

**EFEITOS DE HERBICIDAS E DENSIDADES DE  
PLANTIO NO DESENVOLVIMENTO E NUTRIÇÃO DA SOJA**

**Glycine max (L.) Merrill 'Santa Rosa'**

**ROBERT DEUBER**

Orientador: PAULO NOGUEIRA DE CAMARGO

Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz" da  
Universidade de São Paulo, para ob-  
tenção do Grau de Doutor em Solos  
e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

ABRIL - 1980

E R R A T A

Página	Linha	
2	22	onde se lê influêcνια leia-se influência
3	9	no final, acrescente-se <u>nos solos</u>
8	33	onde se lê SM-IAC, leia-se SM-ICA
9	5	onde se lê Rio grande so Sul leia-se Rio Grande do Sul
19	última	ao final da linha acrescente-se <u>tura</u>
23	5	onde se lê tardia leia-se tardio
26	24	onde se lê âre, leia-se área
26	25	onde se lê triflurali, leia-se trifluralin
28	2	após a palavra grãos, acrescente-se vírgula
40	6	onde se lê experiemto, leia-se experimento
42	9,15,19, 22 e 24	onde se lê experiemto, leia-se experimento
52	8	Onde se lê manor, leia-se menor
52	20	onde se lê oteor mais, leia-se o <u>de</u> teor mais
69	10	onde se lê que o índices, leia-se que <u>os</u> índices
69	24	no final acrescente-se <u>do</u> , (para formar sido)
75	1	após a palavra ocorreram, acrescente-se: <u>nos tra-</u> <u>tamentos testemunhas pelos motivos...</u>
75	33	onde se lê e do Experimento II, leia-se <u>2</u> do Ex- perimento II
81	10	onde se lê pricipalmente, leia-se principalmente
84	15	onde se lê tndo, leia-se tendo
86	1	onde se lê randomizes, leia-se randomized

À ANABEL  
minha esposa  
TALITA HELENA  
ERIC ROBERTO  
PAULO HENRIQUE  
meus filhos

DEDICO

Os céus proclamam a glória de DEUS e o firmamento anuncia as obras de Suas mãos.

Um dia discursa a outro dia e uma noite revela conhecimento a outra noite.

Não há linguagem, nem há palavras, e deles não se ouve nenhum som; no entanto, por toda a terra se faz ouvir a Sua voz, e as Suas palavras até aos confins do mundo.

Aí pos uma tenda para o sol, o qual como noivo que sai dos seus aposentos, se regozija como herói, a percorrer o seu caminho. Principia numa extremidade dos céus e até a outra vai o seu percurso; e nada refoge do seu calor.

A Lei do SENHOR é perfeita e restaura a alma; o testemunho do SENHOR é fiel e dá sabedoria aos simples.

Os preceitos do SENHOR são retos e alegram o coração; o mandamento do SENHOR é puro e ilumina os olhos.

O temor do SENHOR é limpo e permanece para sempre; os juízos do SENHOR são verdadeiros e todos igualmente justos. São mais desejáveis do que ouro, mais do que muito ouro depurado; e são mais doces do que o mel e o destilar dos favos.

Além disso, por eles se admoesta o teu servo; em os guardar há grande recompensa.

Quem há que possa discernir as próprias faltas? Absolve-me das que me são ocultas. Também da soberba guarda o teu servo, que ela não me domine; então serei irrepreensível e ficarei livre de grande transgressão.

As palavras dos meus lábios e o meditar do meu coração sejam agradáveis na Tua presença, SENHOR, Rocha minha e Redentor meu!

(SALMO 19, de DAVI)



## A G R A D E C I M E N T O S

Desejo expressar a minha profunda gratidão e o meu sincero reconhecimento às seguintes pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho:

Prof. Dr. Paulo Nogueira de Camargo, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela sábia orientação concedida;

Pesquisador Científico Hipólito A. A. Mascarenhas, pelas valiosas sugestões;

Pesquisador Científico Ruter Hiroce, pelas valiosas sugestões;

Bióloga Lúcia Helena Signori, pela realização de cálculos e trabalhos de laboratório;

Sr.<sup>ta</sup> Maria Ester Godoy Pereira, pela revisão do texto e datilografia dos originais;

Sr.<sup>as</sup> Maria Aparecida Trevisan Grazia e Maria Eunice Braga, pelos trabalhos de campo e de laboratório;

Instituto Agronômico, pelas facilidades para a realização das pesquisas, das análises de laboratório e para publicação desta tese;

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP, pela orientação recebida no Curso de Pós-Graduação, através de seus mestres, e constante apoio.

RESUMO .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	7
2.1. Estudos com diferentes populações de plantas de soja	7
2.1.1. Influência de populações sobre a produção de grãos .....	7
2.1.2. Influência de populações sobre o crescimento e características agrônômicas das plantas	13
2.1.2.1. Altura das plantas e inserção da primeira vagem .....	14
2.1.2.2. Produtividade por planta .....	14
2.1.2.3. Área foliar .....	15
2.1.3. Nutrição mineral .....	16
2.2. Efeitos de herbicidas em soja .....	16
2.2.1. Sobre o crescimento e produção de grãos ...	16
2.2.2. Sobre a nodulação .....	19
2.2.3. Sobre a nutrição e composição das plantas .	20
2.3. Associação de herbicidas e populações de plantas .	21
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1. Experimento I - de 1977/1978 .....	26
3.2. Experimento II - de 1977/1978 .....	28
3.3. Experimento III - de 1978/1979 .....	29
3.4. Experimento em casa de vegetação .....	30
4. RESULTADOS .....	32
4.1. Experimentos de campo .....	32
4.1.1. População de plantas e desenvolvimento da cultura .....	32
4.1.2. Área e peso das folhas .....	37
4.1.3. Nodulação .....	40
4.1.4. População final de plantas .....	40
4.1.5. Redação da população de plantas durante o ciclo .....	42
4.1.6. Produção de grãos .....	42
4.1.7. Características de plantas na colheita ....	46

	Página
4.1.7.1. Altura de plantas .....	46
4.1.7.2. Segmento do caule com vagens e altura da primeira vagem .....	46
4.1.7.3. Pesos de grãos .....	48
4.1.7.4. Peso de caules .....	50
4.1.7.5. Número e peso de vagens .....	50
4.1.7.6. Produção de grãos por vagem .....	50
4.1.8. Teores de macronutrientes .....	50
4.1.8.1. Macronutrientes em folhas .....	52
4.1.8.2. Macronutrientes em grãos .....	54
4.1.9. Teor de óleo nos grãos .....	54
4.1.10. Correlação IAF x produção de grãos .....	54
4.2. Experimento em vasos em casa de vegetação .....	54
4.2.1. Desenvolvimento das plantas .....	54
4.2.2. Peso das raízes .....	56
4.2.3. Peso da parte aérea .....	56
4.2.4. Comprimento da raiz principal .....	57
4.2.5. Altura das plantas .....	57
4.2.6. Nodulação .....	60
5. DISCUSSÃO .....	63
5.1. População inicial de plantas e crescimento da cultura	63
5.2. Área e peso de folhas .....	68
5.3. Nodulação .....	69
5.4. População final de plantas .....	71
5.5. Produção de grãos, total e por planta .....	73
5.6. Altura das plantas e da primeira vagem .....	75
5.7. Correlação IAF x produção de grãos .....	77
5.8. Nutrição mineral e composição de grãos .....	78
5.8.1. Macronutrientes em folhas .....	78
5.8.2. Composição de grãos .....	81
6. CONCLUSÕES .....	83
7. SUMMARY .....	85
8. LITERATURA CITADA .....	87

## RESUMO

Três experimentos de campo e um em vasos foram conduzidos com a cultura de soja, cultivar Santa Rosa, com o objetivo de estudar os efeitos da aplicação de diferentes herbicidas, combinados com diferentes densidades de plantas nas linhas, sobre o crescimento, nutrição mineral, nodulação, produção e composição de grãos.

Utilizaram-se solos argiloso e muito argiloso no campo e muito argiloso e barrento em vasos.

Os herbicidas aplicados foram o trifluralin a 0,96 kg/ha; o vernolate a 3,60 kg/ha; o alachlor a 2,40 kg/ha; o pendimethalin a 1,50 kg/ha em dois experimentos e 1,25 kg/ha em um; e o metribuzin a 0,63 kg/ha em dois experimentos e a 0,53 kg em um, no campo. Em vasos, as doses foram as mesmas, exceto a do trifluralin, que foi de 0,86 kg/ha. Havia um tratamento sem herbicida em cada experimento.

As densidades de plantio corresponderam, no Experimento I a 200 e 300 mil plantas por hectare, no Experimento II a 200, 300 e 400 mil e no Experimento III a 150 e 250 mil. Em cada vaso foram semeadas três plantas e nestes fez-se o estudo do desenvolvimento inicial.

