

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE AS POPULAÇÕES DE
PLANTAS DANINHAS, EM CONDIÇÕES DE CERRADO**

FRANCISCO DE ASSIS ROLIM PEREIRA
Engenheiro Agrônomo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de concentração em Agricultura.

BOTUCATU-SP
Março - 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE AS POPULAÇÕES DE
PLANTAS DANINHAS, EM CONDIÇÕES DE CERRADO**

FRANCISCO DE ASSIS ROLIM PEREIRA

***ORIENTADOR:* PROF. DR. EDIVALDO DOMINGUES VELINI**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de concentração em Agricultura.

BOTUCATU-SP
Março - 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

P436e Pereira, Francisco de Assis Rolim
 Efeitos de sistemas de cultivo sobre as populações
 de plantas daninhas, em condições de cerrado / Francis-
 co de Assis Rolim Pereira. - Botucatu, 2001
 ix, 87 f. : il. color. ; 28 cm.

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
 Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2001
 Orientador: Edivaldo Domingues Velini
 Bibliografia: f. 76-87

 1. Erva daninha 2. Rotação de cultivos 3. Plantio
 direto I. Título

Palavras-chave: Erva daninha; Rotação de cultivos; Sistemas de
cultivos; Plantio direto

À minha esposa Lúcia, aos meus filhos
Rafael, Marcos e Letícia, pelo amor e
compreensão,

OFEREÇO

À Deus, aos meus familiares
e aos meus amigos,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Para a conquista desta vitória, em algum momento, pessoas e instituições participaram, incentivando, viabilizando, colaborando, orientando ou prestando solidariedade e amizade. Dentre elas, destaco:

Professor Dr. Edivaldo Domingues Velini.

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas – Campus de Botucatu.

Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul – EMPAER-MS.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.

Fazenda Elo, nas pessoas dos senhores Elo Ramiro Loeff e Luís Evandro Loeff

Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP, na pessoa do Magnífico Reitor Professor Pedro Chaves dos Santos Filho.

ZENECA Agrícola., Eng. Agr. Onydes Castro de Souza Neto, Eng. Agr. Antonio Jurandy de Alencar, Eng. Agr. Dr. Takazi Ishiy, Eng. Agr. Prof. Dr. Jacob Silva Souto, Eng. Agr. MSc Reinaldo Bazoni, Eng^a. Agr^a MSc Andréia Tostes Filgueiras Fernandes, Eng. Agr. MSc Celso Dornelas Fernandes e Eng. Agr. MSc João Lopes Cupertino, Técnico Agrícola José Carlos de Moraes, auxiliar de pesquisa Milton de Souza Ramalho. Aos colegas, amigos, professores e funcionários do curso de Pós-graduação em Agronomia e à equipe da Seção de Pós-graduação da UNESP – FCA, Campus de Botucatu.

À todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
6.1. Avaliações biométricas, produção e resistência à decomposição da massa vegetal das culturas de outono/inverno	35
6.2. Dinâmica das populações de Plantas Daninhas.....	48
6.2.1. Comportamento da comunidade infestante.....	48
6.2.2. Densidade populacional da comunidade infestante.....	58
6.2.3. Produtividade das culturas de verão.....	71
7. CONCLUSÕES	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resultados de análises de fertilidade e de granulometria do solo da área experimental	26
2	Descrição dos tratamentos e seqüência cronológica dos cultivos.....	28
3	Precipitações pluviais do período de 1994 a 1998	31
4	Médias das temperaturas máximas e mínimas do período 1994 a 1998	32
5	Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no primeiro ano.....	37
6	Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no segundo ano	38
7	Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no terceiro ano.....	39
8	Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no terceiro ano.....	40
9	Durabilidade das coberturas mortas, decomposição aos 50 dias após o manejo e estimativa de produção ideal de palha	42
10	Identificação das plantas daninhas avaliadas no período 1994 a 1998	49

11	Espécies e densidades populacionais da comunidade infestante em duas épocas referentes à aplicação de herbicidas: manejo e pós-emergência, no primeiro ano.....	51
12	Espécies e densidades populacionais da comunidade infestante em duas épocas referentes à aplicação de herbicidas: manejo e pós-emergência, no segundo ano.....	52
13	Espécies e densidades populacionais da comunidade infestante em duas épocas referentes à aplicação de herbicidas: manejo e pós-emergência, no terceiro ano.....	53
14	Espécies e densidades populacionais da comunidade infestante em duas épocas referentes à aplicação de herbicidas: manejo e pós-emergência, no quarto ano.....	54
15	Avaliações das densidades da comunidade infestante no primeiro ano (1994/95).....	60
16	Avaliações das densidades da comunidade infestante no segundo ano (1995/96).....	61
17	Avaliações das densidades da comunidade infestante no terceiro ano (1996/97).....	62
18	Avaliações das densidades da comunidade infestante no quarto ano (1997/98).....	63
19	Rendimento de grãos das culturas de verão no primeiro ano.....	71
20	Rendimento de grãos das culturas de verão no segundo ano.....	71

21	Rendimento de grãos das culturas de verão no terceiro ano.....	72
22	Rendimento de grãos das culturas de verão no quarto ano.....	72

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Média geral de precipitações pluviiais do período 1994 a 1998.....	31
2	Média geral de temperaturas do período 1994 a 1998.....	32
3	Representação da decomposição da cobertura morta de crotalaria.....	43
4	Representação da decomposição da cobertura morta de aveia-preta.....	43
5	Representação da decomposição da cobertura morta de feijão.....	44
6	Representação da decomposição da cobertura morta de milho safrinha.....	44
7	Representação da decomposição da cobertura morta de sorgo.....	45
8	Representação da decomposição da cobertura morta de guandu.....	45
9	Representação da decomposição da cobertura morta de milheto.....	46
10	Representação da decomposição da cobertura morta de girassol.....	46
11	Representação conjunta da decomposição das coberturas morta das culturas avaliadas.....	47
12	Representação conjunta da dinâmica populacional de plantas daninhas no manejo.....	66

13	Representação conjunta da dinâmica populacional de plantas daninhas na pós-emergência	66
14	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas – ano 1/manejo.....	67
15	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas – ano 1/pós-emergência.....	67
16	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas ano 2/manejo.....	68
17	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas ano 2/ pós-emergência.....	68
18	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas ano 3/manejo.....	69
19	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas ano 3/pós-emergência.....	69
20	Representação da dinâmica populacional de plantas daninhas ano 4/pós-emergência	70

1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os sistemas do plantio direto, utilizando diferentes programas de rotação de culturas, do preparo convencional e do cultivo mínimo sobre a dinâmica de populações de plantas daninhas nas condições edafoclimáticas do cerrado. O experimento foi conduzido durante quatro anos na fazenda Elo, município de Chapadão do Céu – GO. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições; cinco tratamentos constaram de programas de rotação constituídos por culturas de verão e de outono/inverno, em plantio direto, e dois tratamentos em monocultivo, nos sistemas preparo convencional e cultivo mínimo. Foram avaliados os dados biométricos das plantas, produção de biomassa verde e seca com as respectivas taxas de decomposição das coberturas mortas e a dinâmica das populações de plantas daninhas. Os resultados foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; para os pesos das coberturas mortas, utilizou-se a análise de regressão segundo os modelos: % de não decomposição = $100 - CX$ e, % de não decomposição = 10^{2-CX} . Constatou-se a ocorrência de dezesseis espécies de plantas daninhas, distribuídas em dez famílias, que apresentaram dinâmicas populacionais que variavam de acordo com o tratamento utilizado. Os resultados permitiram concluir que as coberturas mortas provenientes das culturas de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp),

sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), milho safrinha (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum typhoides* (Barn) Stapf) e aveia (*Avena strigosa* Shield), por ordem decrescente, foram as que apresentaram maior resistência à decomposição. O sistema de plantio direto apresentou maior eficiência no controle cultural das plantas daninhas. Concluiu-se que os programas de rotação de culturas, sob sistema de plantio direto, que apresentaram maior eficiência no controle cultural da comunidade infestante foram: Tratamento 2 (sorgo/soja – crotalaria/milho – milheto/soja – milho safrinha/soja); Tratamento 1 (milho safrinha/soja – girassol/milho – sorgo/soja – girassol/milho) e Tratamento 3 (guandu/soja – milheto/soja – milho safrinha/milho – girassol/soja).

2. SUMMARY

EFFECTS OF TILLAGE SYSTEMS ON THE WEED POPULATIONS IN CERRADO. Botucatu, 2001, 87 p. Tese (Doutorado em Agronomia/

Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FRANCISCO DE ASSIS ROLIM PEREIRA

Adviser: EDIVALDO DOMINGUES VELINI

This research aimed to evaluate the effects of no-tillage systems, using different crop rotations, conventional tillage and minimum tillage, on the dynamics of weed populations in cerrado region in Brazil. The field trials were carried out during four years in the Elo Farm in Chapadão do Céu - GO county. The experiments were designed randomized block with four replications. The treatments consisted of five crop rotation programs involving the

no-tillage system during the summer and fall/winter crops and two single crop treatments in

which it was used the conventional tillage and the minimum tillage system. It were evaluated crops biometrics data, production of green and dry matter by the crops and their decomposition rate, and the dynamic of the weed populations. The results were analyzed using Anova and Tukey test at 5% probability level. To establish the decomposition rate of the mulching it were perfomed regression analysis using the models: % of non decomposition = $100 - CX$ or % of non decomposition = 10^{2-CX} . It were observed sixteen weed species, of tem botanical families. The populations dynamics depended on the treatements. The results obtained allowed to conclude that Pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench),

winter corn (*Zea mays* L.), millet (*Pennisetum typhoides* (Burn) Stapt) and oat (*Avena strigosa* Shieb) were, in decreasing order, produced the most persistent mulchings. The no-tillage system was the most efficient for the weed control. The crop rotation under the no-tillage system that presented the greater effects on weed communities were: Program B – Treatment 2 (soybean/sorghum – Crotalaria/corn – millet/soybean, winter corn/soybean); Program A – Treatment 1 (winter corn/soybean – sunflower/corn - sorghum/soybean – sunflower/corn) and Program C – Treatment 3 (Pigeonpea/soybean – millet/soybean – winter corn/corn – sunflower/soybean)

Keywords: Weeds, tillage systems, Cropping rotation

3. INTRODUÇÃO

A Região dos Cerrados apresenta peculiaridades ambientais que a torna distinta dos demais ambientes agrícolas do Brasil. Assim, nem sempre uma tecnologia

preconizada em outras regiões pode ser empregada no Cerrado, mesmo tratando-se de uma cultura comum. Portanto, as recomendações técnicas devem ser baseadas em resultados de pesquisas desenvolvidas nas condições edafoclimáticas locais.

Com a introdução do sistema de plantio direto nos cerrados, vários problemas técnicos foram identificados, dentre eles destaca-se a dificuldade de estabelecimento de culturas de outono/inverno, em sucessão ao cultivo de verão ou fazendo parte de programas de rotação com as culturas de verão e outono/inverno, resultando em uma combinação que proporcionasse a viabilização técnica do sistema, conferindo ao solo e às culturas, os máximos de benefícios do plantio direto.

Devido à baixa disponibilidade de precipitações pluviais durante a entressafra, poucas são as opções de espécies com capacidade de se desenvolver e produzir cobertura vegetal

nesse período. Em pesquisa realizada por Pereira (1990), dentre 29 espécies investigadas, apenas 6 apresentaram potencialidade para cultivo no cerrado entre abril e setembro e destas apenas o milheto (*Pennisetum americanum* ou *P. typhoides*), efetivamente se estabeleceu em função da sua capacidade de adaptação e facilidade para produção de sementes, além de proporcionar uma cobertura vegetal de ótima qualidade e em quantidade suficiente para se preceder a prática da semeadura direta.

Dentre as culturas anuais, a soja (*Glycine max* (L) Merrill), constitui-se na principal exploração agrícola, seguida pelo milho (*Zea mays* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e o arroz (*Oriza sativa* L.). Para o cultivo dessas espécies, ainda é significativo o emprego do sistema de preparo convencional, onde o grande número de operações mecânicas contribui para o agravamento das perdas e mudanças nas propriedades físicas e químicas dos solos, além de causar alterações rápidas no

complexo florístico natural, tornando o controle das plantas daninhas num dos principais fatores dos sistemas de produção.

O plantio direto nos cerrados já é considerado uma técnica consagrada, embora muitos fatores técnicos ainda necessitem de ajustes. Dentre as dificuldades destacam-se as poucas opções de espécies vegetais para a formação da cobertura morta e o desconhecimento de alternativas de programas de rotação de culturas que proporcionem a otimização do sistema.

A ocorrência de plantas daninhas, manejo e o seu controle, tem sido fator de demanda da pesquisa mesmo em regiões tradicionais. De acordo com Ruedell (1995), o

controle de plantas daninhas é considerado o item de maior dificuldade a ser dominado pelos usuários do plantio direto, comparativamente à mecanização e à fertilização. O controle químico, apesar de ser uma forma eficiente de eliminar as plantas daninhas, se usado de maneira inadequada, pode onerar o custo de produção e/ou não apresentar eficácia. Os métodos de controle devem ocorrer de forma integrada e racional, procurando eficiência e economicidade envolvendo um programa de rotação de culturas e não uma cultura isoladamente. O uso conjunto do plantio direto, da rotação de culturas (principais ou para constituição de cobertura), pode resultar na redução das infestações de plantas daninhas ao longo dos anos. A rotação de culturas no inverno e no verão possibilita o emprego de técnicas diferenciadas de controle de plantas daninhas e ao uso de herbicidas com eficiência e mecanismos de ação diferenciados, diminuindo os riscos com falhas de controle e o desenvolvimento do processo da resistência de plantas daninhas a herbicidas (Bianchi, 1998).

A escolha de um programa de rotação de culturas, dentre outros fatores, poderá também definir o comportamento evolutivo da flora infestante da área. Em pesquisas realizadas por Almeida (1985), no estado do Paraná, verifica-se que diferentes programas de rotação de culturas, causaram efeitos diferenciados sobre a caracterização da comunidade infestante do terreno, indicando que dependendo das culturas em rotação e a respectiva combinação cronológica de cultivo, a dinâmica das plantas daninhas pode sofrer alterações mais ou menos significativas.

