EFEITOS DA INTERAÇÃO DO EPTC COM ALDICARB
E CARBOFURAN EM PLANTAS DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.)

LÚCIA HELENA SIGNORI MELO DE CASTRO
Bióloga

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VICTÓRIA FILHO

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração:
Fitotecnia

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Castro, Lúcia Helena Signori Melo de

Efeitos da interação do EPTC com aldicarb e carbofuran em plantas de feijoeiro
(*Phaseolus vulgaris* L.) / Lúcia Helena Signori Melo de Castro. - - Piracicaba, 1997
80 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,
1997.

Bibliografia.

1. Feijão 2. Inseticida-herbicida (interação) 3. Redutase de nitrato I. Título.

CDD 635.652

EFEITOS DA INTERAÇÃO DO EPTC COM ALDICARB E
CARBOFURAN EM PLANTAS DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.)

LÚCIA HELENA SIGNORI MELO DE CASTRO

Aprovada em: 2/4/1997

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Ricardo Victória Filho

ESALQ/USP

Dr. Eduardo Antonio Bulisani

IAC

Dr. Robert Deuber

IAC

Prof. Dr. Ricardo Victória Filho
Orientador

Aos meus pais
Nelson (*in memoriam*) e Palmira
Exemplos de dedicação e dignidade
minha gratidão e homenagem.

Ao meu esposo Orlando
e à nossa filha Letícia
fontes de profundo amor
dedico

Agradecimentos

- Ao Professor Dr. Ricardo Victória Filho, pela orientação, ensinamentos e amizade;
- Ao Pesquisador Científico Dr. Robert Deuber, do Instituto Agrônomo, pelo incentivo desde o início da nossa formação profissional, e especialmente pela grande amizade e empenho pessoal na execução deste trabalho;
- Ao Pesquisador Científico Dr. Reinaldo Forster, de e com quem muito aprendemos de agricultura;
- À Pesquisadora Científica Dr.^a Maria Luiza Carvalho Carelli, do Instituto Agrônomo, pela colaboração nas análises de laboratório;
- Aos Professores do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela formação técnico-científica;
- À Técnica em Processamento de Dados, Margarete Aparecida das Chagas, pela digitação e editoração da Dissertação;
- Aos Colegas de curso, pelo agradável convívio e demais pessoas que, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho;
- Ao Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, pela oportunidade do treinamento;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pela concessão da bolsa de pós-graduação e,
- À Deus, que tudo torna possível.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Efeitos do EPTC em plantas	5
2.2. Efeitos de aldicarb e carbofuran em plantas ...	10
2.3. Efeitos da associação de diferentes defensivos em plantas cultivadas	15
2.4. Efeitos de defensivos e do nitrogênio na atividade da redutase de nitrato	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Cultivares	24
3.2. Herbicida	25
3.3. Inseticidas	26
3.4. Primeiro experimento	28
3.5. Segundo experimento	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1.	Altura das plantas do feijoeiro 'Aroana' em cm (média de 6 plantas).	36
Figura 2.	Altura das plantas do feijoeiro 'Carioca' em cm (média de 6 plantas).	38
Figura 3.	Produção de matéria seca das raízes de duas plantas do feijoeiro 'Aroana' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).	40
Figura 4.	Produção de matéria seca das raízes de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).	41
Figura 5.	Produção de matéria seca da parte aérea de duas plantas do feijoeiro 'Aroana' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).	43
Figura 6.	Produção de matéria seca da parte aérea de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).	44
Figura 7.	Número de vagens por vaso com duas plantas do feijoeiro 'Aroana', na colheita (média de 3 vasos).	45
Figura 8.	Número de vagens por vaso com duas plantas do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média 3 vasos).	46

Figura 9. Produção de matéria seca de vagens + grãos de duas plantas do feijoeiro 'Aroana' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).	47
Figura 10. Produção de matéria seca de vagens + grãos de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).	49
Figura 11. Altura das plantas do feijoeiro 'Carioca' em cm, aos 22 DAS (média de 4 vasos).	51
Figura 12. Altura total das plantas do feijoeiro 'Carioca' em cm, aos 41 DAS (média de 4 vasos).	53
Figura 13. Produção de matéria seca da parte aérea de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, aos 22 DAS (média de 4 vasos).	54
Figura 14. Produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).	56
Figura 15. Número total de vagens do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).	57
Figura 16. Número de vagens "sadias" do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).	58

Figura 17. Produção de matéria seca de vagens sem grãos do feijoeiro 'Carioca', em g/vaso, na colheita (média de 4 plantas).	59
Figura 18. Número de grãos do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).	60
Figura 19. Produção de grãos por planta do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 repetições).	64
Figura 20. Atividade da enzima redutase de nitrato em feijoeiro 'Carioca', aos 8 dias da aplicação de KNO_3	66
Figura 21. Atividade da enzima redutase de nitrato em feijoeiro 'Carioca', aos 24 dias da aplicação de KNO_3	67

LISTA DE TABELAS

Página

- Tabela 1.** Altura da planta, produção de matéria seca de raízes e parte aérea, número de vagens e produção de matéria seca de vagens + grãos, do feijoeiro 'Aroana', 1.º experimento. 34
- Tabela 2.** Altura da planta, produção de matéria seca de raízes e parte aérea, número de vagens e produção de matéria seca de vagens + grãos, do feijoeiro 'Carioca', 1.º experimento. 35
- Tabela 3.** Altura da planta, produção de matéria seca da parte aérea, e das vagens sem grãos, do feijoeiro 'Carioca', 2.º experimento. 50
- Tabela 4.** Número total de vagens, número de vagens "sadias", número e produção de grãos do feijoeiro 'Carioca', na colheita, 2.º experimento. 63
- Tabela 5.** Atividade da enzima redutase de nitrato em feijoeiro 'Carioca', aos 8 e 24 dias após a aplicação de KNO_3 , 2.º experimento. 65

EFEITOS DA INTERAÇÃO DO EPTC COM ALDICARB E
CARBOFURAN EM PLANTAS DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.)

Autora: Lúcia Helena Signori Melo de Castro

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Victória Filho

RESUMO

Dois experimentos foram realizados em casa-de-vegetação, no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agrônomo com o objetivo de estudar os efeitos da interação do herbicida EPTC (S-etil-dipropiltiocarbamato) com os inseticidas aldicarb [2-metil-2-(metiltio)-propionaldeído-0-(metilcarbamoil)-oxima] e carbofuran [2,3-diidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil-0-metil-carbamato], aplicados isoladamente ou em mistura, com e sem adição de nitrogênio, sobre o desenvolvimento do feijoeiro e na ação da enzima redutase de nitrato.

Utilizou-se terra de um latossolo vermelho-escuro de textura barrenta, esterilizado com brometo de metila, peneirado e colocado em vasos de alumínio com capacidade para 5 litros.

No primeiro experimento foram estudados o aldicarb e o carbofuran nas doses de 1, 2 e 3 kg i.a. ha⁻¹, combinados com 0 e 50 kg N ha⁻¹, com os cultivares Aroana e Carioca.

Na avaliação realizada aos 36 dias após a semeadura (DAS) o cultivar Aroana, apresentou valores menores de altura nos tratamentos com aldicarb a 2 kg ha⁻¹, sem N, e carbofuran a 2 e 3 kg ha⁻¹ combinados com N.

No segundo experimento utilizou-se o cultivar de feijão Carioca, e o herbicida EPTC a 3,6 kg ha⁻¹, isolado e associado aos inseticidas aldicarb e carbofuran a 2 kg ha⁻¹, todos com 0 e 50 kg N ha⁻¹, na forma de KNO₃.

Foi medida a altura das plantas e obtida a produção de matéria seca (PMS) da parte aérea aos 22 e 41 DAS e, o número de vagens, PMS de vagens, produção de grãos de cada tratamento, na colheita.

O tratamento com EPTC, isolado, sem N, apresentou retenção de crescimento aos 41 DAS, com menor medida de altura da planta.

Considerando-se os valores de número total de vagens, número de vagens sadias, PMS de vagens sem grãos, número de grãos e produção de grãos, o aldicarb e o carbofuran a 2 kg ha⁻¹ e aldicarb + EPTC, estimularam o crescimento, do feijoeiro 'Carioca' associado ou não ao N.

O aldicarb, quando associado ao EPTC, propiciou produção significativamente superior nos tratamentos com e sem N.

As determinações da atividade da enzima redutase de nitrato, efetuada nas folhas trifolioladas, recentemente expandidas, do feijoeiro 'Carioca', resultou em maior atividade da enzima, aos 8 dias após a adubação com KNO_3 . A associação do aldicarb + EPTC, com e sem N, aumentou a atividade enzimática, o mesmo ocorrendo com o carbofuran sem N, aos 24 dias.

INTERACTION EFFECTS OF EPTC WITH ALDICARB AND
CARBOFURAN IN BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) PLANTS

Author: Lúcia Helena Signori Melo de Castro

Adviser: Prof. Dr. Ricardo Victória Filho

SUMMARY

In order to study the interaction effects of the herbicide EPTC (S-ethyl-dipropylthiocarbamate) applied alone or with the insecticides aldicarb [2-methyl-2-(methylthio)-propionaldehyde-0-(methylcarbamoyl)-oxime] and carbofuran [2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methylcarbamate], with and without nitrogen, on the growth of common bean plants and the activity of the nitrate reductase enzyme, two experiments were carried out in greenhouses at the Centro Experimental de Campinas, Instituto Agronômico.

Soil of a loamy dark-red latosol, was sterilized, sieved and put in aluminum pots with capacity for 5 liters.

In the first experiment aldicarb and carbofuran were tested at 1, 2 and 3 kg a.i. ha⁻¹, combined or not with 50 kg N ha⁻¹, using the cultivars Aroana and Carioca.

Evaluation done at 36 days after seeding (DAS), showed that cv. Aroana had lower heights with aldicarb at 2 kg ha⁻¹, without N and carbofuran at 2 and 3 kg ha⁻¹, with N.

In the second experiment, using only cultivar Carioca, aldicarb and carbofuran were applied at 2 kg ha⁻¹ and EPTC, at 3,6 kg ha⁻¹, alone and associated with the insecticides, all with or without N at 50 kg ha⁻¹, in the KNO₃ form.

The plant height and the dry matter production (DMP) were measured at 22 and 41 DAS and the number of pods, DMP of pods and the grain yield, at harvest, for all treatments.

EPTC, alone and without N, caused growth retention at 41 DAS, with the lowest height.

Considering the values of total number of pods, number of healthy pods, DMP of pods without seeds,

number of seeds and seed yield, for the cv. Carioca, aldicarb and carbofuran at 2 kg ha^{-1} and aldicarb plus EPTC showed stimulatory effects on the bean plants in the presence or absence of nitrogen. With this association the yield was significantly higher in the treatments with and without N.

