A

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey.

Conseqüentemente, o peso de grãos também foi menor no tratamento sem herbicida, alcançando uma produtividade de 1.621,87 Kg ha⁻¹ contra os 1.931,51 Kg ha⁻¹ produzidos no tratamento com herbicida, representando uma perda de 16,03 % nos tratamentos onde não se realizou o controle das plantas daninhas quando comparado com o tratamento onde esse controle foi realizado, ficando muito próximo à perda encontrada para peso de espigas.

Observou-se também diferença significativa no peso de 100 grãos, que foi de 14,17 g para o tratamento com herbicida e 13,23 g para o tratamento sem herbicida. O maior peso dos grãos, provavelmente, ocorreu porque, com a aplicação do herbicida a competição entre as plantas de milho-pipoca e as plantas daninhas foi menor, e por isso as plantas de milho-pipoca tiveram maior disponibilidade dos fatores de produção neste tratamento em relação ao sem herbicida. Por isso, pode se considerar que na fase de enchimento dos grãos, estas plantas produziram grãos maiores e conseqüentemente mais pesados. Este fato pode ser de certa forma, comprovado pelos valores da capacidade de expansão que, apesar de não ter dado diferença significativa, mostra que a expansão dos grãos do tratamento com herbicida foi menor que no tratamento sem herbicida. Segundo Sawazaki et al. (1987), a capacidade de expansão dos grãos de milho-pipoca está relacionada com o tamanho dos grãos, alcançando maiores volumes de pipoca com os grãos menores, porque o número de grãos pequenos que ocorre em uma determinada massa de grãos é maior que o número de grãos grandes.

Interação significativa foi observada também entre os fatores plantas de cobertura do solo e manejo das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca para as seguintes variáveis: número de plantas, diâmetro do colmo e peso de 100 grãos.

Ao avaliar as coberturas do solo dentro dos manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, observou-se que para a variável número de plantas, o controle ou não das plantas daninhas pela mistura de herbicidas não influenciou a população final de plantas nas coberturas de feijão-de-porco e aveia-preta, uma vez que estas não apresentaram diferença entre si. Porém, nas coberturas de feijão-de-porco mais aveia-preta e de vegetação natural, a população foi de 55.069,45 e 60.611,12 plantas ha⁻¹, respectivamente, no tratamento com herbicida, sendo maior que as médias do tratamento sem

herbicida. Entretanto, quando se avaliaram os manejos dentro das coberturas, apenas no manejo com herbicida ocorreu diferença entre as coberturas do solo, onde a cobertura de vegetação natural proporcionou a maior população. No manejo sem aplicação de herbicida não houve diferença entre as coberturas do solo (Tabela 13).

O diâmetro do colmo das plantas de milho-pipoca apresentou maiores valores no tratamento com herbicida em relação ao sem herbicida para todas as coberturas do solo, com valores de 9,95 mm na cobertura de feijão-de-porco, 10,02 mm na aveia-preta, 10,38 mm na cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta e 10,22 mm na vegetação natural. Porém, esta última não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento sem herbicida. Ao avaliar os manejos dentro de cada cobertura do solo, não se observou diferença significativa entre as coberturas para o manejo com herbicida. Todavia, no manejo sem herbicida o menor diâmetro foi observado para a cobertura de aveia-preta (9,09 mm), o qual não se diferenciou da cobertura de feijão-de-porco com 9,51 mm. A cobertura de vegetação natural proporcionou diâmetro de colmo de 10,14 mm, sendo este o maior valor observado para a variável, porém não foi diferente do encontrado para a cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta (Tabela 13).

Com relação aos tipos de manejos das plantas daninhas dentro de cada cobertura, o peso de 100 grãos foi maior para todas as quatro coberturas no manejo com herbicida em relação ao tratamento sem herbicida, com valores de 14,27 g, 14,10 g, 14,22 g e 14,11 g para as coberturas feijão-de-porco, aveia-preta, feijão-de-porco mais aveia-preta e vegetação natural, respectivamente. Entre os manejos, no tratamento com herbicida não ocorreu diferença significativa entre as coberturas do solo avaliadas. Já no manejo sem herbicida, as coberturas de vegetação natural e aveia-preta proporcionaram os maiores pesos de 100 grãos, com valores 13,48 g e 13,37 g, respectivamente, não se diferenciando da cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta (13,16 g). O menor valor foi observado na cobertura de feijão-de-porco que foi de 12,90 g, o qual também não se diferenciou da cobertura de feijão-de-porco + aveia-preta (Tabela 13).

Tabela 13 – Efeito da interação entre os manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca e os tipos de coberturas do solo sobre o número de plantas por hectare, diâmetro de colmo e peso de 100 grãos.

Manejos Vs. Coberturas	Número de plantas (plantas ha ⁻¹)		Diâmetro do colmo (mm)		Peso de 100 grãos (g)	
	C/ Herbicida	S/ Herbicida	C/ Herbicida	S/ Herbicida	C/ Herbicida	S/ Herbicida
Feijão-de-porco	54.652,78 a B	54.305,55 a A	9,95 a A	9,51 b BC	14,27 a A	12,90 b B
Aveia-preta	49.722,22 a B	52.361,11 a A	10,02 a A	9,09 b C	14,1 a A	13,37 b A
Feijão-de-porco + Aveia-preta	55.069,45 a B	45.347,22 b A	10,38 a A	9,70 b AB	14,22 a A	13,16 b AB
Vegetação natural	60.611,12 a A	56.597,22 b A	10,22 a A	10,14 a A	14,11 a A	13,48 b A

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 14 – Efeito da interação entre os manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca e as épocas de dessecação das plantas de cobertura, em dias antes da semeadura (DAS) do milho-pipoca, sobre o diâmetro do colmo das plantas de milho-pipoca, expresso em mm.

Manejos das plantas daninhas	Épocas de dessecação			
	1 DAS (1ª época)	7 DAS (2ª época)	14 DAS (3ª época)	21 DAS (4ª época)
C/ Herbicida	10,68 a A	10,49 a A	10,30 a A	9,15 b A
S/Herbicida	10,22 a B	9,74 a B	10,25 a A	8,22 b B

Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey.

Na interação entre o manejo das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca e a época de dessecação das plantas de cobertura, tanto para o tratamento com herbicida como para o sem herbicida, a época de manejo aos 21 DAS proporcionou os menores diâmetros do colmo das plantas de milho-pipoca, com valores de 9,15 mm no tratamento com herbicida e 8,22 mm no tratamento sem herbicida, diferenciando-se das demais épocas em ambos os casos (Tabela 14). Possivelmente, o maior número de plantas presente no tratamento 21 DAS em relação às outras épocas, aumentou a competição entre as plantas de milho-pipoca e as plantas daninhas presentes na área e por isso as plantas de milho-pipoca apresentaram colmos mais finos.

O mesmo se observou quando se estudou cada época de dessecação dentro dos manejos das plantas daninhas, onde o tratamento sem herbicida apresentou menor diâmetro de colmo em relação ao tratamento com herbicida, nas épocas 1, 7 e 21 DAS. Apenas na época 14 DAS não foi observada diferença entre os manejos das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca (Tabela 14). Da mesma forma de quando se avaliou as épocas dentro de cada manejo, a maior competição entre as plantas daninhas e de milho-pipoca no tratamento sem herbicida pode ter sido o motivo dos menores diâmetros de colmo registrados.

Na Tabela 15 está apresentado o efeito da interação entre os três fatores (cobertura versus época versus manejo) no sistema de plantio direto, sobre as variáveis estudadas, comparadas com as testemunhas. Apenas não foi observada diferença para a capacidade de expansão dos grãos de milho-pipoca. As médias foram comparadas também com as testemunhas adicionais, as quais constaram do cultivo convencional do milho-pipoca com e sem controle das plantas daninhas.

O tratamento que proporcionou a maior altura de plantas foi a cobertura de feijão-de-porco manejada 1 DAS com aplicação de herbicida, onde as plantas apresentaram altura média de 1,865 m, contudo, não se diferenciou de outros 26 tratamentos. As testemunhas adicionais não se diferenciaram dos tratamentos de plantio direto que apresentaram as maiores médias, porém, o plantio convencional com herbicida apresentou a oitava maior altura de plantas, enquanto que o sem herbicida apresentou a vigésima sétima maior, com 1,725 m e 1,635 m, respectivamente (Tabela 15).

Tabela 15 – Interação entre os tipos de coberturas do solo, épocas de dessecação das coberturas e tipos de manejos das plantas daninhas sobre os fatores de produção na cultura do milho-pipoca, comparados com as testemunhas adicionais.

Cobertura Vs. Época Vs. Manejo	Altura de planta (m)	Diâmetro do colmo (mm)	Número de plantas (plantas ha⁻¹)	Número de espiga (espigas ha⁻¹)	Peso de espigas (kg ha⁻¹)	Peso de grãos (kg ha⁻¹)	Peso de 100 Grãos (g)	Capacidade de expansão (ml g⁻¹)
FP- 1 DAS - c/H	1,865 A	10,840 A	58.125 A	52.183,33 A	3.109,72 A	2.284,72 A	14,33 A	21,58 A
FP- 1 DAS - s/H	1,694 A	9,956 B	51.925 A	42.366,67 B	2.379,16 A	1.691,67 A	12,57 C	26,91 A
FP - 7 DAS - c/H	1,675 A	10,134 B	57.608,33 A	51.925 A	2.690,28 A	1.815,28 A	14,24 A	22,00 A
FP - 7 DAS - s/H	1,674 A	9,935 B	55.800 A	43.141,67 A	2.447,22 A	1.765,28 A	13,33 B	27,17 A
FP - 14 DAS - c/H	1,661 A	10,508 A	46.500 B	47.016,67 A	2.635,00 A	1.912,50 A	14,16 A	23,33 A
FP - 14 DAS - s/H	1,771 A	10,304 A	48.308,33 B	44.691,67 A	2.540,28 A	1.845,83 A	12,65 C	22,00 A
FP - 21 DAS - c/H	1,521 B	8,304 C	41.075 B	29.450 B	1.688,89 B	1.140,28 B	14,33 C	25,50 A
FP - 21 DAS - s/H	1,546 B	7,845 D	45.983,33 B	33.066,67 B	1.643,06 B	1.123,61 B	13,06 B	27,42 A
AP - 1 DAS - c/H	1,563 B	10,692 A	31.516,67 C	35.650 B	3.063,89 A	2.143,05 A	14,50 A	23,42 A
AP - 1 DAS - s/H	1,672 A	9,559 B	47.791,67 B	42.108,34 B	2.711,11 A	2.005,56 A	13,98 A	24,83 A
AP - 7 DAS - c/H	1,635 A	10,351 A	50.375 B	50.891,66 A	2.813,89 A	2.055,56 A	13,80 A	24,58 A
AP - 7 DAS - s/H	1,526 B	9,522 B	48.825 A	39.008,33 B	2.011,11 B	1.308,33 B	13,04 B	22,67 A
AP - 14 DAS - c/H	1,692 A	10,571 A	56.575 A	45.983,33 A	3.081,94 A	2.047,22 A	13,84 A	23,92 A
AP - 14 DAS - s/H	1,674 A	9,669 B	49.341,67 B	32.033,33 B	2.166,66 B	1.604,17 A	13,45 B	26,33 A
AP - 21 DAS - c/H	1,417 B	8,467 C	46.500 B	40.558,33 B	2.244,44 B	1.391,67 B	14,05 A	27,67 A
AP - 21 DAS - s/H	1,467 B	7,601 D	48.825 B	36.683,33 B	1.816,67 B	1.268,06 B	13,02 B	27,92 A

Tabela 15 – Cont.