Considerando que a rotação de culturas é uma prática imprescindível para o sucesso do sistema e que a sua interação com o ambiente e com o manejo pode proporcionar a redução das infestações de plantas daninhas, constitui-se num desafio da pesquisa, sobretudo

na região dos cerrados, identificar as melhores alternativas de programa (s) de rotação de culturas envolvendo espécies de verão e de outono/inverno, que reduzam com maior eficiência a interferência das plantas daninhas sobre as culturas e, assim, contribuir para a sustentação técnica do plantio direto.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar diferentes programas de rotação de culturas, num solo sob Cerrado, em sistemas de plantio direto, cultivo mínimo e convencional, quanto à eficiência na redução da infestação por plantas daninhas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Os ecossistemas são definidos como áreas ecológicas que contem inúmeras espécies de plantas e de animais interagindo-se entre si e com os fatores abióticos (Sutton & Harmon, 1973, citados por Blanco & Blanco, 1991). O agroecossistema configura-se com a introdução da agricultura no ecossistema, implicando em modificações nos subsistemas geomórficos, edáficos e biológicos, resultando em um sistema simplificado porém eficiente na produção da biomassa desejada pelo homem. Todavia, este ganho na especialização resulta na diminuição significativa da capacidade de auto-regulação, característica do ecossistema (Blanco & Blanco, 1991). No tocante às plantas daninhas, há inúmeros exemplos onde a transformação do ecossistema em agroecossistema e, conseqüentemente, a perda da capacidade de auto-regulação, ocasionou mudanças bruscas na composição de populações das comunidades de plantas indesejáveis.

O sistema de plantio convencional é caracterizado pela movimentação do solo através dos processos de aração e gradagem. O preparo do solo proporcionava elevada mortalidade dos diásporos e das partes vegetativas enterradas, uma vez que estas plantas não possuíam mecanismos de adaptação desenvolvidos. Com a aplicação sucessiva destas práticas culturais, as plantas daninhas passaram a desenvolver mecanismos que as permitissem sobreviver ao enterrio, como: resistência aos agentes bióticos do solo, exigência de temperatura variável para iniciar o processo germinativo, desenvolvimento de mecanismos de dormência dos diásporos, capacidade de germinação e emergência a partir de grandes profundidades (Pitelli, 1997). Ainda, segundo o autor, com o uso do plantio convencional, o impacto do preparo do solo sobre as plantas daninhas decresceu consideravelmente e o sistema passou a não apresentar eficiência no controle das invasoras. De modo geral, no plantio convencional o ambiente para as plantas daninhas é caracterizado por elevado distúrbio do solo e, por algum tempo, ausência de qualquer cobertura vegetal, com o solo totalmente exposto.

No Plantio Direto, as características marcantes são a ausência de movimentação do solo por implementos e a presença de uma cobertura morta na superfície, além de incrementar a prática da rotação de culturas, envolvendo culturas de verão e de inverno, e, o uso de herbicidas dessecantes no manejo. A rotação de culturas sempre se constituiu em das principais medidas de manejo de plantas daninhas. O sistema mais eficiente consistia na rotação de gramíneas, leguminosas e pastagem. Com a introdução dos herbicidas, a rotação foi paulatinamente sendo abandonada. Entretanto, apesar das modernas técnicas de controle, as comunidades infestantes foram se tornando mais diversificadas e densas. O plantio direto vem

resgatar a prática da rotação de culturas e, em consequência, seus impactos sobre as comunidades infestantes dos agroecossistemas (Pitelli, 1997).

Com a adoção do plantio direto, há uma redução do distúrbio do solo o que, por si só, proporciona redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas, devido aos seguintes fatores: Grande proporção do estoque dos diásporos do solo será mantida numa profundidade suficiente para que não haja germinação e/ou emergência de plântulas.

Os diásporos produzidos após a adoção do plantio direto ficarão depositados numa camada superficial do solo, ficando mais suscetíveis à ação de predadores de grande porte como pássaros e roedores, este é um aspecto especialmente importante no caso de algumas espécies cujos diásporos necessitam de algum tempo de armazenamento para atingir maturidade fisiológica ou romper certas modalidades de dormência; a maior concentração de diásporos na superfície do solo proporciona uma homogeneidade de emergência das plântulas, facilitando a efetividade das medidas de controle, especialmente a atividade de herbicidas (Pitelli, 1997).

Conforme Pereira (1990), entende-se como cultivo mínimo, o sistema que reduz o máximo as operações de preparo, quando possível, substituindo a grade e/ou arado por escarificador e por herbicidas de manejo para eliminação da vegetação espontânea da área. É um sistema intermediário entre o convencional e o plantio direto. Esse sistema tem sido uma alternativa para regiões onde o regime pluviométrico não permite o desenvolvimento satisfatório de culturas de inverno. A utilização da massa vegetal formada através da flora infestante torna-se, em muitas situações a fonte de cobertura para o emprego do cultivo mínimo. Dependendo da composição da flora infestante, requer-se cuidados especiais no

manejo e controle destas plantas. Em alguns casos há necessidade de integrar medidas mecânicas com manejo químico. Em algumas regiões, o cultivo mínimo é caracterizado pelo uso do escarificador no preparo primário, seguido de 1 a 2 gradagens leves. Nesta situação, dispensa-se o manejo químico da vegetação. Neste caso, o solo é parcialmente movimentado, o que, aliado ao não uso de uma cobertura vegetal homogênea, resulta em uma comunidade infestante que pode ser muito variável. Em determinadas situações as infestações podem ocorrer de maneira similar ao plantio convencional.

No plantio direto, a cobertura morta provoca efeitos físicos na regulação da germinação e da taxa de sobrevivência das plântulas de várias espécies, através da redução das amplitudes térmicas e hídricas na superfície do solo. Os efeitos dos fatores climáticos como luz, temperatura e umidade, são alterados pela presença da cobertura vegetal no terreno, exercendo influência marcante no processo de quebra de dormência das sementes. Segundo Chancellor (1982), as sementes de muitas espécies contêm a proteína fotossensível fitocromo, que governa o processo da quebra de dormência. Na presença de raios vermelhos, o fitocromo converte-se em formas que ativam a germinação e na ausência reverte-se à composição original, impedindo a germinação. Assim, sob uma cobertura que filtre os raios vermelhos, as sementes de muitas espécies não germinam.

A cobertura do solo também proporciona melhores condições para a ação de microorganismos que interferem na conservação de sementes no solo. De acordo com Medd et al. (1984), o fungo *Drechslera campanulata*, no seu estado sexuado, apresenta uma grande gama de hospedeiros sendo capaz de reduzir a viabilidade de sementes de várias espécies de gramíneas. Zanin et al. (1997), estudando a evolução florística de uma área no norte da

Itália, verificaram, após 8 anos, que a longevidade das sementes das invasoras foi inferior no plantio direto, quando comparado aos sistemas convencional e cultivo mínimo. Em pesquisa realizada por Derksen et al. (1998), verificou-se que, com o passar dos anos em plantio direto, os dados do banco de sementes não correspondiam com infestações futuras e a comunidade infestante era melhor pré-diagnosticada através de levantamentos recentes, o que leva a presumir que de alguma forma o banco de sementes sofria alteração. Todavia, dependendo das espécies presentes na área, podem ocorrer situações diferenciadas, a exemplo dos resultados obtidos por Dorado et al. (1999) que constataram, na Espanha central, aumento significativo no número de sementes de *Anacyclus clavatus*, *Portulaca oleraceae*, *Papaver rhoeas*, *Torilis nodosa* e *Amaranthus albus* em área de plantio direto. Já o número de sementes de *Polygonum aviculare* e *Raphanus raphanistrum* era superior no plantio convencional. Ressalta-se que, neste caso, não foi realizado controle de plantas daninhas na primavera, o que poderia ter contribuído para incrementar o banco de sementes no plantio direto. Possivelmente, na condição climática do cerrado brasileiro os resultados seriam diferentes. Características das espécies de plantas daninhas, como tamanho, modo de dispersão e produção de sementes, devem ser, também, considerados na formação da comunidade infestante nos diferentes sistemas de cultivo (Legere & Samson, 1999). Em pesquisa realizada por Mulugeta & Stoltenberg (1997) em Wisconsin –USA, constatou-se que a partir do 4º ano, os sistemas de cultivo apresentaram resultados semelhantes nos bancos de sementes de plantas daninhas, testados na rotação de culturas soja – milho.

De todos os efeitos provocados pela cobertura morta, o químico talvez seja o mais significativo, correspondendo à ação alelopática dos resíduos da massa vegetal sobre as

espécies daninhas presentes no banco de sementes do solo. De acordo com Almeida (1985), alelopatia é qualquer efeito causado, direta ou indiretamente, por um organismo sobre o outro através da liberação ao meio de produtos químicos por ele elaborados. Não se conhece exatamente se as substâncias alelopáticas representam o produto final do metabolismo celular ou se são sintetizados pelas plantas com funções específicas, por exemplo auto-defesa. As substâncias alelopáticas são também denominadas de aleloquímicos ou produtos secundários. Putnam (1985), denominou as substâncias alelopáticas produzidas por plantas superiores e que inibem outras plantas de fitoinibidores. Após a morte da planta ou de seus órgãos, os aleloquímicos são inicialmente liberados pela lixiviação dos resíduos. A perda da integridade da membrana celular pela decomposição do resíduo, permite a liberação direta de compostos que podem impor sua ação de maneira aditiva ou sinérgica à dos lixiviados. Além disso, os microorganismos presentes no solo podem induzir a produção de compostos tóxicos por degradação enzimática dos conjugados ou polímeros presentes nos tecidos. Os autores Whittaker (1970), Luckner (1972) e Muller & Chou (1972), apresentaram a teoria de que estes compostos são simples resíduos do metabolismo celular que seriam armazenados nos vacúolos, onde se encontram em grande quantidade, a fim de evitar a autotoxicidade, ou simplesmente são substâncias de reserva de que a célula se serviria quando necessário. Porém, pesquisas posteriores conduzidas por Swain (1997), comprovaram que os produtos secundários são produzidos na célula com finalidade específica e que a sua síntese obedece às leis da

genética. Confirmaram esta teoria, os autores Fay & Duke (1997) e Putnam & Duke (1978). Na tentativa de enquadrar os aleloquímicos em grupos químicos, Putnam (1985), agrupa-os em: gases tóxicos, ácidos orgânicos e aldeídos, ácidos aromáticos, lactonas

simples insaturadas, terpenóides e esteróis, quinonas, flavonóides, taninos, alcalóides, coumarinas e diversos. Miller (1996), constatou que a espécie *Medicago sativa* apresentava características de autotoxicidade e de heterotoxicidade, comprovando que é possível uma espécie em seu desenvolvimento inibir indivíduos da própria espécie em um mesmo terreno e/ou inibir o estabelecimento de outras espécies

A atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente da qualidade e da quantidade do material vegetal depositado na superfície, do tipo de solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição específica da comunidade de plantas daninhas. Cochran et al. (1977) estudando os efeitos de coberturas mortas, constataram que resíduos de lentilha e ervilha, provocaram redução do comprimento radicular do trigo. Já Steinsiek et al.(1982) utilizando lixiviado de palha de trigo recém colhido, verificaram inibição do desenvolvimento das espécies daninhas: *Ipomoea hederaceae*, *Sesbania exaltata*, *Senna obtusifolia* e *Echinochloa crusgalli*, evidenciando que dependendo da origem da substância alelopática, pode ocorrer um grande espectro de ação, com efeitos sobre espécies de diferentes famílias e de características distintas. Putnam & Defrank (1983), utilizando resíduos de sorgo como cobertura, obtiveram 95% de controle de *Portulaca oleracea* no cultivo de feijão. Na Índia, Kumar (1980), verificou que o efeito alelopático da palha de milho, reduziu em até 70% a germinação de plantas daninhas. Barnes & Putnam (1986), constataram que a palha de centeio reduziu a emergência de sementes de *Panicum miliaceum* em

35%. Worsham (1984), verificou que no plantio da soja e do girassol sob palha de centeio, reduziu as infestações de *Chenopodium album* em 99%, *Amaranthus spp* em 96% e

Ambrosia artemisifolia em 92%, em relação a parcela sem palha. Já quando o plantio

foi de tabaco, houve uma redução respectivamente de 41%, 51% e 73%, nas infestações de *C.album*, *Amaranthus spp* e *A . artemisifolia*. Esses dados indicam que os resultados dependem também da cultura plantada e não somente do tipo da cobertura morta. O mesmo autor, analisando palhas de centeio e de trigo, detectou a presença de ácido ferúlico, inibidor da germinação de sementes e do desenvolvimento de raízes de *Ipomoea spp* e *Sida spinosa*. Também foram isolados ácidos beta-fenilático e beta-hidroxibutírico de plantas e resíduos de centeio, com ação inibitória em raízes e no desenvolvimento de *C.album* e *Amaranthus spp*.

Em estudos realizados na Yugoslávia, Kojic & Canak (1980), verificaram alto poder supressivo sobre a germinação de sementes de algumas espécies, devido a ação inibitória do ácido fenólico contido em centeio selvagem. De acordo com Shilling et al. (1985), extratos aquosos da palha de trigo contêm ácido beta-fenilático e beta-hidroxibutírico, que provocam efeitos supressivos em *Ipomoea lacunosa*, *Digitaria spp* e *Sida spinosa*, no cultivo da soja, milho e girassol. Em cultivos de algodão sob resíduos de nabo e tremoço, Almeida (1985), constatou inibição da germinação de sementes de *Cenhrus echinatus* e de *Brachiaria plantaginea*. Conforme Altieri & Doll (1988), a palha de *Tagetes patula* tem alto poder de inibição na germinação de

Euphorbia heterophylla, *Ipomoea spp*, *Amaranthus spp*, *Desmodium purpureum* e *Mormodica charantia*.

De acordo com relatos de Almeida (1988), para que as coberturas mortas sejam eficientes na redução da infestação de plantas daninhas no solo, é necessário que as culturas de que derivam, depois da colheita, corte ou manejo, não produzam tigüera pois neste caso, substituem-se espécies silvestres por cultivadas, ambas consideradas infestantes em relação à

cultura a ser instalada. Ainda, conforme o autor, para que os produtos secundários liberados pelas coberturas mortas tenham ação sobre as infestantes é necessário que atinjam no solo a concentração mínima a que elas são suscetíveis. Esta concentração é função da quantidade de aleloquímicos contidos na palha e a velocidade com que são lixiviados para o terreno. Em princípio, quanto maior for a quantidade de massa vegetal, mais aleloquímicos encerram e em igualdade de circunstâncias, liberam maiores quantidades de substâncias alelopáticas. Ressalta-se que não somente a quantidade de massa vegetal pode influenciar na dinâmica das invasoras, mas também a qualidade do material vegetal, a ação conjunta pode modificar a constituição qualitativa e quantitativa do complexo florístico da área, por interferir no processo de quebra de dormência das sementes e pela ação alelopática sobre a germinação e desenvolvimento das plântulas.