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e as parcelas mediam 7,00 m X 2,40 m, contendo três linhas úteis espaçadas de 0,60 m.

O crescimento da cultura foi avaliado por meio de pesos de matéria seca de caules e folhas em três amostragens até pleno florescimento. Nesta ocasião, foram analisados os teores de macronutrientes em folhas, obtida a área foliar das plantas e separados nódulos de raízes que foram contados e pesados.

Na colheita foram medidas a altura das plantas e do segmento do caule com vagens, obtidos os pesos de caules, de vagens e grãos por planta, produção total, contagem da população de plantas e determinação dos teores de macronutrientes e de óleo nos grãos.

O crescimento inicial foi estudado nos vasos, com amostragens aos 9, 19 e 30 dias após semeadura, obtendo-se os pesos de matéria seca de parte aérea e de raízes e os respectivos comprimentos. Aos 30 dias foram coletados, contados e pesados.

Não foram verificadas interações entre os herbicidas e as densidades utilizadas para os parâmetros utilizados.

O aumento da densidade de plantas causou redução do crescimento, de produção de grãos por planta, de absorção de Mg, S e N, até o florescimento; mas, elevação do teor de N e P em um experimento.

As condições climáticas tiveram maior influência sobre o crescimento do que as populações de plantas.

As diferentes densidades não causaram alteração no número e no peso de nódulos e também não modificaram o padrão de redução do número de plantas durante o ciclo.

O alachlor foi o herbicida mais seletivo à cultura, não causando qualquer injúria. O pendimethalin apresentou boa seletividade com leves injúrias iniciais e o trifluralin e vernolate, com menos seletividade, causaram injúrias mais acentuadas, chegando a reduzir a população em um experimento. O metribuzin foi o herbicida menos seletivo, com injúrias graves, e redução de população e de produção em um experimento.

A nodulação foi afetada, na fase inicial, em va-

sos, por trifluralin, pendimethalin e vernolate que reduziram o número e o peso de nódulos. O trifluralin reduziu esses valores, na fase de máxima nodulação, no campo, em um experimento.

O alachlor causou elevação do teor de K em folhas, em um experimento, e redução do teor de Ca e Mg em outro, e do teor de Ca em grãos em um experimento. O vernolate reduziu o teor de P em um experimento. Nenhum herbicida causou qualquer alteração no teor de óleo total em grãos.

Os teores de argila, de matéria orgânica e de água tiveram grande influência sobre o comportamento dos herbicidas nas plantas.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da cultura da soja (*Glycine max* L. Merr) no Brasil, nos últimos dez anos, pode ser considerado um verdadeiro fenômeno na agricultura.

De insipiente plantador, em 1968, com uma produção total de grãos de 654.000 toneladas, o Brasil atingia, já em 1974, a quantia de sete milhões de toneladas, em 1977, doze milhões (MIYASAKA, 1977) e, em 1979, estima-se a safra recorde de quinze milhões de toneladas de grãos.

O Brasil ocupou, durante vários anos, o terceiro lugar entre os países produtores de soja mas, a partir de 1975, passou ao segundo lugar, superando a China continental, país de origem dessa leguminosa. (MIYASAKA, 1977).

No âmbito da produção nacional, o Estado de São Paulo vem ocupando o terceiro lugar entre os estados produtores, seguindo os do Rio Grande do Sul e do Paraná.

Quanto ao valor econômico da soja para o Brasil, verifica-se que ela ocupou, em 1977, o segundo lugar, após o café, na relação de produtos agrícolas exportados (IBGE, 1978), o que mostra a sua importância.

No comércio internacional, o que favoreceu essa expansão da soja brasileira, foi a possibilidade da sua colocação no mercado na entre safra do hemisfério norte. Com isso tem sido

possível obter bons preços nas bolsas internacionais, o que tem estimulado, continuamente, o aumento da área cultivada.

Esse estímulo tem conduzido os plantadores a investir mais na cultura, tornando-a mais tecnicizada e elevando sua produtividade.

Além do estímulo econômico, há o fato de que a soja se adaptou muito bem em grande área do nosso país, sendo cultivada desde o sul até a região central, expandindo-se por novas áreas.

O consumo interno tem crescido, paralelamente, à exportação desse produto, em grande escala, principalmente para a produção de óleo.

O grande valor da soja reside no seu rico teor de proteína e de óleo, tornando o grão um valioso alimento, alternativa para fornecimento de proteínas ao homem e aos animais.

Dentre as muitas técnicas utilizadas para a elevação da produtividade da cultura da soja, estão a utilização de herbicidas e o manejo da população de plantas por área.

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas é, atualmente, o método mais eficiente em muitos casos e, o mais econômico em grandes áreas. Compostos de diferentes grupos químicos tem sido indicados como seletivos à soja e tem seu uso continuamente elevado de ano para ano.

A possibilidade de que esses compostos químicos possam ter alguma ação sobre o desenvolvimento e a nutrição da soja, reduzindo a sua produtividade ou alterando a composição dos grãos, não deve ser negligenciada, havendo necessidade de se realizar pesquisas mais intensivas nessa área.

Por outro lado, a alteração da população de plantas por área pode, além de propiciar maiores rendimentos, interagir com o comportamento de herbicidas dentro das plantas ou no processo de absorção de nutrientes ou dos próprios herbicidas.



Os estudos de efeitos de herbicidas no desenvolvimento e na nutrição da soja não são muitos na literatura universal e, para as nossas condições, pouquíssimos. Pesquisas visando conhecer a possível interação entre herbicidas e densidades de plantas não foram ainda realizadas ao que se tem conhecimento.

Com o objetivo de verificar os efeitos de herbicidas, pertencentes a diversos grupos químicos, combinados com diferentes densidades de plantas nas linhas, sobre o crescimento, nutrição mineral, nodulação, produção e composição de grãos de soja, foram instalados três experimentos de campo, em dois tipos de solo. Para conhecer possíveis efeitos de herbicidas no desenvolvimento inicial das plantas de soja, particularmente as raízes, foi instalado um experimento em vasos, também com dois tipos de solo.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 - ESTUDOS COM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS DE SOJA

Muitos trabalhos de pesquisa foram realizados para estudar os efeitos de diferentes populações de plantas de soja sobre o crescimento, produção de grãos, qualidade da produção e características de diferentes cultivares.

Esses estudos têm visado a elevação de rendimento por área, maior eficiência da cultura em utilizar os fatores de produção, redução de acamamento, economia na inversão de insumos e mais eficiente controle de plantas daninhas. As pesquisas, muitas vezes, estão associadas a programas de melhoramento genético.

#### 2.1.1.- Influência de populações sobre a produção de grãos

A literatura mostra que as pesquisas com diferentes populações de planta por área, seja alterando os espaçamentos entre linhas, seja variando as densidades dentro de linhas ou, ainda, a combinação de ambos, têm sido conduzidas nas mais diversas condições de clima e solo e com as mais diferentes variedades cultivadas de soja. Por esse motivo, os resultados obtidos em relação à produção de grãos são bastante variáveis de um experimento para outro.

Uma série grande de autores constatou que a produtividade da soja não é grandemente afetada pela população de plantas.

REISS & SHERWOOD (1963), nos EUA, avaliaram a influência de espaçamentos de 20, 40, 60, 80 e 100 cm entre linhas, combinadas com densidades de sementes de 60, 70, 80 e 90 kg/ha, com e sem calagem e adubação potássica, sobre a produção. As mai-

ores produções foram obtidas com 60 cm entre linhas, com qualquer densidade e em qualquer nível de fertilidade. Da mesma forma, as produções mais baixas ocorreram com espaçamento de 100 cm. A adição isolada de calcário ou potássio não afetou a produção, mas houve significativa elevação com adição de ambos.

JOHNSON & HARRIS (1967), nos EUA, usando espaçamento fixo de 90 cm entre fileiras e densidades de 3,3, 6,6, 13,1, 26,1, 39,4 e 52,2 plantas por metro linear, durante três anos em quatro cultivares de soja, avaliaram as variações na produção de grãos. Ocorreram variações de produções entre os diferentes anos e que foram atribuídas a diferenças na distribuição de chuvas e às fertilidades dos solos utilizados. A produção de nenhum dos cultivares usados foi significativamente reduzida pela densidade de até 52,5 plantas por metro linear. A melhor população foi a de 26,2 plantas por metro.

HICKS *et al* (1969), nos EUA, estudaram o efeito de populações de 310, 620 e 920 mil plantas/ha, com espaçamentos de 25 e 76 cm entre linhas, com dois cultivares, em dois anos. Não encontraram diferenças significativas para produção de grãos entre tratamentos.