Cobertura Vs. Época Vs. Manejo	Altura de planta (m)	Diâmetro do colmo (mm)	Número de plantas (plantas ha⁻¹)	Número de espiga (espigas ha⁻¹)	Peso de espigas (Kg ha⁻¹)	Peso de grãos (Kg ha⁻¹)	Peso de 100 Grãos (g)	Capacidade de expansão (ml g⁻¹)
FP+AP - 1 DAS - c/H	1,661 A	10,353 A	52.958,33 A	45.983,33 A	2.586,11 A	1.870,83 A	13,89 A	22,50 A
FP+AP - 1 DAS - s/H	1,804 A	9,945 B	48.566,66 B	41.075 B	2.491,66 A	1.791,67 A	13,13 B	24,42 A
FP+AP - 7 DAS - c/H	1,692 A	10,720 A	54.508,33 A	45.725 A	2.830,56 A	2.080,55 A	14,29 A	28,00 A
FP+AP - 7 DAS - s/H	1,668 A	9,578 B	43.916,66 B	40.300 B	2.400,00 A	1.716,67 A	12,90 B	24,33 A
FP+AP - 14 DAS - c/H	1,784 A	10,770 A	49.858,33 B	50.375 A	2.912,50 A	2.140,28 A	14,06 A	24,08 A
FP+AP- 14 DAS - s/H	1,672 A	10,530 A	45.208,33 B	35.133,34 B	2.286,11 B	1.627,78 A	13,21 B	25,50 A
FP+AP- 21 DAS - c/H	1,664 A	9,677 B	47.533,33 B	34.100 B	1.905,56 B	1.318,06 B	14,63 A	24,58 A
FP+AP- 21 DAS - s/H	1,560 B	8,756 C	31.000 C	24.541,67 B	1.356,94 B	815,28 B	13,40 B	23,00 A
VN - 1 DAS - c/H	1,746 A	10,815 A	61.258,33 A	56.058,34 A	3.544,44 A	2.613,89 A	14,49 A	26,83 A
VN - 1 DAS - s/H	1,711 A	11,433 A	47.533,33 B	40.300 B	2.580,56 A	1.837,50 A	13,83 A	25,42 A
VN- 7 DAS - c/H	1,668 A	10,762 A	57.608,33 A	55.025 A	2.916,67 A	2.100,00 A	13,99 A	26,67 A
VN - 7 DAS - s/H	1,656 A	9,933 B	52.441,67 A	43.141,67 A	2.509,72 A	1.811,11 A	13,10 B	27,42 A
VN - 14 DAS - c/H	1,741 A	9,345 B	56.575 A	48.308,33 A	2.656,94 A	1.887,50 A	13,85 A	28,00 A
VN - 14 DAS - s/H	1,715 A	10,510 A	53.991,67 A	41.333,33 B	2.631,94 A	1.901,39 A	13,04 B	24,00 A
VN - 21 DAS - c/H	1,662 A	10,133 B	60.191,66 A	52.183,33 A	2.895,83 A	2.102,78 A	14,11 A	24,92 A
VN- 21 DAS - s/H	1,740 A	8,689 C	56.575 A	44.950 A	2.556,94 A	1.836,11 A	13,95 A	25,83 A
Plantio Conv - c/H	1,725 A	10,164 B	60.450 A	50.116,67 A	3.173,61 A	2.376,39 A	14,14 A	23,92 A
Plantio Conv - s/H	1,635 A	10,222 B	50.891,66 B	33.841,67 B	1.893,06 B	1.354,17 B	12,20 C	24,08 A

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Skott-Knott.

Dentre os sete tratamentos que apresentaram as menores alturas de plantas, todos foram do sistema de plantio direto, sendo que em quatro deles as plantas de cobertura foram dessecadas aos 21 DAS. Nos outros três, dois não receberam o controle químico das plantas daninhas, sendo um manejado aos 14 DAS e outro aos 7 DAS, indicando a importância da época de manejo e do controle das plantas daninhas no sistema de plantio direto.

O diâmetro do colmo das plantas de milho-pipoca também foi influenciado pelos tratamentos. O maior valor encontrado foi no tratamento de plantio direto com cobertura de vegetação natural, manejado a 1 DAS e sem aplicação de herbicida, com valor de 11,433 mm. Porém, este não se diferenciou de outros 13 tratamentos, todos do sistema de plantio direto, dos quais apenas três não receberam aplicação de nicosulfuron + atrazine (Tabela 15). O maior diâmetro apresentado pelo tratamento sem aplicação da mistura de herbicidas pode ser explicado pela grande quantidade de matéria seca produzida pela cobertura de vegetação natural (Tabela 6), o que pode ter promovido um controle das espécies de plantas daninhas naquela área. Isso fica mais claro quando se observa que o mesmo tratamento, porém com a aplicação de herbicida, apresentou o terceiro maior diâmetro de colmo, com 10,815 mm, não se diferenciando do tratamento sem herbicida. O tratamento com cobertura de feijão-de-porco, manejado a 1 DAS com aplicação de herbicida apresentou o segundo maior diâmetro de colmo, com 10,840 mm e quando não se aplicou o herbicida, o diâmetro foi de 9,956 mm, indicando que esta cobertura do solo não foi eficiente no controle das plantas daninhas (Tabela 15).

Os menores diâmetros de colmo foram encontrados nos tratamentos com cobertura de feijão-de-porco, manejado aos 14 DAS e aveia-preta manejada aos 21 DAS, ambos sem aplicação de herbicida, com valores de 7,854 e 7,601 mm, respectivamente. As testemunhas adicionais não apresentaram diferença entre si, com diâmetros de 10,222 mm no plantio convencional sem herbicida e 10,164 mm onde foi realizado o controle químico das plantas daninhas, porém diferenciaram-se dos melhores e dos piores tratamentos (Tabela 15).

O tratamento com cobertura de vegetação natural manejada a 1 DAS com aplicação de herbicida, proporcionou um número de plantas de 61.258,33 plantas ha^{-1} e número de espigas de 56.058,34 espigas ha^{-1} , correspondente aos maiores valores entre os tratamentos para os respectivos componentes de produção. A

população de plantas desse tratamento não se diferenciou de outros 14 tratamentos, sendo um destes o plantio convencional com herbicida que proporcionou a segunda maior população de plantas (60.450 plantas ha⁻¹). Quanto ao número de espigas, também não se observou diferença entre o maior valor e o plantio convencional com herbicida, além de outros 15 tratamentos de plantio direto que também não apresentaram diferença significativa em relação aos dois comentados anteriormente. Entre os 15 maiores números de plantas e os 17 maiores números de espigas que não apresentaram diferença entre si, as oito maiores populações e as treze maiores produtividades de espigas foram proporcionadas pelos tratamentos com aplicação de herbicida para controle das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca.

Tanto o menor número de plantas quanto o menor número de espigas foram observados no tratamento plantio direto com palhada de feijão-de-porco + aveia-preta manejada aos 21 DAS, com uma população de 31.000 plantas ha⁻¹ e uma produtividade de 24.541,67 espigas ha⁻¹. Para o número de plantas, esse tratamento não se diferenciou do plantio direto sob palhada de aveia-preta manejada 1 DAS com aplicação de herbicidas. Com relação ao número de espigas, o pior tratamento não se diferenciou de outros 16, sendo um destes o plantio convencional sem herbicida, o qual produziu 33.841,67 espigas ha⁻¹.

Pode-se observar que a prolificidade, obtida pela razão entre o número de espigas e o número de plantas, foi muito baixa em todos os tratamentos, atingindo mais de uma espiga por planta apenas em quatro tratamentos, sendo estes aveia-preta 1 DAS com herbicida com 1,13 espigas por planta e com 1,01 espigas por planta, os tratamentos feijão-de-porco 14 DAS, aveia-preta 7 DAS e consórcio entre aveia-preta e feijão-de-porco 14 DAS, todos com herbicida. Os menores valores de prolificidade foram encontrados para aveia-preta 14 DAS e plantio convencional, ambos sem herbicida, com 0,65 e 0,66 espigas por planta, respectivamente.

O tratamento plantio direto sob palhada de vegetação natural manejada 1 DAS também proporcionou as maiores produtividades de espigas e de grãos, em ambos os casos, seguido pelo plantio convencional com herbicida e pelo plantio direto sob palhada de feijão-de-porco manejada 1 DAS. As produtividades de espigas foram 3.544,44, 3.173,61 e 3.109,72 Kg ha⁻¹ e de grãos 2613,89, 2376,39 e 2.284,72 Kg ha⁻¹, para os respectivos tratamentos. Porém, 23 tratamentos não

apresentaram diferença entre si com relação ao peso de espigas e 25 em relação ao peso de grãos. Apesar de não terem se diferenciado, as 10 maiores produtividades de espigas e de grãos foram proporcionadas por tratamentos em que se realizou o controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, inclusive no plantio convencional, confirmando a importância desta prática cultural em ambos os sistemas de plantio.

Para a cobertura de vegetação natural, que apresentou o maior peso de grãos entre todos os tratamentos quando as plantas daninhas foram controladas, observou-se que, o fato de não ter realizado o controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, ocasionou uma perda de 776,39 Kg ha⁻¹ de grãos, o que corresponde a uma perda de 29,70 %. No plantio convencional, houve perda de 43,02 % no peso de grãos no tratamento sem controle químico das plantas daninhas quando comparado com o tratamento onde este controle foi realizado. Para o produtor rural essas perdas representam um prejuízo de aproximadamente R\$ 1.400,00 ha⁻¹ no plantio direto e de R\$ 1.840,00 ha⁻¹ no plantio convencional, considerando que a saca de 30 Kg de milho-pipoca era comercializada a R\$ 54,00 em dezembro de 2009 (CEAGESP, 2009), o que pode ser uma perda considerável para o produtor.

As piores produtividades de espigas e de grãos foram encontradas, em ordem crescente, para os tratamentos plantio direto sob a palhada de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada 21 DAS sem herbicida (1.356,94 Kg ha⁻¹ de espigas e 815,28 Kg ha⁻¹ de grãos), feijão-de-porco manejado 14 DAS sem herbicida (1.643,06 Kg ha⁻¹ de espigas e 1.123,61Kg ha⁻¹ de grãos), feijão-de-porco manejado 21 DAS com herbicida (1.688,89 Kg ha⁻¹ de espigas e 1.140,28 Kg ha⁻¹ de grãos) e aveia-preta manejada 21 DAS sem herbicida (1.816,67 Kg ha⁻¹ de espigas e 1.268,06 Kg ha⁻¹ de grãos), os quais não se diferenciaram entre si.

O maior peso de 100 grãos foi obtido no tratamento com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada 7 DAS com aplicação de herbicida, onde atingiu 14,63 g, não se diferenciando do plantio convencional com aplicação de herbicida com 14,14 g por 100 grãos. Porém, foi diferente do plantio convencional sem controle químico das plantas daninhas, o qual proporcionou o menor peso de 100 grãos entre todos os tratamentos avaliados, com valor de 12,20 g. Entre os tratamentos do sistema de plantio direto, a palhada de feijão-de-porco manejada 1 DAS sem aplicação de herbicida proporcionou o menor peso

de 100 grãos com 12,57 g.

A capacidade de expansão dos grãos de milho-pipoca não apresentou diferença significativa entre os tratamentos analisados, porém, os valores obtidos foram muito abaixo do esperado, já que este híbrido pode atingir até 35 ml g⁻¹ (IAC, 2010), e o maior valor encontrado foi de 28 ml g⁻¹. A menor capacidade de expansão foi de 21,58 ml g⁻¹, encontrada no tratamento plantio direto sob palhada de feijão-de-porco manejada 1 DAS com aplicação de herbicida. No sistema de plantio convencional do milho-pipoca, a capacidade de expansão foi de 24,08 ml g⁻¹ para a área que recebeu aplicação de herbicida e de 23,92 ml g⁻¹, onde não se fez o controle das plantas daninhas pela mistura de herbicida. A não diferença na capacidade de expansão entre os tratamentos pode ser explicada pelo fato de ter sido utilizado apenas um híbrido.

Miranda et al. (2003), trabalhando com uma população inicial de plantas de 45.000 plantas ha⁻¹, em Coimbra – MG, em um experimento instalado 15 de outubro de 1998, encontraram peso de 12,5 g para 100 grãos, capacidade de expansão de 24,1 ml ml⁻¹ (em volume/volume) e produtividade de 3.468 Kg ha⁻¹, para o híbrido IAC 112. A prolificidade para este híbrido foi de 1,5. Porém, Galvão et al. (2000) também em Coimbra – MG, com uma população inicial de 55.000 plantas ha⁻¹, encontraram peso de 100 grãos de 13,3 g, capacidade de expansão de 39,1 ml g⁻¹, produtividade de 3.518 Kg ha⁻¹, e prolificidade de 1,19.

4.2.1.2 – Levantamento fitossociológico na cultura do milho-pipoca

Após a dessecação das plantas de cobertura do solo e semeadura da cultura, novo levantamento fitossociológico foi realizado para cada época de dessecação das plantas de cobertura e em cada tipo de manejo das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca.

