**EFEITOS DO MANEJO DA RESTEVA DE TRIGO, DO
PREPARO DO SOLO E DE HERBICIDAS NO CONTROLE
DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA
SOJA [*Glycine max* (L.) Merr.]**

ELEMAR VOLL
Pesquisador da EMBRAPA-CNP Soja

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VICTÓRIA FILHO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1987

EFEITOS DO MANEJO DA RESTEVA DE TRIGO, DO PREPARO DO SOLO E
DE HERBICIDAS, NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA
SOJA [Glycine max (L.) Merr.]

ELEMAR VOLL

Aprovada em: 05.08.1987

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Ricardo Victória Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr. Robinson Pitelli

UNESP/Jaboticabal

Dr. Robert Deuber

COOPERSUGAR

Dr. Norman Neumaier

EMBRAPA/CNPSo

Prof. Dr. Kelgo Minami

ESALQ/USP

Prof. Dr. Ricardo Victória Filho

Orientador

Aos meus pais,
com admiração e orgulho.

Ao meu irmão,
pelo apoio recebido.

A minha esposa, filha e filhos,
pelo estímulo e paciência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", pelo oferecimento do curso e pela contribuição à formação científica e cultural.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que através do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), proporcionou a oportunidade e as demais vantagens para a realização do Curso e pelo elevado espírito de compreensão humana.

Ao Prof. Dr. Ricardo Victória Filho, pela orientação e amizade dispensadas.

Ao Prof. Dr. Geraldo Victorino França, pela orientação e amizade dispensadas.

Aos demais professores, componentes da Banca Examinadora pelas críticas e sugestões apresentadas.

Aos funcionários do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes e do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ/USP.

Aos colegas do Curso, pelo apoio e pela troca de idéias.

-Acrescentando:

A North Carolina State University (NCSU), EUA, pelo apoio dado à execução da presente pesquisa.

Aos Profs. Dr. Arch D. Worsham e Dr. Frederick T. Corbin da NCSU, que orientaram a fase inicial do desenvolvimento da mesma, bem como o reconhecimento aos demais.

Aos Drs. J.T. Sheets, Ross Leidy e Nancy Herrmann pela assistência e amizade demonstrada no decorrer de trabalhos no Laboratório de Pesticidas/NCSU.

Aos funcionários e colegas da NCSU, que me deram apoio e possibilitaram a troca de idéias.

Pela compreensão, estímulo e ajuda de muitos outros nessa caminhada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Efeitos da resteva no desenvolvimento das plantas	5
2.2. Efeitos alelopáticos de plantas daninhas.....	9
2.3. Controle de plantas daninhas: manejo da resteva e do solo.....	10
2.4. Herbicidas de manejo.....	16
2.5. Interação de herbicidas e seletividade.....	18
2.6. Absorção, translocação e metabolismo de herbicidas à base de uréia.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Experimentos de campo.....	25
3.1.1. Avaliações de controle de plantas daninhas.....	27
3.1.2. População de plantas.....	28
3.1.3. Produção de grãos.....	28
3.1.4. Análise estatística.....	28
3.2. Resíduos de herbicidas no solo.....	28
3.2.1. Bioensaios para determinação de resíduos de alachlor e linuron	30
3.2.2. Determinação de resíduos de alachlor e linuron por cromatografia líquido-gasosa e líquida.....	31

3.2.2.1. Extração dos herbicidas.....	32
3.2.2.2. Separação por cromatografia em camada fina (CCF).....	32
3.2.2.3. Cromatografia líquido-gasosa.....	34
3.2.2.4. Cromatografia líquida.....	34
3.2.2.5. Análise estatística.....	35
3.3. Experimentos em casa-de-vegetação.....	35
3.3.1. Efeitos da interação de ácido ferúlico e glyphosate em soja.....	35
3.3.2. Estudo da interação dos herbicidas alachlor e linuron, em três diferentes espécies de plantas.....	37
3.4. Experimentos em câmara-de-crescimento.....	38
3.4.1. Estudos preliminares.....	39
3.4.2. Cultura de plantas.....	39
3.4.3. Tratamento químico.....	41
3.4.4. Absorção de água de ¹⁴ C-linuron.....	41
3.4.5. Extração de ¹⁴ C-linuron e metabólitos.....	42
3.4.6. Metabólitos de ¹⁴ C-linuron.....	44
3.4.7. Técnica de cintilação líquida.....	45
3.4.8. Análise dos dados.....	46
3.4.9. Autoradiografia	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1. Experimentos de campo.....	48
4.1.1. Interação local e ano na produção de soja	48
4.1.2. Efeitos do manejo da resteva.....	48
4.1.2.1. Efeitos na produção de soja. ...	51

4.1.2.2. Efeitos no controle das plantas daninhas.....	53
4.1.3. Efeitos do manejo do solo.....	62
4.1.3.1. Efeitos na produção de soja.....	62
4.1.3.2. Efeitos no controle das plantas daninhas.....	64
4.1.4. Interações do manejo da resteva e do solo	72
4.1.4.1. Efeitos interativos sobre as plantas daninhas.....	72
4.1.5. Efeitos dos herbicidas de manejo.....	74
4.1.5.1. Avaliação dos herbicidas de manejo	74
4.1.5.2. Efeitos da aplicação dos herbicidas residuais junto com os herbicidas de manejo.....	75
4.1.5.2.1. Efeitos na produção de soja.....	75
4.1.5.2.2. Efeitos sobre as espécies daninhas	76
4.2 Herbicidas residuais no solo.....	79
4.2.1. Ensaios biológicos para resíduos de alachlor.....	79
4.2.2. Determinações analíticas para resíduos de alachlor e linuron.....	84
4.3. Experimentos em casa-de-vegetação.....	86
4.3.1. Efeitos da interação do ácido ferúlico e glyphosate na soja	86
4.3.2. Respostas do pepino, soja e ançarinha branca a interações de alachlor e linuron	92

4.4. Experimento em câmara-de-crescimento.....	96
¹⁴ 4.4.1. Absorção de C-linuron e água.....	96
4.4.2. Biomassa fresca de partes da planta.....	100
4.4.3. Distribuição da radioatividade na planta.	104
4.4.3.1. Contagem por cintilação líquida	104
4.4.3.2. Autoradiografia.....	108
¹⁴ 4.4.4. Metabólitos de C-linuron e distribuição	
na planta.....	108
¹⁴ 4.4.5. Distribuição do C e metabólitos na	
solução nutritiva.....	124
¹⁴ 4.4.5.1. Distribuição do C em	
extratos de água e clorofórmio..	124
¹⁴ 4.4.5.2. Metabólitos do C na solução	
nutritiva.....	126
5. CONCLUSÕES.....	131
6. LITERATURA CITADA.....	134
7. APÊNDICE.....	150

EFEITOS DO MANEJO DA RESTEVA DE TRIGO, DO PREPARO DO SOLO E
DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA
SOJA [*Glycine max* (L.) Merr.]

Autor: ELEMAR VDLL

Orientador: PROF. DR. RICARDO VICTÓRIA FILHO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos do manejo da resteva de trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. 'McNair 1813', do preparo do solo e do uso de herbicidas, no controle de plantas daninhas na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] cv. 'Ramson', foram conduzidos experimentos de campo em Clayton e Rocky Mount, Carolina do Norte, EUA, em 1981 e 1982. Os tipos de solo nos respectivos locais foram 'Wagram' barro-arenoso, com 2% de matéria orgânica (m.o.), e 'Dunbar' arenoso, com 1 % de m.o.. Os tratamentos de manejo da resteva foram: permanência, queima, remoção e remoção com reposição; os de preparo de solo: plantio direto (PD) e cultivo mínimo (CM), este com duas gradagens de 10 cm de profundidade; e os herbicidas de manejo: paraquat a 0,56 kg/ha mais surfactante a 0,2 % v/v e glyphosate a 1,08 kg/ha. Foram usados os herbicidas residuais alachlor e linuron em todos os tratamentos, exceto em tratamentos extras de paraquat e demais grupos de variáveis já citados. Foi usado o delineamento blocos casualizados, em fatorial 4x2x2, com

quatro repetições.

Produções de soja foram iguais sob diferentes manejos da resteva de trigo, em condições normais de população. Reduções significativas de população e de produtividade da soja ocorreram com a queima da resteva, quando coincidiu com período seco de plantio, e quando foi deixada a resteva em solo com alto teor de umidade. Não houve diferenças na produção de soja entre PD e CM, sob semelhantes populações de plantas. As produções foram maiores com paraquat do que com glyphosate.

Nas avaliações visuais de controle das espécies daninhas, em pré-plantio da soja, não foram observadas diferenças entre glyphosate e paraquat. As combinações destes com a mistura de alachlor e linuron controlaram *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Mollugo verticillata* e *Amaranthus* spp., não controlando *Cyperus esculentus*, *Ipomoea* spp. e *Triticum aestivum*. A queima da resteva reduziu a infestação de *T. aestivum* aumentando a de *A. artemisiifolia*, *D. sanguinalis* e *M. verticillata*, sugerindo quebra de dormência das sementes. Deixar a resteva, sem alachlor e linuron, reduziu *D. sanguinalis* e *M. verticillata*; *C. album* e *A. artemisiifolia* foram reduzidas com a queima, em ano seco de plantio; *Amaranthus* spp. e *C. esculentus* não foram afetadas pelo manejo da resteva, ocorrendo tendências para redução das infestações de *Ipomoea* spp. com a sua permanência. O PD reduziu as infestações nas demais espécies daninhas sob

qualquer manejo de resteva, com excessão de *C. esculentus*, reduzida pelo CM. Interações de manejo da resteva e do solo resultaram em maiores infestações de *A. artemisiifolia* em PD, com todos os manejos da resteva, exceto com a sua queima, aumentando a infestação no CM.

Esses resultados permitem concluir que: 1) a queima da resteva de trigo restringiu o estabelecimento da cultura da soja em período seco e a permanência da resteva foi prejudicial á soja em solos com alto teor de umidade; ambas as situações comprometeram a germinação da soja; e, 2) o manejo da palha e do solo podem contribuir, juntamente com o uso de herbicidas, para o controle de plantas daninhas na cultura da soja.

MULCH, TILLAGE, AND HERBICIDE EFFECTS ON WEED CONTROL IN
DOUBLE CROPPED SOYBEANS [*Glycine max* (L.) Merr.]

Author: ELEMAR VOLL

Adviser: PROF. DR. RICARDO VICTÓRIA FILHO

SUMMARY

In order to evaluate wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. 'McNair 1813' mulch, tillage and herbicide management effects on weed control, in double cropped soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.] cv. 'Ramson', field experiments were carried out at Clayton and Rocky Mount, North Carolina, USA, in 1981 and 1982. Soil types at the respective sites were 'Wagram' sandy loam, with 2 % of organic matter (o.m.), and 'Dunbar' fine sand, with 1 % o.m.. The mulch treatments used were: leaving, burning, removing, and removing and replacing; as soil management: no-till (NT) and reduced tillage (RT), done with two diskings at 10 cm depth; as herbicide management: paraquat at 0.56 kg/ha plus surfactant at 0.2 % v/v and glyphosate at 1.08 kg/ha. Alachlor and linuron residual herbicides were used with all treatments, except in extra treatments with paraquat with those variables before mentioned. A randomized block design experiment, with a factorial 4x2x2, and four replications were used.

Soybean yields showed no differences for mulch managements under normal stands. Burning mulch reduced

soybean stand and yield in a very dry planting season, and so by leaving mulch, with high moisture in the soil. Soil management showed no yield differences between NT and RT under similar stands. Herbicide management favored yields with paraquat as compared to glyphosate.

No visual differences for weed species control in pre-planted soybeans were observed between glyphosate and paraquat. Combinations with alachlor and linuron controlled *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Mollugo verticillata* and *Amaranthus* spp., with no control over *Cyperus esculentus*, *Ipomoea* spp. and *Triticum aestivum*. Burning mulch reduced *T. aestivum* infestation and increased those of *A. artemisiifolia*, *D. sanguinalis* and *M. verticillata*, suggesting breaking of dormancy. Leaving mulch, without alachlor and linuron, reduced *D. sanguinalis* and *M. verticillata*; *C. album* and *A. artemisiifolia* were reduced by burning the mulch, in a dry planting season; *Amaranthus* spp. and *C. esculentus* were not affected by the mulch management, showing a trend for reduction of *Ipomoea* spp. by leaving the mulch. NT reduced all weed species infestations, with any mulch management, but *C. esculentus*, which was reduced in RT. Mulch and soil management interactions resulted in higher infestations of *A. artemisiifolia* in NT, with all mulch managements, but burning it, which increased its infestation in RT.

These results allow to conclude that: 1) wheat mulch burning restricts soybean crop establishment in a dry

season, as well as leaving the mulch on soils with high level of moisture; both conditions are unfavorable for soybean germination; and 2) mulch and soil management may contribute, together with the use of herbicides, to weed control in soybeans.

1. INTRODUÇÃO

O sistema convencional de preparo do solo, através do uso de arado e grade, visando facilitar a semeadura e/ou reduzir os problemas de interferência das plantas daninhas com as culturas, tem causado graves problemas para a conservação e a manutenção da fertilidade do solo, devido a erosão provocada pela chuva e/ou vento.

No sentido de diminuir os problemas de ordem física, química e/ou biológica do solo, os quais causam redução na produção das culturas, várias práticas conservacionistas são atualmente usadas, incluindo o sistema de plantio direto. Neste, o solo não é movimentado e desagregado a não ser o necessário para a deposição das sementes e do adubo, mantendo-se na superfície os restos das culturas anteriores e a vegetação dessecada, através do uso de herbicidas. Os efeitos da permanência desta cobertura morta no solo, sua destruição pelo fogo, ou a sua remoção, para atender outras finalidades, tem sido a razão de muitas pesquisas, em função de diferentes condições proporcionadas pelo cultivo de diferentes culturas.

No sistema de plantio direto o não revolvimento do solo, bem como a manutenção da cobertura morta concentrada na superfície, tem apresentado um papel

multo importante na complementação do controle das plantas daninhas pelos herbicidas. O revolvimento do solo tende a ser continuamente reduzida com o passar dos anos, com o uso de manejos eficientes. Os efeitos quantitativos da cobertura morta das culturas anteriores, também chamadas de resteva, restos ou resíduos culturais, refletem-se na redução da intensidade luminosa que atinge a superfície do solo, assim como na redução da temperatura, em intensidade e amplitude de variação. Isto afeta o processo da quebra de dormência das sementes de plantas daninhas no solo. Em termos qualitativos, em função da espécie vegetal que provê a cobertura morta, a ação das águas das chuvas lixivia substâncias alelopáticas, tóxicas ao desenvolvimento de certas espécies daninhas, que infestam determinada cultura, inibindo a sua germinação e o seu desenvolvimento.

Apesar de reconhecidas as vantagens da eliminação ou redução do cultivo do solo e manutenção da resteva, ou de uma sucessão cultural adequada, que pode resultar num controle de plantas daninhas vantajoso, várias dificuldades podem ser observadas com tais práticas, embora algumas vezes resultem maiores produções por unidade de área do que no sistema convencional.

Resultados experimentais de produção, tem mostrado pequenas diferenças entre queimar os resíduos ou não. Em algumas situações, restevas de inverno deixadas na superfície, tem causado dificuldades para plantios da soja, como atrasos na germinação e no crescimento da cultura,

resultando em menores produções. Atribuem-se estes efeitos em parte a compostos naturais tóxicos, solúveis em água, lixiviados das restevas. Por outro lado, efeitos benéficos são observados devido a inibição da germinação e do crescimento das plantas daninhas. A queima da resteva, prática usada com certa intensidade na Região Sul do Brasil, por sua vez não pode ser considerada vantajosa, principalmente sob o aspecto da conservação do solo, melhoria ou manutenção da sua fertilidade, especialmente onde o solo é arenoso e o teor de matéria orgânica é baixo. A eliminação das plantas daninhas nas culturas pelo uso de herbicidas, não pode prescindir do uso de um conjunto de práticas de manejo do solo e da resteva, num sistema integrado de cultivo. Neste contexto, desenvolveu-se a presente pesquisa com os seguintes objetivos:

a) determinar os efeitos do manejo da resteva sobre o controle das plantas daninhas;

b) comparar os efeitos do preparo do solo no controle das plantas daninhas;

c) avaliar dois diferentes herbicidas de manejo, não seletivos, no controle das plantas daninhas;

d) quantificar os níveis dos herbicidas residuais no solo e suas relações com o controle das plantas daninhas;

e) observar padrões de absorção, translocação e metabolismo de ^{14}C -linuron nas plantas de soja e pepino, na ausência e presença de alachlor e possíveis indicações no

controle das plantas daninhas.

f) observar os efeitos sobre a cultura da
soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeitos da resteva no desenvolvimento das plantas

Plantar soja na resteva de uma cultura anterior de inverno, como trigo, é muito importante sob o aspecto da conservação do solo e da água (PHILLIPS et alii, 1980). Produtividades de soja, em experimentos de plantio direto, mostram-se muitas vezes iguais ou superiores aos do plantio convencional (COX, 1977 e FRENCH & SANTELMANN, 1978), principalmente por conservar a umidade crítica do solo na época do plantio, quando um controle eficiente das plantas daninhas é obtido. Isto proporciona melhor população de plantas e melhor desenvolvimento inicial das mesmas. Produções de soja de experimentos mostram-se também inferiores aos do plantio convencional, por causa da falta de controle adequado das invasoras (HARDCASTLE, 1973; MICKIETA et alii, 1977 e KAPUSTA, 1979) ou quando as restevas são deixadas na superfície do solo, em comparação com a queima ou remoção (COX, 1977 e COLLINS & CAVINESS, 1978). Substâncias fitotóxicas, presentes em resíduos em decomposição sob condições de lavoura, mostram-se capazes de afetar a germinação e o crescimento de culturas e de diferentes espécies de invasoras (GUENZI & McCALLA, 1982; PATRICK et

alii, 1963; GUENZI et alii, 1967; KIMBER, 1973; COX, 1977; COCHRAN et alii, 1977; COLLINS & CAVINESS, 1978 e LIEBL, 1982).

Efeitos fitotóxicos mostram-se proporcionais a quantidade de resíduos presentes na superfície do solo (COX, 1977 e COLLINS & CAVINESS, 1978). Estas substâncias são compostos solúveis em água (GUENZI et alii, 1967). Resíduos de diferentes espécies de plantas possuem também diferentes graus de fitotoxicidade (GUENZI et alii, 1967; KIMBER, 1973; COLLINS & CAVINESS, 1978 e ALMEIDA & RODRIGUES, 1986).

O estado de decomposição tem sido relacionado com a quantidade de substâncias liberadas (GUENZI et alii, 1967). A fitotoxicidade é mais severa dos 10 aos 25 dias de decomposição, diminuindo com períodos mais extensos. Propriedades estimulatórias são muitas vezes observadas após 30 dias de decomposição (PATRICK et alii, 1963). KIMBER (1973), estudando o efeito de períodos de decomposição das palhas de algumas gramíneas e leguminosas sobre o crescimento de plântulas de trigo, mostrou que, cortando plantas em estado ainda verde, ocorre produção de toxicidade mais elevada do que quando cortadas maduras. STONE et alii (1951) mostraram que a lignificação máxima ocorre em plantas de trigo maduras e que os ácidos fenólicos são importantes na formação da lignina. Eles são inibidores da oxidase do ácido indolacético (GORTNER & KENT, 1958).

Diferentes partes das plantas mostram diferentes graus de efeitos inibitórios. GUENZI et alii

(1967) observaram que extratos aquosos de colmos de trigo, aveia, sorgo e milho apresentaram maior efeito inibitório em plântulas de trigo. Os extratos continham material de grande amplitude de peso molecular e valores de pH aumentavam com maiores períodos de decomposição, segundo BELL & KOEPPE (1972). ALMEIDA et alii (1986) identificaram maiores efeitos inibitórios da parte aérea de *Brachiaria plantaginea* do que da raiz, em soja. ALVES et alii (1986) observaram que a ordem decrescente da ação inibitória de caruru (*Amaranthus retroflexus*) foi: folhas, inflorescência, raiz e caule.

GUENZI & McCALLA (1966) identificaram cinco compostos de ácidos fenólicos, comuns em resíduos de milho, trigo, sorgo e aveia, sendo eles os ácidos ferúlico, p-cumárico, sirfínico, vanílico e p-hidroxibenzóico. O ácido p-cumárico achava-se presente em maiores concentrações do que os demais e é provável que, liberado em quantidades suficientes em áreas localizadas do solo, possa afetar o crescimento das plantas. VOLL (1986), usando até 1000 ppm de ácido ferúlico em soja e caruru (*A. retroflexus*), observou que a germinação da soja sofreu atrasos e que a altura de plantas tendeu a aumentar com maiores doses do produto; o inverso ocorreu com o caruru, que apresentou menor germinação. A biomassa seca do dossel de ambas as espécies foi reduzida, sendo o caruru afetado em maior grau do que a soja.

PATRICK et alii (1963) mostraram que injúrias de substâncias tóxicas, causadas em plântulas de alface e

espinafre, eram restritas àquelas partes em contato ou nas imediações de fragmentos de plantas em decomposição no solo.

Dentre os muitos tipos de inibidores de crescimento produzidos por plantas vivas, ou liberados pela decomposição de partes de plantas por ação microbiana e lixiviação (McGALLA & HASKINGS, 1964 e NORSTADT & McGALLA, 1969), os ácidos fenólicos e compostos relacionados, derivados através do metabolismo do ácido xiquímico, são os mais comuns (GUENZI & McGALLA, 1966 e PATTERSON, 1981). Alteração da permeabilidade celular, resultando em aumento da exudação de aminoácidos, é um dos mais importantes efeitos, resultando em aumento de fitotoxicidade. A atividade microbiana também aumenta a fitotoxicidade de substâncias em decomposição (NORSTADT & McGALLA, 1968).

A produção de substâncias fitotóxicas pode ser afetada por métodos de preparo do solo. GUENZI & McGALLA (1966) extraíram maiores quantidades de ácido ferúlico e cumárico de solos sob cultivo mínimo, quando comparado com solo arado.

As condições ambientais, que precedem a formação e/ou liberação das substâncias fitotóxicas originadas das coberturas mortas, são geralmente condições úmidas e baixas temperaturas (COCHRAN et alii, 1977), ou solo úmido (NORSTADT & McGALLA, 1968). O aumento da precipitação anual tem mostrado correlação com a redução da produção de culturas, bem como com aumentos dos restos culturais de culturas imediatamente anteriores (PAPENDICK & MILLER, 1977).

A toxicidade do solo, devido a constituintes orgânicos, mostra-se mais frequentemente associada a solos pesados, mal arejados, ou inundados (PATRICK & KOCK, 1958).

Sintomas de campo comumente relatados são: redução na germinação, falta de vigor e morte das plântulas, amarelecimento foliar, redução no perfilhamento e no enraizamento, e parte aérea estimulada ou deformada (GUENZI et alii, 1967).

2.2. Efeitos alelopáticos de plantas daninhas

Muitos compostos de plantas podem causar alterações fisiológicas ou morfológicas em outras, dependendo da sua concentração (PATTERSON, 1981). BHOWMIK & DOLL (1982a) observaram que extratos de caruru (*A. retroflexus*) em milho e soja, são capazes de reduzir a duração da área foliar, a razão de peso foliar e biomassa seca total. Resíduos do capim-rabo-de-raposa (*Setaria faberii*) reduzem a taxa de crescimento e a duração da área foliar em milho e a biomassa seca total de milho e soja. BHOWMIK & DOLL (1982b) também observaram que extrato aquoso de *Chenopodium album* e de *A. retroflexus*, entre outros, inibiu a elongação da radícula do milho; e extrato de *C. album* reduziu o crescimento do coleóptilo; o extrato de *A. retroflexus* também inibiu a elongação do hipocótilo em soja; extrato de *Ambrosia artemisiifolia* inibiu o crescimento do milho e da soja em casa de vegetação. ALVES et alii (1986) compararam os efeitos alelopáticos de caruru (*A. retroflexus*), observados em

pepino, com os efeitos de outras espécies, que apresentaram menor ação inibitória. VIDAL et alii (1986), observaram que o efeito alelopático do extrato aquoso do dossel do capim-marmelada (*B. plantaginea*) era mais acentuado do que o efeito causado pelas raízes. O extrato do dossel reduziu o comprimento do caulículo do feijão, centeio, azevém, tremoço e ervilhaca. O desenvolvimento da soja não foi afetado, bem como a sua germinação e a das demais espécies, incluindo-se milho e trigo. ALMEIDA et alii (1986), em ensaios de casa-de-vegetação, observaram que efeitos alelopáticos de capim-marmelada em soja, manifestaram-se pela redução da biomassa seca das raízes e do dossel, da altura de planta e da nodulação.