COOPER (1971), nos EUA, utilizou populações de 375, 562, e 750 mil plantas/ha em três diferentes épocas de plantio e não encontraram diferenças significativas entre populações.

Nas condições do Estado de Minas Gerais, COSTA VAL (1971) estudou os efeitos de densidades de plantas de 8, 16, 24 e 32 plantas por metro linear em espaçamentos de 25, 50, 75 e 100 cm entre linhas com os cultivares Hardee e Pelican. Verificou que a produção de grãos não foi influenciada pelas diferentes densidades nas fileiras para os dois cultivares.

BASTIDAS *et al* (1973), na Colômbia, não encontraram variação significativa de produção entre populações variando de 208 a 833 mil plantas por hectare, utilizando os cultivares Hill, Pelican e SM-IAC.

DOSS & THURLOW (1974), nos EUA, estudaram o efeito de populações de plantas de 107.600, 215.300 e 322.900 plantas/

/ha, com e sem irrigação, em dois cultivares de soja e espaçamentos de 60 e 90 cm entre linhas. Encontraram variações muito pequenas de grãos por área, seja alterando o espaçamento ou a densidade nas linhas.

FRUMAIER (1975), no Estado do Rio Grande do Sul, em experimento com os cultivares IAS-2 e Santa Rosa, estudou os efeitos de populações de 100, 250, 400, 550 e 700 mil plantas/ha, em espaçamento fixo de 60 cm entre linhas, em solos com fertilidade corrigida e não corrigida. Verificou que não houve diferenças significativas para produção de grãos entre populações no solo corrigido.

BUENO *et al* (1975), também no Estado de Minas Gerais, realizaram experimento com os cultivares IAC-2 e UFV-1, com populações de 166.667, 333.333 e 500.000 plantas/ha, em espaçamento de 60 cm entre linhas e não encontraram diferenças significativas para produções, mesmo com plantios em três diferentes épocas.

TURNBULL (1976), na Nova Zelândia, trabalhou com populações variando de 100 a 300 mil plantas/ha e PANT & JOSHI (1977), na Índia, com populações de 200, 400 e 600 mil plantas/ha, e também não encontraram variações significativas de produção de grãos entre populações.

REIS *et al* (1977), no Estado de Minas Gerais, estudaram o comportamento dos cultivares UFV-1 e IAC-2 em espaçamentos de 40, 50, 60, 70 e 80 cm entre linhas com 20 plantas por metro linear, em cinco diferentes solos e quatro níveis de adubação. Os melhores espaçamentos, para solos pobres foram 50 e 60 cm e, para solos férteis, 60 a 80 cm. Não foram verificadas diferenças significativas para a produção de grãos e altura de plantas entre os diferentes espaçamentos estudados.

Por outro lado, um grande número de trabalhos tem mostrado variações significativas no rendimento de grãos, utilizando-se diferentes populações de plantas, seja alterando os espaçamentos entre linhas, seja variando as densidades dentro das linhas. A maioria tem mostrado que a produção de grãos tende a

aumentar com o aumento da população de plantas dentro de limites bastante amplos.

LEHMAN & LAMBERT (1960), nos EUA, estudaram os efeitos de densidades de 13, 26, 52 e 105 plantas por metro linear em espaçamentos de 65 e 131 cm entre linhas, com os cultivares Blackhawk e Mandarin. Com os dois cultivares, encontraram maiores produções no espaçamento menor havendo variações não significativas dentro das linhas.

WEBER *et al* (1966), nos EUA, conduziram experimentos durante dois anos com um cultivar, usando espaçamentos entre linhas de 12,5, 25, 50 e 100 cm e populações de 64, 128, 256 e 512 mil plantas por hectare. As maiores produções foram obtidas com o espaçamento de 25 cm e população de 256 mil plantas/ha.

TIMMONS *et al* (1967), nos EUA, estudaram por dois anos, os efeitos de espaçamentos de 20, 60 e 100 cm entre linhas combinadas com densidades de 34, 67 e 136 kg de sementes/ha, sobre evapotranspiração, eficiência do uso de água e produção de grãos. A evapotranspiração não foi afetada em nenhum caso. A maior eficiência de uso de água foi alcançada com a população mais baixa no espaçamento de 20 cm. Ocorreu efeito significativo de elevação de produção, em um ano, com aumento da população e decréscimo do espaçamento entre linhas.

SHAIK *et al* (1966), no Paquistão, em dois anos, estudaram espaçamentos de 25, 50 e 75 cm entre linhas, combinadas com densidades de 25, 33 e 50 plantas/metro linear, com três cultivares. Obtiveram produções mais elevadas com os espaçamentos de 25 e 50 cm, mas não ocorreram diferenças entre densidades nas linhas.

THOMPSON (1968), nos EUA, conduziu experimentos de campo em 1964 e 1965 com os cultivares Chipewa e Merit, cultivados em espaçamentos de 20, 61 e 102 cm entre linhas e populações de 226, 452 e 904 mil plantas/ha. As médias de produção foram maiores com o espaçamento de 20 cm e menores com o de 100 cm.

SINSKY (1968), na Tchecoslováquia, combinou espaçamentos, variando de 5 a 60 cm, com distâncias entre plantas, também variando de 5 a 60 cm, obtendo populações desde 27.777 até 4 milhões de plantas/ha. A produção por área aumentou de 1465 a 5960 kg/ha de grãos com a elevação da população entre os extremos. A forma da área disponível para cada planta foi considerada importante na determinação da produção.

DOUGHERTY (1969), na Nova Zelândia, verificou que as produções de soja foram mais altas, quando se utilizaram espaçamento de 50 cm entre linhas e população de 272.000 plantas/ha, do que quando se utilizaram espaçamento de 100 cm e população de 148.000 plantas por hectare.

BUTTERY (1969), no Canadá, conduziu experimentos de campo com um cultivar de soja, estudando populações de 4, 8, 16 ou 32 plantas por metro quadrado com e sem adição de NPK. As produções variaram de 2056 a 2656 kg/ha, com o aumento do número de plantas por área.

GRAY (1967), no Kenia, utilizou espaçamentos de 30, 45 e 60 cm entre linhas, combinados com intervalos de 10 e 15 cm entre plantas, nas linhas, em condições de alta umidade, semeando uma ou duas sementes por cova. O espaçamento menor, assim como duas sementes em cada cova, causou aumento significativo na produção de grãos, não havendo variação para o intervalo nas linhas.

MOLINYAWÉ & CAO-VAN-NAU (1967), nas Filipinas, estudaram o comportamento de dois cultivares de soja, em estação chuvosa e seca, com espaçamentos de 35, 50 e 75 cm entre linhas e intervalos de 10, 20 e 30 cm entre plantas. Na estação seca, ambos os cultivares produziram mais na combinação de 35 por 10 cm, havendo tendência de decréscimo com aumento de espaçamentos entre e dentro das linhas. Na estação chuvosa ocorreu o inverso, havendo elevação de produção com o aumento dos espaçamentos.

MINOR & JACKOBS (1969), na Índia, avaliaram a influência da época de plantio, combinado com espaçamentos de 30,

45, 60 e 75 cm entre linhas e populações de 100, 200, 400, 600 e 800 mil plantas por hectare em cada espaçamento usado, com dois cultivares de soja. O intervalo entre linhas teve um efeito muito menor do que a população de plantas. Os rendimentos obtidos com população de 400 mil plantas/ha nos dois primeiros plantios e de 600 mil plantas na terceira época foram os maiores.

REMUSSE *et al* (1971), na Argentina, também constataram o aumento da produção de grãos, a níveis significativos, à medida que aumentava a população de plantas, em dois cultivares semi-tardios e um semi-precoce de soja.

GRAFFIS *et al* (1972) recomendam, para as condições de Illinois, EUA, o uso de populações de 330.000 a 520.000 plantas/ha para plantios de maio e início de junho e, no caso de plantios tardios, populações com 50 a 100% a mais, para obtenção de rendimentos máximos.

COOPER (1974), nos EUA, verificou, em experimentos conduzidos durante três anos, que o espaçamento de 17,5 cm entre linhas pode render 10 a 20% mais do que espaçamentos de 50 ou 75 cm, desde que haja controle de plantas daninhas e que a população não exceda a 370.000 plantas/ha, para que não haja acamamento.

WILLIAMS & BAUMAN (1976), nos EUA, plantaram soja em espaçamentos de 22,5, 45,0 e 75,0, combinados com diferentes herbicidas, para verificar o controle de plantas daninhas, e verificaram aumento de produção com a redução do espaçamento.

FELTON (1976), na Austrália, combinou espaçamentos de 25, 50 e 75 cm, com densidades de 10, 20 e 40 plantas por metro linear e verificou que os espaçamentos menores causaram redução de produção de grãos.