De maneira geral, a palhada da vegetação natural sobre o solo proporcionou controle das plantas daninhas durante o ciclo da cultura do milho-pipoca. Na área sem aplicação de herbicida o maior número de espécies de plantas daninhas foi encontrado no tratamento onde a dessecação das plantas de cobertura ocorreu aos 7 DAS, com 15 espécies (Figura 12). Quando a vegetação natural foi dessecada aos 14 DAS, foram identificadas 14 espécies (Figura 11), e

quando dessecadas aos 21 e 1 DAS identificou-se 12 espécies de plantas daninhas em cada uma dessas épocas (Figuras 10 e 13, respectivamente). Na primeira fase do experimento, foram identificadas 18 espécies na área coberta pela vegetação natural, o que indica que depois de manejadas, a palhada dessa cobertura reduziu o número de espécies de plantas daninhas na cultura do milho.

A espécie *Panicum maximum*, que obteve o maior IVI na primeira fase (118,98) para a área com cobertura de vegetação natural, apresentou drástica redução no valor do IVI após a dessecação das plantas de cobertura do solo desta área, apresentando apenas o quinto, oitavo, nono e segundo maior IVI para as épocas 21, 14, 7 e 1 DAS, com valores de 19,26, 12,69, 6,59 e 76,88, respectivamente (Figuras 10, 11, 12 e 13). Estes dados sugerem que a presença da palhada da vegetação natural sobre o solo atuou de forma negativa sobre a germinação das sementes desta espécie ou sobre seu crescimento e/ou desenvolvimento, tornando-a menos problemática na cultura do milho-pipoca.

Já a espécie *Cyperus rotundus* L., que não havia aparecido no levantamento realizado na primeira fase do experimento, na cultura do milho-pipoca apareceu como a principal espécie daninha em todas as épocas de manejo, com IVI's de 124,54; 105,42; 126,51 e 143,19 para os tratamentos 21, 14, 7 e 1 DAS, respectivamente (Figuras 10, 11, 12 e 13), propondo que a palhada não foi eficiente na inibição desta espécie, a qual foi a mais problemática na cultura no plantio direto sobre a palhada da vegetação natural sem o controle destas espécies através da aplicação de herbicida.

Observou-se também, que o número de espécies identificadas na área de plantio direto sobre a cobertura de vegetação natural com aplicação da mistura nicosulfuron + atrazine, foi menor quando comparado com o da área que não recebeu o controle químico das plantas daninhas, com apenas duas espécies identificadas nas épocas 21, 7 e 1 DAS (Figuras 14, 16 e 17) e seis espécies na época 14 DAS (Figura 15). A espécie *C. rotundus* continuou sendo a mais importante em todas as épocas de manejo da vegetação natural, com IVI's de 239,12; 182,03; 259,10 e 204,40 para as épocas de manejo 21,14, 7 e 1 DAS, respectivamente (Figuras 14, 15, 16 e 17).

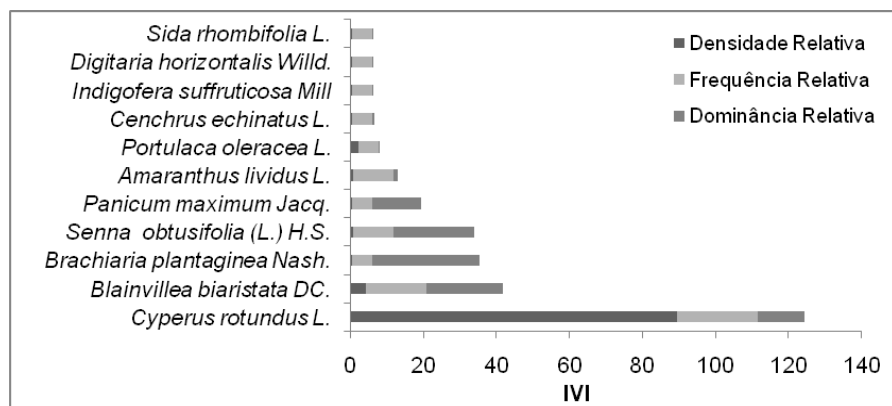


Figura 10 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada aos 21 DAS, sem herbicida.

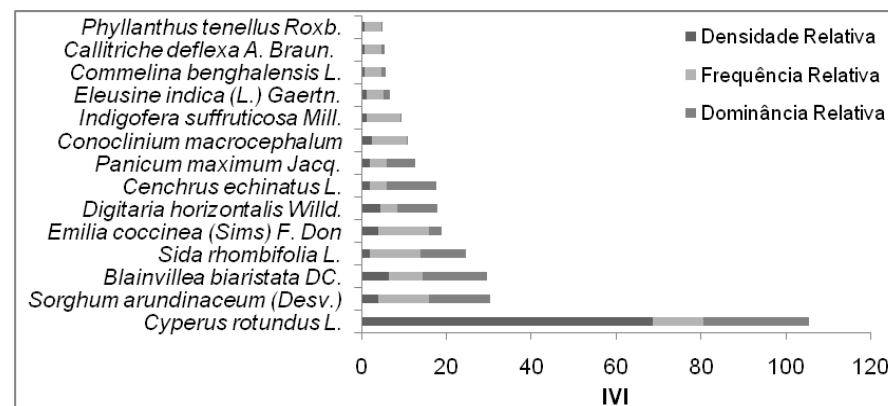


Figura 11 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada aos 14 DAS, sem herbicida.

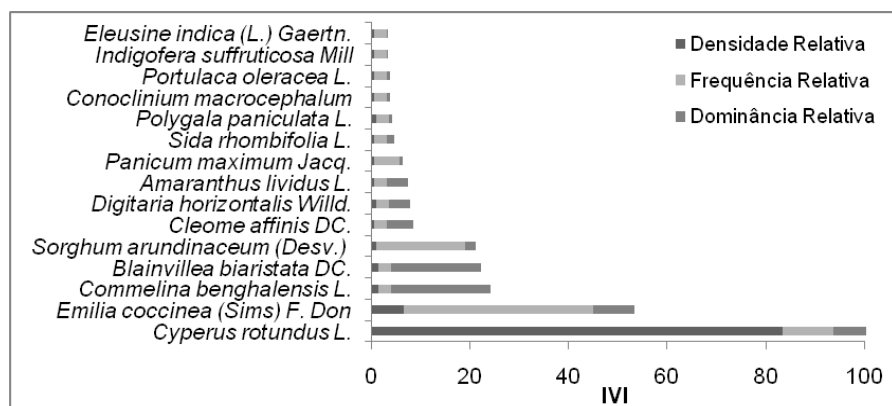


Figura 12 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada aos 7 DAS, sem herbicida.

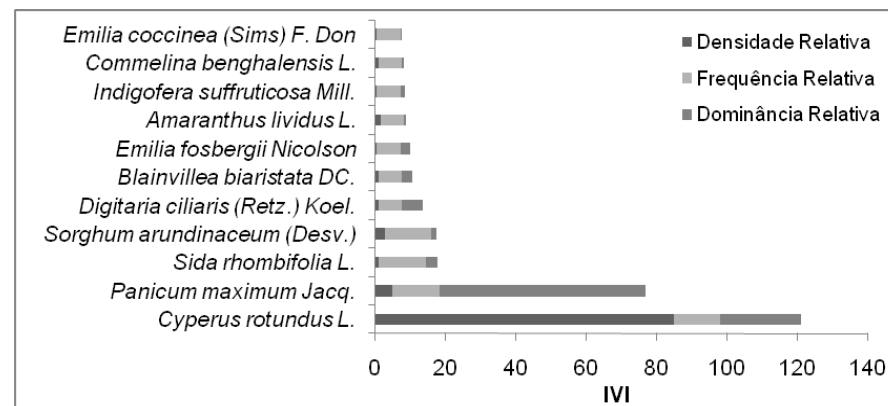


Figura 13 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada a 1 DAS, sem herbicida.

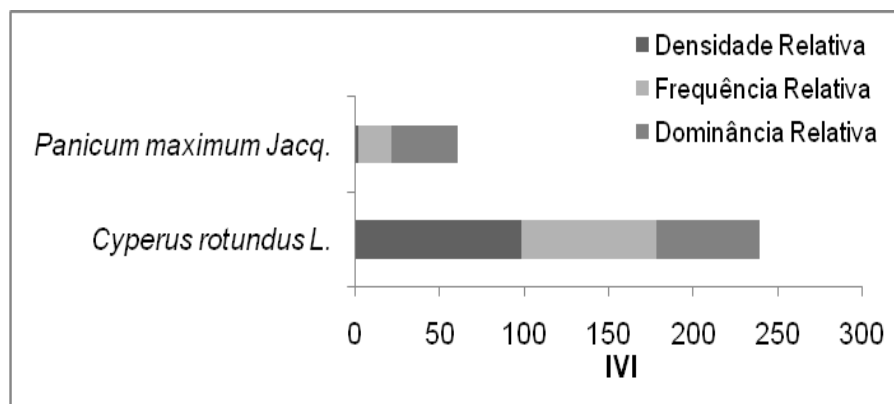


Figura 14 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada aos 21 DAS, com herbicida.

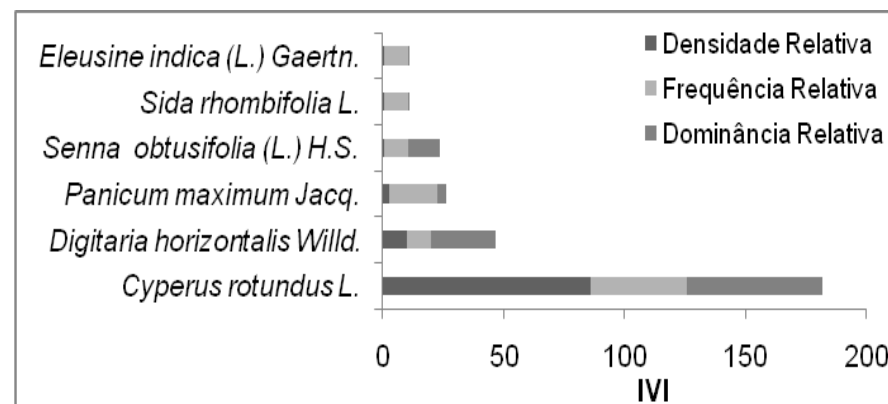


Figura 15 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada aos 14 DAS, com herbicida.

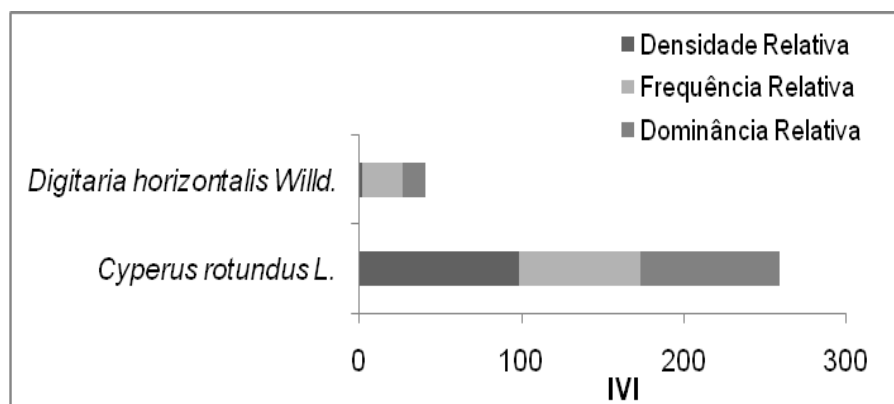


Figura 16 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada aos 7 DAS, com herbicida.

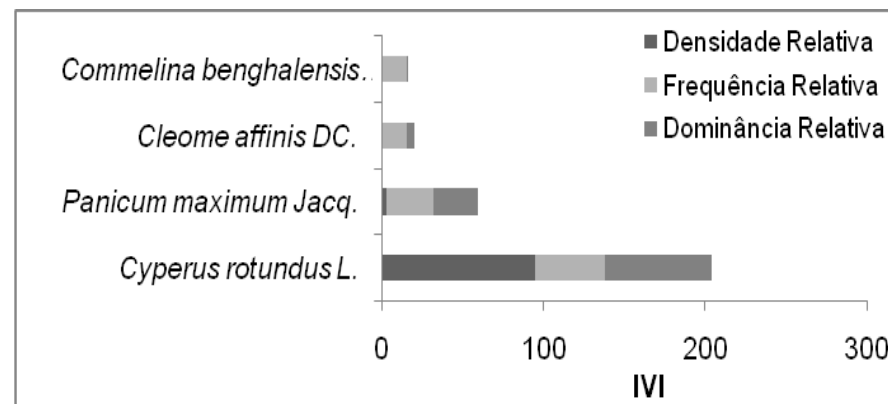


Figura 17 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de vegetação natural manejada a 1 DAS, com herbicida.