2.3. Controle de plantas daninhas: manejo da resteva e do solo

ALMEIDA & RODRIGUES (1985), no Paraná, observaram que extratos aquosos da parte aérea de algumas culturas de inverno, como trigo, aveia, centeio, nabo, tremoço e colza, eram capazes de reduzir, em diferentes graus, a germinação de sementes de plantas daninhas como capim-marmelada (*B. plantaginea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e picão-preto (*Bidens pilosa*), sendo mais acentuados os efeitos exercidos pelas três últimas culturas; a germinação do amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla*), foi reduzida a zero pela colza, porém, foi pouco afetada pelo

nabo; a germinação não foi afetada pelos demais extratos de plantas. Em trabalhos de campo, com culturas de inverno, adicionais as citadas, a ervilhaca, a serradela e o nabo-forrageiro foram as culturas que menores infestações deixaram para as culturas de verão. ALMEIDA & RODRIGUES (1986) observaram que as coberturas mortas de aveia e nabo-forrageiro reduziram significativamente infestações de plantas daninhas antecedendo culturas de verão, seguidas pelas de tremoço e centeio, sendo mais infestadas as de trigo e pousio. Menores biomassas foram observadas nas culturas de milho, com nabo-forrageiro, na soja, com aveia e centeio e, no algodão, com aveia. A composição florística foi alterada pelas coberturas mortas de nabo-forrageiro, tremoço e trigo, que não tiveram ação sobre o capim-marmelada, enquanto que, aveia e centeio, restringiu o seu desenvolvimento. A ação das coberturas mortas pareceu depender não só da espécie que lhe deu origem, como também da sua quantidade de material e velocidade de decomposição. O uso complementar de herbicidas poderia ser necessário em função dos níveis de infestação.

ALMEIDA & RODRIGUES (1985), em laboratório, estudaram também a influência de extratos aquosos da parte aérea de algumas culturas como trigo, aveia, centeio, tremoço e nabo sobre a porcentagem de sementes germinadas, comprimento de folha e raiz das culturas de feijão, milho e soja, e observaram efeitos significativos na redução do milho pelo nabo e, efeitos significativos na redução do comprimento da folha e da raiz nas três culturas, sendo mais acentuado

nos extratos de tremoço e nabo.

O controle de plantas daninhas, como resultado de substâncias fitotóxicas produzidas por resíduos de vegetais e preparo do solo no sistema de plantio direto, tem sido de grande importância em experimentos de campo conduzidos por LIEBL (1982), em reduzir populações de *Ipomoea hederacea*, *Sida spinosa*, *Cassia obtusifolia* e *Xanthium pensilvanicum*. LIEBL & WORSHAM (1983a), usando ácido ferúlico (5×10^{-3} M), inibiram parcialmente a germinação e o comprimento da raiz de *I. hederacea* e de *S. spinosa*. A germinação de *Digitaria sanguinalis* foi inibida totalmente. STEINSIEK et alii (1980), em bioensaio de laboratório, observaram redução no crescimento e germinação de várias invasoras com extrato de palha de trigo, como *I. hederacea*, não afetando *I. lacunosa*.

PUTNAM et alii (1982) separaram controle físico de invasoras causado por palhas, do controle químico, ao usar uma cobertura física de raspa de madeira em comparação com palhas de centeio, trigo ou cevada. Os autores relatam que populações de espécies daninhas foram reduzidas em até 80 % pelas palhas do centeio e, somente 10 a 43 %, pelo efeito físico da cobertura inerte.

Sistemas de manejo do solo e seus efeitos no controle de plantas daninhas em culturas, mostram-se de grande importância para reduzir infestações das mesmas. LIEBL & WORSHAM (1983b) observaram que a eliminação do cultivo do solo, sem o uso de herbicidas, contribuiu para reduzir as

infestações de *I. hederacea*, *S. spinosa* e *C. obtusifolia*. TRIPP et alii (1983) não encontraram diferenças significativas em produções de soja entre tratamentos de plantio convencional e direto. Contudo, com o aumento das densidades das invasoras, havia uma tendência para maiores produções no plantio direto, numa sequência de dois anos. VEDOATO & WILES (1976), num estudo integrado de controle de plantas daninhas em soja após trigo, no Norte do Paraná, observaram que o número de plantas daninhas aumentou significativamente com o cultivo mínimo do solo em relação ao plantio direto. ALMEIDA et alii (1982) concluíram que, desde que os herbicidas residuais sejam aplicados nas condições por eles exigidas, atuam bem em qualquer dos três sistemas de manejo do solo. No entanto, o cultivo mínimo (uma escarificação + uma gradagem) tendeu a apresentar resultados de controle inferiores em relação ao plantio direto (manejo de herbicidas dessecantes + residuais) e preparo convencional (aração + duas gradagens), após a cultura do trigo. FOLONI & ZAGATO (1984) observaram que o melhor controle de plantas daninhas em milho foi obtido em plantio convencional, seguido do plantio direto e, por último em cultivo mínimo. A produção de milho, no entanto, foi maior em plantio direto. Nas respectivas testemunhas, por sua vez, as produções seguiram os níveis de controle das plantas daninhas obtido.

BULLOCK & JEFFERY (1980) observaram que a remoção da palha de trigo do campo pela enfardadeira aumentava a incidência da tiririca (*Cyperus esculentus*) em

plantio convencional, mas não sob plantio direto. DROST & DOLL (1980) mostraram que extratos aquosos da tiririca (*C. esculentus*) são capazes de afetar o crescimento da soja através de efeitos alelopáticos.

MOSS (1981), conduzindo experimento a campo, comparou a queima da palha de trigo com a sua simples remoção física. A queima resultou em menor infestação de *Alopecurus myosuroides* na superfície do solo, numa subsequente semeadura direta de trigo. O controle da espécie foi proporcional à quantidade de palha queimada. Sementes embebidas de água foram menos susceptíveis à destruição pelo calor do que sementes secas. Após a queima da palha, a superfície do solo apresentava melhores condições para a germinação de sementes ou desenvolvimento das plântulas, do que sob condição de resteva. BOQUET & WALTER (1981) relatam que a queima da resteva aumentou a população de soja, sem afetar a sua produção.

A atividade dos herbicidas residuais tem sido reduzida devido a permanência ou queima das palhas (TOTH & MILHAN, 1973; ERBACH & LOVELY, 1975; BANKS & ROBISON, 1980 e MOSS, 1981). Mas a resteva deixada na superfície do solo pode compensar a perda de atividade dos herbicidas através do sombreamento e efeitos alelopáticos nas invasoras (PATRICK et alii, 1963; BHOWMIK & DOLL, 1982a; LIEBL, 1982 e PUTNAM et alii, 1982). LOWDER & WEBER (1979) relatam que uma chuva de 10 mm, imediatamente, ou sete dias após uma aplicação de atrazine, removeu aproximadamente 87 e 77 % do herbicida de

plantas frescas de aveia e de resíduos secos de milho, respectivamente. STEINSIEK & OLIVER (1979) concluíram que os resíduos de palhas ou cinzas na superfície do solo reduziram o controle das invasoras pelos herbicidas, o que, no entanto, foi evitado com o aumento da dose dos mesmos. A atividade do herbicida alachlor foi a menos afetada. Oxyfluorfen e oryzalin foram mais afetados e o aumento da dose não se sobrepôs inteiramente à redução no controle devido aos resíduos de palha e cinzas em excesso. BANKS & ROBINSON (1980) relatam que o alachlor e o metribuzin não apresentaram diferenças significativas na concentração de herbicida entre tratamentos com ou sem resteva, exceto para as amostras do dia da aplicação, nem os herbicidas persistiram em apreciáveis quantidades passados 21 dias após o tratamento. Diferenças significativas em concentrações de oryzalin foram observadas entre tratamentos com resteva e sem resteva em todas as datas de amostragem. Quantidades significativas de oryzalin persistiram durante 55 dias do período de amostragem nas parcelas sem resteva. ERBACH & LOVELY (1975) relatam que resíduos de plantas de milho não afetaram significativamente o controle das invasoras quando os herbicidas foram aplicados nas doses recomendadas, mas aumentou sua influência no controle quando as doses foram diminuídas. GROVER (1971) mostrou que picloran não foi adsorvido pela matéria orgânica do solo. WALKER & CRAWFORD (1968) estudando a adsorção de herbicidas do grupo das triazinas em solos, observou que material de plantas no

início da decomposição não era muito adsortivo.

BANKS & ROBINSON (1980) relatam maior eficácia de controle de *Amaranthus spinosus*, *Ipomoea purpurea* e outras invasoras pela palha, do que pelo herbicida em áreas sem palha. No entanto, melhor controle de gramíneas foi obtido com o herbicida nas áreas sem palha, do que com herbicida nas áreas com palha. THILSTED & MURRAY (1980) relatam o controle de *Chenopodium album* por todas as combinações de herbicidas usadas sem encontrar diferenças entre cobertura de palhas ou não, observado também nas testemunhas sem herbicidas. *Amaranthus retroflexus*, controlada pelos herbicidas, diferiu quando comparado com a testemunha sem palhas, não diferindo com a presença das mesmas.

A cinza resultante da queima da resteva tem reduzido o controle de invasoras pela inativação de herbicidas. NYFFELER & BLAIR (1978) observaram que a cinza na superfície do solo incorporada a 2 cm reduziu a atividade dos herbicidas contra *A. myosuroides*. TOTH & MILHAM (1973) demonstraram que a cinza da queima de *Themeda australis* reduziu o controle de invasoras dos herbicidas linuron, diuron, atrazine, simazine e outros quando comparados com tratamentos sem a queima desta vegetação. Também cinza de *Paspalum* sp. apresentou considerável adsorção de diuron, segundo TOTH & MILHAM (1975).

2.4. Herbicidas de manejo

O sistema de plantio direto requer o uso de herbicidas de manejo para destruir plantas daninhas presentes anteriormente ao plantio e, herbicidas residuais para controlar aquelas que surgem após o plantio. Os herbicidas tem sido usados sozinhos ou em mistura de tanque. Para a dessecação da vegetação os herbicidas mais importantes têm sido o paraquat (ion 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridinium) e o glyphosate (N-(fosfonometil) glicine), resultando em controle eficiente das invasoras anuais, nas culturas de milho e soja (HARDCASTLE, 1973; WORSHAM & LEVIS, 1973; ROGERS & WORTHINGTON, 1976 e SOMODY et alii, 1978). Glyphosate tem-se mostrado mais eficaz que o paraquat em controlar invasoras perenes (CHAPPEL, 1974; ROGERS & WORTHINGTON, 1976 e BULLOCK & JEFFERY, 1980). Paraquat elimina apenas a parte aérea das plantas daninhas, sem atividade residual no solo (TYLER, 1969). Glyphosate é um herbicida não seletivo usado contra invasoras anuais e perenes e, aparentemente, não mostra atividade residual no solo (BAIRD et alii, 1971). Herbicidas residuais, como alachlor e linuron, têm mostrado controle mais prolongado de gramíneas anuais quando combinado com tratamentos semelhantes de glyphosate do que com paraquat (HARDCASTLE, 1973 e WORSHAM & LEWIS, 1973). Maiores produções foram relatadas para milho e soja como resultado de um controle das invasoras por um período mais prolongado (WORSHAM & LEWIS, 1973). Como resultado de controle reduzido de invasoras, produções em plantio direto tem-se mostrado muitas vezes inferiores do que em plantios convencionais

(HARDCASTLE, 1973; SANFORD et alii, 1973 e KAPUSTA, 1979). O controle de invasoras pode ser reduzido em plantio direto devido ao maior desenvolvimento das plantas daninhas na época da aplicação dos herbicidas, e a quantidades de chuva insuficientes (KAPUSTA, 1979). Efeitos de fatores ambientes como temperatura, umidade do solo, umidade relativa, estágio de crescimento e deficiência de água na eficiência destes herbicidas tem sido relatados (WILLS, 1978; AHMADI et alii, 1980; MCWORTHER & WILLS, 1980 e WHITWELL et alii, 1980).

2.5. Interação de herbicidas e seletividade

A seletividade fisiológica de plantas em relação a herbicidas pode ser afetada por suas combinações, que podem aumentar ou reduzir a sua ação fitotóxica. LADLIE et alii (1976) relatam que trifluralin reduziu o crescimento das raízes, reduzindo muito a absorção de ¹⁴C-atrazine e ¹⁴C-metribuzin e dos teores na planta de soja, quando estes dois herbicidas foram aplicados em misturas. As injúrias em soja, devidas a metribuzin, a pH elevados, também foram reduzidos por trifluralin, bem como aquelas causadas por baixas doses de atrazine, sendo o espectro de controle aumentado (WORSHAM & LEWIS, 1973; LADLIE et alii, 1976 e LADLIE, 1977). YORK & SLIFE (1981) observaram que alachlor antagonizou as injúrias de butidazole em milho, quando ambos os herbicidas foram incorporados em pré-plantio. Resultados similares foram encontrados para alguns outros herbicidas testados do grupo

acetanilidas. No controle de plantas daninhas, o antagonismo entre butidazole e alachlor também ocorreu com *Xanthium pensylvanicum* e *Ipomoea hederacea*, mas não com outras espécies testadas. Alachlor aumentou a susceptibilidade de *I. hederacea* à aplicação de butidazole em pós-emergência. Nenhum efeito antagônico foi observado quando alachlor foi incluído na aplicação de butidazole em pós-emergência. LEAVIT & PENNER (1978) observaram que plântulas de milho foram protegidas das injúrias de herbicidas do grupo acetanilidas, como alachlor, por protetores como R-25778 (N-N-dialquil-2,2-dicloroacetamida) devido a aumentos nos teores de glutathione nas raízes de milho (CARRINGER et alii, 1978). NIFFELER et alii (1980) observaram que metolachlor com o protetor CGA-43089 (α-(cianometoxiimino)-benzacetoneitrila) aumentou a tolerância de *Brachiaria plantaginea*, *Eleusine spp.*, *Panicum mellaceum* e *Oryza sativa*. Resultados preliminares indicaram que alachlor a 2,0 kg/ha protegeu plantas de pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Wisconsin SMR 58 Pickles) dos efeitos do linuron na dose de 0,5 kg/ha, em cerca de 50 %, quando comparado com a testemunha. Por sua vez, alachlor sozinho produziu injúrias que representaram 17 % da perda de biomassa fresca das plantas.

2.6. Absorção, translocação e metabolismo de herbicidas à base de uréia

Os herbicidas linuron e alachlor são

recomendados para uso em diversas culturas para controle de um largo espectro de plantas daninhas de folhas largas e estreitas (Weed Science Society of America Handbook, 1983). A combinação destes dois herbicidas é comumente usada em sistemas de plantio convencional e direto, para controle de diversas espécies de plantas daninhas. Linuron (3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metiluréia), é indicado para controle de plantas daninhas em germinação e aquelas recém estabelecidas, através de aplicações de pré e pós-emergência. Linuron é mais prontamente absorvido através do sistema radicular das plantas e menos, através das folhas e caule. A translocação é, primariamente, acrópeta, no xilema. Linuron é um forte inibidor da reação de Hill. Alachlor (2-cloro-2',6'-dietil-N-(metoximetil)acetanilida), é indicado para controle de diversas espécies de plantas daninhas em aplicações de pré-emergência. Alachlor é absorvido principalmente pelas folhas de plantas em germinação e, secundariamente, pelas raízes, parecendo inibir a síntese de proteínas em plantas susceptíveis. Feijões e aveia, apresentaram inibição do crescimento como resultado da inibição da expansão e divisão celular (DEAL & HESS, 1980).

A seletividade dos herbicidas em plantas tem se mostrado dependente de vários fatores como taxa de absorção, translocação, acumulação e metabolismo. SMITH et alii (1966), estudando a absorção de herbicidas do grupo a-cloroacetanilidas por algumas espécies de plantas, observaram que milho, uma das espécies mais resistentes, absorveu menor

quantidade do produto do que avela e pepino, espécies susceptíveis. Por sua vez, soja, a outra espécie resistente, absorveu cerca de três vezes aquela do milho. HOGUE & WARREN (1968), observaram que linuron era prontamente absorvido pelas raízes de tomateiro e distribuído através da planta, mas a maior parte permanecia nas raízes de *Parsinaca sativa*. Linuron havia sido amplamente metabolizado nas folhas de *P. sativa* enquanto que poucos metabólitos foram encontrados em tomate. O herbicida causou rápida e completa inibição da fotossíntese em tomate e em *P. sativa* ela foi inibida, mas temporariamente. COLBY (1965) mostrou que o herbicida cloramben em soja foi todo transformado num conjugado de glucose, contudo a espécie susceptível cevada, continha somente uma pequena porcentagem do cloramben na forma conjugada.

ROSEMOND et alii (1975) mostraram que o controle seletivo de *Muhlenbergia schreberi* J.F. Gmel. em *Poa pratensis* L., ambas as espécies tratadas via foliar, metabolizaram 30 e 50 % do linuron absorvido, respectivamente, a outros compostos. Por sua vez, o material de ¹⁴C translocado foi de 36 e 22 %. Os metabólitos predominantes foram identificados em ambas as espécies sendo 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxiuréia e 3-(3,4-diclorofenil) uréia (Figura 1). NASHED & ILNICKI (1970) determinaram frações de metabólitos como 3-(3,4-diclorofenil)-1-metóxiuréia, 3,4-dicloroanilina (Figura 1) e um conjugado protéico de linuron, representando 15 a 25% do herbicida

absorvido. Foi observado também, que a absorção de linuron pelas raízes, parece ser passiva e governada pela absorção de água. SWANSON & SWANSON (1980) mostraram que um disco de folha de algodão, uma espécie resistente a diuron, num curto período de sete horas, metabolizou monuron a 1-(p-clorofenil)-3-metiluréia, 1-(p-clorofenil) uréia e p-cloroanilida.

GEISSBILIER et alii (1975) discutem os mecanismos de transformação das feniluréias em plantas, sugerindo que estes mecanismos ocorrem em duas fases de reações. A fitotoxicidade dos metabólitos de N-monometil é usualmente menos pronunciada do que os compostos originais dealquilados, desaparecendo com a reação de demetilação (SMITH & SHEETS, 1967; GOREN, 1969 e STRANG & ROGERS, 1971). Possível identificação de anilinas radioativas livres tem sido impossível, como citado por GEISSBILIER et alii (1975), talvez devido a uma transformação rápida posterior da amina aromática. Em adição aos metabólitos N-dealquilados, outros produtos muito mais polares e formando conjugados glucosídicos, em quantidades significativas, foram observados com monuron por Frear & Swanson (1972)*, citado por GEISSBILIER et alii (1975) e revelaram ser estruturas de dois B-D-glucosídeos (Figura 1).

LEE & FANG (1973), estudando o metabolismo de monuron em folhas isoladas de plantas de milho

*FREAR, D.S. & SWANSON, H.R. *Phytochemistry*, 11, 1919, 1972.

- LINURON E METABÓLITOS

b) Demetoxilação

c) Hidrólise

- MONURON

d) Conjugação

FIGURA 1. Fases de formação de metabólitos de linuron e monuron (conjugados), observados em plantas.

e feijão, por meio de cromatografia em camada fina, separaram diversos picos de radioatividade, que numa sequência de vários intervalos, mostravam um gradual decréscimo do monuron ($N'-(2\text{-hidróxi-4-clorofenil})-N,N\text{-dimetiluréia}$), sempre acompanhado por um aumento sequencial de $N'-(4\text{-clorofenil})-N\text{-metiluréia}$ e, subsequentemente, $p\text{-clorofeniluréia}$. Em feijão, os conjugados desconhecidos que permaneceram na origem da placa de cromatografia, foram separados após por meio de outras composições de solventes, mostrando um pico com R_f 0,20 (mais próximo da origem) e, outro, com R_f 0,63. A procura de outros compostos no primeiro pico, permitiu identificar um complexo monuron-polipeptídico; no segundo pico foi possível identificar outro complexo monuron-polipeptídico e um polipeptídico complexo de $N'-(4\text{-clorofenil})-N\text{-metiluréia}$ e $\beta\text{-D-glucosídios}$ de $N'-(2\text{-hidróxi-4-clorofenil})\text{uréia}$, $N'-(2\text{-hidróxi-4-clorofenil})-N\text{-metiluréia}$ e $N'-(\text{hidróxi-4-clorofenil})-N,N\text{-dimetiluréia}$, não sendo identificada a cloroanilina, referida por outros autores para esta classe de herbicidas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimentos de campo

Dois experimentos com soja, sucedendo trigo, foram conduzidos em condições de campo, em Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), no Estado da Carolina do Norte, Estados Unidos da América do Norte, nos anos de 1981 e 1982. Em Clayton, os experimentos foram conduzidos na Central Crops Research Station, em solo "Wagram" barro arenoso, com 2% de matéria orgânica (m.o.). Em Rocky Mount, os experimentos foram conduzidos na Upper Coastal Plain Research Station, em solo "Dunbar" arenoso, com 1% de m.o.

Os experimentos foram localizados em áreas previamente corrigidas quanto a acidez e a fertilidade do solo, com base nas recomendações do North Carolina Agricultural Extension Service, para a instalação da cultura do trigo. Os experimentos consistiram dos seguintes tratamentos: a) Parcelas principais, para manejo da resteva de trigo - (1) Remoção da resteva cortada, com a colhedeira, (2) Remoção e Reposição da resteva após a aplicação dos herbicidas, (3) Permanência da resteva e, (4) Queima da resteva; b) Parcelas subdivididas, para manejo do solo - (1) Cultivo mínimo (CM), fazendo-se duas gradagens a 10 cm de

profundidade, usando grade com uma série de discos dentados e outra de discos lisos e, (2) Plantio direto (PD), usando-se uma máquina Allis-Chalmers de quatro linhas, com um disco ondulado, seguido por um sulcador para abertura e deposição das sementes no solo; e, c) Parcela sub-subdivididas, para os herbicidas de manejo - (1) glyphosate a 1,08 kg/ha e, (2) paraquat a 0,56 kg/ha mais 0,2 % v/v de surfactante. As dimensões da parcela sub-subdividida variaram de quatro a seis fileiras de soja, espaçadas de 0,9 m por 12,2 m de comprimento. Foi usado o delineamento blocos casualizados, em fatorial 4x2x2, com quatro repetições. Foram usadas parcelas extras para os tratamentos de manejo da resteva e do solo, com igual largura por 6,0 m de comprimento, com paraquat apenas e surfactante, para verificar os efeitos no controle das plantas daninhas, sem os herbicidas residuais.

A cultura precedente de trigo (cv. McNair 1813) foi colhida por ocasião da maturação com colhedeira, a uma altura de 15 a 20 cm, sendo a resteva distribuída uniformemente sobre as parcelas. A quantidade de resteva deixada sobre a superfície variou de 3.500 a 4.000 kg/ha.

Dez a 15 dias após a colheita do trigo, semeou-se em sucessão soja cv. 'Ramson' em todos os locais e anos. Procurou-se estabelecer uma densidade média de 20 a 25 plantas/m na linha. A profundidade de plantio variou de 3 a 5 cm. A adubação foi realizada somente na cultura do trigo, plantada anteriormente no sistema convencional. Após o plantio da soja foram aplicados os tratamentos herbicidas,

Incluindo-se os produtos residuais em mistura de tanque (alachlor 2,24 kg/ha e linuron 0,56 kg/ha), exceto nas parcelas extras.

Os herbicidas foram aplicados através de um pulverizador costal a CO₂, calibrado a pressão de 1,4 kg/cm² e consumo de calda de 172 l/ha. A barra de aplicação consistiu de quatro bicos tipo cone, com câmara de turbulência, 110.02, espaçados 0,50 m e mantidos a uma altura de 0,30 m. Após as pulverizações a resteva foi reposta no tratamento Remover-Repór.