Nitrate reductase activity at 8 days after KNO_3 application, in the recently expanded leaves of the cv. Carioca, was enhanced. The association of aldicarb plus EPTC, in the presence or absence of nitrogen, increased enzyme activity, as occurred with carbofuran without N, at 24 days.

1. Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), leguminosa de alto valor nutritivo, ocupa lugar de destaque entre os produtos agrícolas do Brasil, constituindo-se na principal fonte de proteína vegetal de parte ponderável da população do país.

A produção brasileira atingiu 2,6 milhões de toneladas em 1994, ocupando uma área de 3,5 milhões de hectares, com um rendimento médio de 732 kg/ha (Yokoyama et al., 1996). A evolução da produção brasileira tem sido função mais da incorporação de novas áreas para cultivo do que na melhoria das técnicas culturais. Entre os principais agentes naturais que contribuem para a baixa produtividade, destacam-se a grande quantidade de insetos, plantas daninhas e doenças que atacam a cultura do feijão. Por esta razão, um dos métodos para o incremento da produtividade do feijoeiro é o controle desses agentes com a aplicação de defensivos ao solo, geralmente realizada na semeadura ou no início do ciclo da cultura com o objetivo de proteger as plantas, quer por ação de contato quer sistêmica.

Dentre os defensivos aplicados por esse método, estão o aldicarb e carbofuran, de amplo uso na agricultura e eficientes no controle de insetos e nematóides. Uma das vantagens desses compostos, que agem sistemicamente, é a de controlar unicamente as pragas que atacam as plantas tratadas, preservando os insetos benéficos no ambiente.

Para controle das espécies monocotiledôneas de modo geral e de grande número de dicotiledôneas daninhas é indicada a aplicação, em pré-plantio incorporado, do herbicida EPTC, considerado bastante seletivo para o feijoeiro.

A aplicação simultânea de herbicidas e inseticidas nas culturas está se tornando uma prática rotineira nas regiões de agricultura mais adiantada, onde há carência de mão-de-obra, podendo resultar interações favoráveis ou não às plantas cultivadas, dependendo de ocorrer sinergismo ou antagonismo entre os compostos aplicados, à mesma planta, em associação ou épocas próximas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da interação do herbicida EPTC, com os inseticidas aldicarb e carbofuran, aplicados isoladamente ou em mistura, com e sem adição de nitrogênio, sobre o desenvolvimento do feijoeiro e na atividade da enzima redutase de nitrato.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) constitui a principal fonte de proteína vegetal para grande parte da população brasileira e representa um produto de destacada importância nutricional, econômica e social. A cultura do feijão, no entanto, apresenta uma série de problemas, que resultam em instabilidade de produção e de produtividade, baixa rentabilidade para o produtor e oferta a preços razoáveis ao consumidor.

O incremento da produtividade da cultura do feijão pode ser obtido através da melhoria da constituição genética da espécie ou das práticas culturais, que incluem adequado nível de fertilidade, preparo do solo, populações de plantas e um controle adequado das plantas daninhas, doenças e insetos.

Segundo Blanco et al. (1969); Vieira (1970); Almeida et al. (1983) as plantas daninhas aparecem com grande destaque entre os fatores que limitam a produção do feijoeiro, reduzindo drasticamente o rendimento por unidade

de área, principalmente se a interferência se estabelecer nos primeiros 30 dias.

Embora o Brasil esteja entre os primeiros produtores mundiais de feijão, sua produtividade está aquém dos níveis desejados, sendo a presença de agentes naturais, durante todo o ciclo da cultura e no armazenamento, um fator importante na redução da produtividade e da oferta do produto no mercado (Milanez, 1992).

Sendo uma planta que apresenta ciclo curto, o feijoeiro pode ser cultivado duas ou três vezes no mesmo ano agrícola. Em decorrência disso e da variação estacional nas populações de pragas, condições climáticas, cultivares e práticas de cultivo utilizadas, os prejuízos à cultura oscilam nas diferentes épocas de plantio e a cada ano. De maneira global, as perdas no rendimento causadas pelas pragas têm sido estimadas na faixa de 33 a 86% (Arruda, 1960 e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1981).

Atualmente encontram-se no mercado diversos agroquímicos, de amplo espectro de ação, para uso na cultura do feijão.

Os herbicidas, por exemplo, sendo produtos químicos, atuam nas plantas, podendo afetar reações bioquímicas do metabolismo ou serem degradados, com posterior incorporação dos produtos dessa degradação em substâncias formadas nas plantas.

2.1. Efeitos do EPTC em plantas

Dentre os herbicidas recomendados para a cultura do feijão, o EPTC e o trifluralin foram os mais estudados (Coelho & Val, 1966; Lopes et al., 1971; Deuber & Forster, 1974 e 1978; Deuber et al., 1979; Alcântara, 1980 e Silva et al., 1980).

O herbicida EPTC foi o primeiro do grupo dos tiocarbamatos a ser introduzido na agricultura. Controla essencialmente gramíneas anuais, algumas plantas daninhas latifoliadas e apresenta ação inibitória sobre as ciperáceas. É utilizado apenas em pré-plantio incorporado, dada a sua alta volatilidade, fazendo-se a incorporação logo após a aplicação e à profundidade de 5 a 10 cm (Rodrigues & Almeida, 1995).

Victória F.^o (1975) apresenta ampla revisão bibliográfica sobre a tolerância da cultura do feijão ao EPTC, mesmo em doses elevadas, assim como a persistência da sua ação herbicida no solo, mostrando ser o EPTC eficiente no controle das espécies monocotiledôneas de modo geral e grande número de espécies dicotiledôneas que são daninhas à cultura.

O herbicida EPTC, mesmo apresentando grande seletividade ao feijoeiro, poderá interferir com aspectos metabólicos e nutricionais dessa planta. Assim é que, em

doses elevadas, verificou-se retenção inicial do crescimento, verde mais intenso das folhas e retardamento do ciclo (Deuber & Forster, 1974).

Ashton & Crafts (1973) afirmam que espécies dicotiledôneas tratadas com EPTC podem produzir folhas curvadas em forma de cálice com tecido necrótico em torno dos bordos. Isso resulta do movimento apoplástico desse herbicida. Quantidades fitotóxicas nos hidatódios, na ponta e nas extremidades inferiores, ao longo do bordo, podem resultar em pontos necróticos e folhas deformadas. Em doses maiores, culturas podem também apresentar esses sintomas, mas usualmente se recuperam dessa condição.

Gentner (1966) verificou que o EPTC inibia a deposição de cera na face externa de folhas de alface. Esta inibição estava diretamente correlacionada com a dose de EPTC aplicado.

Fang & Yu (1959), citados por Fang (1969), estudaram a taxa de degradação de EPTC-S³⁵ em sementes germinadas de feijão, ervilha, milho, cevada e trigo. Verificaram que em plantas resistentes ao herbicida a degradação era maior que em plantas suscetíveis. O enxofre radioativo do EPTC estava incorporado ao ácido cisteico, cistina, metionina, sulfono-metionina e dois outros compostos não identificados. Somente uma pequena quantidade foi encontrada em sulfato orgânico.

Ashton (1963), em estudos metabólicos com o EPTC, não encontrou efeitos significativos sobre a fotossíntese em feijão "red kidney". A inibição da fixação de CO_2 exigia altas concentrações e longas exposições. Ademais, a típica ação fitotóxica deste herbicida é a inibição de crescimento em estágio quando a fotossíntese ainda não é importante. Em concentração relativamente alta o EPTC inibia notadamente, tanto a absorção do fósforo como o consumo de oxigênio. A esterificação do fósforo era mais intensa que a utilização do oxigênio. Devido às altas concentrações exigidas o autor questionou a importância do EPTC na fisiologia.

Fang (1969) apresentou o seguinte esquema de degradação das moléculas de tiocarbamatos em plantas e animais: a molécula é provavelmente hidrolisada na ligação de éster com a formação de um mercaptano, de CO_2 e de uma amina. O mercaptano poderia ser convertido em álcool e depois oxidado. O enxofre do mercaptano pode ser incorporado em aminoácidos contendo o enxofre. Todas as marcações com C^{14} usadas nesses estudos deram origem a $^{14}\text{CO}_2$. O $^{14}\text{CO}_2$ pode, então, ser fixado na fotossíntese, ou incorporado em diversos compostos, tais como frutose, glucose, serina, treonina, alanina, ácido aspártico e glutâmico.

Diversos estudos foram também realizados procurando conhecer melhor as possíveis influências do EPTC na absorção de nutrientes e composição das partes das plantas.

Voevodin (1969) aplicou EPTC à cultura da soja nas doses de 3,0 a 4,5 kg ha⁻¹, incorporado, em condições de baixa precipitação, verificando que o herbicida não afetou significativamente o conteúdo de óleo ou proteína das sementes.

Wilkinson & Hardcastle (1970) aplicaram EPTC nas doses de 0,14 a 4,48 kg i.a. ha⁻¹ a plantas de *Cassia obtusifolia* L. Houve decréscimo dos teores de ácidos graxos de cadeia longa nas folhas com o aumento da dose. A espessura da cutícula diminuiu com a elevação da dose. As camadas epidermais superiores foram reduzidas em 15% e as inferiores em 20% da espessura.

Zagatto (1974), utilizando análise por ativação neutrônica não destrutiva, não verificou alteração nos teores de Al, Mn, Cl, Na e K em plantas do feijoeiro comum, tratadas com doses normais de EPTC, trifluralin, nitralin, DCPA ou fluorodifen.

Deuber & Hiroce (1974) aplicaram EPTC à cultura do feijão nas doses de 4,32 e 5,76 kg i.a. ha⁻¹, em solo argiloso, em condições de campo, para verificar a

influência do herbicida na absorção de N, P, K, Ca e Mg. Em análise desses nutrientes, realizada trinta e dois dias após a semeadura, não foram verificadas alterações nos caules ou nas folhas.

Deuber (1976) estudando a influência do EPTC na absorção e no teor de macronutrientes no feijoeiro 'Carioca' observou que nas doses de 1, 2 ou 4 kg ha⁻¹ não afetou o desenvolvimento da cultura, a absorção ou teor de macronutrientes em folhas e caules, no início do florescimento, nem os teores de macronutrientes nas vagens ou sementes, na colheita. As doses de 8 e 16 kg EPTC ha⁻¹ causaram atraso do ciclo da cultura, redução do crescimento, de absorção de nutrientes, número de plantas por área e produção de sementes. Os teores dos macronutrientes foram mais elevados, de modo geral, nas folhas, caules ou vagens, ocorrendo maior acúmulo de K nas vagens, na colheita.

Verifica-se que, além da concorrência exercida pelas plantas daninhas e os estudos realizados sobre a grande seletividade do herbicida EPTC sobre o feijoeiro, os danos também causados por insetos e nematóides à cultura podem resultar em redução da produção até perda total, dependendo da intensidade do ataque.