Além de *C. rotundus*, foram identificadas ainda *P. maximum* nas épocas de manejo 21 e 1 DAS, com IVI's de 60,87 e 59,62, respectivamente (Figuras 14 e 17) e *Digitaria horizontalis* Willd. na época 7 DAS, com IVI de 40,90 (Figura 16). Quando a vegetação natural foi manejada aos 14 DAS, *D. horizontalis* e *P. maximum* apresentaram IVI's de 46,41 e 26,02, sendo estes o segundo e terceiro maior IVI, respectivamente (Figura 15). As outras três espécies que apareceram nesta época provavelmente não foram controladas devido a possíveis falhas de aplicação, efeito guarda-chuva e/ou retenção do herbicida pela palhada. Oliveira e Freitas (2009) observaram que quanto maiores níveis de palha sobre o solo, maior foi a interceptação de trifloxysulfuron sodium + ametryn pela palha, aumentando a dose letal média (I_{50}) para *Rottboellia cochinchinensis* com o aumento dos níveis de palha sobre o solo.

Estes dados mostram que a mistura nicosulfuron + atrazine, apesar de ter controlado bem a maioria das espécies presentes na área, não controlou a espécie *C. rotundus* e o controle de *P. maximum* e *D. horizontalis* não foi eficiente, confirmando informações de Rodrigues e Almeida (2005).

Nos tratamentos com cobertura de aveia-preta, na área onde não houve controle das plantas daninhas pela mistura nicosulfuron + atrazine, foram identificadas oito, 15, 13 e 12 espécies, quando as plantas de cobertura foram manejadas aos 21, 14, 7 e 1 DAS, respectivamente (Figuras 18, 19, 20 e 21). Pode-se observar que a palhada de aveia-preta também promoveu redução do número de espécies de plantas daninhas identificadas na cultura do milho-pipoca em relação ao levantamento realizado na primeira fase do experimento na área cultivada com aveia-preta, onde apareceram 17 espécies vegetais.

Da mesma forma que ocorreu na área com cobertura de vegetação natural, a espécie *P. maximum*, que apresentou o maior IVI na primeira fase do experimento, teve sua importância reduzida após o manejo das plantas de aveia-preta, indicando um provável efeito negativo sobre o comportamento desta espécie na área, já que não foi realizado o controle químico das plantas daninhas. Nos manejos realizados aos 14 DAS, 7 DAS e 1 DAS, o IVI dessa espécie foi de 6,70, 5,99 e 63,72, sendo o décimo segundo, décimo e segundo maior valor nas respectivas épocas (Figuras 19, 20 e 21). Na área onde as plantas de cobertura foram manejadas aos 21 DAS, *P. maximum* não foi encontrada no levantamento

fitossociológico (Figura 18).

A espécie *C. rotundus* apresentou o maior IVI para as épocas de manejo 21, 7 e 1 DAS, com valores de 138,83; 107,60 e 154,09, respectivamente (Figuras 18, 20, 21). Quando as plantas de aveia-preta foram manejadas aos 14 DAS, a espécie de maior IVI na área foi *D. horizontalis*, com 68,66, seguida de *Senna obtusifolia* L. e *Commelina benghalensis* L., com IVI de 55,10 e 43,89, respectivamente (Figura 19). A espécie *C. rotundus* apresentou o quarto maior IVI (36,49) na época de dessecação 14 DAS (Figura 19).

Nas áreas onde foi aplicada a mistura nicosulfuron + atrazine para manejo das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, ocorreu redução do número de espécies identificadas, comprovando a eficácia dos produtos utilizados para a maioria das espécies ali presentes. Foram identificadas 6 espécies nos tratamentos 21 e 14 DAS, (Figuras 22 e 23) e 4 nos tratamentos 7 e 1 DAS (Figuras 24 e 25). Porém, observou-se número maior de espécies em relação ao tratamento com palhada da vegetação natural.

Apesar de a mistura de herbicida ter sido eficaz no controle da maioria das espécies, o mesmo resultado não foi observado para *D. horizontalis*, *P. maximum* e *C. rotundus*, o que pode ser observado comparando as figuras 19 e 23, já que a área onde não se aplicou a mistura de herbicidas estava lado a lado da área com herbicida, separada apenas pela bordadura. Na área com controle químico das plantas daninhas, a espécie *D. horizontalis* continuou sendo a mais importante da área. A espécie *P. maximum* que apresentava apenas o décimo segundo maior IVI passou, quando se realizou o controle químico das plantas daninhas, passou a ser o segundo maior, e *Cyperus rotundus* passou de quarta a terceira espécie com maior IVI da área, o que comprava que a mistura nicosulfuron + atrazine causou nenhum ou pouco efeito sobre estas espécies, concordando com informações de Rodrigues e Almeida (2005). A espécie *S. obtusifolia* e *C. benghalensis* que possuíam o segundo e terceiro maior IVI quando não se aplicou a mistura de herbicida, não foi encontrada no levantamento, no caso da primeira espécie, enquanto que *C. benghalensis* passou a ser a penúltima espécie em ordem de importância dentre as identificadas quando se aplicou a mistura de herbicidas.

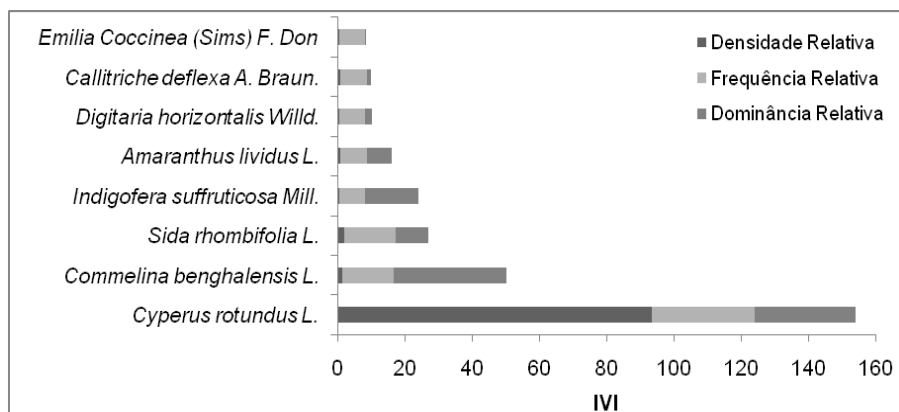


Figura 18 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada aos 21 DAS, sem herbicida.

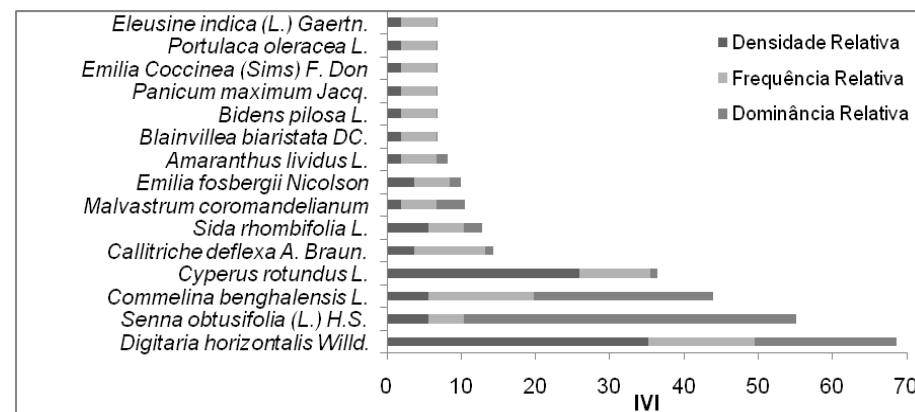


Figura 19 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada aos 14 DAS, sem herbicida.

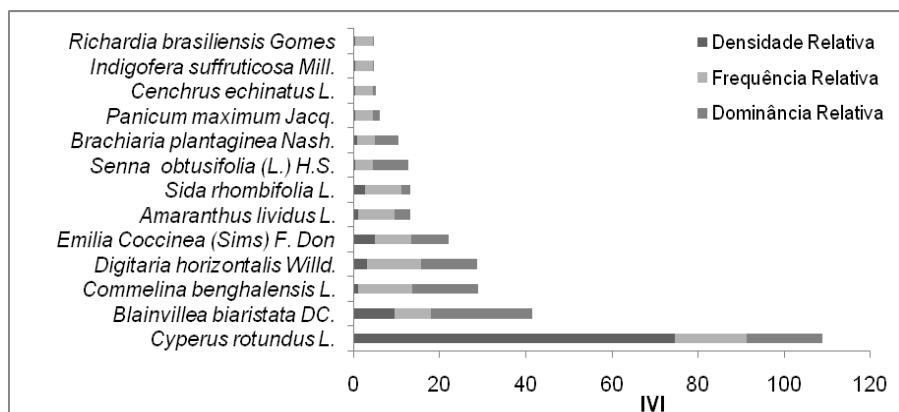


Figura 20 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada aos 7 DAS, sem herbicida.

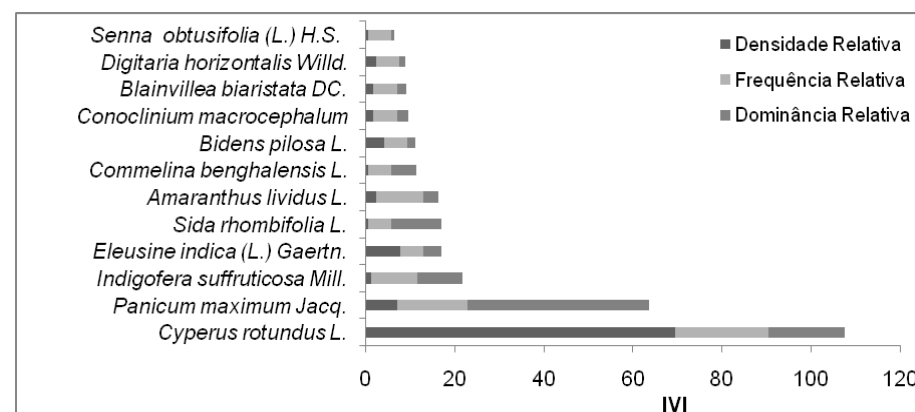


Figura 21 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada a 1 DAS, sem herbicida.

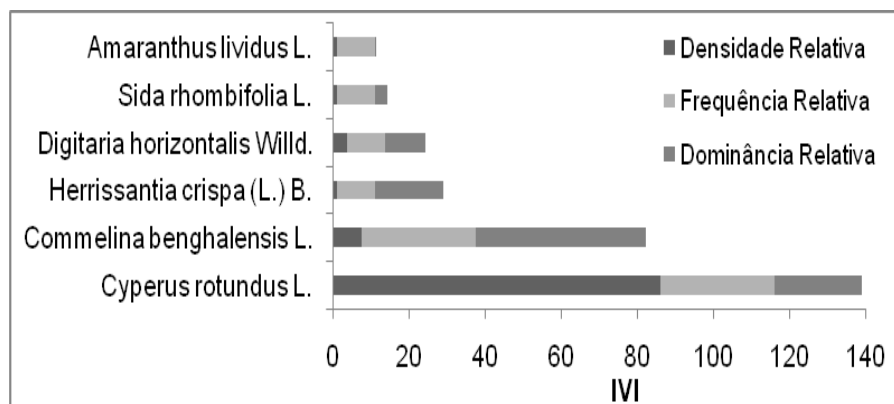


Figura 22 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada aos 21 DAS, com herbicida.

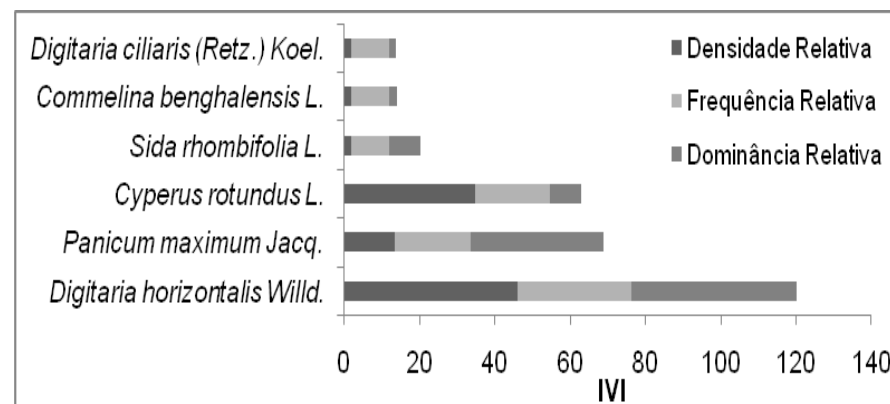


Figura 23 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada aos 14 DAS, com herbicida.