OSAFU (1977), em Ghana, estudou o efeito de populações de 54, 81, 108, 135 e 162 mil plantas/ha, sobre a produção de dois cultivares de soja. Verificou aumento de produção com aumento da densidade de plantas até 108 mil plantas, ocorrendo diminuição acima desse valor.

LUESCHEN & HICKS (1977), nos EUA, estudaram populações de soja de 171, 342 e 513 mil plantas por hectare em três cultivares e verificaram que, em apenas um ano, ocorreu produção maior de grãos com o aumento da população. Concluíram que a soja tem grande capacidade de compensação para uma faixa ampla de densidades de plantas, sem afetar a produção de grãos.

As variações nas respostas de produtividade a diferentes populações de plantas de soja são atribuíveis às características dos cultivares, que apresentam distintos padrões de crescimento; às condições climáticas, como a precipitação (RUNGE & ODELL, 1960), a temperatura e irradiação solar (JEFFERS & SHIBLES, 1969); às condições de fertilidade do solo (WEBER, 1968) e à época de plantio (CARTER & HARTWIG, 1967).

Assim, as mesmas populações de plantas podem apresentar rendimentos bem diferentes, bastando que se altere uma das condições mencionadas.

De modo geral, os resultados, analisados em conjunto, mostram que a elevação da população tende a proporcionar maior rendimento, dentro de limites bastante amplos, sendo mais destacados os efeitos de espaçamentos entre linhas do que o intervalo entre plantas, nas linhas.

#### 2.1.2 - Influência de populações sobre o crescimento e características agrônômicas das plantas

Variações nas populações de plantas têm resultado em diferentes hábitos de crescimento e alterado uma série de características das plantas, diretamente relacionadas com a produção, e que são importantes para a determinação da população ótima.

Altas populações apresentam, muitas vezes, problemas de acamamento, dificultando a colheita, ao passo que populações baixas resultam em plantas mais baixas, com caules grossos, muitas ramificações e baixa inserção das primeiras vagens, que também dificultam a colheita.



### 2.1.2.1 - Altura das plantas e inserção da primeira vagem

A literatura mostra que a altura das plantas, de modo geral, aumenta à medida que aumenta a população de plantas, seja reduzindo os espaçamentos entre linhas, seja aumentando as densidades nas linhas (HINSON & HANSON, 1962; JOHNSON & HARRIS, 1967; HICKS *et al*, 1969; COSTA VAL, 1971; BASTIDAS *et al*, 1971; REMUSSI *et al*, 1971; DOSS & THURLOW, 1974; BASNET *et al*, 1974; BUENO *et al*, 1975).

Entretanto, em alguns trabalhos, não foram encontradas diferenças para a altura de plantas com diferentes populações (REISS & SHERWOOD, 1965; PROBST, 1945; SHAIK *et al*, 1967; LUESCHEN & HICKS, 1977, REIS *et al*, 1977. BUTTERY (1969) e NEUMAIER (1975) chegaram a encontrar redução de altura de plantas com o aumento da população.

A altura de inserção da primeira vagem se eleva com o aumento do número de plantas, dentro de limites bastante amplos, quando esta é influenciada pela população (BASTIDAS *et al*, 1971; BUENO *et al*, 1975; NEUMAIER, 1975; FELTON, 1976; LUESCHEN & HICKS, 1977).

BUENO *et al* (1975) encontrou redução da altura da primeira vagem, em duas épocas de plantio e COSTA VAL (1971) verificou redução de altura com aumento de população para o cultivar Hardee, não havendo alteração para o cultivar Improved Pelican.

As divergências entre os resultados encontrados se devem ao fato de que vários fatores, associados à população, afetam o crescimento das plantas, tais como a umidade disponível (PENDLETON *et al*, 1958 e MOLINYAWE & CAO-VAN-NAU, 1967), as características do cultivar (HINSON & HANSON, 1962; CARTER & HARTWIG, 1967; JOHNSON & HARRIS, 1967; NEUMAIER, 1975) e a fertilidade do solo (REISS & SHERWOOD, 1965; NEUMAIER, 1975).

### 2.1.2.2 - Produtividade por planta

O rendimento por planta diminui progressivamente à medida que aumenta a população de plantas.

A redução do número de vagens por planta foi verificada por diversos autores, quando se aumentava a densidade de plantas ou se reduzia o espaçamento entre linhas (LEHMAN & LAMBERT, 1960; WEBER *et al.*, 1966; SINSKY, 1968; BUTTERY, 1969; HICKS *et al.*, 1969; REMUSSI *et al.*, 1971; FONTES & OHLROGGE, 1972; BASNET *et al.*, 1974; PANT & JOSHI, 1977; LUESCHEN & HICKS, 1977).

Além da redução do número de vagens, ocorre a redução do número de grãos por vagem (LEHMAN & LAMBERT, 1960; SINSKY, 1968; FONTES & OHLROGGE, 1972; PANT & JOSHI, 1977; LUESCHEN & HICKS, 1977).

Alguns trabalhos têm mostrado que, além dessas reduções de número de vagens e de sementes por planta, ocorrem mais plantas improdutivas dentro da população, quando esta cresce (FONTES & OHLROGGE, 1972; REMUSSI *et al.*, 1971).

#### 2.1.2.3 - Área foliar

A área foliar por planta e o índice de área foliar são parâmetros que variam com diferentes populações de plantas para a cultura da soja.

THOMPSON (1968), nos EUA, encontrou elevação do IAF com aumento de população de 22,6 a 90,4 plantas/m<sup>2</sup>. Houve correlação entre cobertura do solo e IAF com a produção de grãos em um ano relativamente seco (1964), mas não no ano seguinte, que foi úmido.

HICKS *et al.* (1969), nos EUA, avaliaram os efeitos de populações de 320 a 920 mil plantas/ha, com espaçamentos de 25 e 75 cm entre linhas, com plantas de duas origens genéticas, em dois anos, sobre características da soja. Verificaram que o IAF era maior com o espaçamento de 25 cm e aumentava com o aumento da população.

BUTTERY (1969), no Canadá, estudou os efeitos de densidades de 4, 8, 16 e 32 plantas por metro linear, em espaçamento de 30,5 cm entre linhas, sobre o crescimento da soja, com e sem adição de NPK. Verificou que a área foliar por planta reduziu à medida que aumentava a densidade de plantas, independente-

mente da adubação. A relação de peso de parte aérea: peso de grãos também diminuiu com o aumento da população.

JEFFERS & SHIBLES (1969), nos EUA, estudaram alguns efeitos de área foliar, radiação solar, temperatura e cultivar sobre a fotossíntese total de soja e verificaram que IAF menores que 4 causavam saturação pela luz, estando a temperatura ótima compreendida entre 25 e 30° C.

BASTIDAS *et al* (1971), na Colômbia, estudaram os efeitos de populações de 138, 167, 208, 277, 417 e 833 mil plantas/ha sobre características de três cultivares de soja com espaçamento de 60 cm entre linhas. Verificaram aumento do IAF com aumento da população, nos três cultivares, até o estágio IV de crescimento e, com o cultivar Hill, até o estágio V. A porcentagem de intercepção da luz acompanhou os IAF até o estágio IV, com estreita correlação.

### 2.1.3 - Nutrição mineral

O único trabalho encontrado que relaciona a nutrição mineral com diferentes populações de plantas de soja foi o de BUTTERY (1969), já citado. Determinou, o autor, a concentração de macronutrientes na planta total em dois anos. Verificou que, com a elevação da densidade de plantas, ocorria a redução no teor de N e K. O P não variou e, o Mg e K/Ca variaram irregularmente.

## 2.2 - EFEITOS DE HERBICIDAS EM SOJA

Herbicidas de diferentes grupos químicos, que se caracterizam por distintos modos de ação nas plantas e diferentes espectros de controle de plantas daninhas, tem sido testados e utilizados na cultura da soja de modo crescente em todas as regiões produtoras.

### 2.2.1 - Sobre o crescimento e produção de grãos

A pesquisa com utilização desses compostos químicos tem mostrado que, muitas vezes, ocorrem alterações de crescimento inicial, sintomas de fitotoxicidade e, eventualmente, redução da produção de grãos.

Herbicidas do grupo das dinitroanilinas estão sendo extensivamente utilizados nessa cultura desde a introdução do trifluralin. Também o vernolate vem sendo utilizado há bastante tempo e, mais recentemente, o alachlor, o pendimethalin e o metribuzin, todos com amplo uso agrônômico.

OLIVER & FRANS (1968) estudaram os efeitos do trifluralin no desenvolvimento inicial da soja e verificaram a inibição de raízes laterais na camada de incorporação do herbicida.

JOHNSON (1969) verificou que o trifluralin, aplicado a 0,84 kg/ha, em quatro cultivares de soja, em solos arenobarrento e argilo-limoso, em dois anos, causou redução de crescimento inicial, mas sem alteração do período de maturação, qualidade e produção de grãos.