Conforme relatos de Velini & Negrissoli (2000), os efeitos físicos da cobertura morta sobre a comunidade infestante não podem ser negligenciados, pois a totalidade das espécies de plantas daninhas apresentam dormência ou algum tipo de controle da germinação. De acordo com Fener (1980), citado por Velini & Negrissoli

(2000), dentre dezoito espécies estudadas, apenas duas, *Aschirantes aspera* e *Conyza bonariensis*, mostraram-se insensíveis aos efeitos da luz em termos de germinação. Outras sete espécies, incluindo *Ageratum conyzoides* e *Galinsoga parviflora*, apresentaram decréscimos nas taxas de germinação sempre que a quantidade de luz incidente sobre as sementes foi reduzida. Outras sete espécies, incluindo *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis*, apresentaram capacidade de germinar na

presença ou ausência de luz, mas as sementes entraram em dormência sempre que expostas à radiação filtradas por folhas; a absorção seletiva da clorofila modifica o balanço entre o vermelho (650 nm) e o vermelho distante (730 nm), condicionando a dormência nestas espécies. Embora os mecanismos gerais de controle da germinação pela luz sejam relativamente bem conhecidos, não se sabe, com precisão, quais deles são operantes em cada espécie vegetal (Velini & Negrissoli, 2000).

Segundo Egley & Duke, citados por Velini & Negrissoli (2000), a amplitude térmica, um dos componentes do regime térmico, interfere de modo decisivo na germinação de muitas espécies. Ainda conforme os autores, a exigência de maior ou menor amplitude térmica constitui-se no modo mais eficiente de controlar a profundidade de germinação no solo; através deste mecanismo, algumas espécies de plantas daninhas conseguem suprimir a germinação quando as reservas são insuficientes para alcançar a superfície.

Em trabalhos realizados por Velini & Martins (1998) e Martins et al (1999), estudando os efeitos da cobertura do solo com 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 15 t/ha sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas da cana-de-açúcar no Brasil,

concluíram: As espécies *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria plantaginea*, apresentaram germinação nula somente com 15 de palha; *Digitaria horizontalis* mostrou-se a mais sensível Aos efeitos da palha, apresentando germinação nula para os tratamentos com 10 e 15 t/ha, sendo que a partir de 4 t/ha de palha, ocorreram reduções significativas de germinação. As espécies *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia* apresentaram pouca sensibilidade aos efeitos da cobertura do solo, havendo germinação mesmo no tratamento com 15 t/ha.; a partir de 6 t/ha de palha, a

germinação de *Panicum maximum* foi reduzida de modo intenso e significativo; a germinação de *Bidens pilosa* somente foi reduzida significativamente com 15 t/ha de palha. Quanto à

Euphorbia heterophylla, o efeito dos tratamentos não foi significativo, indicando que a emergência da espécie não foi afetada por até 15 t/ha de palha de cana-de-açúcar.

A rotação de culturas, além de constituir-se um pré-requisito indispensável para a estabilidade do plantio direto, apresenta-se como uma das técnicas imprescindíveis ao desenvolvimento de uma agricultura estável. De acordo com EMBRAPA (1991), diversos estudos têm demonstrado os efeitos benéficos da rotação de cultura, dentre estes destacam-se: melhor utilização do solo e dos nutrientes; mobilização e transporte dos nutrientes das camadas mais profundas para superfícies; aumento do teor de matéria orgânica; controle da erosão e da insolação; controle de plantas daninhas; controle de pragas e doenças; melhor aproveitamento das máquinas e maior estabilidade econômica para o produtor. Por definição, a rotação de culturas consiste numa alternância regular e ordenada no cultivo de diferentes espécies vegetais, em seqüência temporal numa determinada área.

No plantio direto, a rotação de culturas torna-se mais premente, onde dada a necessidade de manter-se o solo coberto e a formação do “mulch” para o plantio, somente a alternância de cultivos de espécies com características agronômicas e objetivos diferenciados, isso é possível. Na composição dos programas de rotação, constam as culturas ditas econômicas, ou seja, aquelas que irão promover a rentabilidade da atividade, e as culturas fornecedoras de massa vegetal com o objetivo principal de formar a cobertura morta, condição imprescindível para a semeadura direta. Conforme Pitelli (1985), citado por Bianchi (1998), as plantas daninhas, via de regra, são dotadas de elevada agressividade na ocupação

dos solos nus, mas são muito sensíveis à presença de outras plantas no ambiente comum. Assim, uma ocupação eficiente do solo por parte da planta cultivada é um dos mais

importantes fatores atuantes no estabelecimento e crescimento da comunidade infestante. Esta ocupação eficiente deve ser considerada no tempo e no espaço, onde a rotação de culturas envolvendo espécies de inverno e de verão constitui prática fundamental para evitar o ciclo das plantas daninhas no período de entressafra e proporcionar uma mudança de condições no ambiente da lavoura, não permitindo que se formem grandes infestações. Dale & Chandler (1979), relataram que o controle de capim-massambará (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na cultura do milho, somente foi efetivo quando procedeu-se a rotação com algodoeiro, dada a variação de momentos de controle e de tipos de herbicidas. De acordo com Christoffoleti (1988), ocorreu uma redução na infestação de *Brachiaria decumbens* Stap e de *Cyperus rotundus* L. na cana-de-açúcar, quando a área era rotacionada com a cultura do amendoim.

A cobertura do solo produzida pelas culturas em rotação, pode apresentar uma significativa influência na dinâmica das plantas daninhas, alterando densidades e até mesmo controlando algumas espécies. Almeida (1985), mostraram que existe uma correlação linear entre a quantidade de biomassa produzida por culturas de cobertura e a efetiva redução da infestação por plantas daninhas, em trabalhos desenvolvidos constataram a influência da cobertura morta sobre a percentagem de plantas daninhas após o manejo da cobertura, verificando que, conforme a fonte da cobertura, alteraram-se as infestações de *Brachiaria plantaginea*, *Bidens pilosa* e *Richardia brasilienses*. Em geral, as coberturas provenientes de gramíneas apresentaram maior redução sobre a germinação de *B. plantaginea*

e as coberturas de tremoço e nabo forrageiro foram mais eficientes no controle de *B. pilosa* e *R. brasilienses*.

Vários trabalhos de pesquisa tem confirmado os impactos sobre a dinâmica de populações de plantas daninhas nos agroecossistemas, influenciado pelos sistemas de cultivo interagindo com o esquema de rotação de culturas empregado. Estudos realizados por Costa Val (1997), relatam que no estado do Paraná, restos culturais de diferentes espécies cultivadas em rotação sob plantio direto, apresentaram efeitos diferenciados sobre o comportamento da flora infestante. Rodrigues & Passini (1995), obtiveram reduções no custo do controle de plantas daninhas na cultura do feijão, através da rotação de culturas no inverno em plantio direto, quando comparado ao tratamento com a área permanecendo em pousio. De acordo com Gazziero & Kokubun (1998), o controle químico de plantas daninhas deve ser utilizado fazendo parte de um programa integrado de manejo, onde alelopatia e métodos culturais como rotação de culturas e coberturas mortas são considerados. No controle de *Convolvulus*

avenis, planta daninha que infesta milhões de hectares nas planícies do Texas-USA reduzindo a produtividade e o valor das terras, foram avaliados vários programas de controle e constatou-se que a integração do uso de herbicidas com práticas culturais apresentou os melhores resultados tanto do ponto de vista técnico como econômico. Em média, as perdas de rendimento causadas pela invasora com o programa herbicidas-plantio direto-rotação de culturas, foi de US\$ 35,00/ha e os outros tratamentos, embora alguns controlando satisfatoriamente a invasora, apresentaram uma perda de US\$ 35,00 a US\$ 186,00/ha (Wiese et al. 1996).

Pesquisadores das Universidades de Idaho e de Washington desenvolveram um programa de manejo integrado envolvendo sistemas de cultivo, rotação de culturas e manejo de plantas daninhas com o objetivo de melhorar a produção de trigo na região noroeste na costa do Pacífico. Após o terceiro ano espécies problemáticas como *Avena fatua* e *Bromus tectorum* eram efetivamente controladas (Young et al. 1996).

Trabalhos de Navarrete & Fernandez (1996) mostraram que a dinâmica da população de sementes de *Avena sterilis* não foi afetada pelos diferentes sistemas de cultivo isoladamente. Entretanto, a alternância dos sistemas, combinada com as práticas de rotação e de manejo alteraram as densidades e distribuições de sementes da invasora no quinto ano de execução da pesquisa.

Para o controle do arroz-vermelho na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, a técnica mais eficiente testada por Marchesan (1997) foi a rotação de culturas envolvendo arroz-soja ou arroz-milho, tanto em plantio direto como no cultivo convencional, sendo que os tratamentos em rotação provocaram um decréscimo médio de 82% sobre a infestação de sementes do arroz-vermelho no solo.

Dorado et al. (1997) compararam, na Espanha, três programas de rotação de culturas de inverno: cevada/ervilha, cevada/girassol e cevada em monocultivo, todos sob plantio direto e convencional. Os autores concluíram que o monocultivo de cevada por nove anos em plantio direto incrementou o desenvolvimento de *Anacyclus clavatus*, *Filago pyramidata*, *Lolium rigidum* e *Torilis nodosa*. A rotação cevada/ervilha, em plantio direto, elevou a infestação de *Capsella bursa-pastoris*, *Papaver rhoeas* e *Veronica triphyllos*. O plantio convencional de cevada em monocultivo, apresentou maior infestação de *Polygonum aviculare*. As densidades de *Convolvulus arvensis*, *Draba verna* e *Lactuca serriola* foram

significativamente maiores nos tratamentos em plantio direto, independente do programa de rotação. Verifica-se, com estes resultados, que não é possível estabelecer uma conclusão geral,

pois a dinâmica das populações de plantas daninhas é dependente de um amplo conjunto de fatores sendo que o ambiente, o banco de sementes no solo, os cultivos e o manejo empregado, irão determinar a evolução da flora infestante. Num solo chernozêmico da Rússia, Pykhtin et al. (1995), constataram que no plantio direto com uso exclusivo de herbicidas para o controle de plantas daninhas, proporcionou-se a perenização de algumas espécies daninhas, todavia quando utilizou-se também a rotação de culturas, houve redução na infestação de gramíneas.

Em pesquisa semelhante realizada no Canadá, Darwent et al. (1998) concluíram que a perenização de *Sonchus arvensis* somente foi reduzida com a rotação de culturas, o que não ocorreu com o uso exclusivo de herbicidas, tanto em cultivo mínimo como em plantio direto. Também no Canadá, Arshad et al. (1998), testando quatro programas de rotação de culturas em plantio convencional e direto constataram

que, de maneira geral, as densidades de plantas daninhas decresceram a partir do segundo ano de rotação; os efeitos supressivos sobre as daninhas foram mais significativos após o cultivo de trigo em comparação à canola e que o plantio direto causou maior redução na densidade de plantas daninhas de folhas largas.

Já Shafiq et al. (1995), testando os efeitos da rotação de culturas, sistemas de cultivo, fertilização e controle de plantas daninhas sobre o rendimento de trigo (*Triticum aestivum*) e de feijão-verde (*Phaseolus radiatus*) no Paquistão, concluíram que os sistemas de cultivo não afetaram significativamente os rendimentos das culturas; o rendimento do trigo aumentou com o controle das plantas daninhas à medida que a área cultivada era ampliada; o

rendimento do feijão foi reduzido no plantio direto com e sem controle das invasoras; a densidade das plantas daninhas era maior na cultura do feijão e em ambas as culturas os

rendimentos foram superiores quando se efetuou o controle das plantas daninhas, em qualquer sistema de cultivo nas diferentes adubações; a redução da dose de fertilizante reduziu também a densidade das plantas daninhas.

Isto não significa que deve-se adotar adubações deficientes como forma de diminuir as infestações de invasoras, pois a cultura também estará sendo prejudicada e desempenhará menor eficiência na competição com as suas concorrentes. Em trabalhos experimentais realizados por Broch et al. (1997), verificou-se que na rotação de soja com pastagem, houve uma contribuição significativa no controle e na redução de plantas daninhas na cultura da soja beneficiando a recuperação da pastagem .

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Elo, localizada no município de Chapadão do Céu, Estado de Goiás – Brasil, definido pelas coordenadas geográficas 18° 41'33" latitude sul, 52° 40'45" longitude oeste e altitude de 790 m.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), A moderado, textura argilosa, fase campo cerrado e relevo plano. No Quadro 1, encontram-se os resultados analíticos do solo na ocasião da instalação do ensaio.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e parcelas de 10,0 m x 50,0 m, com área útil de 8,0m x 40,0 m. Os tratamentos, em número de sete, foram compostos por cinco programas de rotação de culturas em sistema de plantio direto, um programa de monocultivo em plantio convencional e um programa de monocultivo em cultivo mínimo.

Quadro 1 – Resultados de análises da fertilidade e da granulometria do solo da área experimental. Fazenda Elo – Chapadão do Céu, GO. 1994.

Profundidade (cm)	pH		P* (ppm)	MO (%)	K	Ca	Mg	Ca+ Mg	Al	H	S	T	V (%)
	CaCl ₂	H ₂ O											
0 a 10	5,08	5,68	13,30	4,33	0,28	2,05	1,05	4,10	0,00	3,98	4,38	8,36	52,39
10 a 20	4,93	5,55	6,78	3,81	0,19	2,00	0,80	2,80	0,00	3,83	2,99	6,82	43,84
20 a 30	4,54	5,15	1,07	3,04	0,12	0,75	0,50	1,25	0,20	3,71	1,37	5,28	25,95

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA		
Areia total	Silte	Argila
25 %	6 %	69 %

* método Mehlich I

T = capacidade de troca de cátions; V = valor da saturação das bases trocáveis

A pesquisa foi desenvolvida durante quatro anos, no período de 1994/95 a 1997/98. Os programas de rotação de culturas eram compostos de culturas de verão (safra) representativas da região e de culturas de outono/inverno (entressafra), com o objetivo de manter o solo coberto e fornecer massa vegetal para formar a cobertura morta, condição imprescindível para a semeadura direta. A escolha das culturas de outono/inverno, foi efetuada com base em resultados de pesquisa realizada na região por Pereira (1990), em que foram selecionadas, dentre 29 espécies, aquelas que

apresentaram melhor desenvolvimento e maior produção de massa vegetal nas condições climáticas do cerrado durante o outono/inverno.

As principais características das espécies que compuseram os tratamentos são:

Culturas de verão:

- Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) – cultivares FT-Estrela do grupo semitardio e MS/BR - 19, grupo precoce , ambas recomendadas como preferencial para a região.
- Milho (*Zea mays* L.) – cultivar Z-8452, híbrido simples, precoce, de grão semiduro alaranjado.

Culturas de outono/inverno:

- Milheto (*Pennisetum typhoides* (Burn) Stapf) – planta anual, ereta, atinge até 500 cm de altura, família Gramineae (Guia Rural, 1990) .
- Aveia-preta (*Avena strigosa* Schieb) – planta anual, cespitosa, colmos cilíndricos, eretos, altura de até 140 cm, família Gramineae (Derpsch & Calegari, 1985).
- Guandú-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) – planta semi-perene, ereta, arbustiva, ramificada, altura de até 150 cm, família Leguminosae (Guia Rural, 1990).
- Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) – cultivar Z-745, híbrido, granífero, com potencial para atingir até 160 cm de altura.
- Milho-safrinha (*Zea mays* L.) – cultivar Z-8501, híbrido triplo, semiprecoce, com grão duro alaranjado.
- Crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) – planta anual sub-arbustiva, ereta, ramificada, pode atingir altura de até 200 cm, família Leguminosae (Miyasaka, 1984).
- Girassol (*Helianthus annuus* L.) – planta anual, herbácea, não ramificada, altura de até 300 cm, família Compositae (Derpsch & Calegari, 1985).

- Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) – cultivar rudá, grupo carioca.

No Quadro 2, são apresentados os tratamentos com as respectivas combinações dos cultivos em cada programa de rotação de culturas.

Quadro 2 – Descrição dos tratamentos e seqüência cronológica dos cultivos.

Tratº	Sistema de Cultivo	Programa de Rotação	1º ano (1994/95) Inverno/Verão	2º ano (1995/96) Inverno/Verão	3º ano (1996/97) Inverno/Verão	4º ano (1997/98) Inverno/Verão
1	PD	Programa A	Ms/S	Gi/M	So/S	Gi/M
2	PD	Programa B	So/S	CR/M	Mt/S	Ms/S
3	PD	Programa C	G/S	Mt/Sp	Ms/M	Gi/S
4	PD	Programa D	Fe/Mp	Fe-Mt/S	AV/S	So/S
5	PD	Programa E	Mt/S	G/Mp	Fe-Mt/S	Mt/M
6	PC	Programa F	Pc/S	Pc/S	Pc/M	Pc/S
7	CM	ProgramaG	Po/S	Po/S	Po/M	Po/S

PD = Plantio direto

PC = Plantio convencional

CM = Cultivo mínimo

Mt = Milheto

M = Milho

Mp = Milho precoce

Ms = Milho safrinha

G = Guandú

CR = Crotalaria

S = Soja

Sp = Soja precoce

Fe = Feijão

AV = Aveia

So = Sorgo

Gi = Girassol

Pc = Preparo convencional

Po = Pousio (cultivo mínimo)

O preparo convencional, constituiu-se de uma gradagem pesada e duas a três gradagens leves. No cultivo mínimo, utilizou-se a massa vegetal formada pela comunidade infestante, como fonte de cobertura morta.

Nas culturas de outono/inverno, foram avaliadas as seguintes características:

- Período de germinação: número de dias entre a semeadura e a germinação de 50% das sementes.
- Período de florescimento: número de dias decorridos da semeadura até o florescimento de 50% das plantas.

- Altura das plantas: altura média de plantas por ocasião do florescimento, tomadas em dez pontos aleatórios, em zig-zag, na área útil das parcelas .

- Produção de massa vegetal:

Massa verde: as pesagens foram efetuadas imediatamente antes da dessecação.

Peso da cobertura morta: verificou-se a evolução da decomposição da massa vegetal, pesando-se as amostras aos 20, 40 e 60 dias após a dessecação.

As amostras de massa verde e de cobertura morta foram coletadas ao acaso em

dez pontos de 1,0 m² por parcela, distribuídos em zig-zag, na área útil das parcelas.

Após a pesagem a massa era recolocada no local de origem.

Nas culturas de verão, as características avaliadas foram:

- Dinâmica da flora infestante: Em cada tratamento identificou-se as plantas daninhas ocorrentes, procedeu-se a contagem obtendo-se as suas respectivas densidades populacionais. As avaliações foram realizadas imediatamente antes do manejo químico das culturas de outono/inverno e aos 20 a 30 dias após o plantio das culturas de verão, coincidindo com a época de controle das plantas daninhas em pós-emergência.

Para coleta dos dados, utilizou-se um quadro amostrador de 0,5m x 05,m que era lançado aleatoriamente em dez pontos distribuídos em zig-zag na área útil das parcelas.

- Produtividade de grãos: Avaliou-se o rendimento de grãos das culturas de verão, na área útil das parcelas, sendo os dados transformados para kg/ha.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os pesos das coberturas mortas foram

convertidos em porcentagem do peso inicial e submetidos a análises de regressão segundo os modelos:

$$\% \text{ de não decomposição (Y)} = 100 - CX$$

$$\% \text{ de não decomposição (Y)} = 10^{2-CX}$$

onde: **Y** = Peso da palha remanescente após “**X**” dias de decomposição.

C = Parâmetro do modelo

T₅₀ = Meia Vida = tempo necessário para decomposição de 50% da palhada.

O primeiro modelo foi utilizado para a cobertura da cultura do feijão. Para todas as demais coberturas utilizou-se o modelo exponencial. Como já foi descrito, a partir das equações calculou-se a meia vida de cada cobertura, que corresponde ao tempo necessário para reduzir em 50% o peso da cobertura morta por unidade de área; estudou-se a porcentagem de não decomposição (ou de decomposição) para intervalos de tempo de zero a sessenta dias; finalmente, estimou-se as produções de cada cobertura que seriam necessárias para manter uma quantidade de palha igual ou superior a 2 t/ha por um período de 50 dias. Tal período foi selecionado, a título de exemplo, considerando um intervalo de 10 dias entre o manejo e a semeadura da cultura de verão e um período de 40 dias entre a semeadura e o fechamento (final do período total de prevenção da interferência – PTPI) para estas culturas.

Durante a execução da pesquisa coletou-se dados pluviométricos e termométricos, apresentados nos Quadros 3 e 4, sendo ilustrados nas Figuras 1 e 2.

Quadro 3 – Precipitações pluviais (mm) do período 1994 a 1998.

Fazenda Elo. Chapadão do Céu, GO.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1994	312	198	263	65	77	30	19	00	15	197	176	254	1606
1995	265	483	142	127	24	28	00	00	56	95	115	240	1575
1996	237	339	345	113	89	9	00	10	107	181	408	351	2189
1997	365	147	120	89	99	27	00	6	72	123	434	247	1829
1998	191	212	250	218	96	00	00	10	67	196	269	314	1823
Média	274	275	224	122	77	19	4	5	63	158	280	281	1804

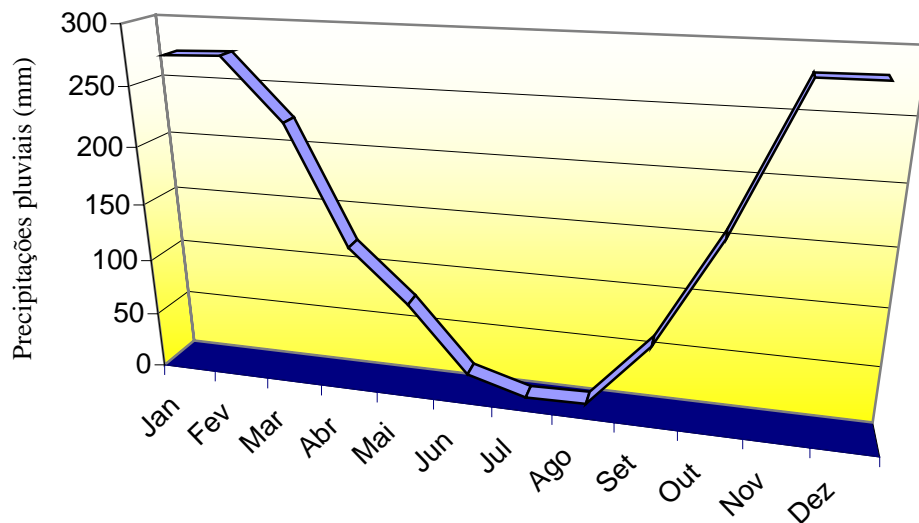


Figura 1- Média geral de precipitações pluviométricas do período 1994 a 1998.

Quadro 4 – Médias das temperaturas máximas e mínimas, em ° C, do período 1994 a 1998.

Fazenda Elo. Chapadão do Céu, GO.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994	31	29	29	28	24	22	24	27	29	29	32	31
	25	23	24	22	18	16	20	23	24	23	24	25
1995	30	29	29	28	25	23	25	26	30	32	30	30
	24	24	23	21	19	17	20	22	23	23	26	26
1996	29	28	28	27	25	24	26	27	29	30	31	31
	23	23	23	22	20	16	20	22	23	23	26	24

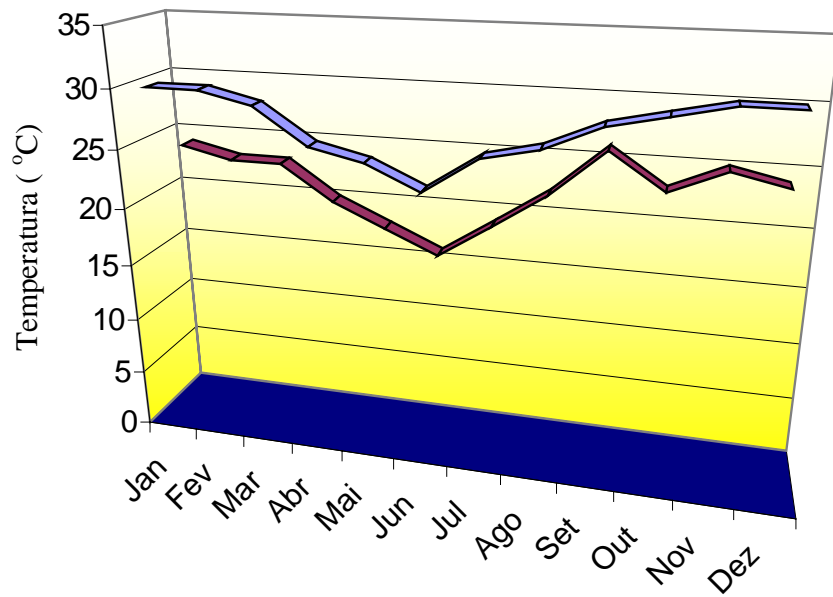


Figura 2 - Média geral de temperaturas do período 1994 a 1998

■ máxima ■ mínima

1997	32	30	29	27	26	23	29	30	30	30	30	32
	23	24	23	20	18	17	19	23	20	23	27	21
1998	29	32	30	23	23	24	25	27	30	30	31	30
	24	23	21	17	16	17	18	20	19	23	23	23
Média	30	30	29	26	25	23	26	27	29	30	31	31
	24	23	23	20	18	16	19	22	26	23	25	24

O esquema básico de manejo empregado sobre as coberturas vegetais foi: 1^o) Antes de ocorrer a maturação de sementes, procedeu-se uma roçada em todas as culturas de outono/inverno e no tratamento em pousio. De acordo com a cultura, e quando permitiu-se, procedeu-se a colheita de grãos antes da roçada (feijão e milho safrinha); 2^o) Efetuou-se o manejo químico, após a ocorrência das primeiras chuvas do ano agrícola, quando já havia ocorrido a rebrota e o primeiro fluxo de germinação das

sementes das plantas daninhas, em média aos 5 a 10 dias antes do plantio das culturas de verão; 3º) O tratamento básico do manejo químico foi: Aplicação de sulfosate (960 g./ha) mais 2,4-D (700 g.e.a./ha); imediatamente antes ou após o plantio, procedia-se a aplicação de paraquat (200 g./ha). Para o controle químico das plantas daninhas na cultura da soja, em pós-emergência, aplicou-se

chlorimuron-ethyl (12,5 g./ha) mais fomesafen (150 g./ha) e fluazifop-p-butyl (150 g./ha) em aplicação seqüencial. Para o controle de plantas daninhas na cultura do milho, aplicou-se paraquat (300 g./ha) mais adjuvante agral (0,1% v/v) em jato dirigido ou atrazine (1500 g./ha) mais óleo mineral joint (0,5 l/ha) em pós-emergência.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliações biométricas , produção e resistência à decomposição da massa vegetal das culturas de outono/inverno

As espécies cultivadas no outono/inverno devem cumprir no mínimo a finalidade de produzir material vegetal suficiente para fornecer uma cobertura ao solo capaz de causar efeitos supressivos e/ou inibidores sobre a germinação e sobre o desenvolvimento das plantas daninhas. Dadas as limitações climáticas da região dos cerrados, as culturas cultivadas no outono/inverno, germinam aproveitando a umidade das últimas precipitações da safra de verão, sendo o seu desenvolvimento vegetativo e produtivo muito influenciado pela baixa precipitação durante o outono/inverno, razão pela qual são poucas as alternativas de cultivo para esta época. As avaliações de altura das plantas, de produção de massa verde e de massa seca no período estudado (Quadros 5, 6, 7 e 8), mostraram que, de maneira geral, os resultados estiveram aquém das potencialidades de cada espécie. Constatou-se, no entanto, algumas culturas apresentaram resultados satisfatórios, o que possibilitou atingir os objetivos da pesquisa.

Verificou-se que as gramíneas tiveram melhor desenvolvimento e maior produção de biomassa, destacando-se o milho safrinha, milheto e o sorgo. Estas culturas apresentaram uma cobertura morta com maior resistência à decomposição, característica importante para manter o solo protegido e, através de efeitos físicos, químicos e biológicos, inibir a germinação das sementes das invasoras. Em pesquisa realizada por Costa Val (1991), em Londrina-PR, constatou-se que o uso de coberturas de inverno constituiu uma prática eficiente e reduziu os custos com o controle de plantas daninhas, com a aveia-preta destacando-se em relação ao girassol e ao tremoço, por apresentar persistência dos restos culturais.

Nos quatro anos deste trabalho, a produção de massa seca obtida com milho safrinha, milho e com sorgo, foi considerada satisfatória pois mesmo nas avaliações aos 60 dias após o manejo (DAM), a quantidade de material no solo ainda permanecia adequada. Considerando esta época de avaliação (60 DAM), quantidades de biomassa insuficientes foram obtidas com crotalaria, guandu, girassol e feijão. Já a cultura de aveia-preta apresentou resultado razoável devendo ser, juntamente com a crotalaria, melhor investigada uma vez que as mesmas foram avaliadas em apenas um ano.

Deve-se ressaltar que, no segundo ano da pesquisa (Quadro 6), o milho apresentou rendimentos abaixo da expectativa. Tal fato pode ter ocorrido em função da qualidade da semente utilizada, pois verificou-se uma redução na taxa de germinação levando a um menor estande final da cultura. Constatou-se, no entanto, que neste mesmo ano o milho semeado após o cultivo do feijão, apresentou melhor desenvolvimento vegetativo (altura) e maior rendimento de biomassa que o milho semeado sem plantio anterior de feijão. Possivelmente os restos culturais do feijão proporcionaram melhores condições de umidade no solo além de uma maior disponibilidade de nutrientes beneficiando o milho.

Quadro 5 - Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no primeiro ano.