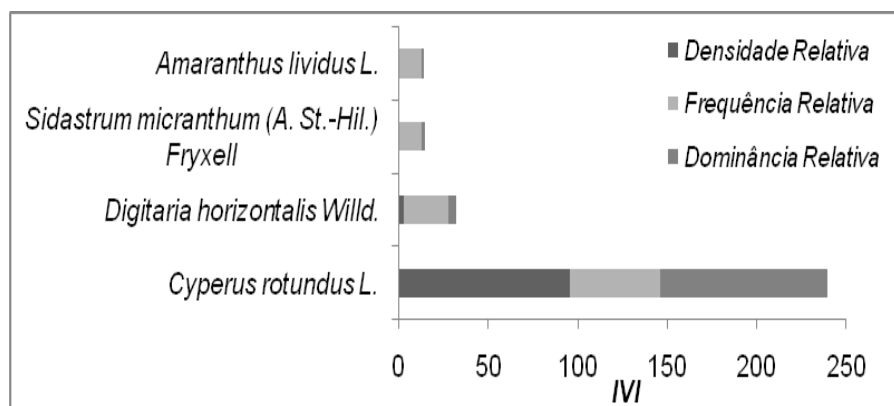


Figura 24 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada aos 7 DAS, com herbicida.

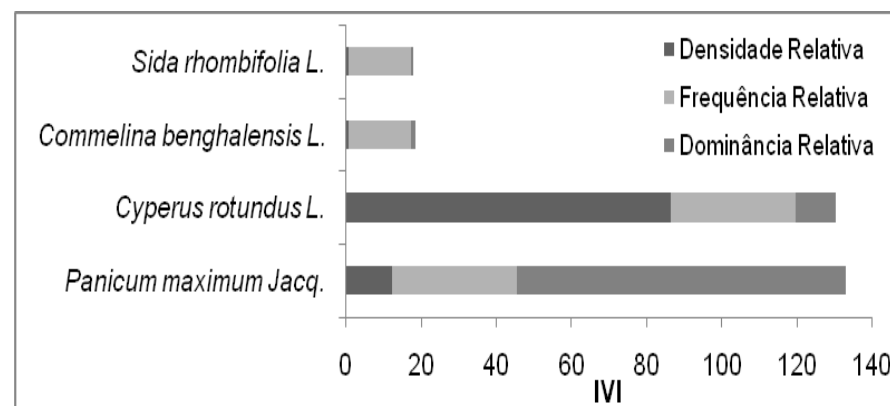


Figura 25 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de aveia-preta manejada a 1 DAS, com herbicida.

Na cobertura de feijão-de-porco sem aplicação de nicosulfuron + atrazine foi encontrado maior número de espécies em relação ao levantamento fitossociológico realizado na primeira fase do experimento na área cultivada com feijão-de-porco (Figura 7), quando manejada nas épocas 21, 14 e 7 DAS, onde foram identificadas 13, 13, e 15 espécies, respectivamente (Figuras 26,27 e 28). Na época 1 DAS, foram identificadas 11 espécies, sendo este número menor que as 12 encontradas no primeiro levantamento (Figura 29). Provavelmente, a rápida taxa de decomposição da palhada de feijão-de-porco, devido à sua baixa relação C/N em relação às coberturas de aveia-preta e de vegetação natural, possibilitou a germinação e emergência de determinadas espécies.

A espécie *P. maximum*, foi a principal espécie no levantamento realizado na área cultivada com feijão-de-porco na primeira fase do experimento, depois da dessecação das plantas de cobertura apresentou apenas o décimo maior IVI (6,22) para a época 21 DAS, décimo segundo para 14 DAS (4,90), décimo quarto para 7 DAS (5,30) e o segundo maior IVI na época 1DAS (75,34), nos tratamentos que não receberam aplicação da mistura de herbicida.

A espécie *C. rotundus* apresentou o maior IVI em todas as épocas de manejo das plantas de feijão-de-porco, tanto no manejo das plantas daninhas sem herbicida com herbicida. Os valores dos IVI's desta espécie foram de 113,16, 101,81, 92,04 e 106,98 nos tratamentos sem herbicida (Figuras 26, 27, 28 e 29) e de 169,12, 192,22, 187,42 e 208,15 nos tratamentos com herbicida, para as épocas de dessecação 21, 14, 7 e 1 DAS, respectivamente (Figuras 30, 31, 32 e 33).

Em todas as épocas de dessecação das plantas de cobertura, nos tratamentos com controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca, a espécie *D. horizontalis* apresentou o segundo maior IVI, e *P. maximum* foi identificada apenas na época 1 DAS, com o terceiro maior IVI, que foi de 29,36. Foram identificadas três espécies nas épocas 21 e 14 DAS (Figuras 30 e 31) e quatro nas épocas 7 e 1 DAS (Figuras 32 e 33), confirmando mais uma vez que a mistura de herbicidas utilizadas não foi eficaz no controle destas três espécies.

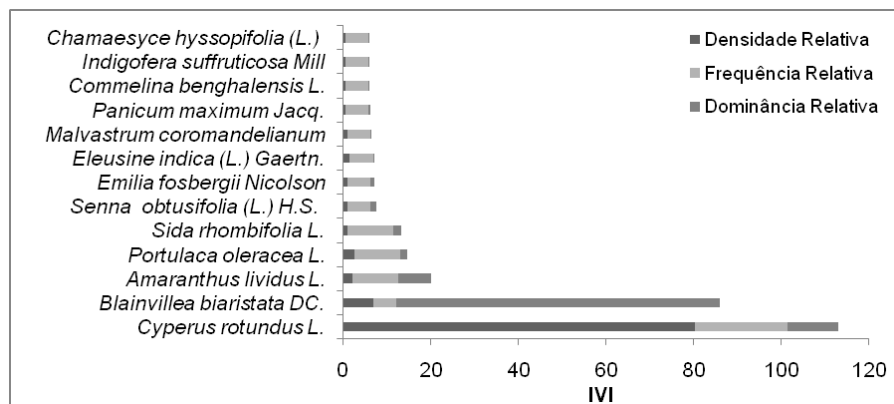


Figura 26 –: Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada aos 21 DAS, sem herbicida.

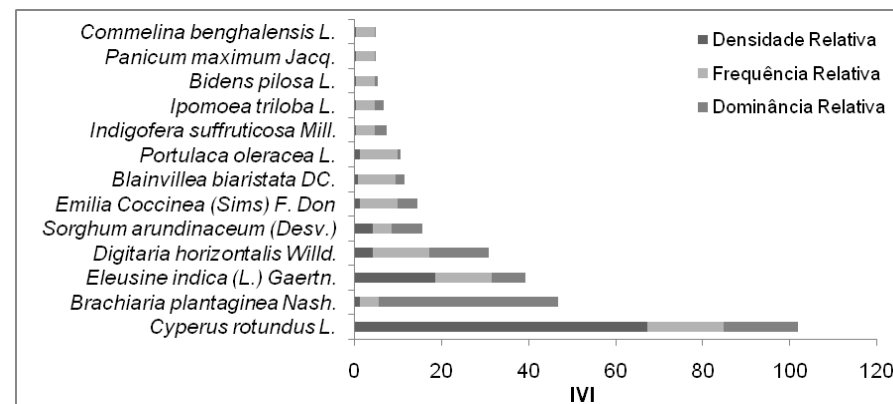


Figura 27 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada aos 14 DAS, sem herbicida.

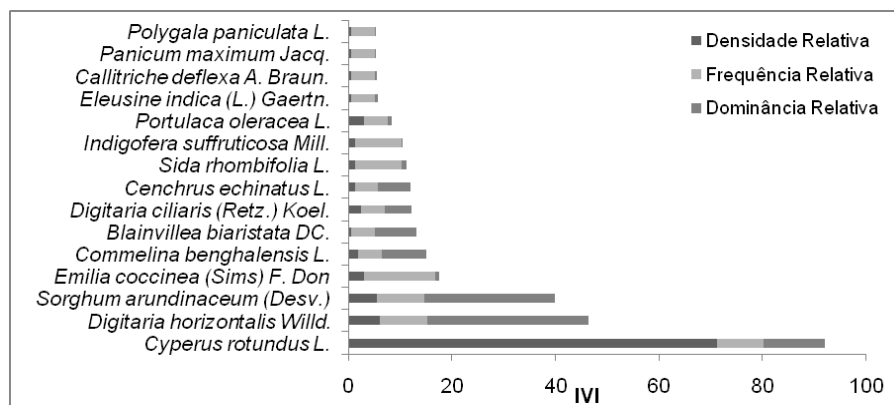


Figura 28 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada aos 7 DAS, sem herbicida.

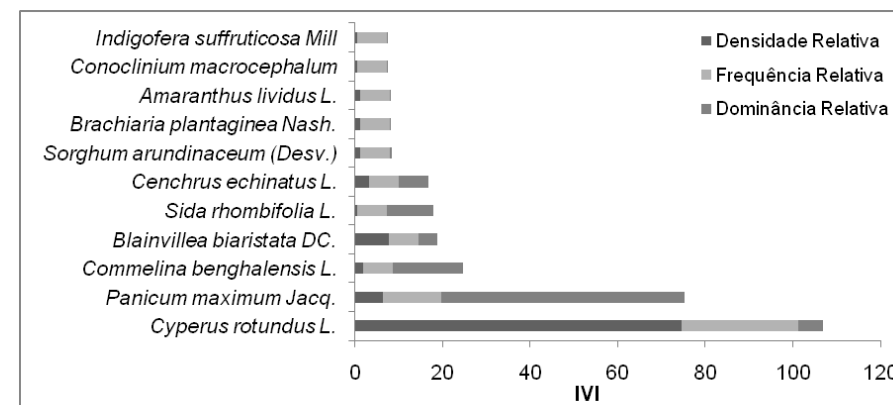


Figura 29 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada a 1 DAS, sem herbicida.

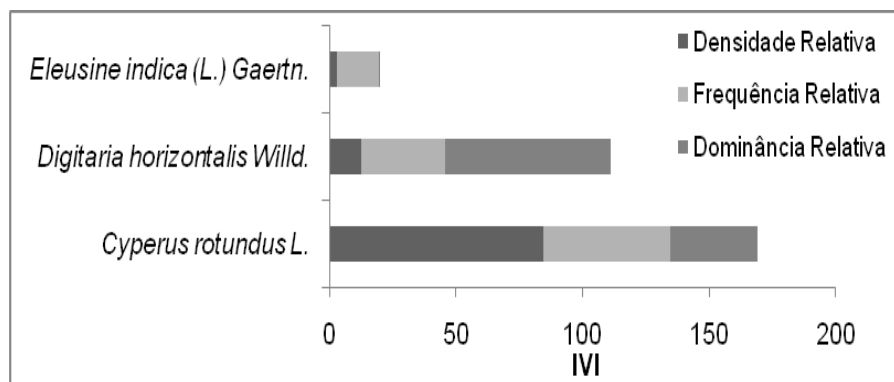


Figura 30 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada aos 21 DAS, com herbicida.

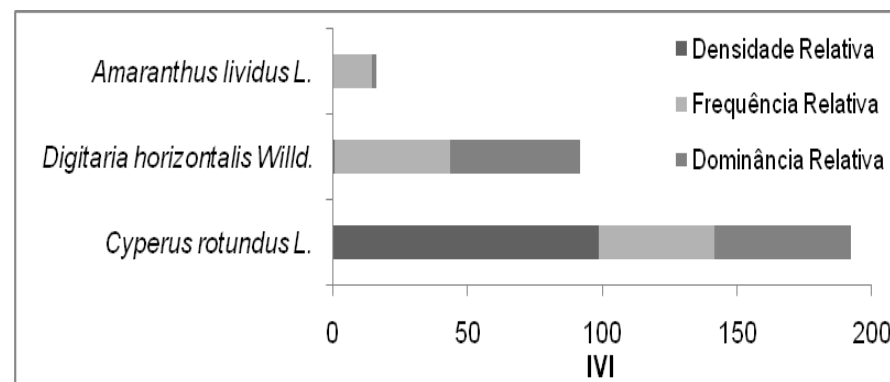


Figura 31 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada aos 14 DAS, com herbicida.