DOWLER & HAUSER (1969) aplicando trifluralin e vernolate, em doses normais de uso, observaram injúrias iniciais em plantas de soja. Da mesma forma JOHNSON (1971), encontrou injúrias da ordem de 43 % com aplicação de trifluralin a 0,84 kg/ha e de 28 % com vernolate a 2,24 kg/ha, dez semanas após aplicação mas apenas em um ano, dentro de tres anos de experimentação de campo. Não houve redução de produção de grãos ou da população de plantas nem alteração da qualidade de grãos.

KUST & STRUCKMEYER (1971) verificaram que a incorporação de trifluralin a 10 cm reduziu o crescimento da parte aérea mas não afetou o crescimento das raízes. O peso de matéria seca da parte aérea foi reduzido, significativamente, com aumento da dose do herbicida. Na dose mais alta, de 1,10 kg/ha, houve, também, redução do peso de raízes a oito semanas do plantio.

BURNSIDE (1972) aplicou seis diferentes herbicidas incluindo o trifluralin, a 2,2 kg/ha, e o vernolate, a 3,4 kg/ha, a dez cultivares de soja, em solo limo argiloso, e encontrou reduções médias de 17 % de produção com trifluralin e de 5 % com vernolate. Quanto ao número de plantas, o trifluralin apresentou as maiores reduções entre os seis herbicidas ao passo que o vernolate não afetou a população durante o ciclo.

COBLE & SCHRADER (1973), estudando o efeito de doses de metribuzin e teor de matéria orgânica do solo, verificaram injúrias iniciais em plantas de soja. A profundidade de sementeação e a elevação do teor de matéria orgânica reduziram os sintomas de fitotoxicidade.

PARKER & DOWLER (1976) aplicaram trifluralin nas doses de 0,56 e 1,12 kg/ha e vernolate nas doses de 2,24 e 4,48 kg/ha a plantas de soja. Verificaram injúrias severas, aos 14 dias, e redução de produção de grãos, causadas pela dose mais elevada de trifluralin e pelas duas de vernolate. Em um experimento, ocorreu maior número de plantas nascidas, quando o vernolate foi aplicado pelo método de injeção ao solo, mas redução com aplicação convencional.

COVOLO & PULVER (1976) estudaram a resposta de onze cultivares de soja ao metribuzin e verificaram que a tolerância do cultivar Santa Rosa foi pequena dentro do conjunto, ficando em antepenúltimo lugar na ordem.

STRUCKMEYER *et al* (1976) aplicaram doses de 0,8, 1,7 e 3,4 kg/ha de pendimethalin e trifluralin e observaram os sintomas causados na estrutura celular da soja e feijão. Verificaram, na região do caule, engrossamento do diâmetro determinado pelo aumento das células do cortex, ocorrendo adelgamento das paredes celulares. Os anéis do tecido vascular se apresentavam irregulares.

Trabalhos realizados com soja no Estado do Paraná (EMBRAPA, 1976) indicam que o trifluralin, o metribuzin e o vernolate apresentaram redução de população e de produção em um experimento, de três realizados no campo, ao passo que o alachlor, em dois experimentos, não apresentou qualquer redução.

WILSON *et al* (1977) compararam os efeitos de pendimethalin e trifluralin sobre o crescimento e produção de soja. Com dose de 0,84 kg/ha de trifluralin e 2,24 kg/ha de pendimethalin ocorreram reduções de 2% a 17%, respectivamente, após seis semanas sem redução de produção de grãos em 1972. Em 1974, as reduções de crescimento foram da ordem de 12% e 15%, da parte aérea,

respectivamente, com redução de produção pelo pendimethalin. Em 1975, ocorreu o mesmo resultado com dose igual do pendimethalin e 0,56 kg/ha do trifluralin.

HOLLOWID *et al* (1977) aplicaram metribuzin na dose de 0,84 kg/ha em três diferentes solos e verificaram injúrias iniciais em soja, que resultaram em redução significativa de produção em um dos solos que continha o menor teor de matéria orgânica.

VOLL (1977), em experimentos com diferenças herbicidas em soja, em solo muito argiloso, aplicou pendimethalin, trifluralin, vernolate, alachlor e metribuzin, entre outros, em doses normais de uso agrícola e encontrou efeitos fitotóxicos causados apenas pelo vernolate, com menores produções de grãos.

LADLIE *et al* (1977) realizaram experimentos com os herbicidas trifluralin a 0,84 kg/ha e metribuzin a 0,74 kg/ha em solos areno-barrentos em vasos e no campo, com teores de matéria orgânica de 1,5 e 2,5%. Encontraram reduções de pesos de matéria fresca e seca aos 30 e 60 dias com trifluralin variando de 15 a 34%. Com metribuzin as injúrias foram da ordem de 45 a 77% e, com ambos herbicidas, houve redução da produção de grãos.

### 2.2.2 - Sobre a nodulação

Os estudos dos efeitos de herbicidas sobre a microflora do solo, particularmente sobre *Rhizobium* em soja, são bem poucos.

HAMDI & TEWFIK (1969), aplicando trifluralin no dia da sementeira de *Vigna sinensis*, inoculada com *Rhizobium japonicum*, verificaram inibição da nodulação, mas quando a aplicação se fez 27 dias antes da sementeira, ocorreu efeito estimulante sobre a nodulação.

KUST & STRUCKMEYER (1971) aplicaram trifluralin incorporado a 10 cm no solo e verificaram redução do número de nódulos formados em plantas de soja.

LORENZI & ARAUJO (1974) aplicaram trifluralin, a 0,94 kg/ha, e alachlor, a 2,40 kg/ha, em solo barrento, em cul-

de soja e verificaram que, em soja inoculada com *Rhizobium japonicum*, não ocorreu redução da matéria seca de nódulos nem no teor de N na parte aérea. Em soja não inoculada ocorreu a redução do peso de matéria seca de nódulos formados por *Rhizobium* autóctone.

PARKER & DOWLER (1976) estudaram o efeito de trifluralin aplicado a 0,56 e 1,12 kg/ha e do vernolate aplicado a 2,24 e 4,48 kg/ha sobre a nodulação em soja. Verificaram que o trifluralin, nas duas doses, reduziu significativamente o peso de matéria seca de nódulos, não havendo qualquer efeito do vernolate sobre estes.

GIARDINI *et al* (1979) trabalharam com os herbicidas trifluralin, aplicado a 0,72 kg/ha, vernolate, a 2,55 kg/ha e alachlor, a 1,68 kg/ha, em solo barrento, com 3,4% de matéria orgânica, por dois anos, e não encontraram qualquer efeito sobre o peso de matéria seca de nódulos em plantas de soja, em observações aos 35, 58 e 98 dias após o plantio no primeiro ano e aos 46, 70 e 104 dias, no segundo.

### 2.2.3 - Sobre a nutrição e composição das plantas

Este é, também, um tópico pouco estudado até agora em relação à cultura da soja.

JOHNSON & JELLUN (1969) aplicando trifluralin, na dose de 0,84 kg/ha, a quatro cultivares de soja, em solos arenobarrento e argilo-limo-arenoso, não constataram qualquer efeito sobre o teor de proteína, óleo total ou composição de óleos grasos nos grãos, na colheita.

JOHNSON (1971) não verificou qualquer alteração no teor de óleo total ou proteína em grãos de soja, na colheita, com aplicação de trifluralin a 0,84 kg/ha, confirmando resultado acima citado, ou com vernolate, a 2,24 kg/ha, em três anos de experimentação.

Da mesma forma, BZIKOW *et al* (1971), aplicaram trifluralin a plantas de soja, em condições de campo, e não encontraram alteração no teor de óleo total ou de proteínas nos grãos, na colheita.

CATHEY & SAABE (1972) com aplicação de trifluralin, com doses variando de 0,7 a 1,4 kg/ha, em solo limo-barrento, incorporado em horizontes de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm ou de 10 a 15 cm de profundidade, verificaram redução significativa de absorção de P, com incremento da dose, aos 21 dias após semeadura.

HARDCASTLE *et al* (1974) estudaram o efeito da aplicação de metribuzin, nas doses de 0,56, 1,12 e 1,68 kg/ha, em seis cultivares de soja em dois solos areno-argilosos com menos de 2% de matéria orgânica. No geral ocorreram mudanças significativas na concentração de ácidos graxos, ocorrendo elevação do teor total de óleo com aumento da dose do herbicida. O teor de proteína total não foi alterado em nenhum tratamento.

LORENZI & ARAUJO (1974) com aplicação de trifluralin a 0,96 kg/ha e alachlor a 2,40 kg/ha em solo barrento, não verificaram alteração do teor de N na parte aérea, no florescimento da soja.