3.1.1. Avaliações de controle das plantas daninhas

Uma escala percentual de zero a 100 (zero= sem controle e, 100= controle total) foi usada para avaliar visualmente o controle das plantas daninhas por espécie. A primeira avaliação de cada experimento foi realizada entre 10 e 14 dias após o plantio e a outra, sete dias após, para avaliar os rebrotes.

Na avaliações por contagem das plantas daninhas foi usado um retângulo de ferro, nas dimensões de 0,15 x 0,60 m. Estas avaliações foram feitas nos tratamentos estabelecidos com os herbicidas residuais e nas parcelas extras. Em 1981, foram feitas tres amostragens por unidade experimental e, em 1982, quatro, feitas ao acaso na área abrangida pelas duas linhas centrais, realizadas entre tres a quatro semanas após a emergência da soja. Os dados da contagem foram analisados após a transformação para raiz de

x+1 e apresentados em número de plantas por metro quadrado.

As espécies de plantas daninhas encontradas nas áreas experimentais são apresentadas na Tabela 1.

3.1.2. População de plantas

O número de plantas de soja por metro linear foi determinado em 2 m de linha, nas duas linhas centrais, ao acaso.

3.1.3. Produção de grãos

Na maturação as produções de grãos de soja foram colhidas com uma colhedeira de parcelas. A área útil da parcela foi de 1,8 x 12,2 m. As produções de grãos foram pesadas e transformadas em kg/ha.

3.1.4. Análise estatística

Os dados foram analisados pela análise da variância, aplicando-se teste-F e as médias comparadas usando-se o teste de Duncan ao nível de significância de 5 %.

3.2. Resíduos de herbicidas no solo

Foram conduzidos ensaios biológicos e realizadas análises químicas de laboratório, através de cromatografia líquido-gasosa e líquida, para os herbicidas alachlor e linuron. A finalidade foi determinar quantidades destes herbicidas no solo, que possivelmente interferem de

TABELA 1. Espécies de plantas daninhas observadas na soja, em sucessão ao trigo, em experimentos de campo, nos locais de Clayton e Rocky Mount, NC, EUA, nos anos de 1981 e 1982.

Espécie daninha	Algumas características ¹
Folhas estreitas	
Trigo	Anual de inverno. Multiplica-se por sementes
(<i>Triticum aestivum</i> L.)	Fruto: cariópse; 6,0 a 8,0mm
Milhã	Anual de verão. Multiplica-se por sementes. Estolonífera.
(<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.)	Fruto: aquênios. Espiguetas; 2,8 a 3,2mm.
Panicum	Anual. Estolonífera. Multiplica-se por sementes.
(<i>Panicum dichotomiflorum</i> Mich.)	Fruto: aquênios. Espiguetas; 2,5-3,0 x 0,8-1,0mm.
Tiririca	Perene. Rizomatoza. Multiplica-se por sementes e tubérculos
(<i>Cyperus esculentus</i> L.)	Fruto: aquênios. Espiguetas; até 2,5mm.
Folhas largas	
Ançarinha-branca	Anual de verão. Multiplica-se por sementes.
(<i>Chenopodium album</i> L.)	Fruto: folículo. Semente; 1,2 a 1,6mm, lenticular.
Ambrosia americana	Anual de verão. Multiplica-se por sementes, 3.840/planta.
(<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	Fruto: aquênios; 3,0 a 4,0mm.
Caruru	Anual de verão. Multiplica-se por sementes.
(<i>Amaranthus</i> spp.)	Fruto: folículo. Semente: 2,0 a 1,5mm, lenticular.
Grama tapete	Anual de verão. Multiplica-se por sementes
(<i>Mollugo verticillata</i> L.)	Fruto: cápsula com três lojas; 1,5 a 2,5mm.
Corda-de-violão	Anual de verão. Trepadeira. Multiplica-se por sementes.
(<i>Ipomoea</i> spp.)	Fruto: cápsula, 7 a 10mm Ø. Sementes; 3,5 a 5,0mm.
Mentruz	Anual de inverno. Multiplica-se por sementes.
(<i>Lepidium virginicum</i> L.)	Fruto: cápsula, 2,5 a 3,5mm. Sementes; 2/fruto, 1,5 a 1,5mm.

¹ Fonte: STUCKY et alii (1980) e ANDERSON (1983)

modo diverso no controle das plantas daninhas, sob as diversas situações de manejo da resteva e do solo.

3.2.1. Bioensaios para determinação de alachlor e linuron

Os bioensaios foram conduzidos com amostras de solo coletadas nos experimentos de campo, em 1981. As amostras de solo foram coletadas tres a cinco dias após a aplicação dos herbicidas, em área livre da presença da resteva. Dezessets subamostras por amostra/subparcela (paraquat + glyphosate), foram coletadas a 7,5 cm de profundidade, ao acaso, na área das duas linhas centrais de sola, usando um amostrador de solo tubular. As amostras, após homogeneizadas e colocadas em sacos plásticos, foram colocadas no dia seguinte em vasos de papel encerado ("Nestrite") de 500 ml de capacidade, em casa-de-vegetação. Foram feitos furos na base dos vasos para drenagem e a umidade mantida acima de 50 % do poder de embebição. Para determinar os resíduos do herbicida no solo de Clayton, foram usadas plantas testes de *Panicum mellaceum* L., para alachlor e *Sorghum bicolor* L., protegido contra danos de alachlor por N,N-dialil-dicloro-acetamida, usado para possibilitar a detecção dos resíduos de linuron. No experimento de Rocky Mount, substituíram-se as espécies anteriores por *Digitaria sanguinalis* e *Cucumis sativus* cv. 'Wisconsin SMR 58 Pickles', respectivamente. Soluções padrões dos herbicidas alachlor e linuron foram preparadas, combinadas nas respectivas doses e adicionadas a solos não tratados, coletados próximos às

respectivas áreas experimentais, para comparações de resultados. As diferentes espécies foram plantadas a 1,0 cm de profundidade e deixadas tres e duas plantas/vaso, respectivamente. A solução nutritiva de Hoagland foi aplicada na instalação do experimento e após, uma vez por semana. A reposição de água foi feita sempre quando necessária. As determinações consistiram do peso da biomassa fresca da parte aérea, ou dossel, sendo os dados transformados em porcentagem da testemunha. A duração dos experimentos variou entre 18 e 25 dias. Os tratamentos foram dispostos num experimento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise da variância e as médias separadas pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5 %.

3.2.2. Determinação de resíduos de alachlor e linuron por cromatografia líquido-gasosa e líquida

Em 1982, as amostras de solo foram coletadas apenas no experimento de Rocky Mount, NC, e determinadas analiticamente para os resíduos de alachlor e linuron. As amostras foram coletadas 10 dias após o plantio e foram compostas de 10 subamostras por subparcela (glyphosate + paraquat), coletadas ao acaso, a 7,5 cm de profundidade, na área abrangida por duas linhas centrais de soja, usando um amostrador de solo tubular. As amostras foram deixadas a secar ao ar durante a noite e após, peneiradas em tamis de 2 mm. As amostras foram estocadas a 0 °C, até proceder-se a extração dos resíduos. Procedimentos analíticos foram

baseados em HUNT et alii (1980), para alachlor, e em KHAN et alii (1975) e WALKER & ZIMBDAHL (1981), para linuron, sendo parcialmente modificados pelo autor, descritos a seguir.

3.2.2.1. Extração dos herbicidas

Uma amostra de solo de 25 g, corrigida para o teor de umidade de 6 %, foi colocada num cartucho de celulose de 80 x 33 mm com um pedaço de lã de vidro no topo. Um volume de 200 ml de etil acetato foi entornado em frasco de fundo chato de 500 ml. Um aparelho Soxhlet foi usado para extrair os herbicidas alachlor e linuron do solo. O etil acetato foi ciclado por cerca de cinco horas, sendo cada ciclo de cerca de 25 minutos. O extrato foi deixado esfriar por 15 minutos, adicionando-se 25 ml de etil acetato no extrator, para lixiviar os resíduos remanescentes no solo. O extrato de solvente com o herbicida foi evaporado ao ponto de não adesão ao vidro, num evaporador rápido, a 40 °C. O resíduo foi lavado do frasco com tres porções de 2 ml de hexano para dentro de um vidro de 20 ml, sendo posteriormente evaporado com um fluxo de ar para um volume de 2 ml, para separação por cromatografia em camada fina.

3.2.2.2. Separação por cromatografia em camada fina (CCF)

Os 2 ml de extrato foram gotelados sobre placas de vidro de 20 x 20 cm, com camada de sílica gel GF 1000 um de espessura, ativadas previamente a 70 °C por 30 minutos e deixadas resfriar a temperatura ambiente. Duas

amostras por placa foram gotejadas com uma seringa de 500 μ l, usando um aplicador horizontal num fino filete, separados um do outro de 1 cm na origem. As placas foram reveladas numa solução de solvente de éter de petróleo, clorofórmio e etanol a 95 % (7:2:1, v/v/v). Os padrões dos herbicidas técnicos também foram aplicados nas placas, reveladas e localizadas sob luz ultravioleta (UV) a 254 nm de comprimento de onda. Um valor de R_f de 0,8 foi determinado para linuron e de 0,43 para alachlor. Faixas de alachlor e linuron foram então comparativamente detectadas e demarcadas nas placas dos tratamentos com os resíduos do solo, sob luz UV. Após, estas faixas de material foram raspadas e colocadas em vidros de 20 ml de cintilação líquida. Os herbicidas foram extraídos da sílica com éter etílico anidro, acrescentando menos de 20 ml do solvente, agitando e transferindo a extração após um repouso, para um segundo vidro. A fim de se obter uma possível extração final de 95 % a operação foi repetida por quatro vezes. O segundo vidro, com os extratos, foi deixado evaporar sob a campânula sob corrente de ar, após cada adição do extrator. A última extração foi precedida por uma filtração através dum cartucho de florisil Sep-Pack e transferido para um terceiro vidro para evaporação total. As diluições das amostras foram reestabelecidas parcialmente com hexano para cromatografia gasosa e líquida, para alachlor e linuron, respectivamente. Placas com conhecidas quantidades dos herbicidas técnicos foram preparadas e usadas para determinar quantidades percentuais de recuperação.

3.2.2.3. Cromatografia líquido-gasosa

A análise dos resíduos de alachlor foi realizada com um equipamento Tracor-MT 220 com uma coluna de vidro de 180 cm x 7,1 mm DI, preparada com 4 % SE-30 + QF-1 em Gas Chrom Q (80/100 Mesh). A detecção foi feita com detector de captura de elétrons de ⁶³Ni. Os parâmetros de operação para a detecção de alachlor foram: porta de injeção 230 °C, coluna 180 °C e detector a 290 °C; o fluxo de nitrogênio (gás carregador) foi de 50 ml/min e o purgamento do detector de 20 ml/min; a atenuação foi ajustada a 16 x 10² AFS; "bucking" intervalo 6; velocidade do gráfico 1 cm/min; injeção automática de 3 µl da amostra cada 20 min.. A amostra padrão de alachlor com 1,025 µg/ml e amostras de solo com resíduos foram adicionadas de hexano até os 10 ml de volume. O tempo de retenção de alachlor foi de 5 min., sob condições ambientais.

3.2.2.4. Cromatografia líquida

O sistema de detecção consistiu de uma bomba Water 6000 A, um detector Waters 440 UV ajustado a 254 nm, um programador de solventes Waters 600 e um registrador de dados Waters Data Module 730. A coluna usada foi uma Dupont Zorbax ODS (C-18), 5 µm de tamanho de partícula, 4,6 mm DI x 25 cm de comprimento. O sistema envolve cromatografia por fase reversa numa coluna C-18 HPLC e uma fase móvel de 50:50 água/acetonitrila. O sistema de solventes usado foi

acetonitrila HPLC-grade e água deionizada. O sistema de solventes foi filtrado através de um filtro de 0,5 um Millipore, tipo FH. A clarificação das amostras foi feita com Waters C-18 Sep-Packs. O linuron técnico (99,9 %) foi usado para preparar a solução padrão de 1,0 ppm em hexano. Os extratos de solo de linuron foram obtidos através de procedimentos de cromatografia em placas (CCF), como já referido anteriormente e, diluído em 10 ml de hexano. Dez microlitros do padrão e, iguais de extrato de solo, foram injetados diretamente no cromatógrafo. O fluxo foi de 1,5 ml/min, dando um tempo de retenção de 13 min, sob condições ambientais. A recuperação do linuron padrão de duas amostras de solo foi de cerca de 90 %.

3.2.2.5. Análise estatística

Os dados foram transformados em ppm dos herbicidas e submetidos a análise da variância, sendo as médias separadas pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5 %.

3.3. Experimentos em casa-de-vegetação

3.3.1. Efeitos da interação de ácido ferúlico e de glyphosate na soja

Um experimento com soja cv. 'Ramson' foi instalado em casa-de-vegetação com o objetivo de determinar os possíveis efeitos de ácido ferúlico (ácido 4-hidroxi-3-

metoxi-t-cinâmico), substância alelopática encontrada na resteva do trigo, em interação com glyphosate, um herbicida sistêmico, não seletivo, que em doses reduzidas possui atividades fitohormonais.

O experimento foi conduzido em vasos de papel encerado ("Nestrite") de 1000 ml, enchidos com 1250 g de terra 3:2 argila/areia, sendo determinada a capacidade de campo. Foram feitos furos na base dos vasos para drenagem e escoamento de CO_2 . Soja cv. 'Ramson' foi plantada, usando quatro sementes/vaso, a 2 cm de profundidade. Soluções padrões de ácido ferúlico foram preparadas em água e tamponadas com Na_2HPO_4 (menos que 1,0 M) para alcançar pH 8,0 e facilitar a sua solubilização. As doses de ácido ferúlico usadas foram 0, 75, 150, 225 e 300 ppm. Metade de cada dose foi aplicada, em iguais volumes de solução, na época do plantio, derramando as mesmas sobre o solo nos vasos até a capacidade de campo, previamente determinada. Glyphosate foi pulverizado após as aplicações de ácido ferúlico, usando um pulverizador costal a CO_2 , com barra de pulverização sustentando um bico em cone, com câmara de turbulência, 110.02, pressão de 1,4 kg/cm² e com consumo de calda de 172 l/ha. As doses de glyphosate usadas foram: 0, 0,75, 1,50, 2,25 e 3,00 kg/ha. Quatro dias após a emergência da soja, a segunda meia dose do ácido ferúlico foi aplicada aos vasos, derramando as respectivas soluções com os tratamentos na superfície do solo. As plantas de soja foram raleadas para duas plantas/vaso. A solução nutritiva de Hoagland foi usada

uma vez por semana para suprir os nutrientes necessários e feita a irrigação sempre que necessária, para manter a umidade acima de 50 % da capacidade de campo. As determinações finais foram: a) altura de plantas de soja, medida da base até a inserção da gema terminal; b) biomassa fresca do dossel e, c) biomassa seca do dossel e das raízes. A duração do experimento foi de 22 dias. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, fatorial 5 x 5, com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise da variância e as médias separadas pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5 %.

3.3.2. Estudo da interação dos herbicidas alachlor e linuron, em tres diferentes espécies de plantas

O objetivo deste experimento foi o de verificar possíveis efeitos da interação dos herbicidas alachlor e linuron em pepino (*Cucumis sativus* L.), soja e ançarinha-branca (*Chenopodium album* L.), quando aplicados em mistura de tanque. O experimento foi conduzido em vasos de papel encerado ("Nestrite") de 500 ml, enchidos com 450 g de terra seca ao ar, numa proporção de 3:2 de areia/argila. A capacidade de campo foi determinada. Foram feitos furos na base dos vasos para drenagem. Pepino, cv. "Wisconsin SMR 58 Pickles" e soja, cv. "Ramson", foram plantados em vasos a 1,5 cm de profundidade e, a ançarinha-branca, ou simplesmente ançarinha, como será denominada daqui para frente, a 0,5 cm de profundidade. O delineamento experimental para pepino foi

blocos ao acaso, com 13 tratamentos (fatorial incompleto), e tres repetições. Os tratamentos foram combinações de doses de linuron a 0,0 , 0,12 , 0,25 , 0,5 e 1,0 ppm e, suas combinações com 2,0 ppm de alachlor e, combinações de 0,25 , 0,5 e 1,0 ppm de alachlor, com 0,5 ppm de linuron. Os experimentos com soja e ançarinha tiveram seus tratamentos distribuídos num delineamento em blocos ao acaso, fatorial 5 x 5, com tres repetições. As doses de alachlor foram: 0,0 , 0,12 , 0,25 , 0,5 e 1,0 ppm; as doses de linuron foram: 0,0 , 0,06 , 0,12 , 0,25 e 0,5 ppm. As soluções padrões de alachlor e linuron foram preparadas, combinadas e adicionadas aos vasos, com quantidades de água para atingir a capacidade de campo. A solução nutritiva de Hoagland foi usada uma vez por semana para suprir os nutrientes necessários. Água de torneira foi usada para repor a umidade do solo nos vasos, mantida acima de 50 % da capacidade de campo. Após a emergência, as plantas de pepino, soja e ançarinha foram raleadas para tres, duas e quatro plantas/vaso, respectivamente. As determinações finais foram: biomassa fresca do dossel e, biomassa fresca das raízes, para soja e ançarinha. As durações dos experimentos foram de 28 dias. As biomassas frescas do dossel e das raízes foram transformadas em porcentagem da testemunha. Os dados foram submetidos a análise da variância e as médias separadas pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5 %.

3.4. Experimentos em câmara-de-crescimento

3.4.1. Estudos preliminares

Doses subletais dos herbicidas alachlor e linuron foram determinadas em meio de cultura, para soja e pepino, para estudos de ¹⁴C-linuron e alachlor (Figura 2). As doses escolhidas foram: a) para a soja, alachlor 1,0 ppm, e linuron 0,32 ppm, que causaram reduções de 17 e 57 % na biomassa fresca do dossel, respectivamente; para o pepino, alachlor 0,12 ppm e linuron 0,08 ppm, que causaram reduções de 14,3 e 68,6 % na biomassa fresca do dossel, respectivamente. A escolha das doses baseou-se em injúrias menores do que 25 % para o alachlor e, menores do que 75 % para o linuron. Essa injúria para o alachlor não causaria reduções significativas da biomassa do dossel da planta e daria proteção contra os efeitos do linuron. A metodologia usada foi baseada em PINTO & CORBIN (1980).

3.4.2. Cultura de plantas

Sementes de soja e pepino foram germinadas em vasos plásticos contendo uma mistura de vermiculita, musgo e cascalho (1:1:1, v/v/v). Água destilada foi adicionada diariamente. Aos tres ou quatro dias após a germinação, as plântulas foram bem lavadas com água destilada e transferidas para frascos de Erlenmeyer de 250 ml, contendo 100 ml de solução nutritiva de Hoagland, 50 % diluída, com pH 6,0, 24 horas antes do tratamento químico. Duas plântulas por frasco (envolvido com folha de alumínio) foram cultivadas numa

SOJA 'RAMSON'

PEPINO 'WISCONSIN SMR 58 PICKLES'

FIGURA 2. Reduções da biomassa fresca do dossel de plantas de soja e pepino, baseado na testemunha (= 100%), nos tratamentos de alachlor e linuron, em experimentos preliminares.

câmara-de-crescimento com luz, numa combinação de bulbos de luz fluorescente e incandescente, numa intensidade de 12 klux, posicionado a 0,5 m acima das plantas em crescimento. O comprimento do dia e a temperatura foram mantidos a 13 horas e 26 °C, respectivamente.

3.4.3. Tratamento químico

Linuron técnico ¹⁴C-radioativo foi fornecido pela Du Pont, tendo uma atividade específica de 6,84 uCi/mg e pureza em ¹⁴C-linuron em mais de 99 %. Uma solução estoque de 5 uCi de ¹⁴C-linuron foi preparada em água destilada. A dose de linuron radioativo aplicada a cada 100 ml de meio de cultura por frasco foi de 25 ug (0,19 uCi) e de 7,6 ug (0,05 uCi), para soja e pepino, respectivamente. Os tratamentos para soja e pepino foram: testemunha (sem herbicidas), alachlor, ¹⁴C-linuron e ¹⁴C-linuron mais alachlor. As doses previamente determinadas para uso em soja foram: alachlor 1,0 ppm e linuron 0,32 ppm; em pepino foram: alachlor 0,12 ppm e linuron 0,08 ppm. Tres experimentos sequenciais em delineamentos inteiramente casualizados foram conduzidos para soja e apenas um para pepino, com duas plantas por frasco de Erlenmeyer, com duas repetições cada. Os dados foram analisados através da análise da variância e as médias separadas usando-se o teste DMS(0,05).

3.4.4. Absorção de água e de ¹⁴C-linuron

A absorção de água foi determinada diariamente

e cada frasco retornado aos 100 ml do volume inicial. A absorção do ^{14}C foi medida pela contagem diária da radioatividade em amostras de 2 ml da solução nutritiva. A radioatividade foi corrigida para contagens diárias (DPMc), baseada na solução radioativa inicial de Hoagland (H), sem plantas, através da fórmula $\text{DPMc} = \text{DPMdia} + [\text{DPMdia} * (1 - \text{DPMdiaH}/\text{DPMinicialH})]$. Um espectrômetro de cintilação líquida Packard Tri-Carb Mod. 3225 foi usado.

3.4.5. Extração de ^{14}C -linuron e metabólitos

O procedimento de extração de ^{14}C -linuron e metabólitos pode ser visualizado na Figura 3. As plantas foram colhidas aos oito e nove dias após o tratamento e seccionadas em folhas simples e compostas, cotilédones, epicótilo, hipocótilo e raízes, estas lavadas com água destilada e secas com papel-toalha. Os pesos de biomassa fresca das secções de plantas foram determinados. Linuron ^{14}C

^{14}C -radioativo e metabólitos foram extraídos das partes das plantas seccionadas de uma repetição de duas plantas/experimento, com 40 ml de metanol, após terem sido mantidas refrigeradas e, então trituradas num triturador de tecido Servall Omni-mixer. O homogeneizado foi filtrado através de papel filtro, num segurador de filtro Millipore, e o resíduo lavado com metanol. O volume do filtrado foi determinado (60 a 80 ml). Uma alíquota de 2 ml do filtrado foi retirada para a determinação da radioatividade solúvel em metanol, por secção de planta. O filtrado remanescente foi

FIGURA 3. Diagrama de etapas de extração de ^{14}C -radioativo e metabólitos de linuron de plantas e soluções nutritivas.

evaporado ao ponto de não adesão ao vidro e removido do frasco com metanol e clorofórmio (1:1 ml), para cromatografia em placas de vidro (CCF) e determinação das frações de metabólitos, sendo usados 0,2 ml por borrão/placa. Os resíduos radioativos insolúveis deixados no filtro, dos homogeneizados de plantas, não foram determinados.

O linuron radioativo e os seus metabólitos foram extraídos das soluções nutritivas de Hoagland com 200 ml de clorofórmio, divididas em duas extrações de 100 ml, usando um funil separador para separar as frações solúveis em clorofórmio e água. Estas frações foram evaporadas ao ponto e removidas do frasco com clorofórmio e metanol (1:1 ml), em que 0,1 ml foi usada para contagem de ¹⁴C-radioativo total e 0,2 ml, usado nas placas de cromatografia (CCF), para determinação das frações de metabólitos.

3.4.6. Metabólitos de ¹⁴C-linuron

Os extratos de metanol, previamente concentrados de partes de plantas e da solução nutritiva, foram analisados por CCF. Placas de vidro 5 x 20 cm foram preparadas com cobertura de 0,25 mm de sílica-gel E. Merk 60 HF-254. Uma fração de 200 ul de cada concentrado de extrato de metanol e clorofórmio foi gotejado sobre uma placa de cromatografia. Estas placas foram reveladas num sistema de solventes benzeno e acetona (2:1, v/v), para separar linuron dos seus metabólitos mais polares. O linuron padrão analítico, não radioativo, foi cromatografado com extratos de

metanol, para comparação com sua contraparte radioativa. Uma luz ultravioleta (254 nm) foi usada para determinação visual do padrão analítico não radioativo. As posições dos picos de ¹⁴C-linuron (25 µl) e do ¹⁴C-linuron e seus metabólitos, de partes das plantas extraídas por metanol, foram determinadas por varredura das placas com um equipamento Radiochromatogram Scanner Packard Mod. 7201. As áreas radioativas foram raspadas das placas para vidros de cintilação, para a medida da radioatividade por espectrometria de cintilação líquida.