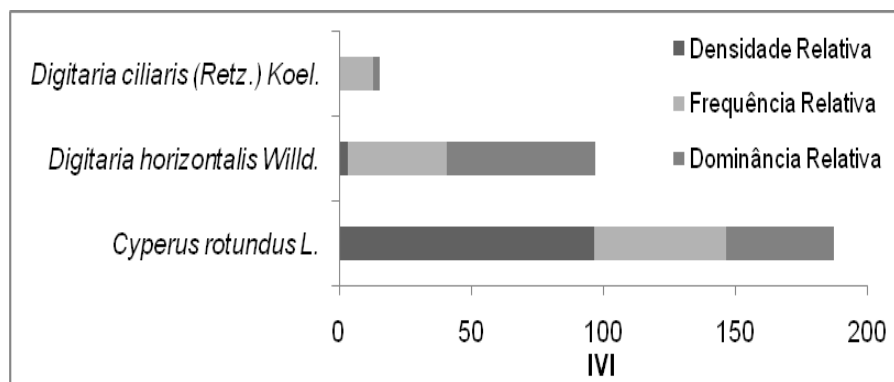


Figura 32 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada aos 7 DAS, com herbicida.

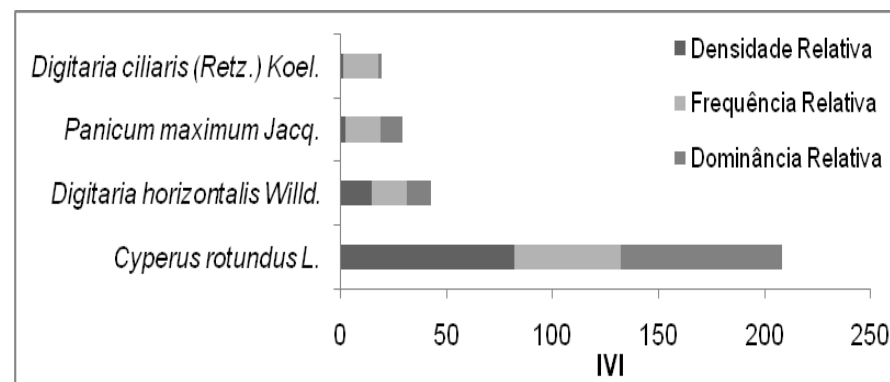


Figura 33 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco manejada a 1 DAS, com herbicida.

Na cobertura do solo composta pelas plantas de feijão-de-porco + aveia-preta simultaneamente, foi identificado o menor número de espécies em relação ao levantamento da primeira fase do experimento. Foram encontradas seis, oito, dez e nove espécies nas áreas manejadas aos 21, 14, 7 e 1 DAS, respectivamente (Figuras 34, 35, 36 e 37), enquanto no primeiro levantamento foram identificadas 17 espécies na vegetação natural.

Em todas as épocas de manejo a espécie com maior IVI foi *C. rotundos*, tanto quando se fez o controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca como quando este não foi realizado. Assim como nos outros tipos de coberturas do solo, esta espécie também não foi identificada na primeira fase, e os valores dos IVI's nesta cobertura sem aplicação da mistura de herbicida foram 116,95, 125,09, 100,04 e 117,15 nas épocas de manejo 21, 14 7 e 1 DAS, respectivamente (Figuras 34, 35, 36 e 37). Todavia, a espécie *P. maximum*, que apresentou o maior IVI da área cultivada simultaneamente com feijão-de-porco + aveia-preta na primeira fase, não foi identificada quando as plantas de cobertura foram dessecadas aos 21 e 14 DAS (Figura 34 e 35), com o oitavo maior IVI (14,28) na época 7 DAS (Figura 35) e na época 1 DAS o segundo, com valor de 77,54 (Figura 37).

Quando as plantas daninhas foram controladas pela aplicação da mistura de nicosulfuron + atrazine na cultura do milho-pipoca, o número de espécies encontradas foi de quatro para as épocas 21 e 14 DAS (Figuras 38 e 39) e cinco para 7 e 1 DAS (Figuras 40 e 41), sendo *C. rotundos* a mais problemática em todas as épocas, com IVI's de 156,96, 198,89, 137,99 e 153,99 para quando as coberturas foram manejadas 21, 14 7 e 1 DAS (Figuras 38, 39, 40 e 41). Já a espécie *D. horizontalis* apresentou o segundo maior IVI nessa cobertura de solo nas épocas de manejo 21, 14 e 7 DAS, seguida por *C. benghalensis* nas épocas 21 e 7 DAS e por *Digitaria ciliaris* e *P. maximum* na época 14 DAS (Figuras 38, 39 e 40). Portanto, o controle de *C. benghalensis* pela mistura de herbicidas nesta área também não foi eficiente.

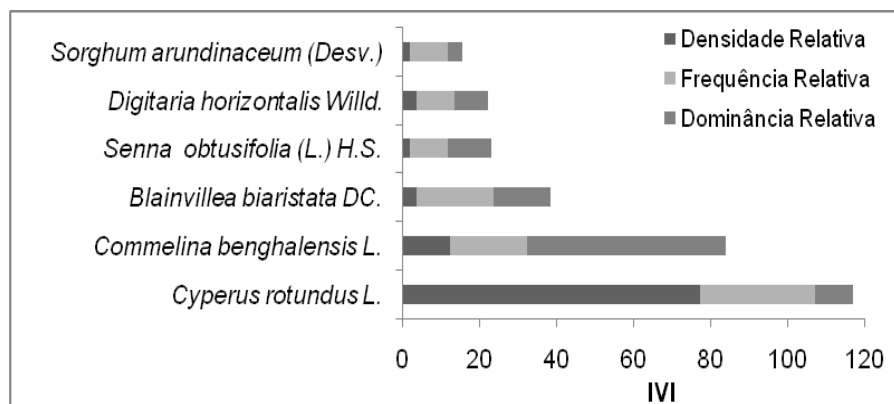


Figura 34 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 21 DAS, sem herbicida.

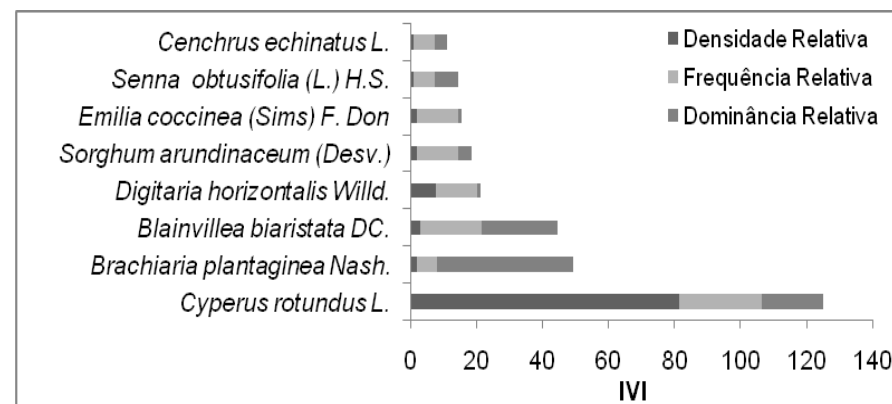


Figura 35 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 14 DAS, sem herbicida.

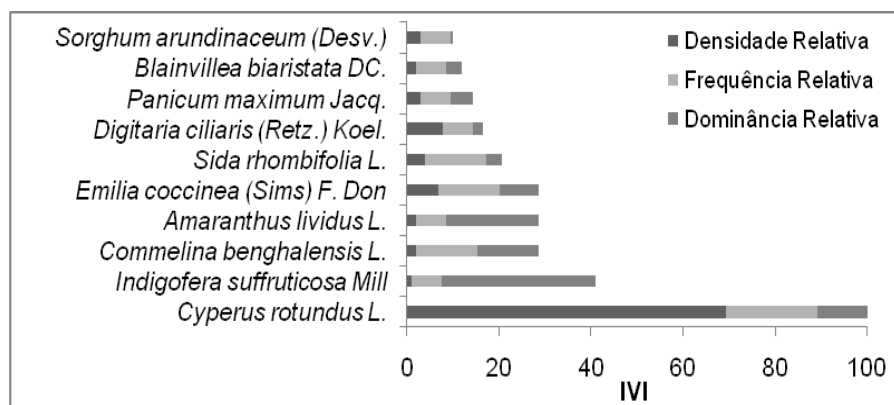


Figura 36 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 7 DAS, sem herbicida.

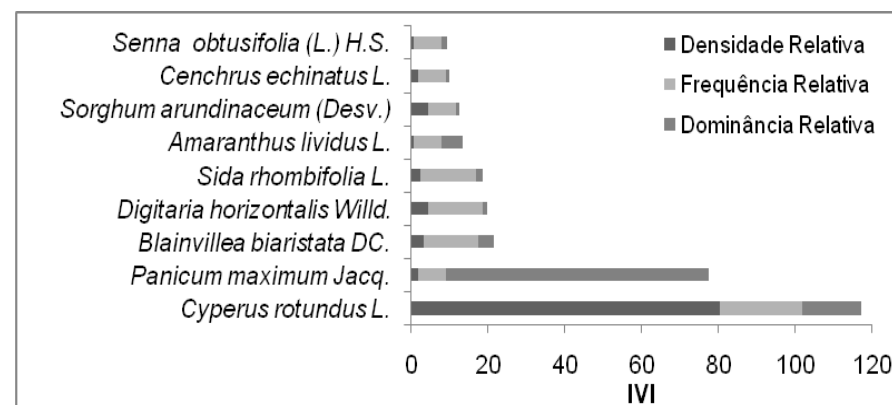


Figura 37 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada a 1 DAS, sem herbicida.

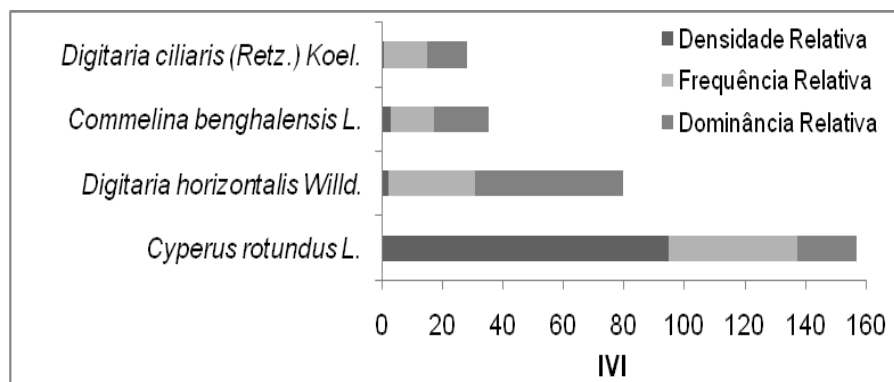


Figura 38 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 21 DAS, com herbicida.

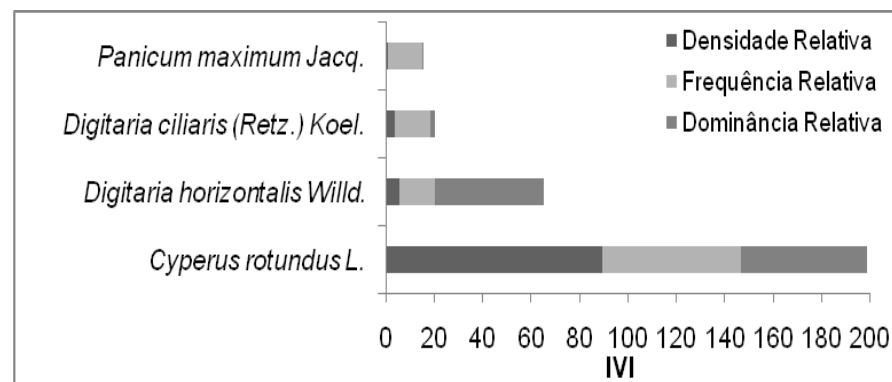


Figura 39 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 14 DAS, com herbicida.

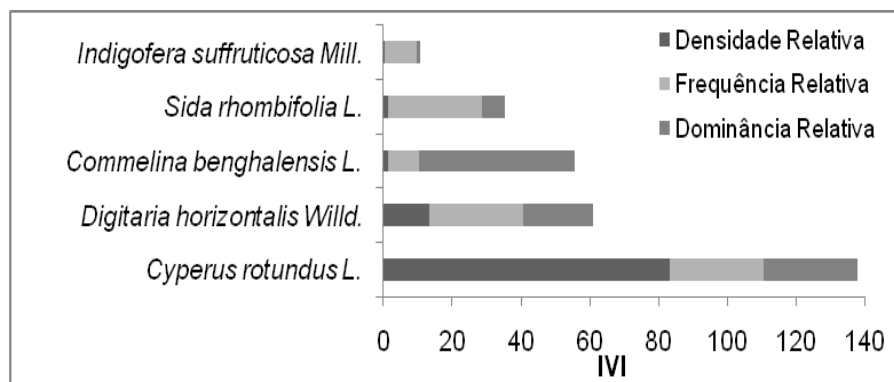


Figura 40 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 7 DAS, com herbicida.