2.2. Efeitos de aldicarb e carbofuran em plantas

Um método eficiente de controle de pragas é a aplicação de defensivos ao solo, geralmente realizada na semeadura ou no início do ciclo das culturas, protegendo a planta por ação de contato e sistêmica.

Segundo Bennet (1957), inseticidas sistêmicos ou endoterapêuticos são definidos como compostos que são absorvidos pela planta e translocados em quantidade suficientes para torná-la tóxica para insetos por um período de tempo limitado.

De acordo com Metcalf (1956), citado por Ripper (1957), as propriedades necessárias para um inseticida ser considerado sistêmico são: **(1)** suficiente solubilidade em água para tornar o composto capaz de mover-se na seiva da planta; **(2)** capacidade para penetrar na planta através das raízes, folhas e caule; **(3)** uma vez na planta, o inseticida sistêmico deve apresentar suficiente estabilidade para capacitá-lo a exercer o grau necessário de ação inseticida residual.

Dentre os defensivos aplicado ao solo, estão aldicarb e carbofuran, de amplo espectro de uso na agricultura, eficientes no controle de insetos, ácaros e nematóides.

Extensivos ensaios de campos, em nível mundial demonstraram que aldicarb controla eficazmente mais de 75 espécies de insetos e ácaros e pelo menos 40 espécies de nematóides (Union Carbide, 1983).

Tem-se observado, em diversas espécies de plantas, que o uso de aldicarb está associado ao aumento de seu vigor e a respostas de incremento de crescimento, independentemente do controle de insetos.

As alterações verificadas têm sido: aumento no crescimento dos brotos ou aumento no diâmetro do talo ou do tronco em plantas de citros, bananeiras e cana-de-açúcar (Union Carbide, 1983), porte mais elevado em plantas de milho, aumento do ciclo do feijoeiro, verde mais intenso e aumento do rendimento e qualidade da fibra de algodão (Union Carbide, 1976).

Soares et al. (1996) verificaram que o aldicarb controla eficientemente o pulgão (*Aphis gossypii* Glover), propicia plantas de algodão vigorosas, com mais fitomassa, maior número de folhas e maior comprimento e diâmetro do caule, estimulando a precocidade e aumento na produção de algodão e não afeta a população de artrópodes predadores.

Durant (1989) verificou influência na precocidade e na produção do algodoeiro com o uso dos inseticidas chlordimeform e aldicarb, apesar do autor atribuir tal fato ao eficiente controle dos insetos.

Dick & Harris (1975) em estudos referentes às respostas de crescimento da cana-de-açúcar, realizados na África do Sul, indicam que o tratamento com aldicarb resulta em germinação mais rápida, em sistema radicular mais vigoroso, maior perfilhamento (resultando em mais colmos por planta), além de maior altura e diâmetro dos colmos.

De Bortoli & Giacomini (1981) avaliando a eficiência de inseticidas granulados sistêmicos, aplicados em várias doses, observaram aumentos consideráveis no número de vagens e peso de grãos, nos tratamentos com aldicarb a 1 e 2 kg i.a. ha⁻¹.

Mediante o controle de insetos, ácaros e nematóides, as formulações do aldicarb não apenas aumentaram a produtividade, como também melhoraram a qualidade de grande número de culturas. Além do mais, em virtude do caráter virótico de várias doenças estar associado à ocorrência de certos insetos ou nematóides, o controle dessas pragas pelo aldicarb, freqüentemente, resulta na supressão da doença, com correspondentes aumentos na produção e na qualidade.

Foi comprovada a melhoria na qualidade do amendoim, bem como na produtividade, resultante da aplicação parcelada do aldicarb. Em experimentos realizados por Minton & Morgan (1974), a aplicação do aldicarb reduziu a porcentagem de plantas infectadas pelo fungo *Sclerotium rolfsii*, melhorando assim a qualidade do amendoim. Isto é, especialmente, evidente se o aldicarb é aplicado no início da penetração dos esporões, quando a proteção contra os nematóides que atacam as vagens, é muito importante.

O aldicarb também aumenta a produtividade de beterraba açucareira pela redução de populações de insetos, que são vetores de doenças viróticas. A supressão de doenças pelo aldicarb tem sido documentada em numerosos experimentos de campo. Vírus amarelos constituem um grupo de vírus em beterraba açucareira que podem reduzir a produtividade em 30% e o teor de açúcar de 3 a 4%. Estas doenças, geralmente, são disseminadas pelo pulgão verde do pessegueiro (*Myzus persicae*). Segundo Krause (1978) o inseticida aldicarb controla eficazmente esse vetor reduzindo, desta maneira, a incidência do vírus.

Inúmeros produtos à base de metil-carbamato têm sido desenvolvidos por diversos laboratórios em todo o mundo nas últimas décadas. Entre estes carbamatos destaca-se também, o inseticida-nematicida carbofuran, que pode ser

usado em aplicações foliares controlando insetos através da ação de contato, ingestão e incorporação ao solo, sendo absorvido pelas raízes das plantas e translocado para as folhas, controlando insetos de solo, nematóides, e ao mesmo tempo, os insetos que atacam as partes aéreas das plantas.

Qualquer que seja o modo de aplicação, o carbofuran dá proteção às plantas, favorecendo o seu desenvolvimento, podendo elevar a produtividade em alguns casos.

Apple (1971) observou que o inseticida carbofuran tem efeito positivo no crescimento de plantas de milho, em condições de campo, não sendo fitotóxico mesmo quando colocado próximo à semente.

Pless et al. (1971) em estudos de campo com a cultura do fumo plantado em solo tratado com carbofuran ou disulfoton, observaram que as plantas atingiram a maturação mais cedo e produziram mais, que o fumo não tratado. O aumento no crescimento, aparentemente, foi uma resposta fisiológica das plantas aos inseticidas, e somente foi observado em solos com altas doses de fosfato. O mecanismo de estímulo da planta parece estar relacionado com um efeito do inseticida no metabolismo da planta.

Penner & Early (1973) estudaram os efeitos de herbicidas sobre a distribuição e o metabolismo do

carbofuran, em cevada e milho. Constataram que butylate inibiu levemente o metabolismo do inseticida em raízes de milho, e chlorbromuron, na parte aérea da cevada.

2.3. Efeitos da associação de diferentes defensivos em plantas cultivadas

Herbicidas e inseticidas, freqüentemente, são aplicados às culturas simultaneamente ou em seqüência num curto período de tempo. Cada defensivo é aplicado para controlar determinados tipos de organismos vivos, isto é, herbicidas para controlar plantas daninhas e inseticidas, insetos. Individualmente, os defensivos não são prejudiciais, quando as práticas recomendadas de aplicação são seguidas. Entretanto, a tolerância das plantas a um determinado defensivo pode ser alterada pela presença de um outro.

A tolerância de uma cultura a um herbicida pode ser reduzida devido à interação sinérgica entre o herbicida e o inseticida (Hatzios & Penner, 1985; Reynolds et al., 1991). Essas interações, mais comumente, envolvem inseticidas organofosforados.

Hamill & Penner (1973) verificaram redução do comprimento de radícula e aumento da respiração em plântulas de cevada, com a combinação do herbicida butylate com o inseticida carbofuran, sendo o milho tolerante à combinação desses dois defensivos do grupo dos carbamatos.

Danos à cevada pela ação sinérgica de carbofuran com o herbicida alachlor (Hamill & Penner, 1973) parecem estar relacionados com a maior absorção do alachlor pelas plantas, cujas sementes tinham sido tratadas com carbofuran, resultando em maior acúmulo de alachlor nas raízes, acentuado pela redução do metabolismo do herbicida na presença do carbofuran.

Os efeitos da interação fitotóxica, medidos em sementes de cevada e milho tratadas com carbofuran combinado com chlorbromuron, foram também estudados por Hamill & Penner (1973) que verificaram o efeito sinérgico da combinação dos defensivos pela redução do comprimento da radícula em plântulas de cevada e da área foliar e massa de matéria seca de plântulas de milho, redução da fotossíntese líquida em milho e cevada e aumento da respiração em cevada.

Segundo Revelo (1965); Smith (1968) e Souza (1972), inseticidas carbamatos ou fosforados aplicados juntamente com o propanil, ou pouco depois, causaram danos ao arroz, ao passo que misturas de propanil com hidrocarbonetos clorados não foram prejudiciais.

Bowling & Hudgins (1966) relataram injúria devida à combinação do propanil, herbicida seletivo para a cultura do arroz, com inseticidas organofosforados, tal como o malathion.

Bowling & Hudgins (1966) e Matsunaka (1968) verificaram que o herbicida propanil, quando aplicado após os inseticidas que inibem a hidrólise da enzima arilacilamidase, causam danos e podem reduzir a produção da cultura do arroz.

Bowling & Flinchum (1968) e Khodayari et al. (1986) observaram interação sinérgica entre o propanil e o inseticida organofosforado, metil paration, causando injúria ao arroz (*Oryza sativa*, L 'Bond').

Segundo El-Refai & Mowafy (1973); Frear & Still (1968); Matsunaka (1968) e Yih et al. (1968), sinérgismo do herbicida propanil com inseticidas carbamatos ou organofosforados ocorre na cultura do arroz porque esses inseticidas inibem a hidrólise da enzima, que é responsável pela inativação do propanil.

Muitas culturas são tolerantes ao herbicida diuron e aos inseticidas sistêmicos disulfoton e forate, quando aplicados isoladamente nas doses recomendadas. Entretanto, quando os referidos defensivos são aplicados ao solo, simultaneamente, pode ocorrer fitotoxicidade sinérgica em condições de campo ou de casa-de-vegetação.

Disulfoton aplicado no sulco aumentou a injúria de monuron ou diuron, quando utilizados em pré-emergência (Hacskayalo et al., 1964; Nash, 1967 e Hatzios & Penner, 1985).

O forate elevou a absorção de prometrine em plantas de feijão (Parks et al., 1972). Por outro lado, o disulfoton agravou injúrias, causadas por norea e terbutrin em plantas de sorgo, mas em combinação com atrazine, causou redução de injúrias (Penner, 1974).

Penner (1974) relata, ainda, que diazinon e fensulfotion, inseticidas fosforados, causaram redução do teor de atrazine nas hastes em plântulas de soja de seis dias, tendo o diazinon reduzido este teor, também, nas raízes.

Nash (1968) observou a fitotoxicidade sinérgica, resultante da persistência de diuron no solo, herbicida do grupo das uréias substituídas, combinado com os inseticidas organofosforados, disulfoton e forate, sobre plântulas de aveia, algodão e milho. Milho e algodão foram mais tolerantes que a aveia ao diuron e a combinação de diuron e de inseticidas.

Swanson C. & Swanson H. (1968) verificaram que em discos de folhas de algodão, tratados simultaneamente com monuron e carbaryl, ocorria a inibição da posterior

degradação de monometil monuron, indicando efeito do inseticida no metabolismo do herbicida. Esta inibição não foi constatada em relação ao carbofuran, nem quando o monuron foi aplicado isolado, pois não foi afetada a conversão de monuron a monometil monuron. O disulfoton reduziu a degradação do monuron em algodoeiro, portanto, diminuindo a tolerância da cultura.