3.4.7. Técnica de cintilação líquida

A radioatividade foi quantificada com um espectrômetro de cintilação líquida Packard Tri-Carb Modelo 3225. As amostras foram contadas de acordo com procedimentos padrões de radioanálise (PATTERSON & GREENE, 1965). A correção das interferências foi obtida pelo método da razão dos canais e pelo padrão automático externo (PAE). O coquetel de cintilação usado na quantificação de ¹⁴C foi: a) amostras em metanol (para plantas e soluções nutritivas) - 1,5 g PPO (2,5-difeniloxazole), 0,3 g POPP (1,4-bis(2-(4-metil-5-feniloxazolil))-benzeno), 1000 ml de Triton X-100 e 2000 ml de tolueno; b) material raspado das placas de cromatografia - o coquetel indicado antes, mais sílica 4 % (100 g de sílica : 2500 ml da solução indicado no item a). Correções de interferência foram obtidas pelo uso das seguintes equações: $Y = (PAE \times 57,5) + 45,4$ e $Y = (PAE \times 25,3) + 74,3$ previamente determinadas para os coquetéis de cintilação a) e b),

respectivamente.

3.4.8. Análise dos dados

A absorção cumulativa de água em ml foi determinada. A contagem por minuto (CPM), durante cinco minutos, foi registrada no espectrômetro por cintilação líquida e transformada em desintegrações por minuto (DPM), ou seja: $DPM = (CPM / Y) \times 100$. Estas foram transformadas em ug/g para ^{14}C -linuron/biomassa fresca da planta, usando a fórmula $^{14}C \text{ ug/g} = (DPM / \text{Biomassa fresca}) / (2.220.000 / 150 \text{ ug } ^{14}C\text{-linuron})$, e seus metabólitos. Também foram analisados extratos em clorofórmio e em água dos meios de cultura, incluindo ^{14}C -metabólitos. Foi usado um experimento inteiramente casualizado, com fatorial. Os dados foram submetidos a análise da variância e as médias separadas usando-se o teste DMS(0,05).

3.4.9. Autoradiografia

Uma repetição de plântulas crescendo em cultura líquida, que continha o herbicida radioativo, como já descrito anteriormente, foi lavada com água destilada e seca com papel-toalha. As plântulas, separadas em folhas, cotilédones, caule e raízes, foram prensadas entre papel-toalha e secas a 70 °C, por 24 horas. Após a secagem, as partes das plantas foram montadas sobre papel e expostas a filme de rai-X Kodak No Screen, por 20 a 25 dias. O filme de rai-X foi revelado de acordo com as recomendações do

fabricante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimentos de campo

4.1.1. Interação local e ano na produção de soja

Ao comparar diferentes locais e anos na produção de soja (Tabela 2), observa-se que as produções em Clayton em 1981, foram maiores do que as de Clayton e Rocky Mount em 1982 (CL e RM/82). As menores produções foram obtidas em RM/81. Condições ambientais tais como solo, clima e variações no controle das plantas daninhas, podem ter influído nas produções de soja, uma vez que a mesma cultivar 'Ramson' foi usada em todos os locais e anos. A mais baixa produção de soja em RM/81, pode ser atribuída à seca, a qual ocorreu antes e após o plantio de 19/06/81 (Apêndice 1), resultando em baixas populações de plantas, principalmente quando a resteva foi queimada (Tabela 3).

As análises de variância para os resultados dos experimentos de campo podem ser observadas nos Apêndices 2 a 6.

4.1.2. Efeitos do manejo da resteva

TABELA 2. Produção de soja, nos experimentos de Clayton e Rocky Mount, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Produção de soja (kg/ha)			
Clayton		Rocky Mount	
1981	1982	1981	1982
1873 a ¹	1618 b	1096 c	1662 b

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.1.2.1. Efeitos na produção de soja

As produções de soja dos diferentes tratamentos de manejo da resteva de trigo (Tabela 3) não diferiram entre si em CL/81, não diferindo também de Queimar e Remover a resteva, em CL/82 e de Deixar e Remover-Repór a resteva, em RM/82, sendo todas estas superiores à produção do tratamento Queimar a resteva, que resultou na mais baixa produção em RM/81.

As altas produções em CL/81 se devem a maior população de plantas, a qual não foi afetada pelos tratamentos de manejo da resteva. Queimar e Remover a resteva em CL/82, parece ter eliminado um excesso de resteva e umidade do solo, que prejudicaram as produções dos tratamentos Deixar e Remover-Repór. Deixar a resteva na superfície do solo tem mostrado reduzir a germinação e o crescimento, e baixar as produções (HARDCASTLE, 1973; COX, 1977; COLLINS & CAVINESS, 1978; FRENCH & SANTELMANN, 1978 e STEINSIEK & OLIVER, 1979), ou atrasar a emergência da soja (VOLL, 1986). Efeitos fitotóxicos de substâncias solúveis em água foram identificadas por GUENZI et alii (1967). Substâncias como os ácidos ferúlico, p-cumárico, siríngico, vanílico e p-hidroxibenzóico são capazes de apresentar efeitos inibitórios em plantas (GUENZI & McCALLA, 1964). A manifestação destes efeitos é aumentada sob condições de tempo ou solo úmidos, baixas temperaturas, aumentos de precipitação anual e maiores quantidades de resteva (NORSTADT & McCALLA, 1968; COCHRAN et alii, 1977 e PAPENDICK & MILLER,

TABELA 3. Efeitos do manejo da resteva de trigo nas produções e populações de soja, nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Local	Ano	Manejo da resteva de trigo			
		Queimar	Deixar	Remover	Remover-Repor
----- Produção (kg/ha) -----					
CL	1981	1953a ¹	1852a ^b	1811ab	1878a
	1982	1977a	1353def	1713abc	1430de
RM	1981	660g	1024f	1178 ^{ef}	1521cd
	1982	1398def	1841ab	1559bcd	1849ab
----- População (%) ² -----					
CL	1981	117,7a	104,6a	108,4a	105,7a
	1982	62,2a	35,2b	43,2b	50,2ab
RM	1981	17,2c	54,5b	60,0ab	67,0a
	1982	70,5a	72,2a	78,5a	69,8a

¹Médias dentro de cada parâmetro, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

²Porcentagem sobre 25 plantas/m.

1977), sendo mais frequentemente associada a solos pesados, mal arejados ou inundados (PATRICK & KOCH, 1958). Os experimentos foram conduzidos em solos arenosos, bem drenados, exceto em Clayton, em 1982, em que parcelas com resteva (Deixar) coincidiram com áreas com maior umidade no solo. No entanto, Queimar e Remover a resteva em RM/82, apresentaram as menores produções, levando a acreditar que melhores condições de umidade, sob condições de carências de chuvas, possam ter permitido melhor crescimento da soja sob a resteva. A importância da resteva em manter a umidade no solo, com maior infiltração de água e menor evaporação da umidade, é discutida por PHILLIPS et alii (1980).

Os resultados de RM/81 foram muito afetados pelas baixas condições de precipitação observadas por ocasião do plantio, ocorrendo solo seco e poeirento, não refletindo os registros de precipitação ocorridos próximos do local (Apêndice 1). As condições de seca acarretaram atrasos de germinação e de crescimento, afetando de modo especial o tratamento Queimar, que apresentou a mais baixa população de plantas e a menor produção de soja neste experimento. A queima da resteva deixa o solo exposto aos efeitos dessecantes do sol e do vento, resultando em maior perda de umidade do solo por evaporação. Ainda, a queima da resteva pode destruir espécies de plantas daninhas, como o trigo, ou estimular a germinação e emergência de plantas daninhas pela ação do calor ou penetração da luz no solo, tendência observada para a somatória de plantas daninhas de folhas

largas (Tabela 4), bem como reduzir a ação herbicida pelas cinzas (TOTH & MILHAM, 1973 e NIFFELER & BLAIR, 1978), afetando as produções. Populações adequadas como os de CL/81, reduziram os efeitos de fatores adversos.

As médias de produção de soja (Tabela 4), não acusaram diferenças significativas para efeitos de manejo da resteva de trigo, embora a sua presença reduzisse a somatória das plantas daninhas de folhas largas em Deixar e Remover-Repôr a resteva e, efeitos do fogo, reduzissem as infestações de trigo, em Queimar a resteva. Vários são os fatores responsáveis pelo nivelamento das diferenças.

4.1.2.2. Efeitos no controle das plantas daninhas

Queimar a resteva (Tabela 4), foi eficaz em destruir e reduzir as infestações de trigo na superfície do solo, que ao germinarem competem com a cultura da soja durante o seu desenvolvimento inicial. Exceto para ambrosia, nenhuma diferença de manejo da resteva foi observada entre as demais espécies. Diferenças significativas foram observadas para milhã e grama-tapete, nas parcelas sem os herbicidas residuais.

A maior infestação de ambrosia ou a maior densidade de plantas daninhas de folhas largas, no tratamento Queimar, quando comparado com trigo, poderia ser o resultado da germinação de sementes das camadas mais profundas do solo, cuja dormência foi quebrada pelo calor ou pela luz, não sendo destruídas pela ação do fogo. Ainda, sua maior germinação e

TABELA 4. Efeitos do manejo da resteva de trigo, com e sem herbicidas residuais, na produção de soja e infestação de espécies daninhas comuns nos experimentos de Clayton e Rocky Mount, NC, médias de dois anos.

Manejo da resteva do trigo	Produção de soja (kg/ha)	Infestação de espécies daninhas (no/m²)				
		Trigo	Milha	Ançarinha-branca	Ambrosia	Gramma-tapete
a) Com herbicidas residuais (tratamentos)						
Queimar	1465a ¹	11,1b	5,5a	11,5a	12,9a	8,3a
Deixar	1528a	50,2a	7,5a	3,6a	3,8bc	7,3a
Remover	1555a	44,0a	8,9a	13,1a	6,0ab	12,4a
Remover-Repór	1685a	43,1a	5,7a	17,6a	1,0c	4,1a
b) Sem herbicidas residuais ² (parcelas extras)						
Queimar	- ³	9,2b	86,5a	66,8a	27,1a	126,7a
Deixar	-	70,5a	36,2c	61,6a	31,6a	57,3c
Remover	-	46,6a	65,6b	73,6a	20,7a	89,6b
Remover-Repór	-	49,6a	35,7c	73,9a	23,4a	49,6c
Σ (Ca, Aa, Lv)						
32,7a						
14,6b						
31,5a						
22,8b						
220,5a						
150,5b						
183,8a						
148,9b						

¹ Médias dentro de cada coluna, em a) e b), respectivamente, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

² Parcela extra (testemunha) com paraquat + surfactante, sem herbicidas residuais.

³ Dados de produção não determinados.

emergência pode ser devido a clareiras abertas na superfície do solo com a remoção da resteva de trigo e, eliminação de fatores alelopáticos. A análise dos dados sob o item interação de manejo da resteva e do solo (Tabela 13) proporciona considerações mais adequadas para esta espécie. Por outro lado, sabe-se que a atividade dos herbicidas residuais pode ser reduzida pela interceptação devida à resteva, ou pelo efeito adsortivo das cinzas na superfície do solo (TOTH & MILHAM, 1973; ERBACH & LOVELY, 1975; BANKS & ROBINSON, 1980 e MOSS, 1981), não observada aqui e que depende da ocorrência de chuvas após a aplicação de herbicidas (LOWDER & WEBER, 1979) e tipos de herbicidas (BANKS & ROBINSON, 1980).

De modo inverso, as menores infestações de ambrosia nos tratamentos Deixar e Remover-Repór, ou suas tendências expressas pela somatória de folhas largas, poderiam ainda ser devidas a efeitos alelopáticos da resteva de trigo e/ou efeitos de luz e temperatura afetando esta(s) espécie(s) daninha(s) (PATRICK et alii, 1963; BHOMIK & DOLL, 1982a; LIEBL, 1982; PUTNAM et alii, 1982 e ALMEIDA & RODRIGUES, 1985, 1986).

As reduções na infestação da milhã e da grama-tapete, observadas na ausência dos herbicidas residuais, indicam a ocorrência de efeitos alelopáticos e/ou de luz e temperatura da resteva de trigo sobre estas espécies daninhas. Ao contrário, suas infestações máximas em Queimar sugerem quebra de dormência devidas ao calor da queima da

resteva.

A Tabela 5, apresenta informações semelhantes à Tabela 4 para ambrosia, para CL/81. O número de plantas de trigo foi reduzido na operação de Remover a resteva em RM/82, possivelmente por carreamento das sementes para fora da parcela, por enfardamento à máquina, baixando a sua infestação.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da interação do manejo da resteva de trigo com locais e anos e, seus efeitos na redução de infestação de algumas espécies daninhas, na ausência dos herbicidas residuais. Estes resultados indicam que, ocasionalmente, sob maiores infestações de ançarinha, como em CL/81, Deixar a resteva reduziu sua infestação, seja por efeitos alelopáticos e/ou luz e temperatura, não diferindo os demais tratamentos com maiores infestações. THILSTED & MURRAY (1980) observaram que esta espécie era controlável pelos herbicidas usados, não sendo susceptível aos efeitos da resteva de trigo e, portanto, concordando com os resultados da maioria dos locais e anos dos experimentos. Sob maiores infestações de ambrosia, em CL/81, Quelmar aumentou sua infestação, sendo, por sua vez, diminuída em RM/81, ano em que o período de plantio da soja foi muito seco. Segundo MOSS (1981), sementes de espécies daninhas secas são mais susceptíveis de destruição pelo calor do que sementes com maiores teores de umidade. Os demais manejos não indicaram efeitos alelopáticos e/ou de luz e temperatura sobre a espécie em função do ano e local. A

TABELA 5. Efeitos do manejo da resteva de trigo e suas interações, com os herbicidas residuais, na infestação de espécies daninhas, nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Manejo da resteva do trigo	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)				
	Trigo		Ambrosia		
	CL/82	RM/82	CL/81	CL/82	RM/82
Queimar	5,1c ¹	15,6bc	31,0a	1,8c	3,1c
Deixar	60,2a	42,7a	9,3bc	1,2c	0,2c
Remover	64,6a	28,6b	13,2b	1,6c	2,1c
Remover-Repór	51,9a	36,5a	0,9c	1,2c	1,0c

¹ Médias dentro de cada espécie daninha, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

TABELA 6. Efeitos do manejo da resteva de trigo e suas interações, na infestação de espécies daninhas, nas parcelas extras (testemunha) com paraquat e sem herbicidas residuais, nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Manejo da resteva	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)							
	Ançarinha-branca		Ambrosia		Gramma-tapete			
	CL	RM	CL	RM	CL	RM		
	----- 1981 -----							
Queimar	219,5a ¹	5,6d	71,8a	20,4bc	157,9a	100,9bc		
Deixar	141,2b	47,2cd	5,1c	105,1a	48,2de	63,4cde		
Remover	205,1a	49,5c	10,2c	62,5ab	62,0cde	37,5bc		
Remover-Repór	200,0ab	42,6cd	12,0bc	75,0bc	61,6cde	64,8cde		
----- 1982 -----								
Queimar	14,4cd	14,6cd	7,9c	3,5c	78,7abc	157,3a		
Deixar	6,0d	38,2cd	2,8c	6,2c	47,2de	67,7cde		
Remover	10,2d	13,5cd	2,3c	3,1c	76,9cde	128,8ab		
Remover-Repór	0,9d	33,7cd	3,2c	5,9c	25,0e	41,0e		

¹ Médias dentro de cada espécie daninha, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

grama-tapete tendeu sempre a apresentar menores infestações em Deixar e Remover-Repór a resteva, seguido por Remover, com infestações máximas em Queimar.

O caruru, a tiririca e a corda-de-viola (Tabela 7) não foram espécies daninhas comuns nos experimentos. Estas espécies não foram afetadas de modo significativo pelos diferentes tratamentos de manejo da resteva de trigo, sob efeito dos herbicidas residuais.

De modo geral, observa-se que infestações de trigo, não sensíveis aos herbicidas residuais, foram destruídas pelo fogo. A infestação de milhã, sensivelmente reduzida pelos herbicidas, mostrou-se no entanto, sensível também aos efeitos alelopáticos e/ou luz e temperatura da resteva do trigo na ausência dos herbicidas. LIEBL & WORSHAM (1983a), usando ácido ferúlico a 5×10^{-3} , um componente alelopático das restevas de trigo, inibiram a germinação da milhã (*D. sanguinalis*) em 100 %, confirmando sua atividade sobre a espécie, observada nos experimentos em discussão. PUTMANN et alii (1982), atribuem um efeito maior da resteva à alelopatia do que ao sombreamento. Infestações de ançarinha e grama-tapete além de serem reduzidas pelos herbicidas residuais, também mostraram ser reduzidas pelos efeitos da resteva do trigo, dependendo do local e ano. Queimar a resteva tem aumentado as infestações de algumas espécies daninhas, possivelmente quebrando a dormência das espécies pelo efeito do calor. Observam-se semelhantes efeitos sobre a ambrosia. O caruru (*Amaranthus* spp.) foi controlado pelos

TABELA 7. Efeitos do manejo da resteva de trigo, na infestação de espécies daninhas, nos experimentos de Clayton, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Manejo da resteva do trigo	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)		
	Clayton 1981		Clayton 1982
	Caruru	Tiririca	Corda-de-viola
Queimar	40,6a ¹	10,2a	14,0a
Deixar	21,1a	17,6a	8,0a
Remover	20,7a	13,4a	13,9a
Remover-Repór	32,9a	6,8a	7,7a

¹ Médias dentro de cada coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

herbicidas residuais, sem ser afetado pelos manejos da resteva, confirmando resultados de STEINSIEK et alii (1980) e LIEBL (1982), contrariando resultados de THILSTED & MURRAY (1980), para *A. retroflexus*. Por sua vez, a tiririca e a corda-de-viola não foram afetadas pelos herbicidas ou pelo manejo das restevas. A ação do calor, em Queimar, deve ter atingido apenas a parte aérea da tiririca permitindo o seu rebrote posterior em função dos tubérculos existentes no solo. BULLOCK & JEFFERY (1980) também não observaram efeitos da resteva de trigo sobre a tiririca em PD, observando aumentos de infestação em plantios convencionais com a sua remoção, nos anos seguintes de condução do experimento. Efeitos alelopáticos e/ou de luz e temperatura tenderam a manifestar-se apenas sobre a corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), constatados por STEINSIEK et alii (1980) e LIEBL (1982), para *I. hederacea*. BANKS & ROBINSON (1980), por sua vez, relatam maior eficiência de controle de *I. purpurea* na presença da resteva, do que pelo herbicida alachlor em áreas sem a mesma; no entanto, citam melhor controle de gramíneas com o herbicida nas áreas sem a resteva, não observado para a milhã (Tabela 4). Isto ocorre possivelmente em função de diferentes condições ambientais, como a ocorrência ou não de chuvas logo após a aplicação dos herbicidas. Os autores observaram variações nas concentrações de diferentes herbicidas no solo em função dos tratamentos com e sem resteva.

Diferenças de comportamento das espécies

daninhas decorrem das características morfológicas, anatômicas e fisiológicas das mesmas, no sentido de garantirem a sua sobrevivência sob condições favoráveis. CHANCELOR (1982) relata a importância da herança genética e dos fatores ambientais como calor, umidade e luz, nos processos de dormência e quebra de dormência das espécies. Stevens (1932)*, citado por ANDERSON (1983), refere-se à quantidade de sementes, por planta, produzidas pelo caruru (*A. retroflexus* L.), de 117.400 sementes, e para ambrosia, de 3.380 sementes, o que pode indicar a presença de diferentes mecanismos de sobrevivência para uma e outra espécie. Segundo descrições resumidas para as mesmas, apresentadas na Tabela 1, a relação entre tipos de frutos e dispersão, poderiam também deixá-las mais ou menos susceptíveis aos efeitos do meio ambiente, seja físico ou químico.

4.1.3. Efeitos do manejo do solo

4.1.3.1. Efeitos na produção de soja

As produções de soja não foram afetadas significativamente em função do manejo do solo, nos locais e anos dos experimentos (Tabelas 8 e 9). As populações foram diferentes apenas em RM/81 (Tabela 8), a sendo mais elevado nas condições de plantio direto (PD). De modo geral, as baixas populações observadas podem ser devidas a problemas de

*STEVENS, O.A. Am. J. Bot. 19:784-94, 1932.

TABELA 8. Efeitos do manejo do solo sobre as produções e populações de soja, nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Local	Ano	Produção de soja (kg/ha)		População (%) ¹	
		Manejo do solo		Manejo do solo	
		Cultivo mínimo	Plantio direto	Cultivo mínimo	Plantio direto
CL	1981	1904a ²	1842a	108,2a	110,0a
	1982	1626a	1611a	48,9c	46,4c
RM	1981	982a	1209a	41,6c	57,8b
	1982	1685a	1639a	73,4b	72,1b

¹ Percentagem sobre 25 plantas/m.

² Médias dentro de cada parâmetro, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

regulagem da semeadeira, baixa umidade no solo, e, possivelmente, problemas de qualidade das sementes usadas. TRIPP et alii (1983), por sua vez, encontraram diferenças significativas em produções de soja entre tratamentos de plantio convencional e direto. COX (1977) observou que os métodos de preparo do solo tinham pouco efeito sobre as produções, sob boas condições de umidade do solo, com boas populações e plantas daninhas controladas. No entanto, variavam sob condições de umidade insuficientes em função do tipo de solo.

Generalizada predominância de plantas daninhas no CM comparado com o PD, reduzidas ou não pela ação dos herbicidas (Tabelas 9 e 12), não foi suficiente para afetar significativamente as produções.

O preparo do solo, como ocorreu em RM/81, sob condições de baixa umidade, favoreceu rápida perda de umidade da camada de solo revolvida sob cultivo mínimo, pelos efeitos do sol e do vento, o que veio a provocar atraso na germinação de dois a três dias, em relação ao plantio direto. Sob condições de boa umidade no solo, uma germinação e emergência mais antecipada foi observada nos tratamentos com CM, em comparação com PD, em RM/82. Condições de precipitação, mostrando as poucas chuvas ocorridas antes e após a data de plantio, são apresentadas no Apêndice 1 e podem não refletir as chuvas caídas no local do experimento.

4.1.3.2. Efeitos no controle das plantas daninhas

Espécies como a milhã e a grama-tapete não apresentaram diferenças no controle devido aos tratamentos de manejo do solo (Tabela 9), sendo indiferentes também ao manejo da resteva, com o uso dos herbicidas residuais. No entanto, houve redução acentuada da infestação por efeito da aplicação dos herbicidas residuais, conforme pode ser observado em relação aos mesmos tratamentos sem herbicida, em que houve aumento significativo da infestação no CM. Por outro lado, menores infestações de espécies daninhas como de ançarinha a ambrosia e o trigo foram observadas no PD, comparado com o CM, nos tratamentos com os herbicidas residuais. VEDOATO & WILES (1976); ALMEIDA et alii (1982) e LIEBL & WORSHAM (1983b), para a cultura da soja, e FOLONI & ZAGATO (1984), para a cultura do milho, também observaram que a redução ou eliminação do cultivo do solo contribui para a redução da infestação de várias espécies de plantas daninhas.

Sem os herbicidas residuais (parcelas extras), sob maiores infestações, o fato se repete independente do manejo da resteva, exceto para a ambrosia. Esta espécie merece maiores considerações no item interação de manejo da resteva e do solo, com resultados apresentados na Tabela 13.

Na Tabela 10, sob efeitos residuais dos herbicidas, observa-se a interação de algumas espécies já discutidas, com locais e anos. Para o trigo, não se apresentaram os efeitos de redução da infestação no PD, em CL/82, apresentados em RM/82. No entanto, espera-se sempre maior infestação de trigo em CM, que pelo melhor contato da

TABELA 9. Efeitos do manejo do solo, com e sem herbicidas residuais, na produção de soja e infestação de espécies daninhas comum nos experimentos de Clayton e Rocky Mount, NC, médias de dois anos.