O'DONOVAN & PRENDEVILLE (1977) estudaram a absorção de Ca e de P em algumas leguminosas com aplicação de trifluralin em diferentes níveis do solo. Na concentração de 1 mg de trifluralin por quilo de solo com 17% de argila e 3,96% de matéria orgânica, verificaram que, além da inibição lateral de raízes, ocorreu menor absorção de Ca e de P aos 5 e aos 20 dias após a emergência.

### 2.3 - ASSOCIAÇÃO DE HERBICIDAS E POPULAÇÕES DE PLANTAS

Estudos, levando em consideração o uso de herbicidas associados a diferentes populações de plantas, são escassos, sendo a ênfase verificar a maior eficiência no controle de plantas daninhas.

WAX & PENDLETON (1968) aplicaram trifluralin, em dose normal, combinado com espaçamentos de 25, 50, 75 e 100 cm entre linhas. Com a aplicação do herbicida ocorreu controle total de plantas daninhas, havendo produções 20, 18 e 10% mais elevadas com os espaçamentos de 25, 50 e 75 cm, respectivamente, quando comparadas às de espaçamento de 100 cm.



Da mesma forma WILLIAMS & BAUMAN (1976) plantaram soja com espaçamentos de 23, 46 e 69 cm entre linhas, aplicando vários herbicidas indicados para essa cultura. Encontraram respostas para controle de plantas daninhas com os diferentes espaçamentos e aumento de produção com a redução dos mesmos.

WAX *et al* (1977) aplicaram trifluralin só, na dose de 1,12 kg/ha, e, em mistura com metribuzin, na dose de 0,56 kg/ha, em dois cultivares de soja, utilizando espaçamentos de 18 e 76 cm entre linhas, em solo limo-argilo-barrento, com 5% de matéria orgânica, por três anos. A população de plantas e injúrias foram avaliadas quatro semanas após o plantio e a produção, na colheita. Somente ocorreu redução da população em um ano, com espaçamento de 18 cm, tanto com trifluralin só, como com a mistura dos dois herbicidas. Foi verificada redução da produção só em um ano com trifluralin e 18 cm entre linhas. Ocorreram injúrias de 4 a 23%, quando havia mistura dos dois herbicidas, nos dois espaçamentos, nos três anos. Com controle eficiente do mato, nos espaçamentos de 18 cm, houve produções médias de 9% maiores do que com 76 cm entre linhas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos de campo foram instalados em áreas do Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agrônômico, e um em casa-de-vegetação, em diferentes solos, com a cultura da soja (*Glycine max* L. Merr.).

Utilizou-se o cultivar Santa Rosa que é tardia, com ciclo vegetativo ao redor de 135 dias e crescimento determinado.

O local está situado a uma longitude oeste de 47°04' e latitude sul de 25°52', com temperaturas médias anuais máximas e mínimas de 27,6°C e 15,6°C, respectivamente, sendo a média anual de 20,6°C, e a precipitação média anual de 1364 mm de chuva. Os dados de precipitação e de temperaturas, ocorridas durante os períodos dos experimentos estão representados na figura 1.

As características dos solos em que se instalaram os experimentos estão no quadro 1.

Os herbicidas utilizados nos experimentos foram:

- |               |   |
|---------------|---|
| alachlor      | = 2-cloro-2',6'-dietil-metoximetil-acetanilida formulado com concentrado emulsionável, contendo 480 g de i.a. por litro;                              |
| metribuzin    | = 4-amino-6-t-butil-3-metiltio-1,2,4-triazina-5-(4H)-ona, formulado como pó molhável, contendo 70% de i.a. p/p;                                       |
| pendimethalin | = N-(1-etilpropil)-3,4-dimetil-2,6-dinitrobenzenamina, formulado como concentrado emulsionável contendo 500 g de i.a. por litro;                      |
| trifluralin   | = $\alpha,\alpha,\alpha$ -trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropil-p-toluidina, formulado como concentrado emulsionável contendo 480 g de i.a. por litro, e |

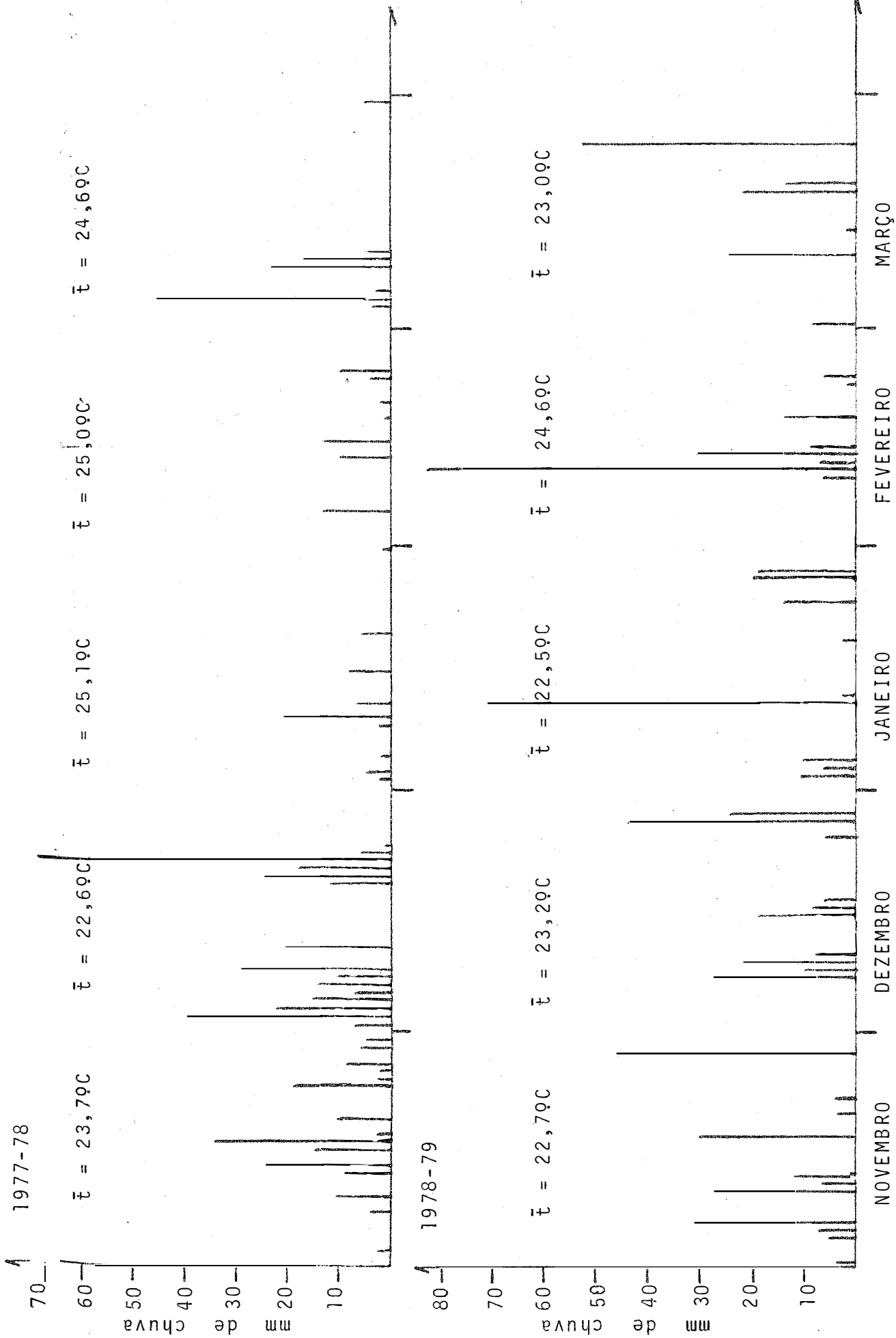


Figura 1. Dados de temperaturas médias mensais e precipitações pluviométricas diárias durante os ciclos da cultura da soja nos dois anos de experimentação no Centro Experimental de Campinas.

Quadro 1.- Características físicas e químicas dos solos em que se instalaram os experimentos de herbicidas em soja no campo e em casa-de-vegetação no Centro Experimental de Campinas

CARACTERÍSTICAS	C A M P O		C A S A - D E - V E G E T A Ç Ã O	
	EXPERIMENTO I 1977-78	EXPERIMENTO II 1977-78	EXPERIMENTO III 1978-79	SOLO "A" SOLO "B" 1978
Teor de argila (%)	40	66	40	67
Teor de limo (%)	0	6	1	5
Teor de areia fina (%)	23	9	17	12
Teor de areia grossa (%)	37	19	42	16
pH	5,8	4,8	6,6	5,7
Teor de matéria orgânica (%)	1,7	3,9	3,1	2,7
Teor de Ca++ (e.mg/100 ml TFSA)	1,3	1,7	2,3	1,8
Teor de Mg++ (e.mg/100 ml TFSA)	0,6	0,4	1,1	0,5
Teor de K (µg/ml de TFSA)	34	41	53	40
Teor de P (µg/ml de TFSA)	6	7	2	2
Classe textural	argiloso	muito argiloso	argiloso	muito argiloso barrento

vernolate = S-propil-dipropil-tiolcarbamato, formulado como concentrado emulsionável contendo 720 g de i.a. por litro.