Hammond (1983), Hayes et al. (1979) e Jonhson (1970) observaram que o herbicida metribuzin interage antagonicamente com os inseticidas organofosforados forate, disulfoton e terbufos causando fitotoxicidade severa, redução da população de plantas e da produção de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill). Hammond (1983) confirmou redução da produção quando metribuzin foi aplicado em pré-emergência sobre a cultura de soja, tratada com disulfoton, entretanto, metribuzin associado ao nematicida organofosforado fenamifos ou aos inseticidas carbamatos, aldicarb e carbofuran não causaram danos significantes à soja. Assim como linuron, associado ao forate ou disulfoton, não reduziram a população de soja ou a produção de grãos (Hayes et al., 1979).

Arle (1968) relatou que forate ou disulfoton, adicionado aos tratamentos com trifluralin em plântulas de algodoeiro, mostraram maior crescimento com aumento no

número de raízes secundárias na área de incorporação, sendo o forate mais eficiente que o disulfoton nessa resposta.

Combinações, em pós-emergência, de bentazon com inseticidas organofosforados causaram danos à soja e ao feijão, mas não ao milho (Campbell & Penner, 1982).

Blanco et al. (1980) verificaram que o uso do inseticida carbofuran, seguido do herbicida tebuthiuron, causou clorose acentuada ao longo do limbo foliar, secamento das folhas, a partir do ápice e da margem do limbo e paralisação do crescimento das plantas de cana-de-açúcar. O uso isolado de carbofuran e tebuthiuron não afetou o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar.

Alguns trabalhos são citados na literatura sobre aumento da tolerância de uma cultura a um herbicida devido à interação antagônica com um inseticida. Interações benéficas entre herbicidas e inseticidas foram relatados por Hassawy & Hamilton (1971).

York et al. (1991) concluíram, em experimentos de campo, que a aplicação de disulfoton e forate reduziram eficientemente a clorose, a retenção de crescimento e morte das plântulas de algodão, causadas pela aplicação de clomazone.

Estudos de antagonismo entre herbicidas e inseticidas organofosforados aplicados ao solo, na cultura

do algodão, foram realizados por El-Dodo et al. (1988) com fenamifos e lactofen.

Disulfoton e forate, comparados com aldicarb, não alteram a resposta do algodoeiro aos herbicidas do grupo das imidazolinonas, imazaquim e imazethapyr (York & Wilcut, 1993).

Corbin & Sheets (1968) observaram que vários inseticidas organofosforados reduzem a fitotoxicidade de vernolate sobre pepino (*Cucumis sativus* L.).

2.4. Efeitos de defensivos e do nitrogênio na atividade da enzima redutase de nitrato

O nitrogênio é considerado como quarto elemento mais abundante na composição das plantas, depois do carbono e dos elementos da água, fazendo parte da estrutura dos aminoácidos, nucleotídeos e coenzimas (Epstein, 1972).

O processo de assimilação do nitrato é de grande importância para o crescimento da planta, porque é o principal composto nitrogenado inorgânico absorvido pelas raízes. De fato, o nitrato é a forma de nitrogênio mais comumente absorvida pelas plantas cultivadas; as formas reduzidas de nitrogênio, presentes ou aplicadas, como fertilizantes sofrem rápida nitrificação em solos agricultáveis (Magalhães, 1975).

Na via de assimilação de nitrato, a primeira das várias enzimas envolvidas nesse processo é a redutase de nitrato, que é considerada o passo limitante na incorporação do nitrogênio mineral em compostos orgânicos (Beevers & Hageman, 1969).

Um fato característico no metabolismo do nitrato, em plantas superiores, é a sua suscetibilidade às variações ambientais. Tem sido estabelecido que a luz, temperatura, déficit hídrico, nutrição mineral, reguladores de crescimento, defensivos e composição genética, todos influenciam a capacidade de redução do nitrato (Beevers & Hageman, 1969).

Herbicidas, tais como: as triazinas, uréias, diazinas, bipiridilos, fenóis e benzonitrilos inibem a atividade da redutase de nitrato, mas dinitroanilinas e amidas (excluindo propanil) não têm efeito em sua atividade (Srivastava, 1980). Em trigo, Churchill & Klepper (1978) verificaram que o ametrine inibe a ação da enzima.

Meeks & Evans (1978) verificaram que o fungicida clorotalonil aumentou a atividade da redutase de nitrato em 30%, quando as folhas de soja são tratadas com o fungicida, duas semanas antes da colheita.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, objeto deste trabalho, foi desenvolvido em casa-de-vegetação no Centro Experimental de Campinas e na Seção de Fisiologia, do Instituto Agrônomo, Campinas (SP), utilizando-se terra proveniente da camada 0-20 cm de um latossolo vermelho-escuro de textura barrenta, previamente esterilizado com brometo de metila, peneirado e colocado em vasos de alumínio com cinco litros de capacidade. A análise física e química do solo apresentou os resultados indicados à seguir:

Argila, g/kg	287
Limo, g/kg	50
Areia fina, g/kg	268
Areia grossa, g/kg	395
pH (CaCl ₂)	6,1
M.O., g/kg	27
P, mmol _c /dm ³	1
K, mmol _c /dm ³	2,3
Ca ²⁺ , mmol _c /dm ³	25
Mg ²⁺ , mmol _c /dm ³	8

determinados segundo método preconizado por RAIJ & QUAGGIO (1983).

3.1. Cultivares

Utilizaram-se sementes básicas de feijão, cultivar Carioca e Aroana fornecidas pela Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo.

O cultivar Carioca apresenta plantas de porte alto, com hábito de crescimento indeterminado, pendão longo, ciclo vegetativo ao redor de noventa dias. As folhas de tamanho médio, lisas e de coloração verde-oliva. As flores são brancas e as sementes, de tamanho médio, com teor de proteína ao redor de 21%, oblongas, bicolores, de fundo castanho claro, com estrias de tom havana. O hilo é branco, tendo ao redor um halo alaranjado. Qualidades culinárias ótimas, de cozimento bastante rápido e apresentando caldo claro e denso. Possui tolerância às principais moléstias, principalmente as viroses. Apresenta alta produtividade. A vagem contém em média seis sementes e a massa de cem sementes varia entre vinte e trinta gramas (Almeida et al., 1971).

Pompeu (1978) apresenta para o cultivar Aroana as seguintes características: hábito de crescimento indeterminado, com guia curto, tipo arbustivo, internódios curtos e maturação praticamente uniforme. Possui hastes e folíolos verdes com flores de cor branca, iniciando o

florescimento aos 35-40 dias após a emergência. As vagens são levemente achatadas, retas de cor verde-clara em início de maturação e palha quando madura. A altura da planta é variável, de acordo com o ambiente onde se desenvolvem, podendo atingir até 0,60 m; o ciclo de semeadura à colheita é de 90-100 dias. É resistente ao Grupo Brasileiro I de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib) e, em condições de campo, ao fungo da ferrugem (*Uromyces phaseoli* (Reb.) Wint, var. *typica* Arth) e ao vírus do mosaico comum (*Marmor phaseoli*).

3.2. Herbicida

O herbicida utilizado no experimento foi o EPTC (S-etil-dipropiltiocarbamato) que apresenta a seguinte fórmula estrutural:

O EPTC é um líquido âmbar claro com odor com características de amina; o peso molecular é 189,3; a

densidade, 0,96 g/cm³ a 20°C; tem ponto de ebulição a 235°C; a solubilidade em água é 370 ppm a 20°C; é solúvel em acetona, álcool etílico, querosene, MIBK, xileno; a pressão de vapor 34×10^{-3} mm Hg a 25°C (WSSA, 1989).

O herbicida EPTC foi aplicado na formulação EPTAM 6E, contendo 720 g de ingrediente ativo, isoladamente ou em mistura com os inseticidas aldicarb e carbofuran.

3.3. Inseticidas

O aldicarb [2-metil-2-(metiltio) propionaldeído-O-(metil carbamoil) oxima] ingrediente ativo das formulações Temik possui notável atividade sistêmica contra insetos, ácaros, além de excelentes propriedades nematicidas, apresentando a seguinte fórmula estrutural:

O Temik é formulado somente como produto granulado, para reduzir o risco potencial do aldicarb para homens e animais. O aldicarb apresenta-se como um sólido cristalino, de cor branca, odor ligeiramente sulfuroso, pressão de vapor $1,0 \times 10^{-4}$ mm Hg a 25°C, solúvel em acetona,

benzeno, tetraclore de carbono, clorofórmio, metil isobutil cetona, tolueno, água, não apresenta nenhuma reação fotoquímica, sendo relativamente não polar. Nos experimentos foi utilizada a formulação granulada Temik 10 G, contendo 100 g de aldicarb kg^{-1} .

Furadan é marca registrada para formulações do inseticida-nematicida contendo o ingrediente ativo denominado carbofuran [2,3-diidro-2,2 dimetil-7-benzofuranil -0-metil-carbamato], com a seguinte fórmula estrutural:

Furadan formulado como pó seco, granulado e suspensão líquida apresenta sua matéria ativa como um sólido cristalino branco, de odor levemente fenólico; como tem pressão de vapor muito baixa (2×10^{-5} mm Hg a 33°C) faz com que as formulações comerciais não emitam vapores tóxicos, é também compatível com a maioria dos inseticidas, acaricidas, fungicidas e herbicidas comumente usados, não devendo ser misturado com produtos de natureza alcalina. Foi utilizada a formulação Furadan, pó molhável, contendo 750 g de carbofuran kg^{-1} .

3.4. Primeiro experimento

Devido ao elevado número de tratamentos, o experimento foi subdividido em duas fases. Na 1.^a fase foram estudados os cultivares de feijão Aroana e Carioca, aplicando-se os inseticidas aldicarb e carbofuran nas doses de 1, 2 ou 3 kg i.a. ha⁻¹, combinados com 0 e 50 kg N ha⁻¹. Havia três repetições para cada tratamento, adotando-se o delineamento inteiramente casualizado.

Os tratamentos com aldicarb receberam terra até 5 cm da superfície dos vasos. Por se apresentar sob forma granulada, misturaram-se 200 g de terra, finamente peneirada, ao aldicarb, para melhor homogeneização do produto e fez-se a aplicação sobre os vasos, dispostos em uma área de 2 m², usando-se uma lata perfurada no fundo, recebendo cada vaso a dose correspondente à sua área. A seguir os vasos receberam mais 1 cm de terra, para que as sementes não ficassem em contato direto com o inseticida. Fez-se a semeadura colocando-se cinco sementes por vaso, à 4 cm de profundidade, dos cultivares Aroana e Carioca, completando-se os vasos com terra sem defensivo. Fez-se o desbaste logo após a emergência, deixando-se duas plantas em cada vaso, as com melhor desenvolvimento e homogêneas.