Manejo do solo	Produção de soja (kg/ha)	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)				
		Trigo	Milha	Ançarinha-branca	Ambrosia	Gramma-tapete Σ (Ca, Aa, Mv)
a) Com herbicidas residuais (tratamentos)						
Cultivo mínimo	1573a ¹	45,4a	7,1a	20,0a	11,1a	6,8a 37,9a
Plantio direto	1544a	28,8b	6,7a	2,9b	0,8b	9,3a 20,0b
b) Sem herbicidas residuais ² (parcelas extras)						
Cultivo mínimo	- ³	70,6a	91,9a	98,8a	19,9a	124,1a 242,8a
Plantio direto	-	17,3b	20,1b	39,1b	32,5a	37,5b 109,1b

¹ Médias dentro de cada coluna, em a) e b), respectivamente, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

² Parcela extra (testemunha) com paraquat + surfactante e sem herbicidas residuais.

³ Dados de produção não determinados.

TABELA 10. Efeitos do manejo do solo e suas interações, na infestação de espécies daninhas, nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Manejo do solo	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)					
	Trig•		Ançarinha-branca		Ambrosia	
	CL/82	RM/82	CL/81	CL/82	RM/82	CL/81 CL/82 RM/82
Cultivo mínimo	46,2a ¹	44,8a	37,5a	1,4c	16,5b	25,8a 2,2b 3,0b
Plantio direto	44,7a	16,9b	7,3bc	0,5c	0,3c	11,4b 0,7b 0,2b

¹Médias dentro de cada espécie daninha, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

semente com a umidade do solo facilitaria a sua germinação, tendência observada na Tabela 11, sem os herbicidas residuais. Por sua vez, a ançarinha e a ambrosia não mudaram as evidências anteriores de maior infestação no CM, sempre que ocorria uma infestação mais alta de plantas.

Na Tabela 11, os dados de interação com locais e anos, sem os herbicidas residuais, mostram sempre uma tendência de maior infestação nas áreas do CM. Apenas as infestações de ançarinha e ambrosia foram maiores no PD, em RM/81. Supõe-se que melhores condições de umidade do solo em PD, que antecipou a germinação da soja no PD comparado com CM, deve ter proporcionado melhores condições de umidade sob a resteva de trigo, para a germinação destas duas espécies, tendo sido crítica para as outras por questões morfológicas ou fisiológicas diferentes. Por sua vez, menores infestações no PD, pode ser o resultado da ocorrência de sementes dormentes das espécies na superfície do solo, do efeito de luz e temperatura e/ou do efeito de substâncias alelopáticas provenientes da resteva.

Na Tabela 12, infestações de caruru e de corda-de-viola, foram significativamente reduzidas no PD, comparado com o CM, independente do manejo da resteva. LIEBL & WORSHAM (1983b) observaram que a eliminação do cultivo, sem o uso de herbicidas, havia contribuído para reduzir as infestações de corda-de-viola. GUENZI & McCALLA (1966) extraíram maiores quantidades de ácido ferúlico e cumárico (substâncias alelopáticas) de solos sob cultivo mínimo do que

TABELA 11. Efeitos do manejo do solo e suas interações, na infestação de espécies daninhas, nas parcelas extras (testemunhas) com paraquat e sem herbicidas residuais, nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Manejo do solo	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)									
	Trigo		Milhã		Ançarinha-branca		Ambrosia		Gramma-tapete	
	CL	RM	CL	RM	CL	RM	CL	RM	CL	RM
----- 1981 -----										
Cultivo mínimo	62,3ab ¹	114,1a	-	80,6b	313,7a	4,6cd	47,0b	13,7c	128,5a	139,6a
Plantio direto	13,7d	6,0d	-	14,8de	69,2d	67,8b	2,6c	117,8a	36,3c	18,8d
----- 1982 -----										
Cultivo mínimo	61,1ab	42,5b	20,4cd	157,0a	15,8c	40,8b	7,4c	8,3c	79,4b	137,8a
Plantio direto	40,5b	14,9c	2,8e	38,4c	0,5d	9,2cd	0,7c	1,0c	34,5c	59,6c

¹ Médias dentro de cada espécie daninha, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

TABELA 12. Efeitos do manejo do solo, na infestação de espécies daninhas, nos experimentos de Clayton, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Manejo do solo	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)		
	Clayton 1981		Clayton 1982
	Caruru	Tiririca	Corda-de-viola
Cultivo mínimo	41,1a ¹	2,0b	17,9a
Plantio direto	16,5b	22,0a	3,9b

¹ Médias dentro de cada coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

em solo arado, o que viria a resultar na redução de *Ipomoea* spp.

A tiririca mostrou resultados opostos em relação as outras espécies, com maiores infestações no PD, do que no CM. HOLM et alii (1977) observaram que a movimentação do solo, como no CM, ao separar um tubérculo da cadeia livra-o da dominância apical, antes exercida sobre o mesmo. Disto poderia resultar a distribuição de novos tubérculos simples através da camada arável, aumentando a infestação. No entanto, os tubérculos dormentes trazidos à superfície, sob condições de tempo seco associado a altas temperaturas, após três dias de sol, podem ser dessecados e mortos, reduzindo a infestação. Condições semelhantes podem ter ocorrido no experimento em discussão, que reduziu a infestação da tiririca no CM, porém não afetou a espécie no PD. BULLOCK & JEFFERY (1980) observaram que a remoção da palha do campo pela enfardadeira aumentava a tiririca no tempo, em plantio convencional, mas não sob plantio direto, o que não foi observado nas condições dos experimentos em discussão (Tabela 7), conduzidos em diferentes áreas. Possivelmente, em plantio convencional, com a ruptura das cadeias de bulbos da tiririca as reservas acumuladas são usadas e reduzidas na produção de novos rebentos e, com isso, tornando-se mais susceptível aos efeitos alelopáticos da resteva. DROST & DOLL (1980) mostraram que extratos aquosos da tiririca eram capazes de afetar a soja, através de efeitos alelopáticos, não constatados aqui.

4.1.4. Interações do manejo da resteva e do solo

4.1.4.1. Efeitos interativos sobre as plantas daninhas

Infestações de trigo, observadas em parcelas extras, apenas tratadas com paraquat (Tabela 13), foram menores em Queimar, para CM e PD, não diferindo dos demais tratamentos de manejo da resteva no PD; as maiores infestações de trigo no CM, nos manejos de resteva Deixar, Remover e Remover-Repór, comparado com PD, deve-se provavelmente ao enterrio das sementes, melhores condições de umidade e melhor contato com o solo para germinação e emergência a maiores profundidades, comparado com as sementes de trigo que apenas ficaram na superfície do solo, no PD. Elimina-se qualquer efeito alelopático, ou de sombreamento da própria resteva, considerando-se que efeitos em Remover não diferiram de Deixar ou Remover-Repór a resteva. Queimar a resteva destruiu quase toda a sementeira de trigo na superfície do solo. Segundo MOSS (1981), menor umidade das sementes facilitaria a sua destruição pelo calor.

Infestações de ambrosia mostraram tendências opostas ao comportamento do trigo, com maiores infestações no PD, nas combinações com os tratamentos de manejo da resteva Deixar, Remover e Remover-Repór, exceto em Queimar. Neste tratamento com PD a redução da infestação foi devida a destruição da sementeira na superfície do solo pelo fogo, que todavia aumentou a infestação no CM. As menores infestações de ambrosia no CM, nos manejos de resteva Deixar, Remover e

TABELA 13. Efeitos do manejo da resteva do trigo e do solo, na infestação de espécies daninhas nas parcelas-extras (testemunha) com paraquat e sem herbicidas residuais, nos experimentos de Clayton e Rocky Mount, NC, médias de dois anos.

Fonte de variação		Infestação de espécies daninhas (nº/m²)	
Manejo da resteva	Manejo do solo	Trigo	Ambrosia
Queimar	CM	8,0 ¹ b	52,5 a
	PD	10,3 b	5,8 c
Deixar	CM	121,8 a	10,7 bc
	PD	19,2 b	48,3 ab
Remover	CM	80,2 a	7,5 bc
	PD	13,0 b	33,9 abc
Remover-Repór	CM	72,4 a	13,0 abc
	PD	26,8 b	37,8 abc

¹ Médias dentro de cada coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

Remover-Repór, deve-se provavelmente ao enterrio das sementes a maiores profundidades, dificultando a sua germinação. Este fato contraria as mais altas infestações verificadas para as demais espécies daninhas e de modo especial, nas parcelas sem os herbicidas residuais. Esta maior infestação de ambrosia no PD parece então não ser devida à ocorrência de efeitos alelopáticos ou de sombreamento, que reduziram as demais espécies, devendo-se excetuar o caruru e a tiririca. Para explicar diferenças entre a ambrosia e o caruru, com semelhantes tamanhos de semente, mencionam-se aspectos de fisiologia das espécies relacionadas à menor produção de sementes por planta da primeira em relação à segunda, associados a aspectos de dormência. A maior infestação da ambrosia no CM, em Quelmar a resteva seria devida à quebra de dormência desta espécie pelo efeito do calor, temperatura do solo e penetração da luz a maiores profundidades. No entanto, luz não deve ser o fator de condicionamento da espécie uma vez que Deixar a resteva teria mostrado tais efeitos. O aspecto da dormência atribuída a ambrosia, como forma de sobrevivência da espécie, pode ser explorado em função da menor capacidade de produção de sementes/planta e de uma maior amplitude de meios que teria para garantir a sua proliferação em condições menos adequadas.

4.1.5. Efeitos dos herbicidas de manejo

4.1.5.1. Avaliação dos herbicidas de manejo

Espécies de plantas daninhas, infestando as áreas de experimentação, cobriam aproximadamente 25 a 35% da superfície, nos diferentes locais e anos. Espécies daninhas predominando nos experimentos por ocasião da aplicação dos herbicidas foram a ambrosia, a ançarinha-branca e o mentruz com cerca de 25 a 30 cm de altura, a milhã e o panicum (*Panicum dichotomiflorum*), apresentando três a quatro folhas; corda-de-viola, com três a cinco folhas e, a tiririca com 10 e 15 cm de altura. As aplicações dos herbicidas de manejo foi feita cerca de 15 dias após a colheita do trigo. O controle das plantas daninhas foi avaliado em 100 %, para ambos os tratamentos, paraquat e glyphosate, em avaliações visuais feitas dez a 14 dias após as aplicações dos herbicidas. Não foram observadas rebrotações em ambos os tratamentos, nas reavaliações feitas uma semana mais tarde.

4.1.5.2. Efeitos da aplicação dos herbicidas residuais junto com os herbicidas de manejo

4.1.5.2.1. Efeitos na produção de soja

Ocasionalmente, danos causados pelos herbicidas pré-emergentes alachlor e linuron foram observados nas folhas simples da soja, após sua emergência. Injúrias de alachlor, consistiram em deformações nas pontas das folhas, como resultado da redução da nervura principal. Injúrias de linuron, consistiram de amarelecimento geral das folhas e, posterior morte do tecido entre as nervuras das mesmas. As

produções de soja (Tabela 14), sob as combinações dos herbicidas de manejo paraquat, de ação de contato, e glyphosate, sistêmico, com os herbicidas pré-emergentes alachlor e linuron, foram maiores para GL/81, sob maiores populações, não mostrando diferenças entre os tratamentos neste local nos anos de 1981 e 1982. Em RM, nos mesmos anos, as produções com glyphosate foram menores. As médias de produção de soja (Tabela 15) foram maiores com paraquat, que apresentou maior controle de algumas espécies de folhas largas (Tabelas 15 e 16). As menores produções com glyphosate, possivelmente são o resultado de aplicações sob condição de tempo seco e pouca atividade das plantas. Efeitos de vários fatores ambientais como temperatura, umidade do solo, umidade relativa, estágio de crescimento e deficiência de água, influenciando na eficiência de herbicidas sistêmicos como glyphosate, tem sido relatados (WILLS, 1978; KAPUSTA, 1979; AHMADI et alii, 1980; MCWORTER & WILLS, 1980 e WITWELL et alii, 1980).

4.1.5.2.2. Efeitos sobre as espécies daninhas

O trigo e a ambrosia (Tabela 15) não apresentaram diferenças de controle para os herbicidas de manejo. A milhã, apresentou interações com locais e anos, mostrando diferenças num ano com melhor controle do glyphosate e, no outro, do paraquat; a ançarinha e a grama-tapete, foram melhor controladas com paraquat do que com glyphosate; o caruru, a tiririca e a corda-de-viola (Tabela

TABELA 14. Efeitos dos herbicidas de manejo, mais os residuais, sobre a produção de soja, nos experimentos de Clayton e Rocky Mount, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Herbicidas de manejo (mais residuais)	Produções de soja (kg/ha)			
	Clayton		Rocky Mount	
	1981	1982	1981	1982
Paraquat	1807ab ¹	1683bc	1216d	1763b
Glyphosate	1940a	1554c	976e	1560c

¹ Médias do parâmetro de produção, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

TABELA 15. Efeitos dos herbicidas de manejo, mais os residuais, na produção de soja e infestação de espécies daninhas comuns nos experimentos de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC, nos anos de 1981 e 1982.

Herbicidas de manejo (mais residuais)	Produção de soja (kg/ha)	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)			
		Gramíneas			
		Milhã ¹			
		Trigo			
		CL/81	CL/82	RN/82	
Paraquat	1612a ²	37,4a	17,1a	0,1d	4,0cd
Glyphosate	1504b	36,8a	6,5bc	1,0cd	9,6ab
Folhas largas					
		Ançarinha- -branca	Ambrosia	Gramma- -tapete	Σ (Ca, Aa, Mv)
Paraquat	-	8,2b	5,9a	5,7b	19,9b
Glyphosate	-	14,6a	5,9a	10,4a	30,0a

¹ Três experimentos.

² Médias de produção de soja e de infestação de cada espécie daninha, seguidas das mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

1B) foram igualmente controladas pelos herbicidas. A eficiência dos herbicidas residuais usados pode ser constatada no controle do caruru, não se verificando nenhum efeito no controle das espécies de tiririca e corda-de-viola. Glyphosate não foi superior ao paraquat no controle da tiririca, espécie invasora perene, opondo-se aos resultados observados por CHAPPEL (1974); ROGERS & WORTHINGTON (1976) e BULLOCK & JEFFERY (1980). Também não foi constatado um controle de gramíneas por tempo mais prolongado do glyphosate, junto com os residuais, em relação ao paraquat, como observado por HARDCASTLE (1973) e WORSHAM & LEWIS (1973), ou maiores produções, observado por WORSHAM & LEWIS (1973).

Não foram observadas interações significativas de herbicidas com os tratamentos de manejo da resteva ou do solo.

4.2. Herbicidas residuais no solo

4.2.1. Ensaios biológicos para resíduos de alachlor e linuron

Resultados dos ensaios biológicos conduzidos em casa-de-vegetação, para detecção de quantidades de resíduos dos herbicidas alachlor e linuron nos experimentos de campo, são apresentados na Tabela 17 e, os padrões de comparação, na Tabela 18. Em RM/B1, a milhã (Tabela 17) não mostrou diferenças significativas para quantidades residuais de alachlor no solo, afetado pelo manejo da resteva e do

TABELA 16. Efeitos dos herbicidas de manejo, mais os residuais, na infestação de espécies daninhas, nos experimentos de Clayton, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Herbicidas de manejo (mais residuais)	Infestação de espécies daninhas (nº/m²)		
	Clayton 1981		Clayton 1982
	Caruru	Tiririca	Corda-de- -viola
Paraquat	2,2b ¹	6,7a	10,1a
Glyphosate	0,8b	11,5a	12,2a
Paraquat sem residuais (parcelas extras)	83,5a	17,8a	10,5a

¹ Médias dentro de cada coluna, seguidas pelas mesmas letras, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

TABELA 17. Resultados de biomassa fresca do dossel de pepino, capim-milhã e sorgo, de ensaios em casa-de-vegetação, para detecção de quantidades residuais de herbicidas no solo, de experimentos a campo sob manejo da resteva e do solo, nos locais de Rocky Mount e Clayton, NC, em 1981.

Fonte de variação	Biomassa fresca do dossel - % da testemunha		
	RM/81		CL/81
	Milhã ¹	Pepino ²	Sorgo ²
Manejo da resteva			
Queimar	96,5a ³	93,0a	98,8a
Deixar	100,0a	76,8a	92,4a
Remover	89,8a	54,5a	90,7a
Remover-Repór	89,9a	56,0a	98,2a
Manejo do solo			
Cultivo mínimo	91,8a	60,2b	94,5a
Plantio direto	96,3a	79,5a	95,6a

¹ Teste para alachlor.

² Teste para linuron: pepino e sorgo (com protetor contra alachlor).

³ Para cada fonte de variação, médias dentro de cada coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

TABELA 18. Resultados de biomassa fresca do dossel de pepino, capim-milhã e sorgo, de ensaios em casa-de-vegetação, para detecção de quantidades de herbicidas residuais de alachlor e linuron.

Herbicidas (ppm)		Biomassa fresca do dossel - % da testemunha		
Alachlor	Linuron	Milhã ¹	Pepino ²	Sorgo ²
2,0	0,5	27,0a ³	78,1a	96,0a
1,6	0,4	37,8a	84,0a	100,0a
1,2	0,3	54,0a	75,4a	107,9a
0,8	0,2	97,3a	76,8a	97,4a
0,4	0,1	129,7a	86,0a	100,0a
0,0	0,0	100,0a	100,0a	100,0a
2,0	0,0	21,6a	92,9a	82,9a
0,0	0,5	132,4a	16,5b	86,8a

¹ Teste para alachlor.

² Teste para linuron; pepino e sorgo (com protetor contra alachlor).

³ Médias dentro de cada coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

solo, ou interação de ambos os fatores. Baseado nos padrões (Tabela 18), fez-se tentativas para determinar quantidades de alachlor no solo, indicando a presença de cerca de 0,8 ppm de 2,24 ppm aplicados, sem se constatar, no entanto, diferenças significativas entre as biomassas fresca nas doses padrões. Pepino [*Cucumis sativus* (L.)] cv. Wisconsin SMR 58 Pickles (Tabela 17), também não mostrou diferenças significativas para quantidades residuais de linuron no solo, afetado pelo manejo da resteva, ou interações com o manejo do solo. No entanto, pepino mostrou maior biomassa fresca do dossel em PD, com menores teores de resíduos de linuron no solo devido a interceptação dos herbicidas, em relação ao CM. Neste, todas as aplicações de herbicidas foram feitas após Queimar, Deixar ou Remover a resteva e passar a grade no solo, contribuindo para a ocorrência das maiores quantidades de resíduos de linuron no solo no CM, em relação ao PD. Neste, os herbicidas lixiviam da resteva e alcançaram o solo, possivelmente após suficientes chuvas, segundo LOWDER & WEBER (1979), uma vez que a resteva no início da decomposição é pouco adsortiva (GROVER, 1971 e WALKER & CRAWFORD, 1968). Em Queimar, a adsorção dos herbicidas às cinzas reduz as quantidades no solo em PD, mas não em CM, com a incorporação prévia das cinzas (TOTH & MILHAM, 1973 e 1975 e NIFFELER & BLAIR, 1978). No padrão (Tabela 18), não foram observadas diferenças significativas para as doses de linuron, combinadas com alachlor. No entanto, apenas linuron a 0,5 ppm reduziu a biomassa fresca da parte aérea do pepino. Na

mesma dose, em combinação com 2,0 ppm de alachlor não houve redução significativa de biomassa. Assim, observa-se que os efeitos protetores de alachlor em pepino, que não mostrou redução na biomassa fresca, prejudicou a detecção de quantidades de linuron do experimento de campo.

Em CL/81, panicum (*Panicum mellaceum* L.) foi usado para detectar alachlor, mas mostrou-se variável, não permitindo a determinação de resíduos no solo. Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] (Tabela 17), com o protetor R-25778 contra os efeitos de alachlor, não mostrou diferenças de biomassa fresca para manejo da resteva e do solo, ou de suas interações, para o experimento de campo, para o linuron. Também não foram observadas diferenças para sorgo (Tabela 18) no ensaio padrão, por ser uma espécie menos sensível ao linuron, quando comparada com pepino.

4.2.2. Determinações analíticas para resíduos de alachlor e linuron

Resíduos de alachlor no solo, determinados por cromatografia gasosa (Tabela 19), não apresentaram diferenças para os tratamentos de manejo da resteva e do solo, ou suas interações.

Resíduos de linuron no solo, determinado por cromatografia líquida de alta resolução (Tabela 19), não apresentaram diferenças para os tratamentos de manejo da resteva, ou suas interações com manejo do solo, mas apresentaram quantidades de resíduos significativamente

TABELA 19. Resultados de determinação analítica de quantidades de resíduos de alachlor e linuron no solo, por cromatografia gasosa e líquida, respectivamente, em experimentos de campo sob manejo da resteva e do solo, em Rocky Mount, NC, em 1982.

Fonte de variação	Herbicidas (ppm)	
	Alachlor	Linuron
Manejo da resteva		
Queimar	0,48a ¹	0,60a
Deixar	0,62a	0,33a
Remover	0,32a	0,38a
Remover-Repór	0,42a	0,50a
Manejo do solo		
Cultivo mínimo	0,48a	0,60a
Plantio direto	0,44a	0,30b

¹ Para cada fonte de variação, médias dentro de cada coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan a 5%.

maiores no CM (0,6 ppm) do que no PD (0,3 ppm). Estes resultados concordam com aqueles obtidos no bioensaio para linuron, para RM/81, em termos de maior presença sob CM. Uma tendência para maiores quantidades de linuron no tratamento Queimar foi observado, devido a sua adsorção às cinzas, o que é sugerido por TOTH & MILHAM (1973).

Muito embora o linuron tenha apresentado menor resíduo no PD, foi neste sistema de manejo de solo que se observou menor infestação de espécies daninhas na área experimental.

Alachlor e linuron foram recuperados das placas de vidro, em cromatografia de camada fina, em cerca de 90 %. As determinações para linuron estão em acordo com os resultados obtidos por KAHN et alii (1975). Problemas de detecção ocorridos no cromatógrafo, prejudicaram as determinações de alachlor, observado através do padrão. Isto possivelmente ocorreu como resultado do condicionamento imperfeito da coluna de vidro do cromatógrafo.

4.3. Experimentos em casa-de-vegetação

4.3.1. Efeitos da interação do ácido ferúlico (AF) e glyphosate (GLY) na soja

A altura das plantas de soja (Figura 4.a) aumentou linearmente com doses crescentes de AF, na ausência e com 0,75 ppm de GLY; a resposta foi quadrática nas interações de doses crescentes de AF com 1,50 e 2,25 ppm de

GLY, resultando em aumentos adicionais de altura das plantas até 150 ppm de AF; com a dose máxima de 3,00 ppm de GLY a resposta ao AF foi cúbica e, apenas a dose de 75 ppm de AF resultou em interação significativa, aumentando a altura das plantas. Os coeficientes de determinação mostram uma boa relação entre causa e efeito, em que a regressão linear explica 76 % das variações em função do AF, sendo mais elevados para as regressões quadráticas (89 e 91 %) e cúbica (83 %). Aumentos de GLY (Figura 4.b) também resultaram em aumentos de altura das plantas de soja de modo linear nas doses de 75 e 150 ppm de AF; a resposta foi quadrática ($r^2 = 0,90$), nas interações de GLY com 225 ppm de AF, resultando em aumentos adicionais de altura das plantas com 0,75 ppm de GLY; os aumentos de altura, devidos a GLY com 0,0 e 300 ppm de AF; não foram significativos.

A biomassa fresca do dossel da soja (Figura 5.a) aumentou significativamente até 150 ppm de AF, em todas as combinações com GLY, sendo reduzida com doses maiores de AF. O coeficiente de determinação para doses de AF foi alto ($r^2 = 0,80$), o que indica que os resultados são explicáveis em sua maior parte pelo seu efeito. A biomassa fresca do dossel (Figura 5.b) decresceu linearmente com as doses crescentes de GLY, na média de todas as combinações com AF. O coeficiente de determinação foi baixo ($r^2 = 0,51$).

A biomassa seca das raízes da soja (Figura 5.a) foi reduzida com doses crescentes de AF com 0,0 ppm de GLY, apresentando um $r^2 (= 0,87)$ alto. De modo semelhante, a

FIGURA 4. Altura das plantas de soja em função de doses de ácido ferúlico e glyphosate, aos 22 dias após o plantio.