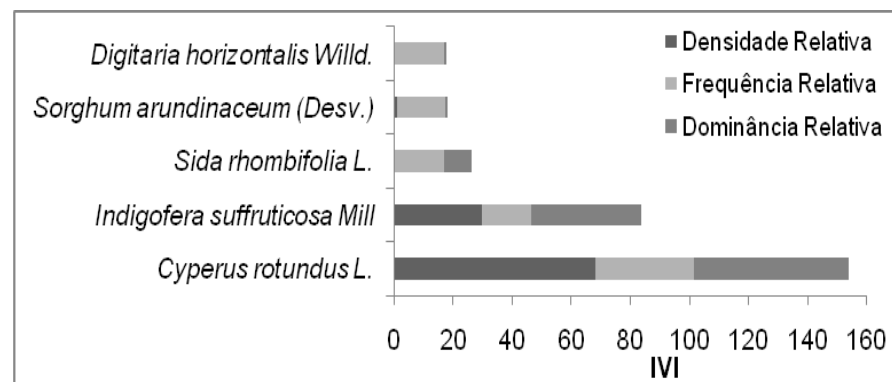


Figura 41 – Espécies de plantas daninhas identificadas na área com cobertura de feijão-de-porco mais aveia-preta manejada a 1 DAS, com herbicida.

5 - RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido em duas fases, no município de Campos dos Goytacazes – RJ, na Estação Experimental do CCTA/UENF, localizada na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo. O município está localizado na região Norte Fluminense, a 21°44'47" de latitude Sul e 41°18'24" de longitude Oeste. O objetivo do trabalho foi avaliar quatro tipos de plantas de cobertura do solo, com finalidade de formação de palhada para o plantio direto e sua influência no comportamento da cultura do milho-pipoca instalada neste sistema.

Na primeira fase do experimento, foi adotado o delineamento em blocos ao acaso e os tratamentos foram compostos por quatro tipos de cobertura do solo: aveia-preta, feijão-de-porco, consórcio da aveia-preta com o feijão-de-porco, e vegetação natural. Avaliaram-se a taxa de cobertura do solo aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 DAE das plantas, a produção de matéria seca total (MST) e das plantas de cobertura (MSPC) e os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e Potássio (K) na parte aérea das plantas de cobertura. Realizou-se também estudo da população da vegetação natural presente nas áreas de cada cobertura do solo através do levantamento fitossociológico.

A segunda fase do experimento consistiu-se da avaliação do tipo de plantas de cobertura, da época de manejo das plantas de cobertura antes da semeadura do milho-pipoca e o tipo de manejo das plantas daninhas no milho-pipoca, no comportamento da cultura. Nesta fase as unidades experimentais da fase anterior foram subdivididas, onde nas parcelas ficaram os tipos de cobertura do solo (feijão-de-porco, aveia-preta, consórcio e vegetação natural), nas subparcelas a época de manejo das plantas de cobertura (21, 14, 7 e 1 dia antes da semeadura –DAS – do milho-pipoca) e nas subsubparcelas o manejo da

vegetação natural na cultura do milho-pipoca (com herbicida e sem herbicida). Foram adicionadas duas testemunhas (plantio convencional do milho-pipoca com e sem controle químico das plantas daninhas na cultura do milho-pipoca). Nesta fase foram avaliados os componentes de produção da cultura do milho-pipoca, que foram altura de plantas, diâmetro de colmo, número de plantas, número de espigas, peso de espigas, peso de grãos, peso de 100 grãos e capacidade de expansão. Também foi realizado levantamento fitossociológico para identificar possíveis alterações na população da vegetação natural após o solo estar coberto pela palhada das plantas de cobertura.

Nas condições em que o experimento foi conduzido, é possível concluir que:

- A vegetação natural foi a única cobertura a proporcionar 100 % de cobertura do solo e a que produziu a maior MST.
- Nas coberturas de feijão-de-porco e feijão-de-porco mais aveia-preta observou-se rápida cobertura inicial do solo, enquanto que as coberturas de aveia-preta e vegetação natural a cobertura inicial foi lenta.
- Feijão-de-porco e aveia-preta mais feijão-de-porco foram as coberturas que produziram a maior MSPC, que foi de 3.052 Kg ha⁻¹.
- A aveia-preta teve um ciclo muito curto, florescendo 51 DAE, o que pode ser uma possível causa da baixa produção de matéria seca por esta espécie.
- O feijão-de-porco apresentou os maiores teores de N, P e K da parte aérea com 26,24 g Kg⁻¹; 2,71 g Kg⁻¹ e 22,44 g Kg⁻¹ de N, P e K, respectivamente.
- Na área cultivada com feijão-de-porco, foi identificado o menor número de espécies da vegetação natural na primeira fase, seguida pelas áreas de vegetação natural, feijão-de-porco + aveia-preta e aveia-preta;
- As principais espécies identificadas na primeira fase foram da família Poaceae, sendo a principal espécie *Panicum maximum*;
- O sistema de plantio direto sob palhada de vegetação natural manejado 1 DAS do milho-pipoca com aplicação de nicosulfuron mais atrazine, assim como outros 25 tratamentos de plantio direto, apresentou produtividade igual ao tratamento do sistema de plantio convencional com aplicação de nicosulfuron mais atrazine.
- No plantio direto, houve uma perda de 29,7 % na produtividade quando se comparou a maior e menor produtividade obtida neste sistema de plantio.

- No plantio convencional houve uma perda de 43,02 % na produtividade do tratamento sem controle químico das plantas daninhas em relação ao tratamento com aplicação da mistura nicosulfuron mais atrazine.
- No plantio direto nas coberturas de vegetação natural, feijão-de-porco, aveia-preta, manejadas 1 DAS, e feijão-de-porco mais aveia-preta manejada aos 14 DAS, todos com manejo químico, a produtividade foi 10,91% superior e 4,01%, 10,89% e 11,03% inferior ao plantio convencional com herbicida, apesar de estes tratamentos não terem apresentado diferença significativa.
- A presença da cobertura morta sobre o solo reduziu o IVI da espécie *Panicum maximum* em todos os tratamentos.
- A mistura de herbicida nicosulfuron + atrazine não controlou as espécies *Panicum maximum*, *Digitaria horizontalis* e *Cyperus rotundus*.
- Todas as coberturas do solo avaliadas podem ser utilizadas no plantio direto, desde que manejadas de maneira correta, e que se faça o controle da vegetação natural na cultura em sucessão, não sendo a palhada na superfície do solo, por si só, eficiente no controle das plantas da vegetação natural

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEAS - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (2005) Histórico, característica e Benefícios do plantio direto. Tutor: John N. Landers. Brasília, DF: ABEAS; Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 113p. il. (ABEAS. Curso Plantio Direto. Módulo 1).
- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. (1999) Manual prático para compostagem de Biossólidos. Rio de Janeiro, 84p.
- Adati, C.; Oliveira, V. A. and Karam, D. (2006) *Análise matemática e Biológica dos modelos de estimativa de perdas de rendimento na cultura devido à interferência de plantas daninhas*. Planta daninha. v. 24, n. 1, pp. 1-12
- Aita, C.; Basso, C. J.; Ceretta, C. A.; Gonçalves, C. N.; Daros, C. O. (2001) *Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG. V.25, pp.157-165.
- Aita, C.; Giacomini, S. J. (2003) *Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG. V.27, pp.601-612.
- Alvarenga, C. D., J. D. Vendramin e I. Cruz. (1995) *Controle integrado de Schizaphis graminum (Rond.) em sorgo através de genótipos resistentes e do predador Doru luteipes*. An. Soc. Entomol. Brasil v.24, pp. 507-516.
- Andrei, E. (2005) *Compêndio de defensivos agrícolas: Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola*. São Paulo, Editora Andrei. 7^o ed., 1141 p.
- Balbinot Jr., A. A.; Moraes, A.; B, R. L. (2007) *Efeito de coberturas de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho*. Planta daninha. v. 25, n. 3, pp. 473-480.
- Bergamaschi, H.; Dalmago, G. A.; Bergonci, J. I.; Bianchi, C. A. M.; Müller, A. G.; Comiran, F.; Heckler, B.M.M. (2004) *Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos*. Pesquisa agropecuária Brasileira. v. 39, n. 9, pp. 831-839.

- Bertol, I.; Schick, J.; Batistela, O. (2002) *Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia em rotação com outras culturas em três sistemas de preparo do solo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, pp. 545-552.
- BM&F, Bolsa de Mercados e Futuros. (2009) Disponível em: <http://www2.bmf.com.br/pages/portal/bmfbovespa/boletim1/BoletimOnline1.asp?caminho=&pagetype=pop&Acao=BUSCA&cboMercadoria=CCM> Acessado em 14/11/2009.
- Boaretto, 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 Transferência de Tecnologia, pp. 49-73.
- Borges, G de O. (1993) *Resumo Histórico do Plantio Direto no Brasil*. In: Plantio Direto no Brasil, Ed. EmBrapa-CNPT, FUNDACEP e Fundação ABC. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, RS, Brasil.
- Brewbaker, J. L.; Larish, L. B.; Zan, G. H. (1996) *Pericarp thickness of the indigenous american races of maize*. Maydica, n. 41, v.2, pp. 105-111.
- Bueno, L. D.; Pereira, P. (1993) *A cultura do milho pipoca*. Universidade Federal de Lavras: ESAL, Circular Técnica, n 7, 7 p.
- Carmona, R.; Villas Boas, H.D. (2001) *Dinâmica de sementes de Bidens pilosa no solo*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.3, pp. 457-463.
- Carpentieri-Pípolo, V.; Takahashi, H. W.; Endo, R. M.; Petek, M. R.; Seifert, A. (2002) *Correlações entre caracteres quantitativos em milho pipoca*. Horticultura Brasileira, v.20, n.4, pp. 551–554.
- Casão júnior, R. (2007) *Boletim Informativo Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha – FEBRAPDP*. In: Pesquisador defende criação de ‘Centro de Avaliação e Desenvolvimento de Máquinas’. Boletim Informativo ano 7, n. 30, 8 p.
- CEAGESP, Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. (2009) Disponível em: http://www.ceagesp.gov.br/cotacoes/?nome=milho&submit=Filtrar&grupo=4&data=11%2F12%2F2009&grupo_nome=Diversos Acessado em: 11/12/2009.
- Chiovato, M. G.; Galvão, J. C. C.; Fontanétti, A.; Ferreira, L. R.; Miranda, G. V.; Rodrigues, O. L.; Borba, A. N. (2007) *Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico*. Planta daninha. v. 25, n. 2, pp. 277-283.
- Constantin, J. ; Oliveira JR, R. S. de; Cavalieri, S. D.; Arantes, J. G. Z. de ; Alonso, D. G.; Roso, A. C.; Costa, J. M. (2007) *Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o*

- desenvolvimento e a produtividade do milho*. Planta Daninha, v. 25, pp. 513-520.
- Correa, J. C.; Büll, L. T.; Crusciol, C. A. C., Fernandes, D. M.; Peres M. G. de M. (2008) *Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta*. Rev. Bras. Ciênc. Solo. v. 32, n. 4, pp. 1583-1590.
- Correia, N. M.; Durigan, J. C (2004) *Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar*. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.22, n.1, pp.11-17.
- Correia, N. M.; Rezende, P. M. (2002) *Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja*. Lavras: Editora UFLA,55 p. (Boletim Agropecuário, 51).
- Costa, R. S.; Môro, F. V.; Moro, J. R.; Silva, H. P. da; Panizzi, R. de C. (2003) *Relação entre características morfológicas da cariopse e fusariose em milho*. Pesq. agropec. Bras. v. 38, n. 1, pp. 27-33.
- Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A.; Corrêa, L. A. (2004) *Manejo Cultural do Milho-pipoca*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica nº 42 – EMBRAPA. Sete Lagoas, MG.
- Curtis, J. T.; McIntosh, R. P. (1950) *The Interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters*. Ecology, Tempe, v. 31, pp. 434-455.
- Duarte Junior, 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) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darci Ribeiro – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, 284 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1999) *Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de classificação de solos*. Brasília – DF, 412p.
- 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. v. 36, n. 11, pp. 1355-1362.
- FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. (2008) *Boletim Informativo nº 33*. In: O Plantio Direto no Brasil. 8 p. Ano 9.
- Ferreira, F. A.; Silva, A. A. da.; Cobucci, T.; Ferreira, L. R. (1998) *Manejo de plantas daninhas*. In: Vieira, C.; Paula Júnior, T. J. de; Borém, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, pp. 325-355.
- Freitas Jr, S.deP. (2008) *Seleção recorrente entre famílias de irmãos completos da população UNB-2U de milho-pipoca*. Universidade Estadual do Norte

- Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ. Tese de Doutorado. 105 p.
- Freitas, S. P.; Rodrigues, J. C. and Silva, C. M. M. (2006) *Manejo de plantas daninhas no plantio direto da soja (Glycine max) sobre o milho (Pennisetum maximum)*. Planta daninha. v. 24, n. 3, pp. 481-487.
- Galvão, J. C. C.; Sawazaki, E.; Miranda, G.V. (2000) *Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais*. Revista Ceres, Viçosa, 47 (270): pp. 201–218.
- Galvão, J.C.C.; Sawasaki, E.; Miranda, G.V. (2000) *Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais*. Revista Ceres, Viçosa, v. 47, pp. 201-218.
- Gama, E.E.G.; Magnavaca, R.; SILVA, J.B.; SANS, L.M.A.; VIANA, P.A.; PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P.; CORREA, L.A.; FERNANDES, F.T. (1990) Milho-pipoca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.14, n.165, pp.12-16.
- Giacomini, S. J. (2004) *Consortiação de plantas de cobertura antecedendo o milho em Plantio direto. II – Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG. V.28, pp.751-762.
- Gomes Jr., F.G. & Christoffoleti, P.J. (2008) *Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto*. Planta daninha. v. 26, n. 4, pp. 789-798.
- Haij, B.V.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. e Furlani, A.M.C. (1997) *Recomendação de Adubação e calagem para o estado de São Paulo*, Campinas, Instituto Agronômico/Fundação IAC. 2 ed. revisada e atualizada. 285 p.
- IAC, Instituto Agronômico de Campinas. (2010) disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/Folders/Milho/IAC112.htm> . Acessado em: 01/03/2010.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. (2009) disponível em: <http://www.inmet.gov.Br/sonaBra/dBRegSonaBra.php?codEst=A607&dtaini=07/02/2009&dtafim=07/02/2009&SuBmit=Pesquisar> . Acessado em: 07/02/2009.
- Jackson, M. L. (1965) *Nitrogen determinations for soil and plant tissue*. In: Jackson, M.L. Soil Chemical Analysis. Ertlewood Chiffis: Pretince Hall, pp. 195-196.
- Jakelaitis, A. A. A. Silva, L. R. Ferreira, A. F. Silva e F. C. L. Freitas. (2004). *Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (Brachiaria decumbens)*. Planta daninha, v.22, n.4, pp. 553-560.
- Jakelaitis, A. Silva, A. F.; Silva, A. A.; Ferreira, L. R.; Vivian, R. (2005) *Controle de plantas daninhas na cultura do milho-pipoca com herbicidas aplicados em pós-emergência*. Planta daninha. v. 23, n. 3, pp. 509-516.

- José, S. C. B. R.; Pinho, É. D. de R. V., Pinho, R. G. V.; Ramalho, M. A. P.; Filho, J. L. da S. (2005) *Características físicas do pericarpo de sementes de milho associadas com a tolerância à alta temperatura de secagem*. Rev. Bras. sementes. v. 27, n. 1, pp. 125-131.
- Karam, D.; Melhorança, A. L. Cultivo do Milho. Sistemas de Produção, 2. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 3ª edição Set./2007. Embrapa milho e sorgo. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/plantasdaninhas.htm>>.
- Kiehl, J. de C. (2001) *Produção de composto orgânico e vermicomposto*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, p.40-42, 47-52.
- Kozłowski, L.A. (2002) *Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura*. Planta daninha, Viçosa-MG. v.20, n.3 . pp. 365-372.
- Kozłowski, L.A.; Koehler, H.S. e Pitelli, R.A. (2009) *Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (Zea mays)*. Planta daninha [online]. vol.27, n.3, pp. 481-490.
- Larish, L. L. B.; BrewBaker, J. L. (1999) *Diallel analyses of temperate and tropical popcorns*. Maydica, Bergamo, v. 44, pp. 279-284.
- Lima, E. A. de (2002) *Espécies para a cobertura de solo e seus efeitos sobre a vegetação espontânea e rendimento da soja em plantio direto, em Campos dos Goytacazes, RJ*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 62p.
- Linares, E. (1987) *Seleção recorrente recíproca em famílias de meio-irmãos em milho pipoca (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 78p.
- Lincoln, T.; Zeiger, E. (2004) *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, p. 173 – 219.
- Linder, R. C. (1944) *Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plants tissues*. Plant Physiology. V.19, pp. 76-89.
- Lorenzi, H. (2008) *Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 4 ed. 640 p.
- Machado, P. L. O. A.; Siva, C.A. (2001) *Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil*. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Amsterdam, v. 61, n.1/2, pp.119-130.
- Mateus, G. P.; Crusciol, C. A. C.; Negrisoni, E. (2004) *Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto*. Pesq. agropec. Bras.. v. 39, n. 6, pp. 539-542.

- Miranda, G.V.; Coimbra, R.R.; Godoy C.L., Souza, L.V.; Guimarães; L.J.M.; Melo, A.V. (2003) *Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho pipoca*, Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n. 6, pp. 681-688.
- Miyazawa, M. Pavan, M. A.; Muraoka, T.; Carmo, C. A. F. de S. do; Mello, W. J. de (1999) *Análises química de tecido vegetal*. In: Silva, F.C. da (org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA – Empresa de Comunicação para Transferência de Tecnologias, pp. 171-223.
- Müller-Dombois, D.; Ellemberg, H. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: J. Wiley. 347 p.
- Muzilli, O.; Vieira, M. J.; Almeida, F. L. S.; de Nazareno, N. R. X.; Carvalho, A. O. R.; Laurenti, A. E. e Lanilo, R. F. (1983) *Comportamento e possibilidade da cultura do milho em plantio direto no estado do Paraná*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.18, n.1, pp. 41-47.
- Oliveira, M. F. de; Alvarenga, R. C.; Oliveira, A. C. de e Cruz, J. C. (2001) *Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto*. Pesq. agropec. Bras. v. 36, n. 1, pp. 37-41.
- Oliveira, T. K. de; Carvalho, G. J. de; Moraes, R. N. S. (2002) *Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 8, pp. 1079-1087.
- Oliveira, R. H. de; Oliveira, F. A. de; Santos, A. C.; Jacome, A. G. (2003) *Rendimento e componentes de produção de milho pipoca em função de resíduos de adubação e densidade populacional*. Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v. 12, n. 1, pp. 89-102.
- Oliveira, A.R. e Freitas, S.P. (2009) *Palha de cana-de-açúcar associada ao herbicida trifloxysulfuron sodium + ametryn no controle de *rottbollia exaltata**. Bragantia, Campinas, v.68, n.1, pp.187-194.
- Paes, J. M. V.; Rezende, A. M. (2001) *Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha*. Inf. Agropec., v. 22, n. 208, pp. 37-42.
- Paes, M.C.D. (2006) *Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica nº 75 – EMBRAPA. Sete Lagoas, MG.
- Pitelli, R. A. (1985) *Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas*. Informe Agropecuário, v. 11, n. 129, pp. 16-27.
- Pitelli, R. A. (1987) *Competição E Controle Das Plantas Daninhas Em Áreas Agrícolas*. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, pp.1 – 24.
- Pitelli, R. A.; Durigan, J. C. (2003) *Plantas daninhas no sistema de plantio direto*

- de culturas anuais*. In: Encontro Sul Mineiro sobre sistemas de plantio direto, 1., 2003, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, CD-ROM.
- Radosevich, S.; Holt, J.; Ghera, C. (1997) *Weed ecology: implications for management*. 2.ed. New York: Wiley. 588 p.
- Rodrigues, B.N.; Almeida, F.S. (2005) *Guia de herbicidas*. 5.ed. Londrina: Edição dos autores. 648 p.
- Santi, L., Y. Wang, M. R. Stile, K. Berendzen, and D. Wanke *et al.*, (2003). *The GA octodinucleotide repeat binding factor BBR participates in the transcriptional regulation of the homeobox gene Bkn3*. Plant J. v.34, pp. 813-826.
- Santos, A. B. dos; Silva, O. F. da e Ferreira, E. (1997) *Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.3, pp. 317-327.
- Santos, F. S.; Amaral Júnior, A. T.; Freitas Júnior, S. P.; Rangel, M. R.; Pereira, M. G. (2007) *Predição de ganhos genéticos por índices de seleção na população de milho-pipoca UNB-2U sob seleção recorrente*. In: Bragantia, Campinas, v.66, n.3, pp.389-396.
- Sawazaki, E.; Gallo, P.B.; Sordi, G. de & Longo, L.S. (1986) *Estudo da capacidade de expansão em cruzamentos dialélicos entre variedades de milho pipoca*. Anais do XV Congresso nacional de Milho e Sorgo, Maceió, pp. 157-160.
- Sawazaki, H. E.; Sodek, L.; Teixeira, J. P. F. (1987) *Transporte de compostos nitrogenados em soja cultivada com diferentes fontes de nitrogênio*. Bragantia, v.46, pp.291-302.
- Sawazaki, E. (2001) *A cultura do milho-pipoca no Brasil*. O Agrônomo, Campinas, 53 (2):11-13.
- Severino, F. J.; Christoffoleti, P. J. (2001) *Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas*. Planta Daninha, v. 19, n. 2, pp. 223-228.
- Shiratsuchi, L. S. e Fontes, J. R. A. (2002) *Tecnologia de aplicação de herbicidas*. Planaltina – DF: EMBRAPA Cerrados. 30 p.
- Silva, M.M.P. da (1999) *Composição Bromatológica e fotossíntese de genótipos de capim elefante (Pennisetum purpureum, Scum)*. Campos dos Goytacazes – RJ, UENF, 92p. (Dissertação de Mestrado).
- Silva, P. R. F. da; Argenta, G.; Sangoi, L.; Strieder, M. L.; Silva, A. A. da. (2006) *Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta*. Ciência rural; v.36, n.3, pp. 1011-1020.

- Souza Filho, A.P.S. (2002) *Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (Canavalia ensiformis)*. Planta daninha [online]. v. 20, n.3, pp. 357-364.
- Sodré Filho, J. ; Cardoso, A. N. ; Carmona, R. ; Carvalho, A. M. (2004). *Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região dos Cerrados*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.39, n.4, pp.327-334.
- Souza, J.L. de; Rezende, P. (2003) *Manual de Horticultura Orgânica, Viçosa*. Editora Aprenda Fácil, primeira edição. 564p.
- Souza, L. S.; Velini, E. D.; Martins, D.; Rosolem, C. A. (2006) *Efeito alelopático de capim-Braquiária (Brachiaria decumbens) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas*. Planta Daninha, v. 24, n. 4, pp. 657-668.
- Tesar, M. B. (1984). *Physiological basis of crop growth and development*. Madison: American Society of Agronomy, 341p.
- Trezzi, M. M.; Vidal, R. A. (2004) *Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta*. Planta Daninha, v. 22, n. 1, pp. 1-10.
- USDA; United States Department of Agriculture. (2008) *World Agricultural Production. Foreign Agricultural Service/USDA*. Office of Global Analysis, Circular Series, October 2008. 25 p.
- Vargas, L. K.; Selbach, P. A.; Sá, E. L. S. de (2005) *Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional*. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.1, pp.76-83.
- Victoria Filho, R. (1985) *Potencial de ocorrência de plantas daninhas em plantio direto*. In: FANCELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. (Coords.). *Atualização em plantio direto*. Campinas: Fundação Cargill.
- Victória, R. L.; Piccolo, M. C.; Vargas, A. M. (1992) *O ciclo do Nitrogênio*. In: Cardoso, E. J. B. N. et al. (Coord). *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do solo. pp. 5-120.
- Yenish, J. P.; Doll, J. D.; Buhler, D. D. (1992) *Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil*. Weed Sci., v. 40, n. 3, pp. 429-433.
- Ziegler, K. E. e Ashman, B. (1994) *Popcorn*. In: Hallauer, A. ed. *Specialty corns*. Iowa: CRC Press, cap 7, pp. 189-223.
- Zinsly, J. R.; Machado, J. A. (1987) *Milho-pipoca*. In: Paterniani, E.; Viegas, G. P. eds. *Melhoramento e produção do milho*. Campinas, Fundação Cargill, pp. 413 – 421.