Tratº	Cultura	Germinação/ Florescimento (DAP)	Altura de plantas (cm)	Massa fresca (t/ha)	Massa Seca (t/ha)		
					20 DAM	40 DAM	60 DAM
1	Milho safrinha	06/65	170	12,3 a	8,4 a	5,2 a	3,6 a
2	Sorgo	07/80	60	8,2 c	5,4 c	3,8 b	2,9 b
3	Guandú	11/80	55	3,8 d	2,1 d	1,7 c	0,8 c
4	Feijão	06/65	25	2,8 d	1,4 e	0,5 d	0,0 d
5	Milheto	06/65	110	9,6 b	7,2 b	4,8 a	3,1 b
6	Prep.convencional	-	-	-	-	-	-
7	Cult. mínimo (Po)	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)		-	-	8,82	3,80	7,71	7,61
DMS (5%)		-	-	1,44	0,40	0,54	0,36

DAP - dias após o plantio; DAM - dias após o manejo.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey a 5% de probabilidade)

Quadro 6 – Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no segundo ano.

Trat.º	Cultura	Germinação/ Florescimento (DAP)	Altura de plantas (cm)	Massa fresca (t/ha)	Massa seca (t/ha)		
					20 DAM	40 DAM	60DAM
1	Girassol	06/90	129	7,1 b	3,8 b	1,9 b	0,6 c
2	Crotalaria juncea	06/60	95	4,7 d	1,9 d	0,8 c	0,6 c
3	Milheto	06/65	94	6,3 c	3,1 c	1,9 b	0,9 b
4	Feijão-Milheto	06/45-05/62	108*	9,8 a	5,9 a	2,5 a	1,8 a
5	Guandú	10/85	25	3,1 e	1,8 d	0,8 c	0,5 c
6	Prep.convencional	-	-	-	-	-	-
7	Cult. mínimo (Po)	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)		-	-	2,63	7,33	8,30	13,12
DMS (5%)		-	-	0,36	0,54	0,29	0,25

DAP - Dias após o plantio **DAM** - Dias após o manejo. *Dados do milheto
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey a 5% de probabilidade)

Quadro 7 – Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no terceiro ano.

Trat.º	Cultura	Germinação/ Florescimento	Altura de plantas (cm)	Massa fresca (t/ha)	Massa Seca (t/ha)		
					20 DAM	40 DAM	60 DAM
1	Sorgo	06//75	105	11,4 c	8,1 d	4,8 b	2,7 c
2	Milheto	06/70	170	15,9 b	9,2 b	5,1 b	3,2 b
3	Milho safrinha	06/70	180	16,8 a	9,6 a	5,8 a	3,6 a
4	Aveia	06/70	105	8,4 d	4,9 e	3,0 c	1,8 d
5	Feijão -Milheto	06/50 - 06/70	185*	15,2 b	8,7 c	5,1 b	3,4 ab
6	Prep. convencional	-	-	-	-	-	-
7	Cult. mínimo (Po)	-	-	-	-	-	-
C.V (%)		-	-	2,61	1,67	3,59	4,81
DMS (5%)		-	-	0,80	0,31	0,38	0,32

DAP = dias após o plantio; **DAM** = dias após o manejo. * Dados do milheto.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey a 5% de probabilidade)

Quadro 8 – Períodos de germinação, florescimento, altura de plantas e acúmulo de biomassa fresca e seca das culturas de outono/inverno no quarto ano.

Trat.º	Cultura	Germinação/ Florescimento (DAP)	Altura de plantas (cm)	Massa Verde (t/ha)	Massa Seca (t/ha)		
					20 DAM	40 DAM	60 DAM
1	Girassol	06//75	145	8,2 d	4,3 d	2,1 d	0,8 c
2	Milho Safrinha	07/75	165	18,2 a	10,1 a	6,2 a	4,3 a
3	Girassol	06/75	145	7,9 d	3,9 d	2,0 d	0,7 c
4	Sorgo	07/72	120	11,5 c	7,8 c	4,3 c	2,2 b
5	Milheto	06/75	140	16,1 b	9,0 b	5,3 b	4,6 a
6	Prep. convencional	-	-	-	-	-	-
7	Cult. mínimo (Po)	-	-	-	-	-	-
C.V (%)		-	-	3,07	5,77	3,67	9,89
DMS (5%)		-	-	0,86	0,91	0,33	0,56

DAP = Dias após o plantio; **DAM** = Dias após o manejo.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey a 5% de probabilidade)

Para as condições ambientais da região dos cerrados, dada a dificuldade de cultivo na entressafra em função do regime pluviométrico, o rendimento de massa seca em torno de 2 t/ha já torna possível o emprego do sistema plantio direto. Todavia, o material vegetal deve apresentar características que possibilitem a cobertura do solo, mesmo que parcial, até o fechamento da cultura. Sabe-se que à medida que os resíduos vão sendo atacados pelos microorganismos do solo, tanto o peso como a relação carbono/nitrogênio (C/N) dos resíduos diminuem, determinando a velocidade de decomposição. Almeida (1985), relata que nos materiais mais lignificados, como é o caso das gramíneas, a relação C/N eleva-se no início da decomposição para posteriormente decrescer, enquanto que em leguminosas o decréscimo da relação C/N ocorre desde o início.

Com base nos parâmetros atribuídos à quantidade e duração de massa seca, considerados como adequados para a região, obteve-se de cada cobertura morta, os dados de meia vida, porcentagem de decomposição aos 50 dias após o manejo e a estimativa da quantidade de massa seca que seria necessário para uma condição ideal.

Constatou-se que, as culturas de guandu, milho-safrinha, sorgo, milheto e aveia-preta, foram as que apresentaram maior resistência à decomposição. Deve-se ressaltar que, embora a massa vegetal do guandu tenha apresentado o menor porcentual de decomposição, a característica morfológica de suas plantas, com caules espessos e fibrosos, inviabiliza a sua utilização como “mulch” para o plantio direto, por apresentar obstáculos à operação de semeadura e cobertura morta desuniforme.

Os resultados obtidos com as culturas de girassol e crotalaria foram semelhantes. Verificou-se que, em média, a duração dos seus restos culturais foi em torno de 50% das coberturas das culturas da família gramineae.

A cultura do feijão apresentou maior rapidez no processo de decomposição. Todavia, dada a possibilidade de agregar o rendimento de grãos e promover a reciclagem de nutrientes, é conveniente que esta cultura integre um programa de rotação de culturas.

No Quadro 9, são apresentados os resultados referentes à durabilidade das coberturas mortas, sendo ilustradas nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

Quadro 9 – Durabilidade das coberturas mortas, decomposição aos 50 dias após o manejo e estimativa de produção ideal de palha.

Cultura (fonte da cobertura)	Meia vida (dias)	% de palha aos 50 DAM	Quantidade ideal de palha (t/ha)*
Crotalaria	18,27	15,00	13,33
Aveia-preta	26,88	27,54	7,25
Feijão	27,27	8,35	23,93
Milho safrinha	28,87	30,10	6,64
Sorgo	30,99	32,68	6,11
Guandu	33,85	35,92	5,56
Milheto	26,61	27,18	7,35
Girassol	18,33	15,10	13,23

DAM = dias após o manejo

% = porcentagem referente ao peso inicial

* = estimativa

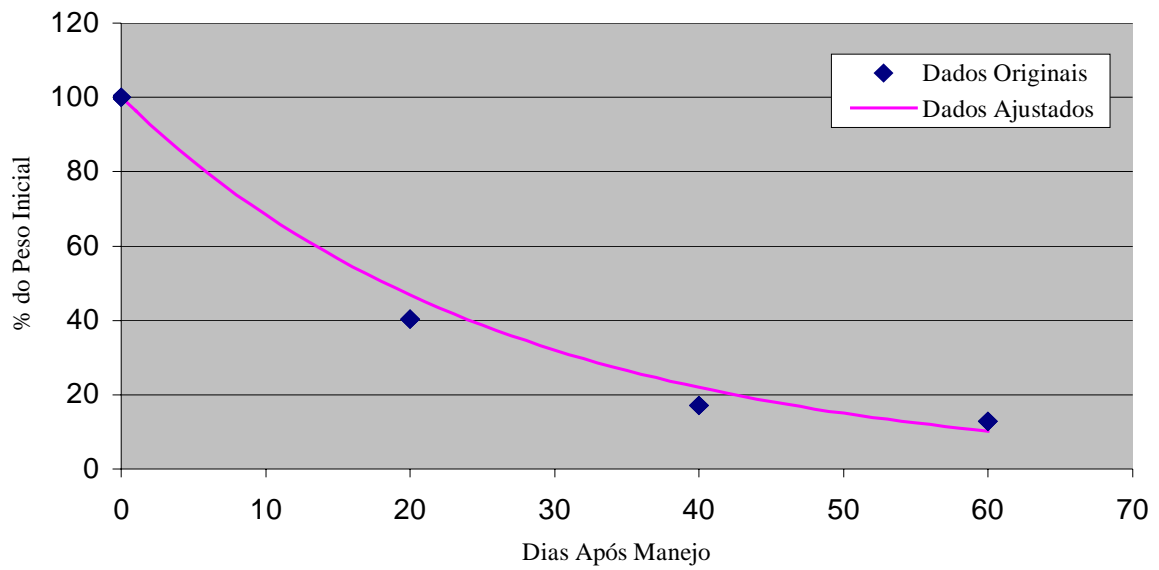


Figura 3- Representação da decomposição da cobertura morta de crotalaria. Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

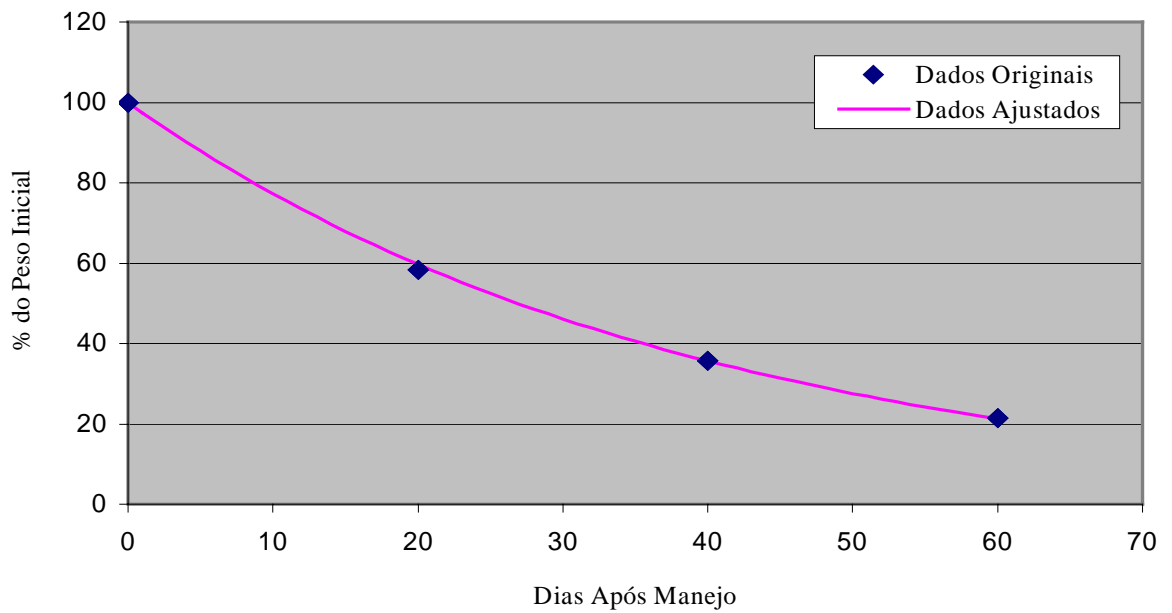


Figura 4 - Representação da decomposição da cobertura morta de aveia-preta. Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

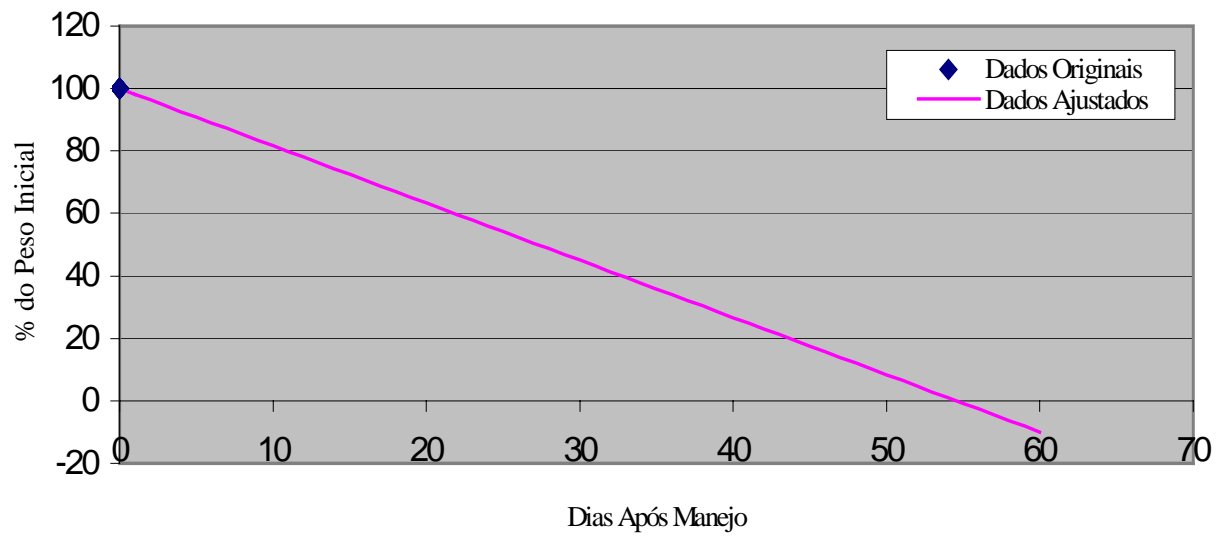


Figura 5 – Representação da decomposição da cobertura morta de feijão.
Dados originais e dados ajustados segundo modelo linear.