— Dossel — (a) média das doses de Glyphosate $R^2 = 0,80$
 (b) média das doses de ácido ferúlico $R^2 = 0,51$
 ----- Raiz — (a) 0,0 ppm de Glyphosate $R^2 = 0,87$
 (b) 0,0 ppm de ácido ferúlico $R^2 = 0,84$

FIGURA 5. Biomassa fresca do dossel e das raízes de soja em função de doses de ácido ferúlico e glyphosate, aos 22 dias após o plantio.

biomassa seca das raízes da soja (Figura 5.b) foi reduzida com as doses crescentes de GLY com 0,0 ppm de AF, apresentando também um r^2 (= 0,84) alto.

A estimativa dos parâmetros de modelos e valores de r^2 para as discussões antecedentes, são apresentadas no Apêndice 7.

Observa-se que o AF pode produzir aumentos de altura de plantas de soja, com aumento da biomassa do dossel, mas reduzindo a biomassa das raízes à semelhança de substâncias de crescimento. Por sua vez, GLY pode causar aumentos de altura das plantas de soja, com redução da biomassa do dossel e das raízes.

O aumento de altura das plantas de soja, causado por AF ou GLY, é uma característica desejável, significando uma vantagem competitiva por luz em relação às plantas daninhas. No entanto, o estiolamento da planta com redução da biomassa do dossel poderia deixar a planta susceptível a quebra do caule ou ao acamamento. A redução da biomassa das raízes pode significar redução na quantidade de absorção de água, nutrientes ou de substâncias como herbicidas. Neste caso, menores quantidades de herbicidas como alachlor e linuron seriam absorvidos pela soja, reduzindo possíveis injúrias, às vezes verificadas a campo. Dependendo da susceptibilidade da espécie, plantas daninhas poderiam manifestar semelhantes respostas.

Exudatos de plantas tratadas com o herbicida glyphosate, absorvidos por plantas de soja e milho do solo,

mostram efeitos estimuladores, aumentando a produção de matéria seca (RODRIGUES et alii, 1982). Este efeito justificaria maiores produções de soja em certos anos para glyphosate, comparado com paraquat, às vezes relatado como resultado de um controle de gramíneas por um período mais prolongado (HARDCASTLE, 1973 e WORSHAM & LEWIS, 1973). No entanto, não foram observados aumentos de biomassa fresca do dossel da soja devido ao glyphosate, mas sim devido ao ácido ferúlico. Isto opõe-se aos resultados de VOLL (1986), cuja metodologia baseou-se na aplicação de uma dose única de 500 ppm, misturado à terra seca pouco antes do plantio. Por sua vez, a redução das raízes por uma destas substâncias reduziria a absorção da outra, que no caso foram aplicados ao mesmo tempo. A absorção de glyphosate seria facilitada em solos arenosos (pouco adsorptivos), com suficiente umidade no solo, uma vez que a adsorção de glyphosate às partículas do solo é elevada em função das suas cargas positivas (e as do solo predominando as negativas), não tendo sido observado efeitos residuais (BAIRD et alii, 1971). Substâncias alelopáticas, como o ácido ferúlico, mostram-se capazes de afetar a germinação e o crescimento de culturas, sendo de maior importância no controle de plantas daninhas (GUENZI & McCALLA, 1962; PATRICK et alii, 1963; GUENZI et alii, 1967; KIMBER, 1973; COX, 1977; COCHRAN et alii, 1977; COLLINS & CAVINESS, 1978; LIEBL & WORSHAM, 1983 e ALMEIDA & RODRIGUES, 1985).

Pode-se inferir que com a ocorrência de

elevadas quantidades de resteva de trigo na superfície do solo e umidade adequada, com o uso de glyphosate, em plantio direto, resulte um possível aumento na altura das plantas de soja, com provável detrimento do sistema radicular, podendo aumentar ou não a produção da cultura e o controle de plantas daninhas.

4.3.2. Respostas de pepino, soja e ançarinha-branca a interações de alachlor e linuron

A biomassa fresca do dossel de plantas de pepino (Tabela 20), sob doses crescentes de linuron, sem alachlor, foi significativamente reduzida na dose de 0,5 ppm de linuron, a 25,8 % da testemunha, com redução mais acentuada ainda a 1,0 ppm. Alachlor, na dose de 2,0 ppm, sem linuron, também afetou significativamente a produção de biomassa fresca do dossel, reduzindo-a a 82,5 % da testemunha. Redução adicional à redução de biomassa obtida com 0,5 ppm de linuron, foi observada na sua combinação com a dose de alachlor de 0,5 ppm. Combinações de linuron a 0,5 ppm com as doses seguintes de 1,0 e 2,0 ppm de alachlor resultaram em aumentos das biomassas. Isto, em relação a aplicação de linuron apenas, significou um aumento da biomassa de 50,4 %. Por sua vez, a dose de 2,0 ppm de alachlor com a dose seguinte de 1,0 ppm de linuron, eliminou este aspecto protetor de alachlor. A proteção observada foi mais tarde determinada ser em função da redução do sistema radicular, reduzindo assim a absorção de linuron e os seus

TABELA 20. Respostas de pepino, soja e ançarinha-branca a interações de alachlor e linuron, sob condições de casa-de-vegetação.

Doses (ppm)		Biomassa fresca					
		Pepino ¹		Soja ²		Ançarinha-branca ³	
Alachlor	Linuron	Dossel		Dossel	Raízes	Dossel	Raízes
----- (%) -----							
0,00	0,00	100,0abcd ⁴	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a	100,0a
	0,06	-	95,7ab	-	-	0,0	-
	0,12	95,7ab	78,2bcd	-	-	0,0	-
	0,25	89,0ab	89,1abcd	-	-	0,0	-
	0,50	25,8d	77,4bcd	58,4cde	0,0	0,0	0,0
	1,00	1,5f	-	-	-	-	-
0,12	0,00	-	94,3abc	-	-	70,3b	58,9b
	0,06	-	82,6abcd	-	-	0,0	-
	0,12	-	96,0ab	-	-	0,0	-
	0,25	-	91,9abc	-	-	0,0	-
	0,50	-	84,6abcd	65,8bcd	0,0	0,0	0,0
	1,00	-	-	-	-	-	-
0,25	0,00	-	82,7a	-	-	47,3c	35,2bc
	0,06	-	98,1a	-	-	0,0	-
	0,12	-	88,8a	-	-	0,0	-
	0,25	-	93,1a c	-	-	0,0	-
	0,50	20,2de	76,9cd	51,0de	0,0	0,0	0,0
	1,00	-	-	-	-	-	-

(continua)...

TABELA 20. Continuação.

Doses (ppm)		Biomassa fresca					
Alachlor	Linuron	Pepino ¹		Soja ²		Anaçatinha-branca ³	
		Dossel		Dossel	Raízes	Dossel	Raízes
----- (%) -----							
0,50	0,00	-	88,1abcd	-	-	22,4d	39,2bc
	0,06	-	82,0abcd	-	-	0,0	-
	0,12	-	95,7ab	-	-	0,0	-
	0,25	-	90,2abcd	-	-	0,0	-
	0,50	11,0ef	82,9abcd	-	62,0b-e	0,0	0,0
1,00	1,00	-	-	-	-	-	-
	0,00	-	91,4abc	-	86,2abc	6,9d	8,8c
	0,06	-	81,4abcd	-	65,4bcd	0,0	-
	0,12	-	94,1abc	-	89,6ab	0,0	-
	0,25	-	72,4de	-	56,5de	0,0	-
2,00	0,50	50,0c	56,5e	-	34,2e	0,0	0,0
	1,00	-	-	-	-	-	-
	0,00	82,5c	-	-	-	-	-
	0,06	-	-	-	-	-	-
	0,12	93,1ab	-	-	-	-	-
2,00	0,25	74,7c	-	-	-	-	-
	0,50	76,2c	-	-	-	-	-
	1,00	8,0f	-	-	-	-	-

¹Pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles'.²Soja 'Ramson'.³*Chenopodium album* L..⁴Médias dentro de cada coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

efeitos sobre pepino.

No experimento com soja, sob doses crescentes de linuron, a biomassa fresca do dossel da soja foi reduzida significativamente em relação a testemunha (100 %), com 0,5 ppm de linuron, a 77,4 % e, a biomassa fresca das raízes, a 58,4 %. Alachlor, até a dose máxima de 1,0 ppm, sem linuron, não apresentou reduções significativas da biomassa fresca do dossel e das raízes, ficando a 91,4 % e a 86,2 % da testemunha, respectivamente. Ao contrário de pepino, a combinação de 1,0 ppm de alachlor com 0,5 ppm de linuron causou redução adicional a redução da biomassa fresca do dossel, observada a 0,5 ppm de linuron. Não ocorreram efeitos adicionais significativos para as raízes.

As biomassas frescas do dossel e das raízes de ançarinha-branca foram reduzidas significativamente com a dose mínima de 0,12 ppm de alachlor. Esta planta daninha mostrou-se altamente sensível ao linuron, morrendo já com a dose de 0,06 ppm.

Comparando-se as espécies, observa-se que soja, a espécie menos sensível, não foi protegida pelo alachlor contra os efeitos do linuron, apresentando efeitos que se somam. No entanto, efeitos protetores foram observados para pepino, uma espécie mais sensível a ambos os herbicidas do que a soja. Nas doses testadas, a espécie mais sensível das três foi a ançarinha-branca, afetada significativamente pelas doses crescentes de alachlor e, não sobrevivendo mesmo na dose mínima de linuron.

Soja e ançarinha-branca mostraram maior sensibilidade das raízes do que do dossel aos herbicidas, observado através das reduções mais acentuadas das biomassas frescas das raízes do que do dossel.

Efeitos protetores de compostos químicos contra injúrias de herbicidas, tem sido de grande valor, permitindo o uso de herbicidas eficientes sem causar danos às culturas (WORSHAM & LEWIS, 1973; LADLIE et alii, 1976 e LADLIE, 1977). Efeitos protetores, citados por NIFFELER et alii (1980) e YORK & SLIFE (1981), sugerem também possíveis perdas de eficiência de herbicidas contra espécies de plantas daninhas.

Os resultados obtidos indicam as possíveis razões para o controle de ançarinha-branca e da manifestação dos efeitos fitotóxicos, observados na soja nos experimentos de campo, bem como reações das plantas que podem resultar em comportamentos variáveis de controle de espécies daninhas.

4.4. Experimentos em câmara-de-crescimento

4.4.1. Absorção de ¹⁴C-linuron e água

A absorção diária de ¹⁴C-linuron pela soja (Figura 6) aumentou significativamente até o quinto dia, como também o da sua combinação com alachlor, porém em menor intensidade. A absorção diária de ¹⁴C-linuron pelo pepino (Figura 7) mostrou comportamento semelhante ao da soja, sob concentração de ¹⁴C-linuron, quatro, e alachlor, oito vezes

FIGURA 6. Efeitos da duração de exposição na absorção de água e radioatividade em soja 'Ramson', após o tratamento com 0,28 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de ^{14}C -linuron e na sua combinação com 1,0 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de alachlor. Plântulas com quatro dias na época do tratamento. DMS.05 para radioatividade = 4,95; para água = 7,2. Percentagens para valores máximos de radioatividade = 8.843dpm e, para água = 223,7 ml. Equivalentes de radioatividade de ^{14}C -linuron adicionados à solução nutritiva das raízes de 422.172 dpm.

FIGURA 7. Efeitos da duração de exposição na absorção de água e radioatividade em pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', após tratamento com 0,08 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de ^{14}C -linuron e na sua combinação com 0,12 $\mu\text{g}/\text{ml}$ de alachlor. Plântulas com três dias de idade na época do tratamento. DMS.05 para radioatividade = 3,21; para água = 6,1. Percentagens para valores máximos de radioatividade = 2.252dpm e, para água = 179,5ml. Equivalentes de radioatividade de ^{14}C -linuron adicionados à solução nutritiva das raízes de 112.605dpm.

menores.

A absorção diária de água pela soja (Figura 6) aumentou significativamente a partir do quarto dia nos tratamentos testemunha e alachlor. Os aumentos não foram significativos para ¹⁴C-linuron e sua combinação com alachlor, ambos apresentando comportamentos similares. No entanto, devido à combinação de alachlor com o ¹⁴C-linuron a absorção de água tendeu a ser menor. A absorção diária de água pelo pepino (Figura 7) mostrou comportamento semelhante ao da soja. O tratamento com alachlor comparado com a testemunha reduziu mais a absorção de água em função da redução das raízes (Tabelas 21 e 22), sendo maior no pepino do que na soja.

As absorções cumulativas de ¹⁴C-linuron em dpm/planta/dia, para a soja podem ser descritas pelas seguintes equações:

$$Y = -0,5 + 33.940,1 X - 2.091,6 X^2, \text{ com } r^2 = 0,87 \text{ e}$$

$$Y = -0,2 + 25.426,9 X - 1.194,2 X^2, \text{ com } r^2 = 0,86$$

e para pepino

$$Y = -0,1 + 6.098,0 X - 282,5 X^2, \text{ com } r^2 = 0,89 \text{ e}$$

$$Y = -0,2 + 5.559,0 X - 272,0 X^2, \text{ com } r^2 = 0,89$$

para os tratamentos ¹⁴C-linuron e combinação com o alachlor, respectivamente.

A absorção de ¹⁴C-linuron e água apresentaram um coeficiente de correlação $r = 0,96$ na soja, e $r = 0,79$ no pepino. Este alto grau de correlação na soja, mostra que a absorção de ¹⁴C-linuron é governada pela absorção de água,

parecendo ser passiva, conforme foi observado por NASHED & ILNICKI (1970), em tres diferentes espécies. O comportamento do linuron, deste modo, é algo oposto daquele de 3-(p-(p-clorofenóxi)-(fenil)-1-1-dimetiluréia (cloroxuron), relatado por Geissbühler et alii (1970)*, para outro composto da mesma família.

4.4.2. Biomassa fresca de partes da planta

Cotilédones e hipocótilo da soja (Tabela 21) não apresentaram diferenças significativas de biomassa entre os tratamentos. O alachlor não causou diferenças de biomassa em qualquer parte da planta em relação à testemunha. Esta e alachlor apresentaram maiores biomassas para as folhas, epicótilo e raízes quando comparados com o C-linuron só e combinado com o alachlor, mostrando assim, os efeitos de fitotoxidez do linuron. Os cotilédones e o hipocótilo, não foram afetados no seu metabolismo pelos herbicidas, não acarretando diferenças significativas de biomassa. As folhas simples e as raízes mostraram os efeitos do linuron através da redução da sua biomassa, sendo acentuados com a presença do alachlor; isto não foi observado com o alachlor sozinho.

Resultados de biomassa fresca das partes de planta de pepino (Tabela 22) mostraram diferenças entre tratamentos para as folhas, cotilédones, hipocótilo e raízes. O alachlor comparado com a testemunha, reduziu a

*GEISBÜHLER, H.C.; HASELBACK, C.; AEBI, M.; EBNER, L. Weed Research, 3:181-184, 1963.

TABELA 21. Biomassa fresca das partes de planta da soja 'Ramson' sob efeito do ^{14}C -linuron a 0,28 ppm, alachlor a 1,0 ppm e combinação de ambos.

Tratamento	Parte da planta - biomassa fresca (g)						Raízes
	Folhas		Cotilé dones	Caule			
	Compos- tas	Simples		Epicó- tilo	Hipocó- tilo		
Testemunha	1,149a B ¹	1,061a BC	0,872aC	0,958a BC	0,817aC	1,913a A	
Alachlor	1,227a B	1,058a BC	0,919aCD	1,034a BC	0,797aD	1,896a A	
¹⁴ C-linuron	0,402 bD	0,532 b CD	1,014aA	0,683 bB	0,790aB	0,743 b BC	
¹⁴ C-linuron + alachlor	0,321 bDE	0,242 cE	0,920aA	0,601 bBC	0,805aAB	0,520 cCD	

DMS. (0,05) = 0,215

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

TABELA 22. Biomassa fresca das partes da planta de pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles' sob efeito de ^{14}C -linuron a 0,08 ppm, alachlor a 0,12 ppm e combinação de ambos.

Tratamento	Parte da planta - biomassa fresca (g)			
	Folhas	Cotilédones	Hipocótilo	Raízes
Testemunha	1,474 a B ¹	1,053 a C	1,278 a BC	2,188 a A
Alachlor	1,506 a A	1,037 a B	1,505 a A	1,087 b B
^{14}C -linuron	0,454 bB	0,291 bC	0,681 bA	0,455 c BC
^{14}C -linuron + alachlor	0,306 bBC	0,240 bC	0,593 bA	0,250 dC

DMS (0,05) = 0,204

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

biomassa do sistema radicular. Nenhuma outra diferença significativa foi observada para o alachlor. O ¹⁴C-linuron afetou todas as partes da planta, reduzindo suas biomassas; combinado com o alachlor, foram aumentados os efeitos negativos nas raízes. Diferente da soja, as biomassas dos cotilédones e do hipocótilo do pepino foram reduzidas por efeitos fitotóxicos do linuron. Estes efeitos distintos devem estar associados à diferenças de metabolismo e fisiologia das duas espécies, que manifestam diferentes graus de sensibilidade ao linuron. Foi observado ainda, que as plantas tratadas pelo alachlor apresentavam a cor das folhas e cotilédones mais verdes, devido possivelmente a maior produção e/ou concentração de clorofila.

Os resultados de biomassa do dossel das plantas opõe-se à hipótese formulada de que a presença do alachlor contrariaria parcialmente os efeitos do linuron, quando aplicados em mistura. Este comportamento foi observado para pepino, não se verificando o mesmo na soja. O momento da aplicação dos produtos, que na casa-de-vegetação foi no plantio e, no experimento em discussão, três a quatro dias após a germinação, pode ter contribuído para a manifestação das diferenças. Com esta protelação, as plântulas apresentaram um sistema radicular mais desenvolvido, com melhores condições para absorver o linuron, cuja absorção seria reduzida, sob condições de raízes inibidas pelo alachlor. Semelhantes efeitos fitotóxicos de inibição pelo trifluralin e reduções nas absorções do metribuzin em soja,

foram observadas por LADLIE (1977). Fato importante a considerar é a resposta diferencial das espécies em termos de metabolismo e fisiologia. Como já foi observado no experimento anterior com soja (item 4.3.2), a mesma apresentou respostas diferentes daquelas apresentadas por pepino, ou seja, não houve proteção do alachlor contra os efeitos do linuron na soja, mesmo aplicando os produtos por ocasião do plantio.

Em termos práticos, espécies daninhas sensíveis aos herbicidas alachlor e linuron, em mistura de tanque, podem apresentar ou não os efeitos relatados para pepino no estágio inicial de crescimento, dependendo de condições ambientais favoráveis ou não à atividade dos mesmos.

4.4.3. Distribuição da radioatividade na planta

4.4.3.1. Contagem por cintilação líquida

A distribuição do ¹⁴C na soja (Tabela 23) não mostrou diferenças significativas de concentração entre os tratamentos de ¹⁴C-linuron, sem ou com o alachlor, dentro das partes da planta como folhas compostas, cotilédones, epicótilo, hipocótilo e raízes. No entanto, maior concentração do ¹⁴C foi observada nas folhas simples, sendo significativamente maior na sua combinação com o alachlor. A maior concentração de ¹⁴C-radioativo nas folhas simples está em concordância com os sinais de fitotoxicidade do linuron,

TABELA 23. Distribuição do ^{14}C -total em extrato de metanol em partes da planta de soja 'Ramson', após a aplicação de 422.172 dpm de equivalentes do ^{14}C -linuron só e em combinação com o alachlor.

Tratamento	Tempo (dias)	Partes da planta					
		Folhas		Cotilé dones	Caule		Raízes
		Compos tas	Simples		Epicó tilo	Hipocó tilo	
----- ¹⁴ C µg/g de biomassa fresca ¹ -----							
¹⁴ C-linuron	8	4,622aB ²	12,991b A	2,923aBC	0,913aC	0,620aC	2,304aBC
¹⁴ C-linuron + alachlor	8	4,976aB	30,909aA	2,824aBC	1,044aC	0,710aC	2,404aC

DMS. (0,05) = 2,429

¹ Corrigido para ^{14}C -total absorvido pelas plantas, por tratamento.

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

com ocorrência de amarelecimento internerval na superfície e posterior morte do tecido. As folhas simples acumularam 53,3 e 72,1 % do ¹⁴C-total, na ausência e presença do alachlor, respectivamente.

A distribuição do ¹⁴C em pepino (Tabela 24) apresentou maior concentração do ¹⁴C nos cotilédones do que nas folhas, por isso sendo mais susceptível, comparado com a soja. Não foram observados efeitos adicionais do alachlor. As folhas tenderam a apresentar maior concentração do ¹⁴C na combinação de ¹⁴C-linuron com o alachlor. Os cotilédones acumularam 77,4 e 62,8 % do ¹⁴C-total, na ausência e presença do alachlor, respectivamente. A presença do alachlor fez com que houvesse um atraso no surgimento das primeiras folhas, mais verdes.

Os resultados de distribuição da radioatividade na planta mostram que o efeito de redução da biomassa fresca, observada nos cotilédones do pepino e não nos da soja, está relacionado com maiores quantidades do ¹⁴C nos cotilédones, enquanto que na soja isto ocorre nas folhas simples.

Menores concentrações do ¹⁴C nas plantas no tratamento com ¹⁴C-linuron, representa maior biomassa fresca de soja e pepino, maior absorção de água e menor absorção de ¹⁴C-linuron da solução nutritiva.

Quantidades do ¹⁴C remanescente nos tecidos das plantas foram maiores com ¹⁴C-linuron do que nas suas combinações com o alachlor (Apêndice B).

TABELA 24. Distribuição do ^{14}C -total em extrato de metanol em partes da planta de pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', após a aplicação de 112.605 dpm de e-
quivalentes do ^{14}C -linuron só e em combinação com o alachlor.

Tratamento	Tempo (dias)	Partes da planta			
		Folhas	Cotilédones	Hipocótilo	Raízes
		-----	¹⁴ C	μg/g de biomassa fresca ¹	-----
¹⁴ C-linuron	9	1,842	8,836	0,171	0,559
¹⁴ C-linuron + alachlor	9	4,313	8,742	0,217	0,652

DMS (0,05) = (1 repetição)

¹Corrigido para ^{14}C -total absorvido pelas plantas, por tratamento.

4.4.3.2. Autoradiografia

Raio-X da planta de soja, para ¹⁴C-linuron (Figura 8) e da sua combinação com o alachlor (Figura 9) e, do pepino (Figura 10), incluindo ambos os tratamentos, não mostraram contrastes evidentes para identificar partes da planta com maior concentração da radioatividade, para confirmar os dados de contagem por cintilação líquida, com exceção da combinação do ¹⁴C-linuron com o alachlor, na soja, onde contrastes mais acentuados, correspondendo a maiores concentrações de ¹⁴C são observados. Pouca evidência pode ser constatada na redução do desenvolvimento das raízes devido ao alachlor.

4.4.4. Metabólitos de ¹⁴C-linuron e distribuição na planta

O pico padrão do ¹⁴C-linuron, posicionado por varredura da placa de CCF, é apresentado na Figura 11. Metabólitos de ¹⁴C-linuron, em número de cinco, foram identificados em soja e pepino, para os tratamentos só e combinado com alachlor (Figuras 12 a 15). Os possíveis metabólitos, segundo a bibliografia, distribuídos numa escala de referência (Rf) a partir da origem na placa de cromatografia seriam: (A) na origem, metabólitos conjugados de linuron com B-D-glucosídeos e proteínas, os mais polares; (B) 3,4-dicloroanilina; (C) 3,4-diclorofeniluréia; (D) 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxiuréia e, (E) 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-metiluréia, ou linuron. No entanto, segundo GEISSBUEHLER et alii (1975), o componente (B) tem sido

FIGURA B. Distribuição do ¹⁴C em soja 'Ramson', aos oito dias após a sua aplicação (autoradiografia).

FIGURA 9. Distribuição do ¹⁴C em soja 'Ramson', aos oito dias após a sua aplicação em combinação com o alachlor (autoradiografia).

FIGURA 10. Distribuição do ¹⁴C em pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', aos nove dias após a sua aplicação. ¹⁴
Planta superior: ¹⁴C-linuron. Planta inferior: ¹⁴C-linuron em combinação com o alachlor (autoradiografia).