Nos três experimentos de campo, utilizou-se um delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e, parcelas medindo 7,00 metros de comprimento por 2,40 metros de largura e espaçamento de 0,60 metro entre linhas, obtendo-se três linhas úteis e duas de bordadura por parcela.

As aplicações dos herbicidas foram sempre realizadas com um pulverizador costal, de pressão constante de 2,81 kg/cm<sup>2</sup>, impulsionado a gás carbônico, com gasto de água equivalente a 400 litros de água por hectare.

As sementes de soja, utilizadas nos três experimentos, foram sempre tratadas com fungicida thiabendazole em pó e inoculadas com *Rhizobium japonicum* mantidas em meio turfoso.

Nos dois primeiros experimentos, foi feita adubação a lanço em área total com 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e incorporação com grade, 20 dias antes da semeadura. No terceiro experimento, fez-se adubação nos sulcos, colocando-se 35 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por metro linear.

### 3.1. EXPERIMENTO I - 1977-1978

Foi instalado em um latossolo vermelho escuro orto, série Barão (MELFI *et al*, 1966) apresentando as características físicas e químicas constantes no quadro 1, para o horizonte Alp-A<sub>21</sub>. A topografia da área é plana e a altitude é de 620 metros.

Os tratamentos aplicados foram: triflurali a 0,96 kg/ha e vernolate a 3,60 kg/ha, aplicados pré-plantio com incorporação; pendimethalin a 1,50 kg/ha; alachlor a 2,40 kg/ha e metribuzin a 0,63 kg/ha, aplicados após plantio em pré-emergência e uma testemunha capinada. Cada tratamento foi combinado com densidade de semeadura de 250.000 e 350.000 plantas por hectare.

A aplicação dos herbicidas trifluralin e vernolate foi realizada no dia 17 de novembro de 1977, entre as 14:30 e 15:30 horas, com incorporação imediata ao solo a uma profundidade 0,08 m com grade dupla de discos. O solo apresentava-se úmido a 0,02 m da superfície, o céu claro e havia vento fraco.

No dia 20, fez-se a sulcação das parcelas com sulcador a tração animal e no dia 21, a sementeira, manualmente. Para a densidade 1, foram colocadas 20 sementes por metro linear e, para a densidade 2, 25 sementes.

Os herbicidas pendimethalin, alachlor e metribuzin foram aplicados no dia 24, entre as 14:00 e 15:30 horas, estando o céu nublado, o solo seco na superfície, sem vento e temperatura de 32°C à sombra.

A emergência da cultura ocorreu nos dias 27 e 28 do mesmo mês.

Aos 30, 52, 75 e 146 dias, após a emergência, foram coletadas plantas em todas as parcelas para obtenção dos pesos de matéria seca de folhas e caules, sendo utilizadas dez plantas nas duas primeiras amostragens e cinco plantas nas duas últimas.

O experimento todo foi capinado aos 43 dias, após a emergência da cultura.

Fêz-se a contagem da população de plantas, por tratamento, aos 30 dias da emergência e na colheita, aos 148 dias.

A área foliar de cinco plantas por parcela foi medida aos 84 dias, baseada na leitura do folíolo central de cada folha, obtendo-se o peso de matéria seca desses folíolos, após secagem a 65°C. Fêz-se o cálculo do índice de área foliar para cada tratamento, assim como o do peso específico. A medida de área foliar foi realizada com integrador automático.

Os mesmos folíolos foram utilizados para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, pelos métodos usuais, tendo sido lavados com água destilada e com detergente, antes da secagem.

Aos 98 dias, foram arrancadas, cuidadosamente, cinco plantas por parcela para separação dos nódulos das raízes que foram contados e, após secagem a 65°C, pesados.

Na colheita aos 146 dias, foram coletadas todas as plantas em seis metros de duas linhas por parcela, para a separação de grãos e determinação da produção. Cinco plantas foram separadas para a determinação da altura, medida até a última vagem,

comprimento do segmento com vagens, número de vagens, peso de matéria seca de grãos de vagens e de caules.

Os grãos destas cinco plantas foram moídos, após a secagem a 65°C, e submetidos a análises químicas, para determinação de teores de N, P, K, Ca, Mg, S e óleo total, pelos métodos convencionais.

Todos os dados foram submetidos à análise da variância, sendo os resultados de número e peso de nódulos e de área foliar transformados para  $\sqrt{x}$ .

### 3.2. EXPERIMENTO II, DE 1977-78

Foi instalado em um latossolo roxo, Série Chapadão (MELFI *et al.*, 1966) apresentando as características físicas e químicas constantes no quadro 1, para os horizontes ALp e A3. A topografia no local é plana e a altitude, de 660 metros.

Os tratamentos foram os mesmos do experimento anterior. Cada tratamento foi combinado com densidades de semeadura de 250.000, 350.000 e 450.000 plantas por hectare.

A aplicação dos herbicidas trifluralin e vernolate foi realizada no dia 18 de novembro de 1977, das 9:00 às 9:30 horas, com céu aberto, vento sul fraco, solo seco na superfície, incorporando-se, imediatamente após, com grade dupla de discos.

No dia 20 foi feita a sulcação nas parcelas e a semeadura se fez no dia 22, ocorrendo chuva à tarde e no dia seguinte. Colocaram-se 20, 25 e 35 sementes por metro linear de sulco, manualmente.

Os tratamentos pendimethalin, alachlor e metribuzin foram aplicados no dia 25 das 8:00 às 9:00 horas, com céu totalmente nublado, solo bem úmido e sem vento.

A emergência da cultura ocorreu no dia 28. Fez-se a contagem da população de plantas, por tratamento, 17 dias após.

Aos 31 dias, foi realizada uma aplicação de inseticida fosforado, para controle de insetos.

O experimento todo foi capinado aos 43 dias após a emergência.

Amostragens de plantas para obtenção de pesos de matéria seca de folhas e caules foram feitas aos 30, 52, 72 e 148 dias, sendo utilizadas 10 plantas nas duas primeiras e cinco nas duas últimas.

Amostragem de cinco plantas para determinação de área foliar e peso de folhas foi feita aos 78 dias da mesma forma que no experimento anterior, utilizando-se essas folhas para análise de macronutrientes.

O arrancamento de cinco plantas por parcela para obtenção do número e peso de nódulos foi feito aos 94 dias.

A colheita se fez aos 148 dias, da mesma forma que no experimento anterior, determinando-se os mesmos parâmetros.

### 3.3. EXPERIMENTO III, DE 1978-79

Foi instalado no mesmo solo do Experimento I, em área bem próxima, com topografia levemente inclinada. As características desse solo estão no quadro 1.

Os tratamentos aplicados foram os mesmos dos experimentos anteriores, sendo a dose de metribuzin reduzida para 0,53 kg/ha e a do pendimethalin reduzida para 1,25 kg/ha.

Cada tratamento foi combinado com populações de 250.000 e 350.000 plantas por hectare.

A aplicação dos herbicidas trifluralin e vernolate foi realizada no dia 8 de novembro de 1978, das 15:30 às 16:00 horas, estando o solo seco na superfície, o céu claro e sem vento. Imediatamente após, fez-se a incorporação dos herbicidas com grade dupla de discos.

No dia seguinte, fez-se a sulcação das parcelas, adubação nas linhas e sementeira, utilizando-se uma sementeira Planet Junior.

A aplicação dos herbicidas de pré-emergência foi feita no dia 10 das 14:00 às 15:00 horas, estando o céu encoberto e tempo chuvoso.



A emergência ocorreu no dia 15 e a contagem da população inicial foi feita 10 dias após a mesma.

O tratamento testemunha foi capinado aos 27 dias, após a emergência.

As amostragens para obtenção de pesos de matéria seca de folhas e caules foram realizadas 20, 48, 71 e 167 dias, após a emergência, utilizando-se, sempre, cinco plantas por parcela. O tratamento com metribuzin não foi amostrado nas duas primeiras épocas.

A amostragem de cinco plantas por parcela, para obtenção de nódulos, área foliar e teor de nutrientes em folhas, foi realizada aos 71 dias e a contagem da população final e colheita de grãos, aos 167 dias. Nesta, foram obtidos os mesmos parâmetros dos experimentos anteriores.

#### 3.4. EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Foi instalado, em 23 de outubro de 1978, utilizando-se o horizonte A<sub>3</sub> de dois latossolos, barrento e argiloso, cujas características estão no quadro 1.