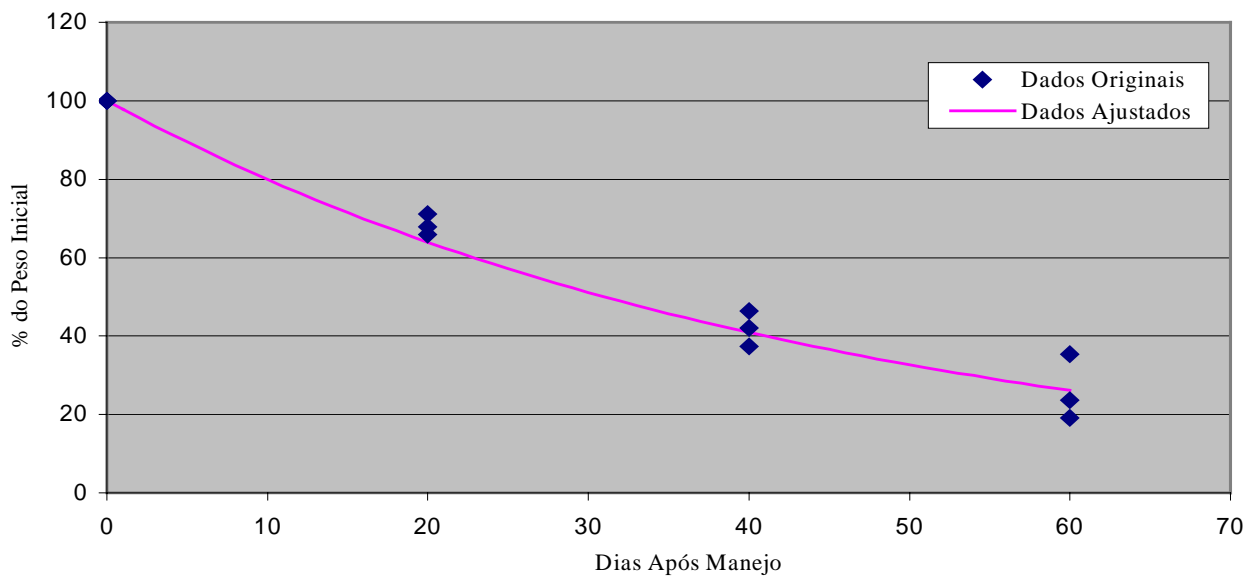
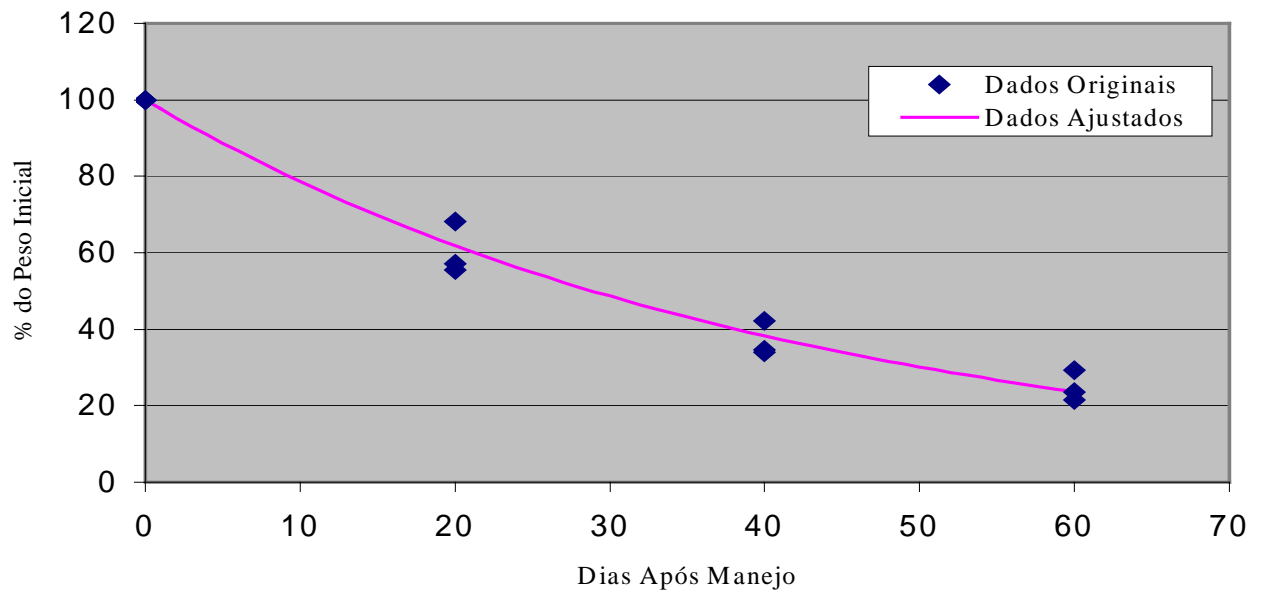


Figura 6 - Representação da decomposição da cobertura morta de milho safrinha. Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

Figura 7 – Representação da decomposição da cobertura morta de sorgo. Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

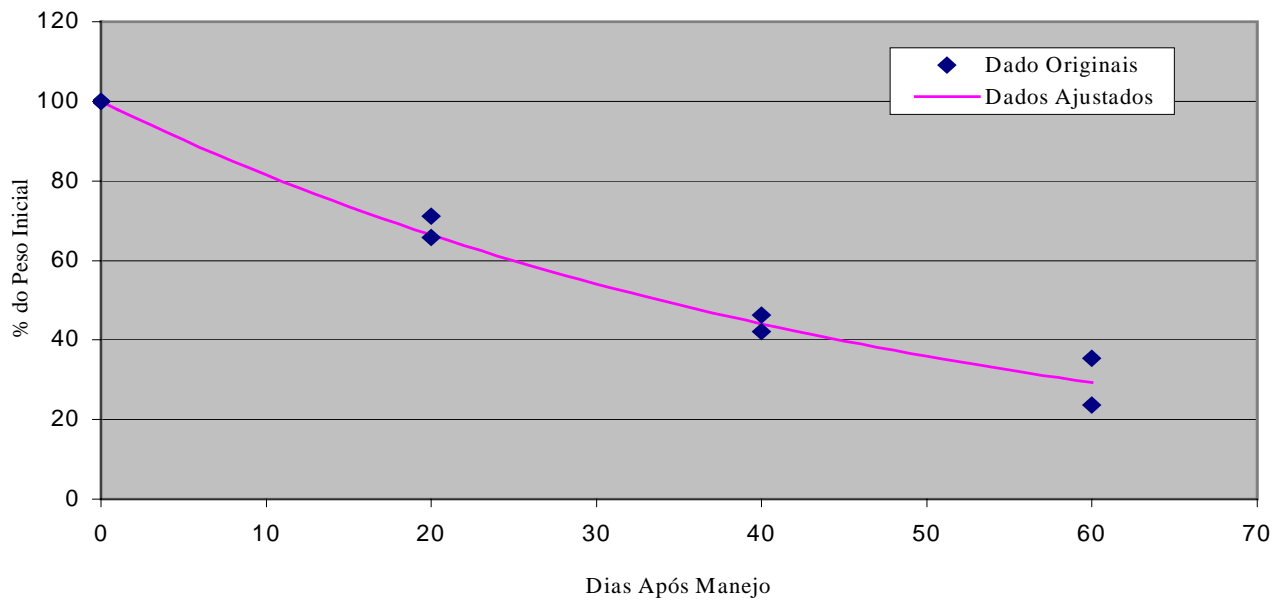
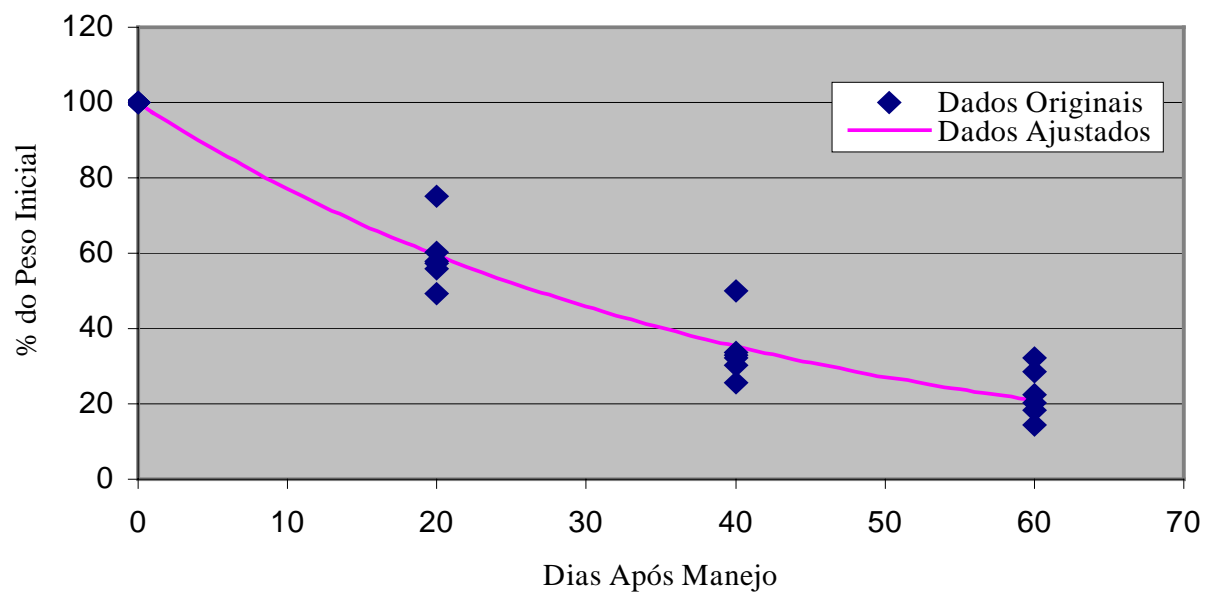


Figura 8 - Representação da decomposição da cobertura morta de guandu.



Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

Figura 9 – Representação da decomposição da cobertura de milheto.

Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

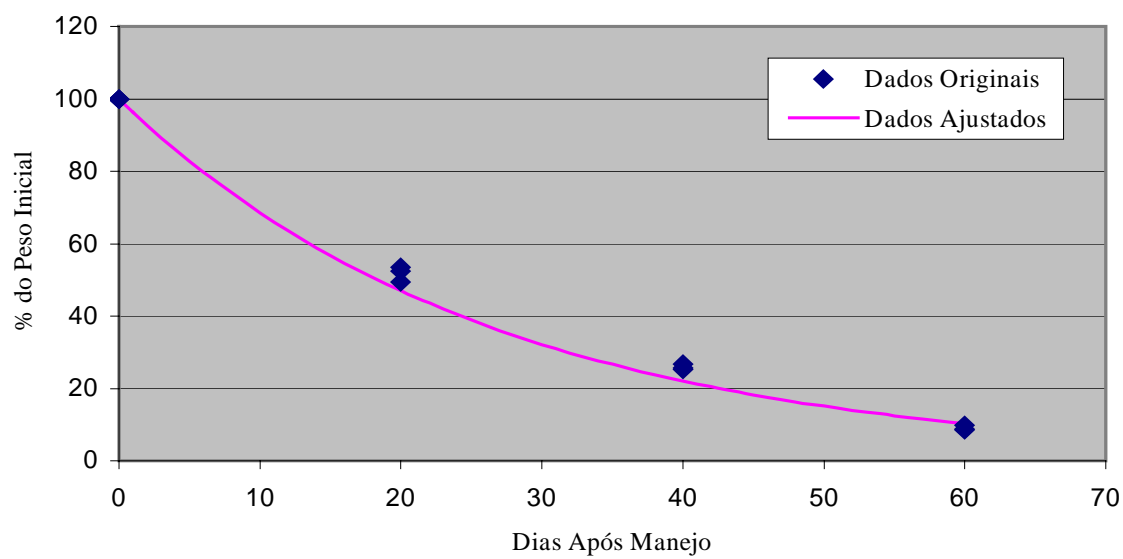


Figura 10 - Representação da decomposição da cobertura de girassol.
Dados originais e dados ajustados segundo modelo exponencial.

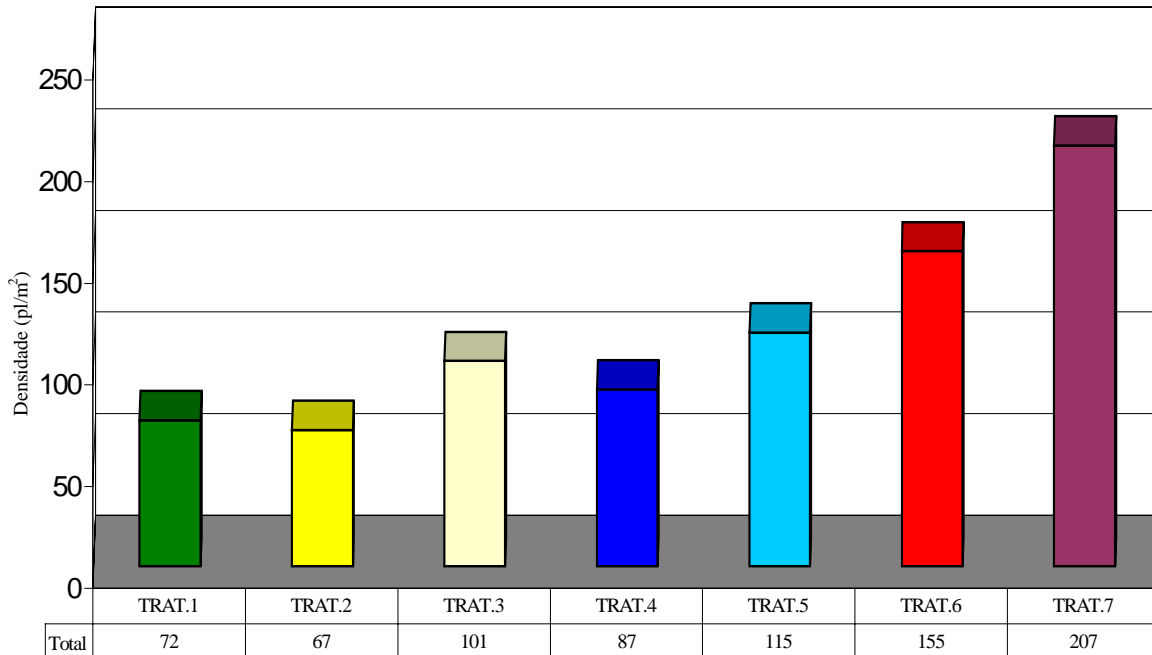


Figura 14 – Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 1/Manejo

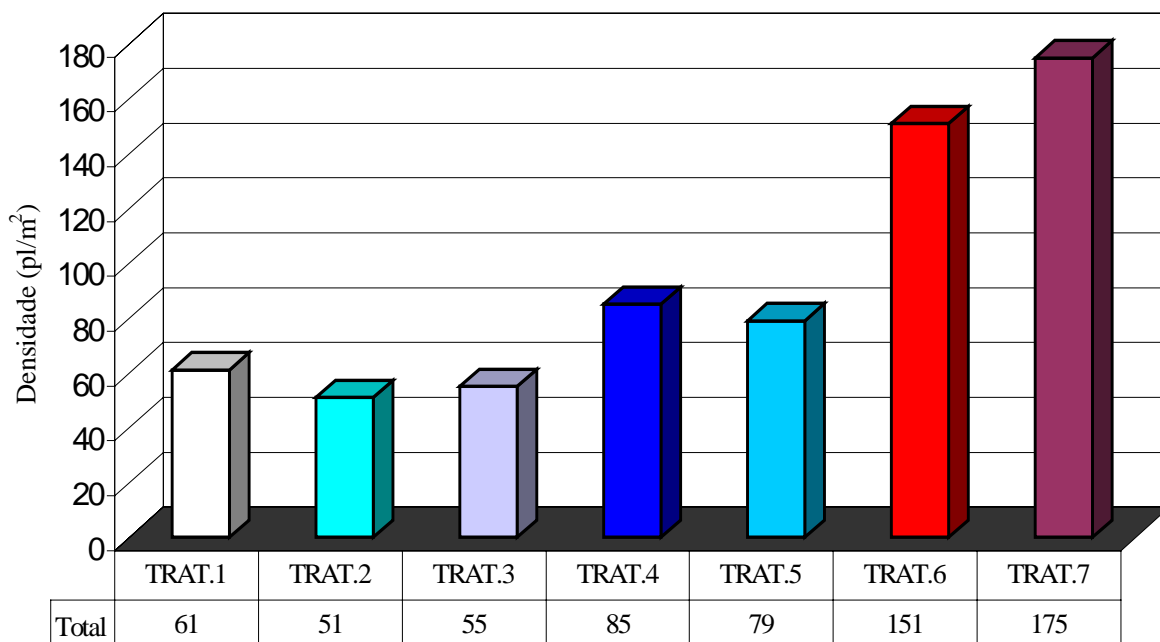


Figura 15 - Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 1/Pós-emergência