U.S. A. 1110 DE 1110
1110 DE 1110
1110 DE 1110

Rf

FIGURA 11. Análise de ^{14}C -linuron por cromatografia em camada fina (CCF), revelado em solução de benzeno/acetona a (2:1, v/v).

FIGURA 12. Análise por CCF de metabólitos de linuron, extraídos das folhas simples de soja 'Ramson', aos oito dias após a aplicação do ^{14}C -linuron e revelado em solução benzeno/acetona (2:1, v/v). A e B = conjugados de linuron; C = feniluréia; D = metoxilínuron e, E = linuron.

FIGURA 13. Análise por CCF de metabólitos de linuron, extraídos das folhas simples de soja 'Ramson', aos oito dias após a aplicação do ^{14}C -linuron em combinação com o alachlor e revelado em solução de benzeno/acetona (2:1, v/v). A e B = conjugados de linuron; C = feniluréia; D = metoxilinuron e, E = linuron.

FIGURA 14. Análise por CCF de metabólitos de linuron, extraídos dos cotilédones de pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', aos nove dias após a aplicação do ^{14}C -linuron e revelado em solução de benzeno/acetona (2:1, v/v). A e B = "conjugados de linuron; C = feniluréia; D = metoxilinuron e, E = linuron.

FIGURA 15. Análise por CCF de metabólitos de linuron, extraídos dos cotilédones de pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', aos nove dias após a aplicação do ^{14}C -linuron em combinação com o alachlor e revelado em solução de benzeno e acetona (2:1, v/v). A e B = conjugados de linuron; C = feniluréia; D = metoxiluron e, E = linuron.

difícil de observar, talvez devido a uma rápida transformação posterior da amina aromática. Por sua vez, LEE & FANG (1973), indicam na mesma sequência para monuron (do mesmo grupo das feniluréias), a ocorrência de complexos polipeptídicos, sem indicarem a ocorrência da anilina entre as várias formas de conjugados identificados. Uma vez que ocorrem razoáveis quantidades da substância B serão mantidas as denominações de conjugados A e B.

Os resultados obtidos com as raspagens de porções das placas de cromatografia e da técnica de cintilação líquida, mostraram diferenças de radioatividade para as diferentes quantidades destes metabólitos (Tabelas 25 e 26). Maiores quantidades do linuron alterado foram observadas na soja do que em pepino. Estas quantidades do ¹⁴

C-linuron metabolizado foram de 74,2 e 60,0 %, na soja (Tabela 25) e, de 20,8 e 19,5 %, em pepino (Tabela 26), no tratamento com ¹⁴C-linuron e na sua combinação com o alachlor, respectivamente.

Na soja (Tabela 25) a redução de 14,2 % nas quantidades do ¹⁴C-linuron metabolizado (linuron alterado), na sua combinação com o alachlor, indica um efeito adicional de fitotoxicidade na presença deste último, tendendo a reduzir a biomassa fresca das partes da planta e aumentar significativamente a concentração de ¹⁴C nas folhas simples. Não foram observadas diferenças significativas dentro de cada metabólito entre os tratamentos herbicidas. No entanto, maiores quantidades de ¹⁴C-linuron não alterado tenderam

TABELA 25. Distribuição da radioatividade do ^{14}C -linuron e possíveis metabólitos em partes da planta de soja 'Ramson', após a aplicação do ^{14}C -linuron só e em combinação com o alachlor, aos oito dias após o tratamento.

Variáveis	Distribuição do ¹⁴ C (dpm) ^{1,2}					Linuron alterado (%)
	Conjugados de linuron		Feniluréia	Metoxilínuron	Linuron não alterado	
	A	B				
Herbicidas						
¹⁴ C-linuron	6512a A ³	3230a AB	2178a B	1930aB	4832a AB	74,2
¹⁴ C-linuron + alachlor	4268a AB	2093a B	1525a B	1702aB	6561a A	60,0
Parte da planta						
Folhas compostas	3747 bcAB	1320 bAB	969abcB	2394aAB	4982 bcA	63,0
Folhas simples	16238a A	8440a B	4819ab BC	3859aC	12724a A	72,4
Cotilédones	4647 b A	3459a A	3677a A	2946aA	6404 b A	69,6
Epicótilo	888 bcA	1298 bA	280 cA	258aA	2031 cA	57,3
Hipocótilo	475 cA	579 bA	242 cA	299aA	2735 bcA	38,5
Raízes	3052 bcAB	774 bB	1122abcB	2244aB	5302 bcA	53,5

DMS. (0,05) = 3997

¹ A e B = metabólitos conjugados de linuron com β -D-glucosídeos e proteínas; C = 3,4 - diclorofeniluréia; D = (3,4-diclorofenil)-1-metoxiuréia e, E = 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metiluréia.

² Corrigido para ^{14}C -total absorvido pelas plantas, por tratamento.

³ Médias dentro de cada variável, seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

ocorrer na combinação com o alachlor, com a redução dos conjugados de linuron.

Por parte de planta, maiores quantidades de ¹⁴C-linuron e metabólitos foram observadas nas folhas simples da soja, apresentando a maior porcentagem do mesmo metabolizado, 72,4 %. Maiores quantidades do metabólito conjugado A, seguido pelo conjugado B, foram observadas nas folhas simples. As raízes, como principal ponto de entrada de materiais na planta, acumularam 10,8 % do material radioativo, metabolizando 53,5 % do mesmo.

Em pepino (Tabela 26), as quantidades do ¹⁴C-linuron metabolizado (linuron alterado) foram semelhantes em ambos os tratamentos herbicidas, havendo no entanto, como na soja, uma tendência a ocorrer menor biomassa fresca das plantas na sua combinação com o alachlor e um aumento de ¹⁴C nas folhas. As quantidades de ¹⁴C-linuron não alterado foram semelhantes, representando cerca de 80 % do total.

Por parte de planta, maiores quantidades do ¹⁴C-linuron e metabólitos foram observadas nos cotilédones, diferindo da soja e apresentando apenas 18,3 % do ¹⁴C-linuron metabolizado. As raízes acumularam 1,4 % do material radioativo, metabolizando 43,7 % do mesmo.

Nas comparações entre as duas espécies, observa-se que na soja, a espécie mais resistente aos efeitos do linuron, ocorreu maior absorção do ¹⁴C-linuron e maior grau de metabolização na região de acumulação do que em pepino, a espécie mais susceptível. SMITH et al. (1966)

TABELA 26. Distribuição da radioatividade do ^{14}C -linuron e possíveis metabólitos em partes da planta de pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', após a aplicação do ^{14}C -linuron só e em combinação com o alachlor, aos nove dias após o tratamento.

Variáveis	Distribuição do ¹⁴ C (dpm) ^{1,2}					Linuron alterado (%)
	Conjugados de linuron		Feniluréia	Metoxilí- nuron	Linuron não alterado	
	A	B				
Herbicidas						
¹⁴ C-linuron	532	210	345	470	5927	20,8
¹⁴ C-linuron + alachlor	153	580	329	259	5476	19,5
Partes da planta						
Folhas	23	489	283	297	5665	16,2
Cotilédones	1139	1069	943	727	15862	18,3
Hipocótilo	97	31	21	74	542	28,2
Raízes	83	50	103	350	757	43,7

DMS (0,05) = 1 repetição

¹ A e B = metabólitos conjugados de linuron com β -D-glucosídeos e proteínas; C = (3,4-diclorofeniluréia); D = (3,4-diclorofenil)-1-metoxiuréia e, E = (3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metiluréia.

² Corrigido para ^{14}C -total absorvido pelas plantas, por tratamento.

mostraram que espécies resistentes podiam contrabalançar injúrias de alachlor ao absorvê-lo em menores quantidades, ou mesmo em maiores quantidades, do que espécies susceptíveis. HOGUE & WARREN (1968) mostraram que o grau de metabolização do linuron é importante em espécies de plantas mais resistentes, bem como o local de acumulação. A importância do grau de metabolização em relação aos efeitos fitotóxicos foram também observados por COLBY (1965) e por ROSEMOND et alii (1975).

4.4.5. Distribuição do ¹⁴C e metabólitos na solução nutritiva

4.4.5.1. Distribuição do ¹⁴C em extratos de água e clorofórmio

Extratos de clorofórmio dos meios de cultura da soja (Tabela 27) não mostraram diferenças significativas de radioatividade entre ¹⁴C-linuron e sua combinação com o alachlor. Também não foram observadas diferenças significativas para pepino, nem mesmo para os extratos de radioatividade em água. Diferenças significativas foram observadas para os extratos da soja em água, sendo maior a radioatividade observada em ¹⁴C-linuron, do que na sua combinação com o alachlor. No tratamento ¹⁴C-linuron, na soja, o ¹⁴C da solução nutritiva mostrou valores mais baixos nos extratos de clorofórmio (que solubiliza substâncias não polares, como o ¹⁴C-linuron, tóxico, não metabolizado), e maiores em água (que solubiliza substâncias polares, como

TABELA 27. Distribuição do ^{14}C -total em extratos de cloro-
fórmio e água, nas soluções nutritivas de soja
'Ramson' e pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', tra-
tados com ^{14}C -linuron e combinação com alachlor.

Tratamento	Soja (dpm)		Pepino (dpm)	
	Extrato de clorofórmio	Extrato de água	Extrato de clorofórmio	Extrato de água
^{14}C -linuron	38.027aB ¹	141.948aA	9.488 aA	35.923aA
^{14}C -linuron + alachlor	74.518aA	95.686bA	21.467aA	20.636aA
DMS (0,05) =	37.964		NS	

¹ Para cada espécie vegetal, médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

metabólitos conjugados de ¹⁴C-linuron com glucosídeos ou proteínas, não tóxicos), tendendo a ocorrer o mesmo para o pepino. O acréscimo do alachlor ao ¹⁴C-linuron tendeu a aumentar as quantidades do ¹⁴C no extrato de clorofórmio, reduzindo-o no extrato em água. Isto indica um aumento de fitotoxicidade, causado pela redução da metabolização do ¹⁴C-linuron pela planta.

4.4.5.2. Metabólitos de ¹⁴C-linuron na solução nutritiva

Possíveis metabólitos de ¹⁴C-linuron e respectivas quantidades solúveis em clorofórmio e água, encontrados nas soluções nutritivas, são apresentados para soja (Tabela 28) e para pepino (Tabela 29).

Na soja (Tabela 28), extratos de clorofórmio apresentaram maiores quantidades do ¹⁴C-linuron não alterado no tratamento ¹⁴C-linuron com o alachlor do que no tratamento com ¹⁴C-linuron só. Em ambos os tratamentos foram observadas maiores quantidades do ¹⁴C-linuron não alterado, em relação aos demais metabólitos. Extratos em água apresentaram maiores quantidades do ¹⁴C-linuron alterado, conjugado A, no tratamento ¹⁴C-linuron do que na sua combinação com o alachlor. Em ambos os extratos, excluindo-se o metabólito predominante, os demais apresentaram-se quase que igualmente distribuídos, em quantidades muito inferiores.

No pepino (Tabela 29), as considerações feitas para a soja aplicam-se de modo geral também para esta espécie, apresentando quantidades de metabólitos do ¹⁴C-

TABELA 28. Extratos do ^{14}C -linuron e possíveis metabólitos solúveis em clorofórmio e água, exudados para soluções nutritivas da soja 'Ramson' tratada com ^{14}C -linuron só e em combinação com alachlor.

Tratamentos	Distribuição do ^{14}C (dpm) ¹					Linuron alterado (%)
	Conjugados de linuron		Feniluréia	Metoxilínuron	Linuron não alterado	
	A	B	C	D	E	
Extratos de cloroformio						
^{14}C -linuron	1160aB ²	1294aB	4080aB	1940aB	28823 bA	22,7
^{14}C -linuron +alachlor	1146aB	1286aB	2956aB	2772aB	65645a A	11,0
DMS. (0,05) = 13685						
Extratos de água						
^{14}C -linuron	87983 a A	8965aB	8965aB	6570aB	6570aB	94,5
^{14}C -linuron +alachlor	36896 bA	6667aA	6667aA	4884aA	4884aA	91,9
DMS. (0,05) = 32255						

¹ A e B = metabólitos conjugados de linuron com β -D-glucosídeos e proteína; C = 3,4-diclorofeniluréia; D = 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxiuréia e; E = 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metiluréia.

² Dentro de cada extrato, médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

TABELA 29. Extratos do ^{14}C -linuron e possíveis metabólitos solúveis em cloroformio e água, exudados para as soluções nutritivas do pepino 'Wisconsin SMR 58 Pickles', tratado com ^{14}C -linuron só e em combinação com alachlor.

Tratamentos	Distribuição do ¹⁴ C (dpm) ¹					Linuron alterado (%)
	Conjugados de linuron		Feniluréia	Metóxili- nuron	Linuron não alterado	
	A	B				
Extratos de cloroformio						
¹⁴ C-linuron	531aB ²	531aB	531aB	531aB	8968 bA	19,1
¹⁴ C-linuron + alachlor	477aB	477aB	477aB	477aB	19774 aA	8,8

DMS. (0,05) = 7695						

Extratos de água						
¹⁴ C-linuron	16920aA	5480aB	5480aB	360aB	360aB	98,7
¹⁴ C-linuron + alachlor	12950aA	3140aB	3140aB	1570aB	1570aB	93,0

DMS. (0,05) = 6000						

¹ A e B = metabólitos conjugados de linuron com β -D-glucosídeos e proteínas; C = 3,4-diclorofeniluréia; D = 3-(3,4-diclorofenil)-1-metoxiuréia e, E = (3,4-diclorofenil)-1-metoxi-1-metiluréia.

² Dentro de cada extrato, médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste DMS ao nível de 5%.

linuron proporcionalmente menores, em função de menores doses usadas no experimento.

Como foi visto no ítem anterior (Tabela 27), tanto na soja como no pepino, sob o efeito do tratamento $C-^{14}$ linuron, ocorreram menores quantidades do $C-^{14}$ nos extratos de clorofórmio do que em água, que tenderam a aumentar com adição do alachlor. Em clorofórmio foram observados também maiores quantidades de $C-^{14}$ linuron não alterado, que tendeu a aumentar ainda mais com a adição do alachlor. Na água observa-se maiores quantidades de conjugados de linuron em ambos os tratamentos. Menor grau de metabolização do $C-^{14}$ linuron ou aumento do $C-^{14}$ total no extrato de clorofórmio, no caso, significa aumento de fitotoxicidade à planta.

Estes resultados, obtidos em solução nutritiva, podem dar-nos indicações sobre a susceptibilidade das respectivas espécies de plantas em função das quantidades de $C-^{14}$ detectadas e graus de metabolização, verificadas nos respectivos extratos, considerando-se as respectivas quantidades dos produtos adicionadas às soluções nutritivas.

Nas condições do experimento, a aplicação dos herbicidas três e quatro dias após a germinação da soja ou de pepino, não permitiu observar os efeitos de proteção do alachlor contra os efeitos fitotóxicos do linuron, observados previamente para pepino em casa-de-vegetação, nas aplicações por ocasião do plantio.

A caracterização da fitotoxidez do linuron nas plantas, menor em soja do que em pepino, pode ser feita do seguinte modo: a) as absorções diárias de linuron e água são reduzidas progressivamente; b) ocorre maior absorção do linuron na soja do que em pepino; c) redução da biomassa de partes de planta, excetuando-se os cotilédones e o hipocótilo, na soja; d) maior acumulação do herbicida nas folhas simples, na soja, e nos cotilédones, em pepino; e) maior grau de metabolização do linuron na soja do que em pepino, com redução em ambos quando adicionado o alachlor.

Sob condições de campo é possível que combinações de herbicidas, como as de linuron e alachlor, sob variadas condições ambientais por ocasião da germinação, possam fazer com que a planta de soja seja protegida contra as injúrias de um deles, ou ao contrário, aumentados os seus efeitos fitotóxicos. Por outro lado, os efeitos das combinações dos herbicidas nas espécies daninhas e das condições ambientais por ocasião da sua germinação, também podem ser no sentido de aumentar o seu espectro de controle, ou reduzi-lo.

5. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos dados obtidos nos diferentes experimentos conduzidos permitem as seguintes conclusões:

a) as produções de soja, sob diferentes manejos da resteva de trigo e do solo, tiveram comportamentos iguais com populações de soja com cerca de 25 plantas/m na linha. Reduções significativas de população e produção de soja ocorreram com a queima da resteva em período seco de plantio e, com a permanência da resteva, em solo com alto teor de umidade ;

b) há evidências de que a interação da resteva de trigo e glyphosate, em soja, aumenta a altura das plantas e a biomassa do dossel e reduz a biomassa das raízes;

c) as combinações de paraquat e glyphosate com a mistura de alachlor e linuron controlaram *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Mollugo verticillata* e *Amaranthus* spp., mas não controlaram *Cyperus esculentus*, *Ipomoea* spp. e *Triticum aestivum*;

d) as injúrias do linuron em plantas podem ser reduzidas por alachlor, ao afetarem as raízes das mesmas, dependendo das espécies e combinações de doses;

e) espécies menos susceptíveis ao linuron,

como a soja, são capazes de absorvê-lo em maiores quantidades, devido a metabolização do produto em maior grau;

14
f) maior concentração de C-linuron e seus metabólitos ocorreram nas folhas simples, na soja e, nos cotilédones, no pepino;

g) os resíduos do herbicida linuron no solo foram maiores em CM do que em PD, onde são parcialmente interceptados pela resteva;

h) a infestação de *T. aestivum* foi reduzida com a queima da resteva; maiores infestações foram observadas com a permanência da resteva em CM;

i) a queima da resteva resultou na quebra de dormência de *A. artemisiifolia*, de sementes não destruídas pelo calor no solo, aumentando a sua infestação. Esta foi reduzida com a queima em período seco de plantio. Maiores infestações foram observadas também com a permanência da resteva ou remoção da parte ceifada, em PD;

j) infestações de *D. sanguinalis* e *M. verticillata* foram reduzidas por efeitos alelopáticos e/ou de sombreamento, com a permanência da resteva na superfície do solo, o que não ocorreu com *Amaranthus* spp. e *C. esculentus*;

k) infestações de *D. sanguinalis* e *M. verticillata* foram aumentadas com a queima da resteva de trigo, na ausência dos herbicidas;

l) o controle das espécies daninhas, com ou sem alachlor e linuron, foi maior em PD do que em CM, sendo exceção para *C. esculentus*, não controlada pelos herbicidas;

m) a infestação de *Ipomoea* spp. foi reduzida em PD; houve também evidência de redução com a permanência da resteva da cultivar de trigo usada.

6. LITERATURA CITADA

- AHMADI, M.S.; HADERLIE, L.C.; WICKS, G.A. Effect of stage and water stress on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control and on glyphosate absorption and translocation. Weed Sci., Champaign, 28:277-282, 1980.
- ALMEIDA, F.S.; OLIVEIRA, V.F.; RODRIGUES, B.N. Influência do sistema de preparo do solo na atuação dos herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 14, Campinas, 1982. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan. 1982. p.20-2.
- ALMEIDA, F.S. & RODRIGUES, B.N. Plantio Direto, p.341-99. In: Guia de Herbicidas: Contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina, IAPAR, 1985. 468p.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N.; VIDAL, R.A.; LEITE, C.R.F. Subsídio para o estudo do desempenho da cobertura morta na densidade de infestação das culturas de verão, em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, Campo Grande, 1986. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., p.13.

- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N.; VOSS, M.; LEITE, C.R. et al. Efeitos alelopáticos e de competição da *B. plantaginea* na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, Campo Grande, 1986. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., 1986. p.5-6.
- ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, P.A.; DAMIÃO FILHO, C.F.; MALHEIROS, E.B. Estudo dos efeitos inibitórios do caruru (*Amaranthus retroflexus*) sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, Campo Grande, 1986. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., 1986. p.3.
- ANDERSON, W.P. Weed Science: Principles, 2ed. New York, West Publishing Co., 1983. 655p.
- BANKS, P.A. & ROBINSON, E.L. Effect of straw mulch on preemergence herbicides. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 33, Hot Springs, 1980. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. Am., 1980, p.286.
- BAIRD, D.D.; UPCHURCH, R.P.; HOMESLY, W.B.; FRANZ, J.E. Introduction of a new broad spectrum post-emergence herbicide class with utility for herbaceous perennial weed control. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE CONFERENCE, 26, 1971. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1971. p.64-8.

- BELL, D.T. & KOEPPE, D.E. Noncompetitive effects of giant foxtail on the growth of corn. Agron. J., Madison, 64:321-325, 1972.
- BHOWMIK, P.C. & DOLL, J.D. Allelopathic activity of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and yellow foxtail (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) residues on corn and soybeans. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 35, Atlanta, 1982a. Proceedings, Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1982. p.65.
- BHOWMIK, P.C. & DOLL, J.D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. Agron. J., Madison, 74:601-606, 1982b.
- BOQUET, D.J. & WALKER, D.M. Influence of irrigation, seedbed preparation and seed treatment on double-cropped soybeans. In: LOUISIANA STATE UNIVERSITY. Annual Progress Report. 1981. Baton Rouge, 1981. p.1-262.
- BULLOCK, F.D. & JEFFERY, L.S. Weed control in no-tillage soybean-wheat double cropping system. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 33, Hot Springs, 1980. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1980. p.43.
- CHAPPEL, W.E. No-tillage studies in soybeans, corn and vegetables. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 27, Atlanta, 1974. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1974. p.100-8.

- CARRINGER, R.D.; RIECK, C.; BUSH, L.P. Effect of R-25.778 on EPTC metabolism in corn (*Zea mays*). Weed Sci., Champaign, 26:167-171, 1978.
- CHANCELLOR, R.J. Dormancy in weed seeds. Outlook on Agriculture, Yarnton, 11:87-93, 1982.
- COCHRAN, V.L.; ELLIOT, L.F.; PAPENDICK, R.I. The production of phytotoxins from surface crop residues. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 41:903-908, 1977.
- COLBY, S.R. Herbicide metabolism: N-glycoside of amiben isolated from soybean plants. Science, Washington, 150:619-620, 1965.
- COLLINS, F.C. & CAVINESS, C.E. Growth of soybeans on wheat straw residue. In: AMER. SOC. AGRON.; CROP SCI. SOC. AMER. & SOIL SCI. SOC. AMER., 70, Chicago, 1978. Agronomy Abstracts. Madison, Amer. Soc. Agron., 1978. p.92-3.
- COX, R.W. Factors affecting the growth and yield of double cropped soybeans. Arkansas, 1977. 89p. (Mestrado - Universidade de Arkansas).
- DEAL, M.N. & HESS, F.D. An analysis of the growth inhibitory characteristics of alachlor and metolachlor. Weed Sci., Champaign, 28:168-175, 1980.

- DROST, D.C. & DOLL, J.D. The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). Weed Sci., Champaign, 28:229-233, 1980.
- ERBACH, D.C. & LOVELY, W.G. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. Weed Sci., Champaign, 23:512-515, 1975.
- FOLONI, L.L. & ZAGATTO, A. Influência do preparo do solo nos sistemas convencional, reduzido e plantio direto na eficiência de alaclor + atrazine no controle de plantas daninhas e na produção do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, Belo Horizonte, 1984. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., 1984, p.69.
- FRENCH, C.M. & SANTELMANN, P.W. Herbicide systems for double cropping of no-tillage soybeans. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 31., New Orleans, 1978. Proceedings, Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1978. p.60.
- GEISSBUHLER, H.; MARTIN, H.; VOSS, G. The substituted ureas. In: KEARNEY, P.C. & KAUFMAN, D.D. Herbicides: Chemistry, Degradation and Mode of Action. New York, Marcel Dekker, Inc., 1975. p.209-291.

- GOREN, R. The effect of fluometuron on the behavior of citrus leaves. Weed Res., Osney Mead, 9:121-135, 1969.
- GORTNER, W.A. & KENT, M.J. The coenzyme requirement and enzyme inhibitors of pineapple indolacetic acid oxidase. J. Biol. Chem., Baltimore, 233:731-735, 1958.
- GROVER, R. Adsorption of picloran by soil colloids and various other adsorbents. Weed Sci., Champaign, 19:417-418, 1971.
- GUENZI, W.D. & McCALLA, T.M. Inhibition of germination and seedling development by crop residues. In: SOIL SCIENCE SOCIETY, 26, 1962. Proceedings. Madison, Soil Sci. Soc. of Am., 1962. p.456-8.
- GUENZI, W.D. & McCALLA, T.M. Phytotoxic substances extracted from soil. In: SOIL SCIENCE SOCIETY, 30, 1966. Proceedings. Madison, Soil Sci. Soc. of Am., 1966. p.214-6.
- GUENZI, W.D. & McCALLA, T.M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. Agron. J., Madison, 58:303-304, 1966.
- GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M.; NORSTADT, F.A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. Agron. J., Madison, 59:163-165, 1967.