Para o carbofuran colocaram-se os vasos já semeados e com terra até a superfície, em uma área de 2 m² e fez-se a aplicação do carbofuran com um pulverizador manual Excelsior, que apresenta volume residual e baixa pressão, e capacidade de 2 litros, em sentido cruzado, utilizando 200 ml de calda para esta área.

Aos 15 dias após a semeadura (DAS) fez-se a aplicação de N, na forma de sulfato de amônio, em solução aquosa, sobre a superfície dos vasos.

Para acompanhar o crescimento foi medida a altura das plantas do feijoeiro, da base do caule ao 1.º, 2.º e 3.º folíolos formados, aos 22, 36 e 53 DAS, respectivamente. Foram obtidas massas de produção e matéria seca da parte aérea e raízes na amostragem final, aos 90 dias. A amostragem final consistiu na colheita de duas plantas de cada repetição e de cada tratamento, cortando-as ao nível do solo e separando-as em raízes, parte aérea e vagens com grãos e colocando-se em secador com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, para secagem até massa constante. Fez-se a separação das raízes, emborcando-se os vasos sobre uma peneira para eliminação da terra. As raízes foram então lavadas e postas para secar.

Na distribuição dos vasos dentro da casa-de-vegetação, foi observada a casualização tanto para

os cultivares quanto para os inseticidas aplicados, além disso, periodicamente, efetuou-se um rodízio dos mesmos de maneira a se evitar efeito de local no interior da casa-de-vegetação. Todos os vasos foram irrigados diariamente com quantidade de água não determinada, entretanto, cuidou-se de evitar tanto o encharcamento da terra e a percolação, quanto a falta de água, mantendo-se o solo sempre perto de sua capacidade de campo.

3.5. Segundo experimento

Os tratamentos estudados neste experimento foram os seguintes:

	kg i.a. ha ⁻¹
1.Sem inseticida, sem herbicida	-
2.Aldicarb	2,0
3.EPTC	3,6
4.Aldicarb + EPTC	2,0 + 3,6
5.Carbofuran	2,0
6.Carbofuran + EPTC	2,0 + 3,6

Cada tratamento foi combinado com 0 e 50 kg N ha⁻¹.

Os vasos com o tratamento EPTC foram completados com terra esterilizada até a superfície e dispostos em uma área de 2 m² para a aplicação, realizada da mesma forma como descrita anteriormente, para o carbofuran. A seguir retirou-se a terra até 8 cm de profundidade dos vasos, colocando-a sobre um lençol plástico, para a incorporação do herbicida, e movimentando-o de modo a homogeneizar a distribuição do produto na terra.

Para os tratamentos apenas com o EPTC, retornou-se a terra tratada, até 4 cm da superfície do vaso, colocando-se as sementes, completando-se a seguir o volume.

Nos tratamentos com aldicarb + EPTC, seguiu-se o processo já descrito para o aldicarb, utilizando-se terra tratada com o EPTC.

A aplicação dos inseticidas aldicarb e carbofuran e a semeadura de 6 sementes/vaso do feijão cultivar Carioca foram realizadas da mesma maneira anteriormente descrita. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

Foi medida a altura das plantas e obtida a massa de matéria seca da parte aérea aos 22 e 41 DAS. Na amostragem final aos 92 dias foram colhidas as vagens de uma planta por vaso, obtendo-se o número de vagens, massa de matéria seca de vagens sem grãos e o número e a produção de grãos do feijoeiro, de cada tratamento.

Aos 13 DAS fez-se a aplicação de N na forma de KNO_3 , e aos 8 e 24 dias desta foi retirada uma planta por vaso, para análise da atividade da enzima redutase de nitrato, nas folhas.

A atividade *in vivo* da enzima redutase de nitrato, com a adição de nitrato ao meio de reação, foi determinada de acordo com o método descrito por Carelli & Magalhães (1981).

As determinações foram efetuadas nas folhas trifolioladas, recentemente expandidas do feijoeiro 'Carioca', aos 20 e 36 DAS e, respectivamente 8 e 24 dias após a aplicação de KNO_3 . A atividade da enzima foi referida em $\mu\text{ Mol de NO}_2^-$ formado por grama de massa fresca de tecido, por hora ($\mu\text{ Mol de NO}_2^- \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$).

Todos os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise estatística para comparação dos tratamentos pelo teste F. As diferenças entre médias foram estabelecidas através do teste de Duncan, considerando-se sempre o nível de 95% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as plantas de feijão apresentaram as características de desenvolvimento normal nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos. Os valores de altura, produção de matéria seca de raízes, parte aérea, número de vagens e produção de matéria de vagens + grãos das plantas de feijão, obtidos no 1.º experimento são encontrados nas Tabelas 1 e 2.

Na Figura 1 estão apresentados os valores de altura das plantas de feijão, do cultivar Aroana, das avaliações realizadas aos 22, 36 e 53 DAS. Com 0 kg N ha⁻¹ verificou-se para os tratamentos com aldicarb nas doses de 2 e 3 kg ha⁻¹, e aldicarb a 1 kg ha⁻¹, com 50 kg de nitrogênio, aos 22 dias, valores menores de altura para o 'Aroana', em relação aos tratamentos sem inseticidas.

Tabela 1. Altura da planta, produção de matéria seca de raízes e parte aérea, número de vagens e produção de matéria seca de vagens + grãos, do feijoeiro 'Aroana', 1.º experimento.

	'Aroana'						
	Altura da planta/dias			Produção de matéria seca		Número de vagens	Produção de matéria seca
	22	36	53	raízes	parte aérea		vagens + grãos
0 kg N ha ⁻¹		cm			g		g
1. Sem inseticida	11,0	12,3ab*	16,1	0,87	3,50	7	6,47abcd
2. Carbofuran 1 kg ha ⁻¹	10,6	12,1ab	15,1	1,40	3,47	5	5,50 cd
3. Carbofuran 2 kg ha ⁻¹	10,7	11,7abc	14,7	1,60	3,10	6	5,60 cd
4. Carbofuran 3 kg ha ⁻¹	10,7	12,2ab	14,6	1,50	3,20	5	5,73 cd
5. Aldicarb 1 kg ha ⁻¹	11,0	12,3ab	15,5	1,07	3,63	6	5,83 cd
6. Aldicarb 2 kg ha ⁻¹	9,3	9,8 c	15,2	1,60	5,00	7	8,83a
7. Aldicarb 3 kg ha ⁻¹	10,0	11,1abc	14,7	1,30	4,27	6	8,47ab
50 kg N ha ⁻¹							
1. sem inseticida	11,3	13,1a	16,1	1,63	4,20	7	6,23 bcd
2. Carbofuran 1 kg ha ⁻¹	11,7	11,7abc	16,1	1,57	3,77	5	6,23 bcd
3. Carbofuran 2 kg ha ⁻¹	9,3	10,5 bc	14,2	1,73	3,80	5	5,10 d
4. Carbofuran 3 kg ha ⁻¹	9,6	10,8 bc	14,0	1,90	4,20	7	7,70abc
5. Aldicarb 1 kg ha ⁻¹	9,0	11,0abc	14,2	1,63	4,63	7	6,43 bcd
6. Aldicarb 2 kg ha ⁻¹	10,9	12,0ab	14,8	1,57	4,10	8	6,76abcd
7. Aldicarb 3 kg ha ⁻¹	10,3	11,5abc	14,9	1,93	4,27	6	7,20abcd
C.V. %	14,42	13,30	12,10	27,31	17,58	18,04	19,12

* médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

Tabela 2. Altura da planta, produção de matéria seca de raízes e parte aérea, número de vagens e produção de matéria seca de vagens + grãos, do feijoeiro 'Carioca', 1.º experimento.

	'Carioca'						
	Altura da planta/dias			Produção de matéria seca		Número de vagens	Produção de matéria seca
	22	36	53	raízes	parte aérea		vagens + grãos
	cm	cm	cm	g	g		g
0 kg N ha⁻¹							
1. Sem inseticida	8,2 abc*	9,9	12,3 bcd	1,17	3,50	6	6,67
2. Carbofuran 1 kg ha ⁻¹	7,5 bc	9,2	11,3 cd	0,87	3,37	6	6,40
3. Carbofuran 2 kg ha ⁻¹	8,9 a	10,2	12,7 abc	0,90	5,17	3	4,97
4. Carbofuran 3 kg ha ⁻¹	8,4 abc	9,8	11,5 bcd	1,13	4,00	6	8,30
5. Aldicarb 1 kg ha ⁻¹	8,0 abc	9,2	12,5 bcd	0,63	4,13	5	6,23
6. Aldicarb 2 kg ha ⁻¹	7,5 bc	9,9	11,0 d	1,96	5,13	5	6,73
7. Aldicarb 3 kg ha ⁻¹	7,5 bc	9,5	11,4 bcd	1,23	4,57	6	10,53
50 kg N ha⁻¹							
1. sem inseticida	8,5 ab	10,3	14,1 a	1,43	3,57	6	6,60
2. Carbofuran 1 kg ha ⁻¹	7,6 bc	10,6	11,1 cd	1,70	4,17	6	8,37
3. Carbofuran 2 kg ha ⁻¹	7,8 bc	10,0	11,8 bcd	1,53	4,40	5	8,13
4. Carbofuran 3 kg ha ⁻¹	8,1 abc	9,6	11,6 bcd	1,37	3,03	6	6,93
5. Aldicarb 1 kg ha ⁻¹	8,2 abc	9,3	12,1 bcd	1,43	3,20	6	6,93
6. Aldicarb 2 kg ha ⁻¹	7,9 abc	9,8	12,7 abc	1,53	3,60	5	7,80
7. Aldicarb 3 kg ha ⁻¹	7,3 c	9,1	12,9 ab	1,13	3,80	5	6,43
C.V. %	10,32	10,99	9,46	34,72	24,03	28,05	26,31

* médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

Figura 1. Altura das plantas do feijoeiro 'Aroana' em cm (média de 6 plantas).

Na avaliação aos 36 dias, verificaram-se diferenças significativas nos tratamentos com aldicarb a 2 kg ha⁻¹ sem N e carbofuran a 2 e 3 kg ha⁻¹ com N, em relação aos sem inseticida, com e sem N. Observou-se reduzido crescimento no tratamento com aldicarb a 2 kg ha⁻¹ sem N e nenhum crescimento para o carbofuran a 1 kg ha⁻¹ com N, no período de 22 a 36 DAS. Aos 53 dias não foram mais observadas diferenças entre os tratamentos estudados.

Nas três avaliações realizadas, os tratamentos com 50 kg N ha⁻¹, associado ao aldicarb a 1 kg e carbofuran a 2 e 3 kg, apresentaram valores menores de altura das plantas, em relação aos não adubados. Constatou-se, nesse caso, algum efeito da associação inseticida + nitrogênio, pois que no tratamento sem inseticida + 50 kg N, as medidas de altura foram iguais ao tratamento sem inseticida e sem nitrogênio.