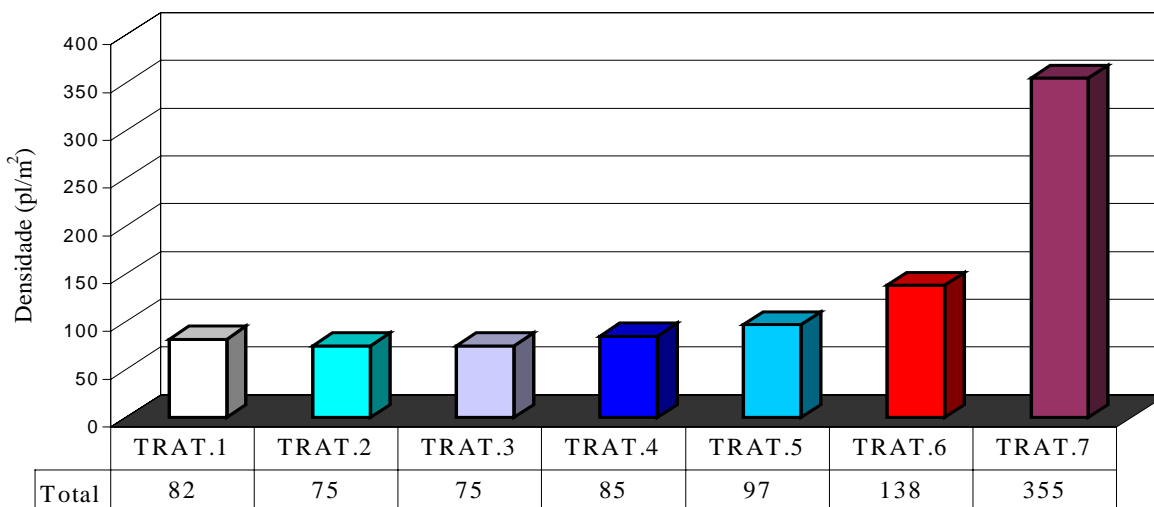


Figura 16 – Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 2/Manejo

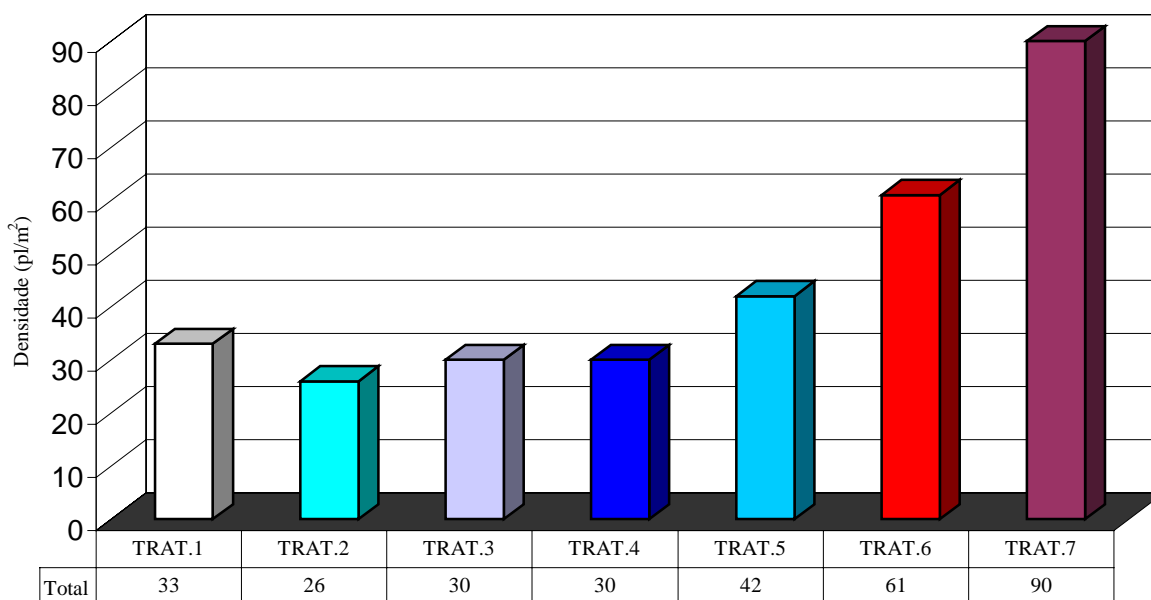


Figura 17 – Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 2/Pós-emergência

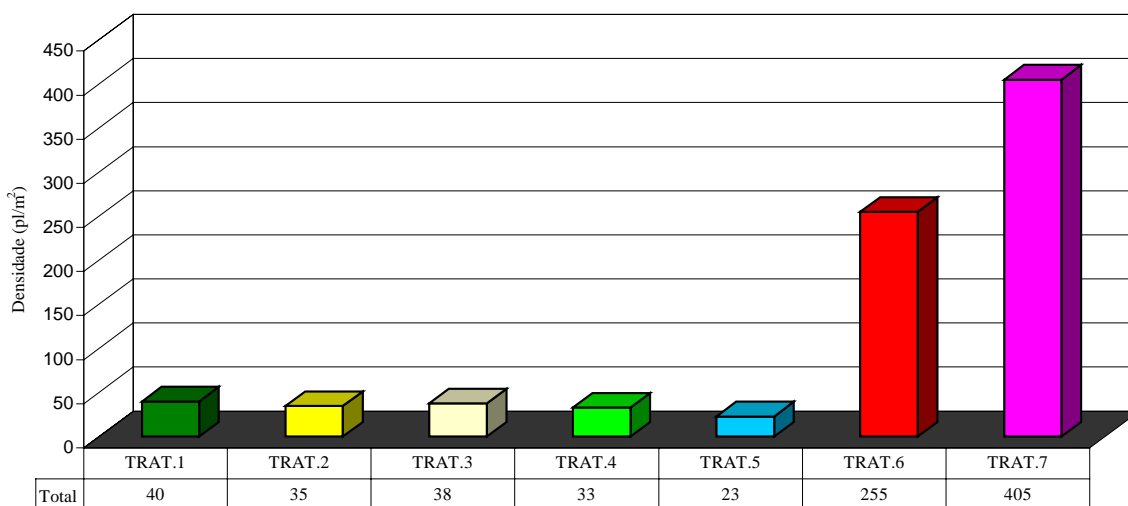


Figura 18 - Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 3/ Manejo

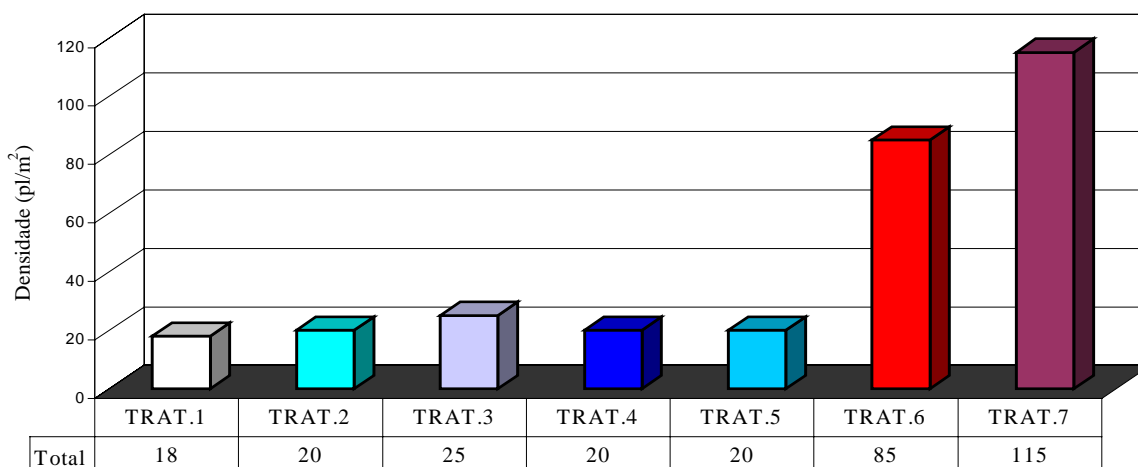


Figura 19 – Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 3/ Pós-emergência

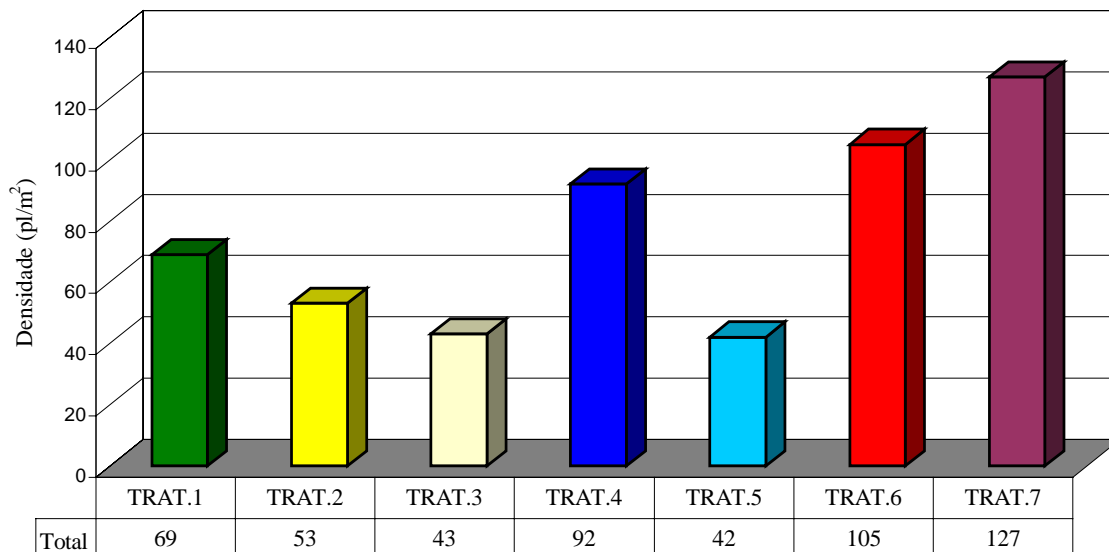


Figura 20 – Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 4/ Manejo

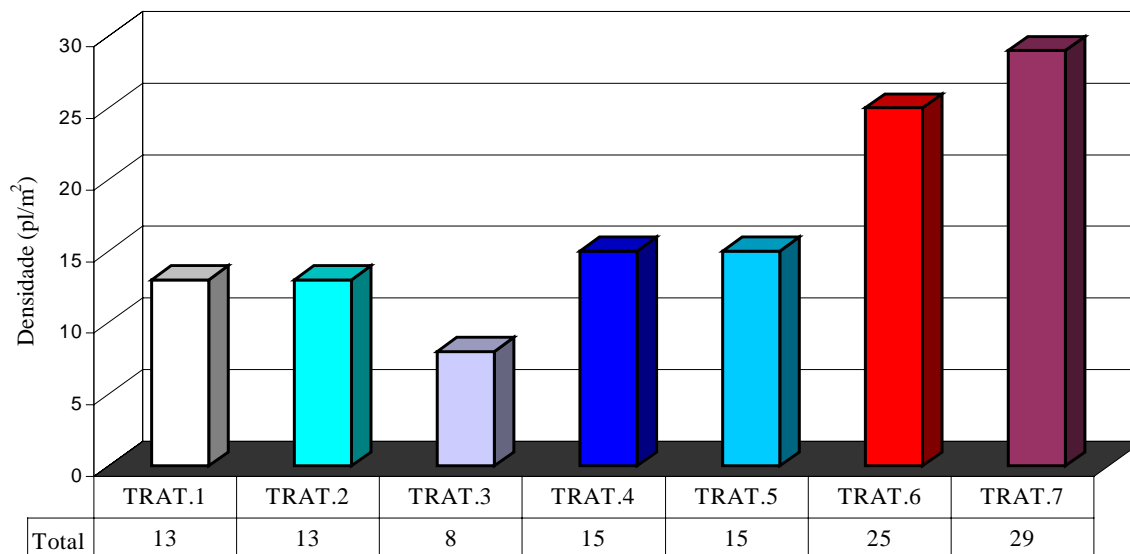


Figura 21 – Dinâmica populacional de plantas daninhas – Ano 4/ Pós-emergência

6.2.3 – Produtividade das Culturas de Verão

Nos Quadros 19 a 22, são apresentados os resultados do rendimento de grãos obtidos com as culturas de soja e milho, cultivadas durante a realização da pesquisa.

Quadro 19 - Rendimento de grãos no primeiro ano (1994/95)

N^o	Programa	Tratamento	Cultura	Produtividade (kg/ha)
1	Programa A		Soja	2881
2	Programa B		Soja	3193
3	Programa C		Soja	2668
4	Programa D		Milho	6552
5	Programa E		Soja	3250
6	Programa F		Soja	2600
7	Programa G		Soja	2550

Quadro 20 – Rendimento de grãos no segundo ano (1995/96)

N^o	Programa	Tratamento	Cultura	Produtividade (kg/ha)
1	Programa A		Milho	6110
2	Programa B		Milho	5990
3	Programa C		Soja	3180
4	Programa D		Soja	3245
5	Programa E		Milho	6020
6	Programa F		Soja	3118
7	Programa G		Soja	3090

Quadro 21 – Rendimento de grãos no terceiro ano (1996/97)

Tratamento		Produtividade
Nº Programa	Cultura	(kg/ha)
1 Programa A	Soja	3206
2 Programa B	Soja	3108
3 Programa C	Milho	6040
4 Programa D	Soja	3240
5 Programa E	Soja	3180
6 Programa F	Milho	5910
7 Programa G	Milho	5930

Quadro 22 – Rendimento de grãos no quarto ano (1997/98)

Tratamento		Produtividade
Nº Programa	Cultura	(kg/ha)
1 Programa A	Milho	6687
2 Programa B	Soja	3335
3 Programa C	Soja	3157
4 Programa D	Soja	3464
5 Programa E	Milho	6849
6 Programa F	Soja	3120
7 Programa G	Soja	3037

Os resultados de rendimento de grãos durante o período da pesquisa, apresentaram produtividades compatíveis com as médias obtidas em lavouras tecnicamente bem conduzidas na região. Verificou-se que, ao comparar-se os resultados dos tratamentos em plantio direto com o preparo convencional ou com o cultivo mínimo, as diferenças não são significativas o que indica que ao final do período estudado não houve ainda manifestação dos benefícios preconizados do plantio direto sobre os demais sistemas. Em trabalho de pesquisa desenvolvido por Hernani (1999), verificando os efeitos dos sistemas de manejo do solo sobre o rendimento de grãos de soja e trigo durante 7 anos em Dourados-MS, constatou-se que entre os tratamentos: preparo convencional (grade pesada), escarificação e o plantio direto, os rendimentos da soja foram semelhantes até o 3º ano, sendo favorável ao plantio direto do 4º ao 7º ano. Estes resultados eram de certa forma previsíveis, principalmente porque durante os cultivos de verão não ocorreram problemas como verânicos provocando estresse hídrico, para os quais as culturas semeadas nos sistemas convencional ou mínimo, tornam-se mais vulneráveis.