- HARDCASTLE, W.S. Weed control in conventional, non-tilled and stable bed plantings of soybeans. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 26, New Orleans, 1973. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1973. p.88.
- HOGUE, E.J. & WARREN, G.F. Selectivity of linuron on tomato and parsnip. Weed Sci., Champaign, 16:51-54, 1968.
- HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. The World Worst Weeds: Distribution and Biology. Honolulu, East-West Center, Univ. Press of Hawaii. 1977. 320p.
- HUNT, T.W.; MONACO, T.J.; SHEETS, T.J. Residue and efficacy studies of alachlor of cabbage and soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, 105:929-932, 1980.
- KAPUSTA, G. Seedbed, tillage, and herbicide influence on soybean (*Glycine max*), weed control and yield. Weed Sci., Champaign, 27:520-526, 1979.
- KHAN, S.U.; GREENHALGH, R.; COCHRANE, W.P. Determination of linuron residue in soil. Bull. Environ. Contamination and Toxicology., New York, 13:602-610, 1975.
- KIMBER, R.W.L. The effect of time of rotting of straw from some grasses and legumes on the growth of wheat seedlings. Plant and Soil., The Hague, 38:347-361, 1973.

- LADLIE, J.S. Effect of trifluralin and metribuzin combinations on soybean tolerance to metribuzin. Weed Sci., Champaign, 25:88-93, 1977.
- LADLIE, J.S.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Effect of pH on metribuzin activity in the soil. Weed Sci., Champaign, 24:505-507, 1976.
- LEAVITT, J.R.C. & PENNER, D. Protection of corn (*Zea mays*) from acetanilide herbicidal injury with the antidote R-25.778. Weed Sci., Champaign, 26:653-659, 1978.
- LEE, S.S. & FANG, S.C. Metabolism of monuron in excised leaves of corn and bean plants. Weed Res., Osney Mead, 13:59-66, 1973.
- LIEBL, R. Allelopathic suppression of certain weeds in no-till cropping systems. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 35, Atlanta, 1982. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1982. p.316.
- LIEBL, R.A. & WORSHAM, A.D. Inhibition of pitted morning glory (*Ipomoea lacunosa* L.) and certain other weed species by phytotoxic components of wheat (*Triticum aestivum* L.) straw. J. Chem. Ecol., New York, 9:1 027-2 043, 1983a.

- LIEBL, R.A. & WORSHAM, A.D. Tillage and mulch effects on morning glory (*Ipomoea* spp.) and certain other weed species. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 36, Biloxi, 1983b. Proceedings, Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1983. p.405-14.
- LOWDER, S.W. & WEBER, J.B. Atrazine retention by crop residues in reduced tillage systems. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 32, Boston, 1979. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1979. p.303-7.
- MICKIETA, R.; ILNICKI, R.D.; JUSTIN, J.R. Weed control in double crop soybeans with herbicides applied alone and in combination with paraquat or glyphosate. In: NORTHEASTERN WEED SCIENCE SOCIETY, 31, 1977. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1977. p.61-9.
- MCCALLA, T.M. & HASKINGS, F.A. Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. Bacterial Rev. Baltimore, 28:181-207, 1964.
- MCWHORTER, T.N.J. & WILLS, G.D. Translocation of ¹⁴C-Glyphosate in soybeans (*Glycine max*) and Johnsongrass (*Sorghum halepense*). Weed Sci., Champaign, 28:113-118, 1980.
- MOSS, S.R. Some effects of burning cereal straw on seed viability, seedling establishment and control of *Alopecurus myosuroides* Huds. Weed Res., Osney Mead, 20:271-276, 1981.

- NORSTADT, F.A. & McCALLA, T.M. Microbial induced phytotoxicity in stubble mulched soil. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, 32:241-245, 1968.
- NASHED, R.B. & ILNICKI, R.D. Absorption, distribution and metabolism of linuron in corn, soybean, and crabgrass. Weed Sci., Champaign, 18:25-28, 1970.
- NORSTADT, F.A. & McCALLA, A. Microbial populations in stubble mulched soil. Soil Sci., Rutgers, 107:188-193, 1969.
- NYFFELER, A. & BLAIR, A.M. The influence of burnt straw residues on soil compactation on chlortoluron and isoproturon activity. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE-WEEDS, 14, Brighton, 1978. Proceedings. Craydon, British Crop Protection Council, 1978. p.113-119.
- NYFFELER, A.; GERBER, H.R.; HENSLEY, J.R. Laboratory studies on the behavior of the herbicide safener CGA-43 089. Weed Sci., Champaign, 28:6-10. 1980.
- PAPENDICK, R.I. & MILLER, D.E. Conservation tillage systems in the Pacific Northwest. J. Soil Conserv., Baltimore, 32:49-56, 1977.

- PATRICK, Z.A. & KOCH, L.W. Inhibition of respiration, germination, and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. Can. J. Botany, Ottawa, 36:621-647, 1958.
- PATRICK, Z.A.; KOCH, L.W.; TUSSON, T.A.; SNYDER, W.C. Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of plant residues. Phytopathology, Lancaster, 53:152-161, 1963.
- PATTERSON, D.T. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybeans (*Glycine max*). Weed Sci., Champaign, 29:53-59, 1981.
- PATTERSON, M.S. & GREENE, R.C. Measurement of low energy beta-emitters by liquid scintillation counting of emulsions. Anal. Chem., Washington, 37:854-857; 1965.
- PHILLIPS, R.E.; THOMAS, G.W.; BLEVINS, R.L. No-Tillage Research: Research Reports and Reviews. Lexington, University of Kentucky - Coll. Agric. and Agric. Exp. Sta., 1980. 151p.
- PINTO, H. & CORBIN, F.T. Absorption and translocation of tetrafluron in cotton (*Gossypium hirsutum*), jimsonweed (*Datura stramonium*), peanut (*Arachis hypogaeae*), and prickly sida (*Sida spinosa*). Weed Sci., Champaign, 28:557-565, 1980.

- PUTNAM, A.R.; BARNES, J.P.; DeFRANK, J. Components of Weed Control in no-tillage sustems. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 35, Atlanta, 1982. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1982, p.66.
- RODRIGUES, J.J.V.; WORSHAM, A.D.; CORBIN, F.T. Exudation of glyphosate from wheat (*Triticum aestivum*) plants and on interplanted corn (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*). Weed Sci., Champaign, 30:316-320, 1982.
- ROGERS, C. & WORTHINGTON, J.P. Evaluation of glyphosate in no-till double crop soybeans using varying volumes and pressures. In: NORTH CENTRAL WEED SCIENCE CONFERENCE, 31, 1976. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Am., 1976. p.32.
- ROSEMOND, J.M.; ZORNER, P.S.; WITT, W.W.; OLSON, G.L. Absorption and translocation of linuron in Nimblewill and Kentucky bluegrass. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 28, Memphis, 1975. Proceedings, Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1975. p.343.
- SANFORD, J.O.; MYHRE, D.L.; MERWINE, N.C. Double cropping systems involving no-tillage and conventional tillage. Agron. J., Madison, 65:978-982, 1973.
- SMITH, G.R.; PORTER, C.A.; JAWORSKI, E.G. Uptake and metabolism of ¹⁴C-labeled a-chloroacetamides by germinating seeds. In: AMERICAN CHEMICAL SOCIETY MEETING, 52, New York, 1966. Proceedings. New York, Amer. Chem. Soc., 1966. p.121.

- SMITH, J.W. & SHEETS, T.J. Uptake, distribution and metabolism of monuron and diuron by several plants. J. Agric. Food Chem., Easton, 15:577-581, 1967.
- SOMODY, C.N.; MICHIETA, R.W.; ILNICKI, R.D. Glyphosate and paraquat in combination with herbicides for weed control no-till double crop soybeans. In: NORTHEASTERN WEED SCIENCE SOCIETY, 32, New Orleans, 1978. Proceedings. Champaign, Weed Sci Soc. of Amer., 1978. p.52-5.
- STEINSIEK, J.W. & OLIVER, L.R. Effect of wheat straw and ash on field activity of preemergence herbicides. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 32, Boston, 1979. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1979. p.312.
- STEINSIEK, J.W.; OLIVER, L.R.; COLLINS, F.C. The effect of phytotoxic substances from wheat straw on selected weeds. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 33, Hot Springs, 1980. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1980. p.65.
- STONE, J.E.; BLUNDELL, M.J.; TANNER, K.G. The formation of allelopathic substances in wheat plants. Can. J. Chem., Ottawa, 29:734-745, 1951.
- STRANG, R.H. & ROGERS, R.L. A microradiographic study of ¹⁴C-diuron absorption by cotton. Weed Sci., Champaign, 19:355-362, 1971.

- STUCKY, J.M.; MONACC, T.J.; WORSHAM, A.D. Identifying seedling and mature weeds common in the Southeastern United States. Raleigh, NCARS & NCAES/NCSU, 1980. 197p.
- SWANSON, C.R. & SWANSON, H.R. Metabolic fate of monuron and diuron in isolate leaf discs. Weed Sci., Champaign, 16:137-143, 1968.
- THILSTED, E. & MURRAY, D.S. Effect of wheat straw on weed control in no-till soybeans. In: SOUTHER WEED SCIENCE SOCIETY, 33, Hot Springs, 1980. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1980. p.42.
- TOTH, J. & MILHAM, P.J. Burning reduces herbicides effect. Agr. Gaz., NSW, 84:62, 1973.
- TOTH, J. & MILHAM, P.J. Activated carbon and ash-carbon effects on the adsorption and phytotoxicity of diuron. Weeds Res., Osney Mead, 15:171-176, 1975.
- TRIPP, T.N.; BANKS, P.A.; HAMMEL, J.E.; McBRIDE, J.F. The effect of tillage systems on sicklepod interference with soybeans. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 36, Biloxi, 1983. Proceedings, Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1983. p.417-8.
- TYLER, B.H. Paraquat's role in no-tillage crop production in the Southeastern United States. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 22, 1969. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer., 1969. p.117-23.

- VEDOATO, R.A. & WILES, T.L. Estudo integrado de plantio direto, cultivo mínimo e controle de ervas daninhas em soja/trigo - Norte do Paraná. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 11, Londrina, 1976. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., 1976. p.97.
- VIDAL, R.A.; ALMEIDA, F.S.; MIZOKAMI, M.M. Efeito alelopático de extratos de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) no crescimento inicial de algumas culturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, Campo Grande, 1986. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., 1986. p.6.
- VOLL, E. Efeitos do ácido ferúlico em interações com densidades de soja (*Glycine max* (L.) Merr. cv. Bragg) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, Campo Grande, 1986. Resumos. Campinas, Soc. Bras. Herb. Ervas Dan., 1986. p.7.
- YORK, A.C. & SLIFE, F.W. Interaction of buthidazole and acetanilide herbicides. Weed Sci., Champaign, 29:461-468, 1981.
- WALKER, A. & CRAFT, D.V. The role of organic matter in adsoption of triazine herbicides by soils. In: Isotopes and Radiation in Soil Organic Matter Studies. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ATOMIC ENERGY AGENCY, 2, Viena, 1968. Proceedings. Viena, Atomic Energy Agency, 1968. p.91-108.

- WALKER, A. & ZIMBDAHL, R.L. Simulation of the peristence of atrazine, linuron and metolachlor in soil at different sites in the USA. Weed Res., Osney Mead, 21:255-265, 1981.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Alachlor. Linuron. In: HERBICIDE HANDBOOK, 4 ed., Champaign, 1983. 515p.
- WHITWELL, T.; BANKS, P.; BASLER, E.; SANTELMANN, P.W. Glyphosate absorption and translocation in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and activity on horsenettle (*Solanum carolinense*). Weed Sci., Champaign, 28:93-96, 1980.
- WILLIS, G.D. Factors affecting toxicity and translocation of glyphosate in cotton (*Gossypium hirsutum*). Weed Sci., Champaign, 26:509-513, 1978.
- WORSHAM, A.D. & LEWIS, W.M. No-tillage corn and soybeans with glyphosate. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 26, New Orleans, 1973. Proceedings. Champaign, Weed Sci. Soc. of Amer. 1973. p.43.

7. APÊNDICE

APÊNDICE 1. Chuvas, em mm, ocorridas em Rocky Mount e Clayton, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Data	Rocky Mount				Clayton			
	1981		1982		1981		1982	
	Junho	Julho	Junho	Julho	Junho	Julho	Junho	Julho
1	2,0	0,0	0,0	1,8	1,5	2,3	6,4	8,1
2	1,8	0,0	0,0	0,0	2,5	15,0	0,0	0,0
3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,8	27,4	0,0	0,8
4	5,6	52,1	13,7	0,0	0,0	9,7	26,7	10,7
5	1,0	0,0	42,2	11,2	0,0	0,0	0,0	5,1
6	0,0	1,0	0,0	0,0	20,3	2,3	26,2	0,0
7	8,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6
8	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	10,7	0,0
10	0,0	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0	8,6	12,7
11	0,0	0,0	28,4	9,4	0,0	0,0	13,7	6,1
12	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0
14	0,0	0,0	22,9	41,1	0,0	0,0	1,0	5,6
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
16	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	6,6	3,0	0,0
17	0,0	15,7	3,0	0,0	0,3	0,5	5,1	0,0
18	0,0	0,0	7,1	0,0	1,8	0,0	0,3	0,0
19	25,7 ¹	0,0	10,2	0,0	1,0	0,0	9,7	0,0
20	26,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
21	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	21,1	0,0	0,0
22	0,0	4,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	1,8	0,0	0,5	0,0	1,0	24,6
24	0,0	0,0	0,0	16,3	0,0	0,8	30,7	0,5
25	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	7,4	0,0	0,0
26	0,0	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	14,0	0,0
29	0,0	28,2	30,5	8,6	0,5	3,0	0,0	12,2
30	0,0	0,0	12,2	10,2	0,3	7,1	10,2	0,8
31	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	9,7
Total	72,4	122,7	177,3	121,1	37,1	103,1	180,8	89,4

¹Data de plantio.

APÊNDICE 2. Análise da variância para produções de soja obtidas em experimentos de campo, nos locais de Clayton¹ e Rocky Mount, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Teste F.05
Local-Ano (LO-ANO)	3	20.894.767,45	* ²
Blocos (BL) (LO-ANO)	11	16.978.426,98	
Resteva (R)	3	1.543.539,05	
R * LO-ANO	9	10.013.652,21	*
BL * R (LO-ANO)	33	4.522.974,64	
Cultivo do solo (C)	1	50.087,10	
C * LO-ANO	3	870.621,02	
C * R	3	209.479,69	
C * R * LO-ANO	9	620.676,79	
BL * C * R (LO-ANO)	44	5.209.915,90	
Herbicidas (H)	1	702.423,31	*
H * LO-ANO	3	1.357.922,35	*
H * R	3	394.505,74	
H * R * LO-ANO	3	1.077.630,63	
H * C	1	13.801,40	
H * C * LO-ANO	3	357.133,60	
H * R * C	3	351.941,55	
H * R * C * LO-ANO	9	1.715.676,11	
BL * H * R * C (LO-ANO)	88	10.175.428,85	

¹ Clayton, ano 1982, com três repetições.

² Significativo ao nível de probabilidade de 5%.

APÊNDICE 3. Análise da variância para populações de soja obtidos em experimentos de campo, nos locais de Clayton (CL) e Rocky Mount (RM), NC nos anos de 1981 e 1982.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados			
		Rocky Mount		Clayton	
		1981	1982	1981	1982
Blocos (BL)	3	72,80	22,59	33,89	200,79
Resteva (R)	3	1.481,42 ¹	23,69	35,53	147,38*
BL * R	9	77,14	46,16	69,23	68,48
Cultivo (C)	1	260,02*	0,78	1,20	2,34
C * R	3	81,05	6,03	9,05	36,61
BL (R * C)	12	121,69	34,38	51,56	37,10

¹ Teste-F significativo ao nível de probabilidade de 5%.

APÊNDICE 4. Análise de variância para contagem de espécies de plantas daninhas ($\sqrt{x + 1}$) em unidades experimentais de experimentos de campo, nos locais de Clayton e Rocky Mount, NC, nos anos de 1981 e 1982

Fonte de ~ variação	Trigo		G.L.	Soma dos quadrados			
	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados		Milha branca	Ançarinha Ambrosia	Gramma tapete	
Local-Ano (LO-ANO)	1	26,35* ¹	2	52,23*	158,17*	55,24*	52,83
Blocos (BL) (LO-ANO)	5	47,53	8	112,38	80,45	121,11	40,30
Resteva (R)	3	261,94*	3	3,63	37,53	42,79*	19,77
R * LO-ANO	3	63,88*	6	16,17	21,60	41,28*	49,52
BL * R (LO-ANO)	15	73,18	24	70,04	95,07	55,98	59,90
Cultivo (C)	1	81,60*	1	0,17	143,38*	67,20*	1,88
C * LO-ANO	1	44,99*	2	9,41	66,42*	39,67*	26,07
C * R	3	3,27	3	23,50	24,28	26,03	42,73
C * R * LO-ANO	3	6,59	6	27,79	28,55	31,99	38,69
BL * R * C (LO-ANO)	20	39,72	32	140,01	185,92	104,41	149,86
Herbicidas (H)	1	1,86	1	0,48	18,16*	1,84	15,09
H * LO-ANO	1	0,43	2	28,36*	26,94	4,22	73,21
H * R	3	3,98	3	1,03	13,56	3,41	2,90
H * R * LO-ANO	3	6,32	6	4,78	16,42	3,68	7,37
H * C	1	0,00	1	0,96	2,48	2,30	0,01
H * C * LO-ANO	1	2,28	2	10,90	49,29*	1,38	0,17
H * R * C	3	1,65	3	4,78	16,31	3,18	0,92
H * R * C * LO-ANO	3	8,09	6	5,31	21,20	3,79	16,13
BL * H * R * C (LO-ANO)	40	129,87	64	150,83	279,02	59,00	197,48

¹ Teste-F significativo ao nível de probabilidade de 5%.

APÊNDICE 5. Análise da variância para contagens de espécies de plantas daninhas ($\sqrt{x + 1}$) em unidades experimentais extras, sem herbicidas residuais, de experimentos de campo, nos locais de Clayton e Rocky Mount, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Fonte de variação	Milhã		G.L.	Soma dos quadrados			
	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados		Trigo	Ançarinha branca	Ambrosia	Gramma tapete
Local-Ano (LO-ANO)	2	462,80* ¹	3	41,82	1871,22*	294,24*	70,80*
Blocos (BL) (LO-ANO)	8	82,97	11	201,65	180,65	472,09	568,01
Resteva (R)	3	176,47	3	337,33*	7,21	0,92	457,03*
R * LO-ANO	6	45,85	9	115,74	199,48*	167,16*	132,10*
BL * R (LO-ANO)	24	82,79	33	208,74	235,94	142,60	198,36
Cultivo (C)	1	565,10*	1	508,02*	244,74*	4,36	985,16*
C * LO-ANO	2	42,28*	3	162,87*	1049,29*	409,08*	86,87*
C * R	3	1,36	3	197,53*	29,72	94,50*	56,27
C * R * LO-ANO	6	33,57	9	121,62	110,56	84,60	101,75
BL * R * C (LO-ANO)	32	144,22	44	291,89	257,61	298,36	342,60

¹ Teste-F significativo ao nível de probabilidade de 5%.

APÊNDICE 6. Análise da variância para contagens de espécies de plantas daninhas ($\sqrt{x + 1}$) em unidades experimentais de experimentos de campo, em Clayton, NC, nos anos de 1981 e 1982.

Fonte de variação	Graus de liberdade (G.L.)	Soma dos quadrados		G.L.	Soma dos quadrados
		Caruru	Tiririca		
Bloco (BL)	3	70,06	2,76	2	76,94
Resteva (R)	3	10,54	22,15	3	12,66
BL (R)	9	16,38	44,08	6	8,67
Cultivo (C)	1	55,00* ¹	100,75*	1	79,44*
C * R	3	2,90	3,46	3	1,23
BL (R * C)	12	128,92	52,78	8	5,24
Herbicidas (H)	2	997,56*	27,02	2	0,60
H * R	6	26,98	77,62*	6	4,16
H * C	2	66,00*	13,19	2	1,51
H * R * C	6	16,66	94,25*	6	0,97
BL (H * R * C)	48	325,19	263,80	32	28,11

¹ Teste-F significativo ao nível de probabilidade de 5%.

APÊNDICE 7. Estimativa dos parâmetros de modelos e valores de R^2 para os dados de altura de plantas de soja (mm), biomassa fresca do dossel (cg) e biomassa seca das raízes (cg), para combinações de doses de ácido ferúlico e glyphosate.

Parâmetro	Doses (ppm)		Parâmetros				R ²	
	Ácido ferúlico	Glyphosate	Â	Ê	Ê	Ê		
Altura de plantas	0 a 300	0	300,75	0,185	-	-	0,76	
	0 a 300	0,75	294,25	0,218	-	-	0,76	
	0 a 300	1,50	288,36	1,035	-0,0029	-	0,89	
	0 a 300	2,25	301,61	0,889	-0,0025	-	0,91	
	0 a 300	3,00	295,11	2,176	-0,0184	0,00004	0,83	
	75	0 a 3,00	300,50	21,000	-	-	0,72	
	150	0 a 3,00	331,00	15,000	-	-	0,44	
	225	0 a 3,00	351,78	64,238	-29,5238	-	0,90	
	Peso fresco do dossel	0 a 300	$\bar{X}$	521,00	1,020	-0,0032	-	0,80
		$\bar{X}$	0 a 3,00	591,69	-17,960	-	-	0,51
Peso seco das raízes	0 a 300	0	24,10	-0,033	-	-	0,87	
	0	0 a 3,00	24,15	-3,500	-	-	0,84	

APÊNDICE 8. Distribuição do ^{14}C -radioativo nas absorções diárias, partes das plantas de soja e pepino, e nas suas respectivas soluções nutritivas, para os tratamentos de ^{14}C -linuron e sua combinação com alachlor em experimentos conduzidos em câmara de crescimento

Itens	Soja ¹		Pepino ²	
	^{14}C -Linuron	^{14}C -Linuron + alachlor	^{14}C -Linuron	^{14}C -Linuron + alachlor
----- DPM -----				
A) Absorção diária de ^{14}C ³				
1. Adicionados à solução	422.172		112.605	
- Restante na solução de HOAGLAND	342.607		90.713	
- Deixada na solução dos tratamentos	124.698	159.290	35.456	45.634
- Absorvido pelas plantas (2)	217.909	183.317	55.257	45.079
B) Determinado nas plantas				
1. ^{14}C absorvido pelas partes das plantas (2)	152.755	163.712	39.345	35.734
2. ^{14}C retido no filtro (não determinado)	65.154 (29,9%) ⁴	19.605 (10,7%)	15.912 (28,8%)	9.345 (20,7%)
3. ^{14}C -linuron metabólitos	159.720	153.180	39.690	44.050
C) Determinado na solução nutritiva				
1. ^{14}C total na solução ⁵	179.975	170.204	45.411	42.103
- ^{14}C em extratos de clorofórmio	38.027	74.518	9.488	21.467
- ^{14}C em extratos de água	141.948	95.686	35.923	20.636
2. ^{14}C -linuron metabólitos ⁵	156.352	133.803	39.692	44.052
- em extratos de clorofórmio	37.297	73.805	11.092	21.682
- em extratos de água	119.055	59.998	28.600	22.370

¹Soja: A) médias de três tratamentos; B) e C) médias de dois experimentos.

²Pepino: um experimento.

³Determinado em 2ml de 100ml de solução.

⁴Porcentagem sobre ^{14}C -total absorvido pelas plantas.

⁵Determinado pelo somatório dos extratos de ^{14}C em clorofórmio e água.