Conforme demonstra a Figura 2, aos 22 DAS, o cultivar Carioca apresentou valores um pouco menores na altura, em relação aos sem inseticidas, os tratamentos com carbofuran a 1 kg e aldicarb a 2 e 3 kg, sem N, e carbofuran a 1 e 2 kg, com N. Apenas o tratamento com aldicarb a 3 kg, com N, mostrou diferenças significativas, em relação aos sem inseticida.

No período de 22 a 36 DAS não se verificaram diferenças estatísticas entre os tratamentos com carbofuran e aldicarb, nas três doses, independentemente da presença do N.

Figura 2. Altura das plantas do feijoeiro 'Carioca' em cm (média de 6 plantas).

Aos 53 dias, observaram-se grandes variações nas medidas de altura para os tratamentos com inseticidas, destacando-se os com aldicarb + 50 kg N ha⁻¹. O tratamento sem inseticida com 50 kg N, apresentou maior crescimento, diferindo estatisticamente daquele sem inseticida e sem N e da maioria dos tratamentos.

Na Figura 3 está representada a produção de matéria seca de raízes do cultivar Aroana.

Embora não tenham ocorrido diferenças significativas, observou-se maior crescimento das raízes nos tratamentos com inseticidas e sem N, destacando-se com valores superiores de massa de matéria seca de raízes, aqueles com aldicarb e carbofuran a 2 kg. Com a aplicação de nitrogênio, o acúmulo de matéria seca de raízes, de modo geral, foi maior principalmente na dose de 3 kg do aldicarb e carbofuran.

O coeficiente de variação dos dados de produção de matéria seca de raízes foi elevado, em função da dificuldade da amostragem.

No cultivar Carioca, nas variações encontradas para produção de matéria seca de raízes, destacou-se apenas a diferença entre os tratamentos com e sem N (Figura 4). Como discutido anteriormente para o cultivar Aroana, o coeficiente de variação neste caso foi também elevado.

Figura 3. Produção de matéria seca das raízes de duas plantas do feijoeiro 'Aroana' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).

Figura 4. Produção de matéria seca das raízes de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).

Na Figura 5 são apresentadas as produções de matéria seca da parte aérea do cultivar Aroana, destacando-se o tratamento aldicarb a 2 kg, sem N, com maior massa de matéria seca, como já constatado para a produção de matéria seca de raízes. Em relação ao carbofuran, na dose de 2 kg, sem N, não foi verificado maior acúmulo de produção de matéria seca de parte aérea.

No cultivar Carioca observou-se para o tratamento com carbofuran e aldicarb a 2 kg, sem N, produção de matéria seca da parte aérea superior ao sem inseticida e sem N (Figura 6).

Com relação ao número de vagens produzidas do cultivar Aroana, não se verificaram grandes variações entre os tratamentos, independentemente da adição de N (Figura 7).

O cultivar Carioca apresentou menores variações de número de vagens, sem diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 8).

O 'Aroana' apresentou produção de matéria seca de vagens + grãos, superior nos tratamentos com aldicarb a 2 e 3 kg, comparativamente aos demais, sem N. Em relação aos adubados, não se verificou o mesmo efeito. Nos tratamentos com carbofuran, de modo geral, foram observados valores mais baixos de produção de matéria seca de vagens + grãos (Figura 9).

Figura 5. Produção de matéria seca da parte aérea de duas plantas do feijoeiro 'Aroana' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).

Figura 6. Produção de matéria seca da parte aérea de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).

Figura 7. Número de vagens por vaso com duas plantas do feijoeiro 'Aroana', na colheita (média de 3 vasos).

Figura 8. Número de vagens por vaso com duas plantas do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média 3 vasos).

Figura 9. Produção de matéria seca de vagens + grãos de duas plantas do feijoeiro 'Aroana' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).

Para o 'Carioca', o tratamento com aldicarb a 3 kg, sem N, possibilitou acúmulo de matéria seca nas vagens + grãos, maior que os demais tratamentos, embora sem diferenças significativas a 5% de probabilidade (Figura 10).

Para o 2.º experimento, decidiu-se utilizar o cultivar de feijão Carioca, por ser largamente cultivado, e os inseticidas aldicarb e carbofuran a 2 kg ha⁻¹, considerando-se que nas três doses estudadas no 1.º experimento os resultados foram bastante semelhantes.

Na Tabela 3 e Figura 11, no 2.º experimento, observa-se nas medidas de altura das plantas do feijoeiro 'Carioca', obtidas aos 22 DAS, pequenas variações, destacando-se apenas o tratamento com aldicarb + N. A pequena variação entre os tratamentos estudados deve-se ao fato de as plantas do feijoeiro encontrarem-se no estágio inicial de crescimento.

Aos 41 DAS, para a altura total, os tratamentos com aldicarb isolado e com EPTC, sem N destacaram-se em relação ao sem inseticida e sem herbicida, apresentando valores superiores com diferenças significativas (Figura 12). Verificou-se, neste caso, interação do inseticida aldicarb com o herbicida EPTC, visto que o tratamento com EPTC isolado apresentou retenção de crescimento com menores medidas de altura, fato já verificado por Deuber & Forster (1974).

Figura 10. Produção de matéria seca de vagens + grãos de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, na colheita (média de 3 vasos).

Tabela 3. Altura da planta, produção de matéria seca da parte aérea, e das vagens sem grãos, do feijoeiro 'Carioca', 2.º experimento.

	Altura da planta/dias		Produção de matéria seca			
			parte aérea		vagens sem grãos	
	22	41	22 dias	colheita	colheita	
0 kg N ha ⁻¹	cm	cm	g	g	g	
1. Sem inseticida, sem herbicida	16,5	42,0 de	0,85 c	4,8	0,95 d	
2. Aldicarb	17,4	74,1 ab	0,90 bc	9,1	1,77 bc	
3. EPTC	15,3	25,6 e	0,90 bc	4,1	0,87 d	
4. Aldicarb + EPTC	15,2	70,9 abc	1,02 ab	8,1	1,90 b	
5. Carbofuran	15,0	63,0 abc	0,85 bc	7,5	1,32 cd	
6. Carbofuran + EPTC	12,9	46,5 cde	0,90 bc	5,1	0,97 d	
50 kg N ha ⁻¹						
1. Sem inseticida, sem herbicida	17,7	53,2 bcd	1,12 ab	5,2	1,05 d	
2. Aldicarb	20,1	72,3 abc	1,17 ab	10,1	2,67 a	
3. EPTC	17,4	58,7 abcd	1,15 ab	7,1	0,95 d	
4. Aldicarb + EPTC	14,1	75,7 ab	1,07 ab	6,6	2,42 a	
5. Carbofuran	16,4	80,2 a	1,27 a	9,3	1,85 b	
6. Carbofuran + EPTC	16,2	63,2 abcd	1,07 ab	6,2	0,87 cd	
C.V. (%)	-	26,22	20,61	-	21,01	

* médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5%.

Figura 11. Altura das plantas do feijoeiro 'Carioca' em cm, aos 22 DAS (média de 4 vasos).

O carbofuran também apresentou efeito estimulante de crescimento, porém não tão acentuado. Quando associado ao EPTC, observou-se redução na altura das plantas do feijoeiro, com médias estatisticamente iguais ao do tratamento sem herbicida e sem inseticida (Figura 12).

Entre os tratamentos com 50 kg N verificaram-se menores variações de altura, em comparação àqueles com 0 kg N. Destacou-se o tratamento com carbofuran, com maiores medidas de altura, diferindo significativamente do sem inseticida e sem herbicida. Da mesma forma que ocorreu com o tratamento sem N, a associação do carbofuran com o EPTC, apresentou menores medidas de altura (Figura 12).

O aldicarb isolado ou associado ao EPTC, com N, apresentou medidas de altura estatisticamente iguais aos mesmos tratamentos sem N, indicando que não houve interação entre os defensivos e o nitrogênio.

As pequenas variações na produção de matéria seca da parte aérea aos 22 dias, ainda não indicaram qualquer interação entre os inseticidas aldicarb e carbofuran e o herbicida EPTC, pois que as plantas de feijão encontravam-se em fase inicial de crescimento (Figura 13). Verificou-se, entretanto, que os tratamentos com aldicarb+ EPTC, sem N e carbofuran, com N, diferiram estatisticamente da testemunha, sem N.

Figura 12. Altura total das plantas do feijoeiro 'Carioca' em cm, aos 41 DAS (média de 4 vasos).

Figura 13. Produção de matéria seca da parte aérea de duas plantas do feijoeiro 'Carioca' em g/vaso, aos 22 DAS (média de 4 vasos).

Na produção de matéria seca da parte aérea, na colheita (Figura 14), verificam-se diferenças contrastantes, nos tratamentos com aldicarb e aldicarb + EPTC, sem adição de N, confirmando o que já foi verificado anteriormente, em relação à altura. Com adição de N, destacaram-se os tratamentos com aldicarb e carbofuran isolados.

Ficou evidente o efeito estimulante do aldicarb, com e sem N, e do carbofuran com adição de N. Os efeitos estimulantes do aldicarb também foram observados em outras culturas, com porte mais elevado em plantas de milho, aumento do ciclo do feijoeiro, verde mais intenso e aumento do rendimento e qualidade da fibra de algodão (Union Carbide, 1976).

Considerando-se os valores de número total de vagens, número de vagens "sadias", produção de matéria seca de vagens sem grãos, número de grãos e produção de grãos do feijoeiro 'Carioca' (Figuras 15, 16, 17 e 18, respectivamente) verificou-se efeito estimulante do aldicarb, combinado ou não com N, com valores mais elevados que os demais tratamentos, concordando com os resultados obtidos por De Bortoli & Giacomini (1981). Com o carbofuran este efeito foi menos acentuado.

Figura 14. Produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).

Figura 15. Número total de vagens do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).

Figura 16. Número de vagens "sadias" do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).

Figura 17. Produção de matéria seca de vagens sem grãos do feijoeiro 'Carioca', em g/vaso, na colheita (média de 4 plantas).

Figura 18. Número de grãos do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 plantas).

O EPTC, isoladamente, com e sem N, apresentou valores inferiores de produção de grãos em relação ao tratamento sem herbicida, sem inseticida, mas com a associação ao aldicarb os valores de produção foram significativamente superiores. Isso reforça a idéia de bloqueio da atividade inibitória do EPTC, pelo aldicarb, já verificado para o crescimento das plantas do feijoeiro.

O herbicida EPTC tem sido utilizado com a adição de compostos, chamados de antídotos, que lhe confere maior seletividade a algumas espécies de plantas. O N,N dialil-2,2-cloroacetamida é um destes compostos que já foi bastante estudado (Lay & Casida, 1978). Atualmente, o antídoto é o 2,2,5-trimetil-3-(dicloroacetil)-1,3-oxazolidina. Com base em revisão realizada por Shimabukuro (1985), a hipótese dominante quanto a ação do antídoto N,N dialil-2,2-cloroacetamida é que ele aumenta o nível do substrato GSH (glutathiona) e estimula a atividade da enzima GSH-S-transferase, resultando em taxa acelerada de detoxificação do sulfóxido de EPTC, que é a forma fitotóxica do EPTC.