Durante a execução da pesquisa, as condições climáticas foram consideradas normais, conforme pode-se verificar no Quadro 3, o regime pluviométrico registrado condiz com as características dos Cerrados, com estação chuvosa no verão e seca no outono/inverno.

Deve ser observado que não há como analisar estatisticamente os dados obtidos a cada ano pelo fato de serem utilizadas diferentes culturas de verão em cada safra.

7. CONCLUSÕES

Baseado nas análises dos resultados, nas condições em que a pesquisa foi desenvolvida, pode-se concluir que:

- Os programas de rotação de culturas, sob sistema de plantio direto, que apresentaram maior eficiência no controle cultural da comunidade infestante foram: programa B – tratamento 2 (sorgo/soja – crotalaria/milho – milheto/soja – milho safrinha/soja); programa A – tratamento 1 (milho safrinha/soja – girassol/milho – sorgo/soja – girassol/milho) e programa C – tratamento 3 (guandu/soja – milheto/soja – milho safrinha/milho – girassol/soja).
- As culturas de outono/inverno, cujas coberturas mortas apresentaram maior resistência à decomposição, por ordem decrescente foram: guandu, sorgo, milho safrinha, milheto e aveia-preta.

- O sistema de plantio direto apresentou maior eficiência no controle cultural das plantas daninhas que os sistemas cultivo mínimo e preparo convencional, reduzindo o número total de indivíduos e a diversidade da comunidade infestante.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGAS, F. S. Manejo integrado de plantas daninhas em plantio direto no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1, Passo Fundo-RS, 1998. **Palestras**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1998. p. 17-26.

ALMEIDA, F. S. Effect of some winter crop mulch on the soil weed infestation. In: CROP PROTECTION CONFERENCE, 5, British, 1985. **Proceedings . . .** British, Weeds, 1985. V. 2, p. 651-9.

ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. ilustr.
(IAPAR. Circular, 53)

- ALTIERE, M. A. ; DOLL, J. D. The potencial of allelopathy as a tool for weed managment in crop fields. **PANS**, 24 : 495-502, 1988.
- ARSHAD, M. A. ; GILL, K. S. ; IZAURRALDE, R. C. Wheat production, weed population and soil properties subsequent to 20 yers of sod as affected by crop rotation and tillage. **Journal of Sustainable Agriculture**, 1998, v. 12: 2-3, p.131-154.
- BARNES, J. P. ; PUTNAM, A. R. Evidence of allelopathy by residues and aqueous extracts of rye. **Weed Sci.** , 34 : 384-90, 1986.
- BIANCHI, M. A. Manejo integrado de plantas daninhas no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1, Passo Fundo-RS, 1998. **Palestras**. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, 1998. p. 108-118.
- BLANCO, H. G. ; BLANCO, F. M. G. Efeito do manejo do solo na emergência das plantas daninhas. In: **Pesq. Agrop. Bras.** , v. 26, n.2 , p. 215-20, 1991.
- BLANCO, H. G. ; AREVALO, R. A. ; BLANCO, F. M. G. Distribuição mensal da emergência de seis ervas daninhas em solos com e sem cultivos. In: **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, 1994.

BOSTRÖM, U. ; FOGELFORS, H. Type and time of autumn tillage with and without herbicidas at reduced rates in southern Sweden – Weed flora and diversity. **Soil & Tillage Research**, 50 : 283-293. 1999.

BROCH, D. L. ; PITOL, C. ; BORGES, E. P. **Integração agricultura-pecuária: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária.** FUNDAÇÃO MS, Maracaju, MS, 1997. 24p.

CARDINA, J.; REGNIER, E. ; HARRISON, K. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. **Weed Science**, 39: 186-194, 1991.

CHANCELLOR, J. F. Dormancy in weed seeds. **Outl. Agri.** , 11: 87-93, 1982.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Controle de *Bachiaria decumbens* e de *Cyperus rotundus* em área de cana-de-açúcar através da técnica de rotação com amendoim integrada ao uso de herbicidas.** Piracicaba, , 1988. 117p. (Dissertação de Mestrado) - ESALQ/USP

COCHRAN, V. L. ; ELLIOTT, L. F. ; PENDICK, R. I. The production of phytotoxins from surface crop residues. **Soil Science American Journal**, 41: 903-8. 1977.

COSTA VAL, W. M. Sistemas de controle de plantas daninhas. In : REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3, Cascavel, PR, 1991. **Resumos** , p. 113.

COSTA VAL, W. M. Efeitos de restos culturais sobre o controle de plantas daninhas. In: **RESULTADOS DE PESQUISA DA EMBRAPA SOJA 1996**. Londrina, 1997. p.91-92. (EMBRAPA – CNPSo. Documentos, 104).

DALE, J. E. ; CHANDLER, J. M. Herbicide – crop rotation for johnsongrass (*Sorghum halepense*) control. **Weed Science**, Champaign, 27 (5) : 479-85, 1979.

DARWENT, A. L. ; HARKER, K. N. ; CLAYTON, G. W. Perennial sowthistle control with sequential herbicide treatments applied under minimum and zero tillage systems. **Canadian Journal of Plant Science**. 78 : 3, 505-511, 1998.

DERKSEN, D. A. ; WATSON, P. R. ; LOEPPKY, H. A. ; CHAMPION, G. T. ; GRUNDY, A. C. ; MARSHALL, E. J. P. ; WILLIAMS, R. J. Weed community composition in seedbanks, seedling and mature plant communities in a multi-year trial in western Canada. In: **Weed seedbanks: determination, dynamic & manipulation** , 51: p. 43-50. 1998.

DERPSCH, R. ; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno.**

Londrina, IAPAR, 1985. 96 p.

DORADO, J. ; MONTE, J. P. ; LOPEZ, F. The effects of crop rotation and tillage system on weed flora in semi-arid agrosystems. In: CONGRESS OF THE SPANISH WEED SCIENCE SOCIETY, 9 , Valencia, 1997. **Proceedings . . .** Valencia, 1997. p. 41-46.

DORADO, J. ; MONTE, J. P. ; LOPEZ, F. Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. *Weed Science* , 47: 1, 67-73, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSO. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil – Ano agrícola 1991/92.** Londrina, 1991. 88p.

EMBRAPA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1999/2000.** Londrina, 1999. 226p. (Embrapa Soja. Documentos, 132).

FAY, P. K. ; DUKE, W.B. An assessment of allelopathic potential in Avena germoplasm. *Weed Science*, 25: 224-8. 1997.

HERNANI, L. C. **Sistemas de manejo do solo, perdas por erosão hídrica e rendimento de grãos de soja e de trigo: resultados do período 1987-1997.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 52 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 4)

GAZZIERO, D. L. P. ; KOKUBUN, M. Control of weeds in no-tillage cultivation. In : No-tillage cultivation of soyben and future research needs in South America. **JIRCAS – Working-Report, 13**, 43-52. 1998.

GUIA RURAL. Plantar. 1990. p. 105-30.

KOJIC, M. ; CANAK, M. Biological characteristics of wild oats. **Fragm. Herbol. Jugosl. , 9** : 15-21, 1980.

KUMAR, A. Production of phytotoxine in ergot of pearl millet. **Seed Sci. Technol. , 8** : 347-50, 1980.

LEGERE, A. ; SAMSON, N. Relative influence of crop rotation, tillage and management on weed associations in spring barley cropping systems. **Weed Science, 47**: 1, 112-22. 1999.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas:** plantio direto e convencional. 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 339 p.

LUCKNER, M. **Secondary metabolism in plants and animals.** London, Chapman & Hall, 1972. 402 p.

MARCHEZAN, E. Crop rotation in red rice control. In: **International Rice Research Notes**, **22** : 1, 46. 1997.

MARTINS, D. ; VELINI, E.D. ; MARTINS, C.C. ; SOUZA, L.S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, 17(1):151-161, 1999.

MEAD, A. ; GRUNDY, A.C. ; BURSTON, S. Predicting the movement of seeds following cultivation. Aspects of Applied Biology, **Weed seedbanks: Dynamics and Manipulation**, vol. 51, p. 91-98. 1998.

MEDD, R. W. ; NIKANDROW, A. ; JONES, K. Possible use of soil-born pathogen for weed control. In : Int. Symp. Biol. Control of Weeds, 6, Vancouver, 1984. **Proceedings**, p. 19-25.

- MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, **88**: 6, 854-59. 1996.
- MULLER, C.H. ; CHOU, C.H. Phytotoxins na ecological phase of phytochemistry. **In: Phytochemical Ecology**, London, Academic, 1972. p. 201-216.
- MULUGETA, D. ; STOLTEMBERG, D. E. Weed and seedbank management with integrated methods as influenced by tillage. **Weed Science**, **45**: 5, 706-15. 1997.
- MIYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**, Campinas, Fundação Cargill, 1984. p. 64-123.
- NAVARRETE, L. ; FERNADEZ, Q. C. The influence of crop rotation and soil tillage on seed population dynamics of *Avena sterilis* spp. Lodoviciana. **Weed Research Oxford**, **36** : 2, 123-31 p. 1996.
- PEREIRA, E. S. **Avaliações qualitativas e quantitativas das plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetidas aos sistemas de plantio direto e convencional**. Botucatu, , 1996. (Dissertação de Mestrado) – UNESP-FCA Campus de Botucatu.

- PEREIRA, F. A. R. **Cultivo de espécies visando a obtenção de cobertura vegetal do solo na entressafra da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no cerrado.** Botucatu, 1990. 83 p. (Dissertação de Mestrado) – UNESP-FCA Campus de Botucatu.
- PITELLI, R. A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema plantio direto. In: SIMPOSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1, Dourados, 1997. **Resumos.** Dourados EMBRAPA – CPAO, 1997. 163 p. (50-61).
- PUTNAM, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. D. **Weed Physiology.** Boca Raton, CRC Press, 1985. p. 131-55.
- PUTNAM, A. R. ; DUKE, W. D. Allelopaty in agrosystems. **Annual Review of Phytopathology**, 16: 431- 51. 1978.
- PUTNAM, A. R. ; DEFRANK, J. Use of phytotoxic plant residues for seletive weed control. **Crop Prot.** , 2: 173-81, 1983.
- PYKHTIN, I. G. ; DUDKIN, I. V. , GONCHAROV, N. F. Reducing the weediness of a cereal-row crop rotation. **Zemledelie**, 4, 23-24. 1995.
- RODRIGUES, B. N. ; PASSINI, T. Controle de planta daninhas em feijão num sistema de rotação de culturas em plantio direto. **Planta daninha**, 13: 1, 14 – 21, 1995.

- RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta.** Cruz Alta, FUNDACEP/BASF, 1995. 134p.
- SHAFIQ, M. ; HASSAN, A. ; AHMAD, S. Effect of crop rotation, tillage technique, fertilization and weed control on yield of wheat (*Triticum aestivum*) and greengram (*Phaseolus radiatus*) under rainfed condition. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, **65** : 8, 591– 93, 1995.
- SWAIN, T. Secondary compounds as protective agents. **Annual Review of Plant Physiology**, **28**: 479-501, 1997.
- SHILLING, D. ; LIEBEL, R. A. ; WORSHAM, A. D. Rye (*Secale cereale* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) mulch : the supression of certain broadleaved weds and solation and identification of phytotoxins, the chemistry of allelopathic, biochemical interations among plants. **Am. Chem. Soc.** , p. 243 – 71, 1985.
- STEINSIEK, J. W. ; OLIVER, L. R. ; COLLINS, F. C. Allelopathic potencial of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected weed species. **Weed Sciences**, **30** : 495 – 7, 1982.
- VARGAS, L. ; DIAS, D. C. ; SILVA, A. A. ; ESCHER, V. Emergência de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla* L.) resistentes e sensíveis aos inibidores de als, em

diferentes profundidades de semeadura. **Ciência das Plantas Daninhas**, 5 : 1, p. 8, 1999.

VELINI, E. D. ; MARTINS, D. **Efeito da palha de cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura**. Relatório Técnico, Botucatu: FCA/UNESP, 1998. 26p.

VELINI, E. D. ; NEGRISSOLI, E. Controle de plantas daninhas m canacrua. In: Congresso Brasileiro da Ciência de Plantas Daninhas, 22. Foz do Iguaçu, 2000. **Palestras**. Londrina, PR: SBCPD, 2000. p. 148-164.

VIDAL, A. R. ; THEISEN, G. Efeito da cobertura o solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. **Planta Daninha**, 17: 3, 339-44, 1999.

WHITTAKER, R. H. The biochemical ecology of higher plants. In: SONDHEIMER, E. & SIMEONE, J. B. **Chemical Ecology**. New York, Academic, 1970. 336p.

WIESE, A. F. ; SALISBURY, C. D. ; BEAN, B. W. Economic evaluation of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control in a winter wheat-fallow rotation. **Weed Science**, 44: 3, 622-28. 1996.

WORSHAM, A. D. Crop residues kill weeds, allelopathy at work with wheat and rye. **Crops Soils Mag.** , **37** : 18-20, 1984.

WISLSON, B. J. ; LAWSON, H. M. Seedbank persistence and seedling emergence of seven weed species in autumn-sown crops following a single yer`s seeding. **Ann. Appl. Biol.** **120**, 105-116, 1992.

YOUNG, F. L. ; OGG, A. G. ; THILL, D. C. ; YOUNG, D. L. ; PAPENDICK, R. I. Weed management for crop production in the northwest wheat (*Triticum aestivum*) region. **Weed Science**, **44**: 2, 429-36, 1996.

ZANIN, G. ; OTTO, S. ; RIELLO, L. ; BORIN, M. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, **66**: 3, 177-88, 1997.