É possível que o aldicarb apresente ação semelhante ao do antídoto referido. Outra possibilidade é que o aldicarb iniba ou impeça a formação do sulfóxido de EPTC, competindo com ele nesta reação, uma vez que também possui o grupamento tiol em sua molécula.

Para o carbofuran, este bloqueio, da ação do EPTC não foi observado, pois que as associações de EPTC + carbofuran, com e sem N, apresentaram número de grãos iguais aos dos tratamentos sem defensivos (Tabelas 3 e 4).

De modo geral, os tratamentos com 50 kg N ha⁻¹, apresentaram valores significativamente superiores de produção de grãos (Figura 19).

Na 1.^a avaliação, efetuada aos 8 dias após a aplicação de KNO₃, verificou-se quando foi fornecido nitrogênio às plantas, a atividade da redutase de nitrato não foi influenciada pelos defensivos (Tabela 5 e Figura 20). Entretanto observou-se decréscimo da atividade enzimática, nos tratamentos com aldicarb e com EPTC, em comparação aos sem defensivos e sem nitrogênio.

De modo geral, observou-se que a atividade da redutase de nitrato aumentou com a disponibilidade de nitrato para as plantas do feijoeiro 'Carioca', fato este, perfeitamente esperado, uma vez que a enzima é induzível pelo substrato nitrato (Beevers & Hageman, 1969).

Os tratamentos com aldicarb + EPTC e carbofuran, sem N, na 2.^a avaliação, aos 24 dias, aumentaram a atividade da enzima redutase de nitrato, em relação ao sem defensivos (Figura 21).

Tabela 4. Número total de vagens, número de vagens "sadias", número e produção de grãos do feijoeiro 'Carioca', na colheita, 2.º experimento.

	Número total de vagens	Número de vagens "sadias"	Número de grãos	Produção de grãos
				g
0 kg N ha⁻¹				
1. Sem inseticida, sem herbicida	7 cd	6 c	16 de	3,0 def
2. Aldicarb	12 ab	10 ab	30 bc	5,6 bc
3. EPTC	7 cd	6 c	14 e	2,6 f
4. Aldicarb + EPTC	14 a	11 ab	29 bc	5,5 bc
5. Carbofuran	9 bcd	7 bc	24 cd	4,5 cde
6. Carbofuran + EPTC	7 cd	5 c	15 de	2,7 ef
50 kg N ha⁻¹				
1. Sem inseticida, sem herbicida	9 bcd	7 bc	23 cd	4,6 cd
2. Aldicarb	12 ab	11 a	40 a	7,8 a
3. EPTC	8 bcd	5 c	16 de	3,1 def
4. Aldicarb + EPTC	12 ab	10 ab	40 a	7,8 a
5. Carbofuran	12 ab	9 ab	34 ab	6,7 ab
6. Carbofuran + EPTC	9 bcd	7 bc	29 bc	5,7 bc

* médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5%.

Figura 19. Produção de grãos por planta do feijoeiro 'Carioca', na colheita (média de 4 repetições).

Tabela 5. Atividade da enzima redutase de nitrato em feijoeiro 'Carioca', aos 8 e 24 dias após a aplicação de KNO_3 , 2.º experimento.

0 kg N ha ⁻¹	Atividade da enzima redutase do nitrato	
	8 dias	24 dias
1. Sem inseticida, sem herbicida	3,236 bcd	1,711 de
2. Aldicarb	1,692 e	2,805 bcd
3. EPTC	1,703 e	2,201 cde
4. Aldicarb + EPTC	2,874 d	5,051 a
5. Carbofuran	3,394 bcd	3,824 b
6. Carbofuran + EPTC	3,094 cd	1,740 de
50 kg N ha ⁻¹		
1. Sem inseticida, sem herbicida	4,147 abc	2,111 de
2. Aldicarb	4,875 a	2,646 cde
3. EPTC	4,961 a	1,598 e
4. Aldicarb + EPTC	4,358 ab	3,332 bc
5. Carbofuran	4,886 a	2,351 cde
6. Carbofuran + EPTC	4,336 ab	1,986 de
C.V. (%)	17,50	23,48

* médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan a 5%.

Figura 20. Atividade da enzima redutase de nitrato em feijoeiro 'Carioca', aos 8 dias da aplicação de KNO_3 .

Figura 21. Atividade da enzima redutase de nitrato em feijoeiro 'Carioca', aos 24 dias da aplicação de KNO_3 .

Quando se forneceu nitrogênio às plantas do feijoeiro, somente o aldicarb + EPTC, aumentou a atividade enzimática em comparação ao tratamento sem inseticida e sem herbicida.

Verificou-se na 2.^a avaliação, que os valores de atividade da redutase de nitrato, nos tratamentos que receberam nitrogênio, não diferiram, de modo geral, daqueles sem N, ao contrário do observado na 1.^a avaliação (Tabela 5).

Provavelmente, a disponibilidade de nitrato para as plantas do feijoeiro tenha se tornado baixa, na 2.^a avaliação realizada aos 24 dias após o fornecimento de KNO_3 , devido à alta atividade enzimática observada anteriormente (1.^a avaliação).

O fato que a atividade da redutase de nitrato é em grande parte função da quantidade de nitrato que chega nas folhas, via corrente transpiratória (Shanner & Bover, 1976) reforça, parcialmente, esta hipótese. Portanto na 2.^a amostragem, possivelmente, a quantidade de nitrato disponível no solo pode ter se tornado semelhante, nos tratamentos com e sem nitrogênio.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos, no presente trabalho, permitiram as seguintes conclusões:

1. O aldicarb e carbofuran a 2 kg ha^{-1} e aldicarb + EPTC, estimularam o crescimento do feijoeiro 'Carioca'.

2. O aldicarb + EPTC, com ou sem adição de N, apresentaram sinergismo estimulando o crescimento e a produção do feijoeiro 'Carioca'.

3. A adubação com KNO_3 resultou em maior atividade da enzima redutase de nitrato, medida aos 8 dias após a sua adição.

4. A associação do aldicarb + EPTC, com e sem adição de N, aumentou a atividade da enzima redutase de nitrato, o mesmo ocorrendo com o carbofuran, sem N, aos 24 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E.N. Herbicidas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 13., Ilhéus/Itabuna. 1980. **Sociedade Brasileira de Herbicidas e Ervas Daninhas/Centro de Pesquisa de Cacau**; resumos. Itabuna. 1980. p.13
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B. N.; OLIVEIRA, V.F. **Controle de plantas daninhas na cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina. IAPAR, 1983. 22p. (IAPAR. CIRCULAR, 32).
- ALMEIDA, L.D.; LEITÃO FILHO, H.F.; MIYASAKA, S. Característica do feijão Carioca, um novo cultivar. **Bragantia**, v.30, n.1, p.XXXIII-XXXVIII, 1971.
- APPLE, J.W. Response of corn to granular insecticides applied to the row at planting. **Journal of Economic Entomology**, v.64, n.5, p.1208-1211, 1971.
- ARLE, H.F. Trifluralin-systemic insecticide interactions on seedling cotton. **Weed Science**, v.16, p.430-432. 1968.
- ARRUDA, H.V. de. Efeitos de inseticidas e acaricidas em cultura de feijão. **Bragantia**, v.19, n.15, p.221-227. 1960.

- ASHTON, F.M. Effect of EPTC on photosynthesis, respiration and oxidative phosphorylation. **Weeds**, v.11, p.295-297. 1963.
- ASHTON, F.M.; CRAFTS, A.S. Thiocarbamates. In: **Mode of action of herbicides**. New York: John Wiley & Sons, 1973. Cap.18. p.289-309.
- BEEVERS, L.; HAGEMAN, R.H. Nitrate reduction in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.20, p.495-522, 1969.
- BENNET, S.H. The behaviour of systemic insecticides applied to plants. **Annual Review of Entomology**, v.2, p.279-296, 1957.
- BLANCO, H.G.; COLETI, J.T.; MATTOS, A.O.; OKUNO, M.S. Fitotoxicidade em cana-de-açúcar causada pela interação de inseticida e herbicida residual. **O Biológico**, v.46, n.10, p.235-240. 1980.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M. Competição de plantas daninhas com a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **O Biológico**, v.35, n.12, p.304-308. 1969.
- BOWLING, C.C.; FLINCHUM, W.T. Interaction of propanil with insecticides applied as seed treatments on rice. **Journal of Economic Entomology**, v.61, n.1, p.67-69. 1968.
- BOWLING, C.C.; HUDGINS, H.R. The effect of insecticides on the selectivity of propanil on rice. **Weeds**, v.14, p.94-95. 1966.
- CAMPBELL, J.R.; PENNER, D. Enhanced phytotoxicity of bentazon with organophosphate and carbamate insecticides. **Weed Science**, v.30, n.3, p.324-326. 1982.

- CARELLI, M.L.C.; MAGALHÃES, A.C. Development of nitrate reductase activity in green tissues of soybean seedlings (*Glycine max* L. Merr.) **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie**, Berlim, **104**.S. p.17-24. 1981.
- CHURCHILL, K.; KLEPPER, L. Effects of ametryn and nitrate nutrition on nitrate activity and nitrate content of wheat. **Plant Physiology**, v.61, n.4, p.53. 1978. Supplement.
- COELHO, J.P.; VAL, W.M.C. do. Emprego de herbicidas no cultivo do feijão das águas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, Sete Lagoas, 1966. **Anais**. p.129-132.
- CORBIN, T.F.; SHEETS, T.J. Antagonistic effects of certain pesticide combination on plants. **Weed Science Society of America**, p.22. (abstracts) 1968.
- DE BORTOLI, S.A.; GIACOMINI, P.L. Ação de alguns inseticidas granulados sistêmicos sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1989) (Homoptera-Aleyrodidae) e *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (Homoptera-Cicadellidae) e seus efeitos na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna. v.10, n.1, p.97-104. 1981.
- DEUBER, R. Influência do EPTC na absorção e no teor de macronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L. var. Carioca. Piracicaba, 1976. 107p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- DEUBER, R.; FORSTER, R. Controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) com aplicações sucessivas de EPTC, em cultura de feijão. **Bragantia**, v.33, n.10, p.97-108. 1974.

- DEUBER, R.; FORSTER, R. **Ensaio de herbicidas em cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)** Campinas: Instituto Agrônomo, 1974. 28p. (IAC. Boletim Técnico, 13)
- DEUBER, R.; FORSTER, R. Influência do EPTC na nodulação natural do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Planta Daninha**, v.1, n.2, p.38-43. 1978.
- DEUBER, R.; HIROCE, R. Influência de herbicidas na concentração de macronutrientes em plantas de milho e feijão. **Bragantia**, v.33, p.CXV-CXXI, 1974.
- DEUBER, R.; CAMARGO, P.N.; FORSTER, R. Influência do EPTC no desenvolvimento e absorção de macronutrientes pela cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L. var. Carioca). **Planta Daninha**, v.2, n.2, p.73-84. 1979.
- DICK, J.; HARRIS, R.H.G. Nematodes and sugarcane. Review paper n.º 7, South African Sugar Industry Agronomists Association. Experiment Station, Mount Edgecombe, South Africa. 1975.
- DURANT, J.A. Yield response of cotton cultivars to early-season applications of chlordimeform and aldicarb. **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.2, p.626-632. 1989.
- EL-DODO, M.K.; CORBIN, F.T.; WORSHAM, A.D. Interaction effects of lactofen and fenamiphos on cotton. **Proceedings Southern Weed Science Society**, v.41, p.86. 1988.
- EL-REFAI, A.R.; MOWAFY, M. Interaction of propanil with insecticides absorbed from soil and translocated into rice plants. **Weed Science**, v.21, n.3, p.246-248. 1973.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro.** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1981. 43p. (EMBRAPA/CNPAF. Circ. Técnica, 13).
- EPSTEIN, E. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives.** New York: John Wiley & Sons, 1972, 412p.
- FANG, S.C. Thiocarbamates. In: KEARNEY, P.C. & KAUFMAN, D.D. (Eds.) **Degradation of herbicides.** New York: Marcel Dekker, 1969. cap.5, p.147-164.
- FREAR, D.S.; STILL, G.G. The metabolism of 3,4-dichloropropionanilide in plants. Partial purification and properties of aryl acylamidase from rice. **Phytochemistry**, v.7, p.913-920. 1968.
- GENTNER, W.A. The influence of EPTC on external foliage wax deposition. **Weed Science**, v.14, p.27-30, 1966.
- HACSKAYALO, J.; WALKER JR., J.K.; PIRES, E.G. Response of cotton seedlings to combinations of preemergence herbicides and systemic insecticides. **Weeds**, v.12, p.288-291. 1964.
- HAMILL, A.S.; PENNER, D. Butylate and carbofuran interaction in barley and corn. **Weed Science**, v.21, n.4, p.339-342. 1973.
- HAMILL, A.S.; PENNER, D. Interaction of alachlor and carbofuran. **Weed Science**, v.21, n.4, p.330-335. 1973.
- HAMILL, A.S.; PENNER, D. Chlorbromuron-carbofuran interaction in corn and barley. **Weed Science**, v.21, n.4, p.335-338. 1973.

- HAMMOND, R.B. Phytotoxicity of soybean caused by the interaction of insecticide-nematicides and metribuzin. **Journal of Economic Entomology**, v.76, n.1, p.17-19. 1983.
- HASSAWY, G.S.; HAMILTON, K.C. Effects of trifluralin and organophosphorus compounds on cotton seedling. **Weed Science**, v.19, n.2, p.166-169. 1971.
- HATZIOS, K.K.; PENNER, D. Interactions of herbicides with other agrochemicals in higher plants. **Reviews of Weed Science**, v.1, p.1-63. 1985.
- HAYES, R.M.; YEARGAN, K.V.; WITT, W.W. & RANEY, H.G. Interaction of selected insecticide-herbicide combinations on soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v.27, n.1, p.51-54. 1979.
- JOHNSON, B.J. Combinations of herbicides and other pesticides on soybeans. **Weed Science**, v.18, n.1, p.128-131. 1970.
- KHODAYARI, K.; SMITH JR., R.J.; TUGWELL, N.P. Interaction of propanil and selected insecticides on rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, v.34, n.5, p.800-803. 1986.
- KRAUSE, E. Investigations on the appearance of virus yellows on sugarbeet and vector control in Westfalen-Lippe. **Review of Applied Entomology Séries A**, v.66, n.5, p.332 (abstracts). 1978.
- LAY, M.M.; CASIDA, J.E. Involvement of glutathione and glutathione S-transferases in the action of dichloroacetamide antidotes for thiocarbamate herbicides. In: PALLOS, F.M. & CASIDA, J.E. (Eds). **Chemistry and Action of Herbicide Antidotes**. New York: Academic Press, 1978. p.151.

- LOPES, E.S.; DEUBER, R.; FORSTER, R.; GARGANTINI, H.; BULISANI, E.A. Influência dos herbicidas EPTC e trifluralin e da inoculação das sementes com *Rhizobium phaseoli* na nodulação e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Bragantia**, v.30, n.11, p.109-116. 1971.
- MAGALHÃES, A.C. Nitrate assimilation in higher plants. In: What's New in Plant Physiology, v.7, p.1-5. 1975
- MATSUNAKA, S. Propanil hydrolysis: inhibition in rice plants by insecticides. **Science**, v.160, n.3834, p.1360-1361. 1968
- MEEKS, J.R.; EVANS, T.R. Effect of chlorothalonil and its metabolites *in vivo* and *in vitro* nitrate reductase activity. **Plant Physiology**, v.61, n.4, p.20, 1978. Supplement.
- MILANEZ, J.M. Pragas do feijoeiro. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992. p.179-193.
- MINTON, N.A.; MORGAN, L.M. Evaluation of systemic and non systemic pesticides for insect and nematode control in peanuts. **Peanut Science**, v.1, p.91-98. 1974.
- NASH, R.G. Phytotoxic pesticide interactions in soil. **Agronomy Journal**, v.59, n.3, p.227-230. 1967.
- NASH, R.G. Synergistic phytotoxicities of herbicide-insecticide combinations in soil. **Weed Science**, v.16, p.74-77. 1968.

- PARKS, J.P.; TRUELOVE, B.; BUCHANAN, G.A. Interaction of prometryne and phorate on bean. **Weed Science**, v.20, n.1, p.89-92. 1972.
- PENNER, D. Effect of disulfoton, diazinon and fensulfotion on atrazine absorption by soybean. **Agronomy Journal**, v.66, n.1, p.107-109. 1974.
- PENNER, D.; EARLY, R.W. Effect of alachlor, butylate and chlorbromuron on carbofuran distribution and metabolism in barley and corn. **Weed Science**. v.21, n.4, p.360-362. 1973.
- PLESS, C.D.; CHERRY, E.T.; MORGAN JR., H. Growth and yield of burley tobacco as affected by two systemic insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 64, n.1, p.172-175. 1971.
- POMPEU, A.S. Aroana e Moruna - cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.37, p.LXXIII-LXXVI, 1978.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (IAC. Boletim Técnico, 81)
- REVELO, M.A. Matamalezas: avances técnicos logrados em Colombia. **Agricultura Tropical**, v.21, n.11, p.693-698. 1965.
- REYNOLDS, D.B.; BURRIS, E.; LEONARD, B.R.; STEPHENS, M. Interaction of sulfonylurea herbicides with in - furrow applications of organophosphate insecticides in corn. **Proceedings Southern Weed Science Society**, v.44, p.103. 1991.

- RIPPER, W.E. The status of systemic insecticides in pest control practices. In: METCALF, R.L. (ed.) **Advances in Pest Control Research**. New York, 1957. V.I, p.305-352.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de Herbicidas**. 3.^a ed. Londrina: IAPAR, 1995. 675p.
- SHANNER, D.L.; BOYER, J.S. Nitrate reductase activity in maize (*Zea mays* L.) leaves. I. Regulation by nitrate flux. **Plant Physiology**, v.58, n.4, p.499-504. 1976.
- SHIMABUKURO, R.H. Detoxication of herbicides. In: DUKE, S.O. (Ed.) **Weed Physiology. II. Herbicide Physiology**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p.215-240.
- SILVA, J.F. da; SILVA, C.M. da; COSTA, L.M. da; SEDIYAMA, C.S. Efeitos do controle de plantas daninhas com herbicidas, na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Planta Daninha**, v.3, n.1, p.18-22. 1980.
- SMITH JR., R.J. Control of grass and other weeds in rice with several herbicides. Report of Arkansas Agricultural Experimental Station. Fayetteville, v.167, p.1-37. 1968.
- SOARES, J.J.; BUSOLI, A.C.; TANAGAW, F.T. Efeito de aldicarb em populações de pulgão, em artrópodes benéficos e na fisiologia do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.8, p.549-554. Ago. 1996.
- SOUZA, A.F. de. Efeitos de misturas de propanil e inseticida fosforado na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). Piracicaba, 1972. 70p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- SRIVASTAVA, H.S. Regulation of nitrate reductase activity in higher plants. **Phytochemistry**, England, v. 19, p.725-733. 1980.
- SWANSON, C.R.; SWANSON, H.R. Inhibition of degradation of monuron in cotton leaf tissue by carbamate insecticides. **Weed Science**, v. 16, p.481-484. 1968.
- UNION CARBIDE CORPORATION. **Temik (Aldicarb). Um pesticida sistêmico para el control de insetos, ácaros y nemátodos**. Lima. 1976. 63p. (Manual Técnico)
- UNION CARBIDE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS. **Temik. Defensivo Agrícola Aldicarb. Uma Avaliação Científica**. Brasil. 1983, 63p.
- VICTÓRIA, F.º, R. Herbicidas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): controle, fitotoxicidade e persistência no solo. Piracicaba, 1975. 102p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- VIEIRA, C. Período crítico de competição entre ervas daninhas e a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.17, n.94, p.354-367, 1970.
- VOEVODIN, A.V. Herbicides in soybean crops. *Zasch Rast.* v.14, n.8, p.25, 1969. In: **Weed Abstracts**, v.20, n.6, p.397, 1971.
- WILKINSON, R.E.; HARDCASTLE, W.S. EPTC effects on total leaflet fatty acids hydrocarbons. **Weed Science**, v.18, n.1, p.125-128, 1970.
- WSAA - WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide Handbook**. 7ª.ed. Illinois: Champaign, 1994. p.119-121: EPTC

- YIH, R.H.; McRAE, D.H.; WILSON, H.F. Mechanism of selective action of 3',4'-dichloropropionanilide. **Plant Physiology**. v.43, n.8, p.1291-1296. 1968
- YORK, A.C.; WILCUT, J.W. Insecticides do not affected cotton (*Gossypium hirsutum*) response to imazaquim and imazethapyr. **Weed Science**, v.41, n.2, p.269-280. 1993.
- YORK, A.C.; JORDAN, D.L.; FRANS, R.E. Insecticides modify cotton (*Gossypium hirsutum*) response to clomazone. **Weed Technology**, v.5, n.4, p.729-735. 1991.
- YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos sócioeconômicos da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. Seção I. p.1-21.
- ZAGATTO, E.A.G. Utilização da análise por ativação neutrônica não destrutiva para determinação de alguns elementos em folhas de feijoeiros (*Phaseolus vulgaris* L.) tratados com herbicidas. Piracicaba, 1974. 79p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.