O experimento foi conduzido em vasos, sendo uma parte constituída de vasos de alumínio, medindo 13 cm de diâmetro da boca e 16,5 cm de altura, com capacidade de dois litros e, outra parte constituída de sacos plásticos medindo 13 cm o diâmetro da boca e 27 cm de altura, com capacidade de 3,5 litros.

Os tratamentos aplicados foram os mesmos do Experimento I, sendo a dose de trifluralin reduzida para 0,86 kg/ha.

Para a aplicação dos herbicidas, utilizou-se um pulverizador manual, de pressão variável, com capacidade de dois litros, gastando-se 125 ml de água por metro quadrado. Os vasos de cada tratamento foram distribuídos, ao acaso, sobre uma área de dois metros quadrados, fazendo-se a aplicação dos herbicidas sobre a mesma. O trifluralin e o vernolate foram aplicados da mesma forma, retirando-se, depois, a terra até a profundidade de dez centímetros, a partir da boca, incorporando uniformemente os herbicidas sobre um lençol plástico.

A seguir, a terra foi recolocada até cinco centímetros da boca, colocadas as sementes e completado o volume com a terra tratada. Os demais herbicidas foram aplicados com as sementes já nos vasos a cinco centímetros.

O delineamento foi o totalmente casualizado, havendo três repetições para cada tratamento e cada época de amostragem, que foram realizadas aos 9, 19 e 30 dias após a emergência. Foram semeadas cinco sementes por vaso, raleando-se para três, após a emergência. Para a amostragem aos 9 dias, foram utilizadas as plantas dos vasos de alumínio e para as outras duas, aquelas dos sacos plásticos.

Em cada amostragem, foram separados os caules, folhas e raízes das plantas, medindo a altura do caule e o comprimento da raiz principal e, após secagem a 65°C, obtidos os pesos de matéria seca de cada parte.

Na terceira amostragem, foram separados, também, os nódulos das raízes, contados e, após secagem a 65°C, pesados.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, procurando verificar a existência de interação solo X herbicidas. Os valores de número e peso de nódulos foram transformados para  $\sqrt{x}$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1 - EXPERIMENTOS DE CAMPO

#### 4.1.1 - População de plantas e desenvolvimento da cultura

A emergência da soja ocorreu normalmente nos dois experimentos de 1977-78, verificando-se, para cada densidade, uma população média um pouco maior no solo muito argiloso, como indicam os dados dos quadros 2 e 6 e a figura 5. Nenhum tratamento herbicida causou atraso de germinação ou redução significativa do número de plantas. No Experimento III de 1978-79, houve germinação menor do que nos anteriores, inclusive daquele conduzido no mesmo solo, como se vê no quadro 10 e figura 5, ocorrendo redução significativa de população de plantas causada pelos herbicidas metribuzin e trifluralin.

O crescimento das plantas de soja foi avaliado pela parte aérea e os resultados de pesos de matéria seca, em três épocas, estão nos quadros citados, para os três experimentos. No Experimento I, em solo argiloso, verificou-se fitotoxicidade inicial severa, causada pelo herbicida metribuzin, que se refletiu nos pesos de caules e folhas aos 30 dias, sendo significativamente menores que os demais para as duas densidades estudadas. Os sintomas consistiam de clorose nerval e necroses no primeiro par de folhas, as quais, muitas vezes, chegavam a cair. As folhas, a partir de 15 dias da emergência, já apresentavam crescimento normal, às vezes, com leve clorose. O vernolate e o pendimethalin apresentavam retenção de crescimento inicial ocorrendo coloração verde mais escura nos caules e folhas. Nas amostragens seguintes, verificou-se gradativa recuperação da soja com o tratamento metribuzin e plena recuperação, antes da segunda, com vernolate e pendimethalin.

Quadro 2.- População inicial de plantas e pesos de matéria seca de caules e folhas, por planta, em três épocas de amostragem, no Experimento I, de 1977-78, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Média de quatro repetições.

TRATAMENTO	i.a./ha	POPULAÇÃO DE PLANTAS	30 DIAS		52 DIAS		75 DIAS	
			CAULES	FOLHAS	CAULES	FOLHAS	CAULES	FOLHAS
	kg	nº/ha	g	g	g	g	g	g
D <sub>1</sub>								
1. Vernolate	3,60	206.536	0,21	0,70	1,40	3,49	4,51	7,54
2. Trifluralin	0,96	187.690	0,28	0,93	1,35	3,43	5,99	9,44
3. Pendimethalin	1,50	191.262	0,31	0,90	1,66	3,80	4,85	7,50
4. Alachlor	2,40	247.613	0,27	0,89	1,58	3,72	5,76	8,45
5. Metribuzin	0,63	215.071	0,16	0,47	0,90	2,27	4,16	7,21
6. Sem herbicida	--	202.375	0,28	0,92	1,52	3,52	4,23	6,12
D <sub>2</sub>								
7. Vernolate	3,60	287.399	0,21	0,67	1,21	3,07	4,24	6,81
8. Trifluralin	0,96	239.875	0,25	0,81	1,21	2,87	4,83	7,79
9. Pendimethalin	1,50	257.333	0,29	0,82	1,28	2,87	4,20	5,57
10. Alachlor	2,40	284.315	0,27	0,86	1,34	3,12	4,91	6,78
11. Metribuzin	0,63	273.309	0,16	0,42	0,97	2,35	4,15	6,52
12. Sem herbicida	--	305.351	0,26	0,91	1,30	2,93	4,50	6,73
F (herbicidas)		n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F (densidades)		**	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*

n.s., \*, \*\* - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente

D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> - diferentes densidades de plantio.

No Experimento II, os sintomas verificados para os tratamentos mencionados foram os mesmos, mas em grau bem menor. Os pesos das plantas indicam redução bem pequena no crescimento com metribuzin, mas, desta vez, o tratamento testemunha apresentava os valores mais baixos, particularmente com a maior densidade de plantas.

No Experimento III, a germinação apresentou valores bem diferentes entre tratamentos. Aqueles com vernolate, para as duas densidades, apresentaram maiores populações e, aqueles com trifluralin e metribuzin, as menores, com diferenças significativas.

Quanto ao crescimento inicial, verificaram-se os mesmos sintomas causados por vernolate em grau leve e, por metribuzin, em grau acentuado, com morte de parte das plantas nascidas e necrose e queda das primeiras folhas.

Nas três amostragens de crescimento, foram verificadas reduções significativas, por parte do vernolate, para caules, mas não para folhas. O tratamento testemunha também apresentou valores baixos para caules, nas amostragens aos 48 e 71 dias, e o metribuzin, cujas parcelas não foram amostradas antes dos 71 dias, causava, ainda, reduções significativas de peso de caules e de folhas.

No conjunto das densidades, verifica-se que os pesos de folhas foram significativamente menores para a densidade maior, aos 52 e 75 dias, o que não ocorreu para os pesos de caules. No Experimento II, somente foram verificadas aos 75 dias e, neste caso, para os pesos de caules e de folhas. Para caules, a densidade menor apresentou valores maiores de peso que a densidade maior e, para folhas, os pesos com a densidade menor diferiram significativamente daqueles das outras duas densidades. No Experimento III, as diferenças de crescimento entre densidades foram notadas aos 48 e 71 dias, tanto para pesos de caules como de folhas. As diferenças, neste caso, foram bem maiores do que aquelas dos outros dois experimentos aos 71 dias, sendo significativas ao nível de 1% pelo teste de Tukey.

Quadro 3. - Área e peso de folhas e índice de área foliar (IAF) aos 84 dias e número e peso de nódulos aos 98 dias da emergência, do Experimento I, 1977-78, de herbicidas em soja em solo argiloso. Valores por dez plantas e médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i. a. /ha	ÁREA		F O L H A S		IAF	N Ó D U L O S		mg
		dm <sup>2</sup>	dm <sup>2</sup>	PESO MS	UNITÁRIO		NÚMERO	PESO MS	
D <sub>1</sub>	kg			g	g/dm <sup>2</sup>				
1. Vernolate	3,60	149,13	149,13	64,2	0,430	3,08	1023	1,784	1,74
2. Trifluralin	0,96	133,06	133,06	56,4	0,424	2,49	913	1,860	2,04
3. Pendimethalin	1,50	116,91	116,91	52,5	0,449	2,24	691	1,344	1,94
4. Alachlor	2,40	123,27	123,27	52,3	0,425	3,05	698	1,500	2,15
5. Metribuzin	0,63	139,98	139,98	52,9	0,378	3,01	790	1,889	2,39
6. Sem herbicida	--	140,53	140,53	60,9	0,433	2,84	887	1,393	1,57
D <sub>2</sub>									
7. Vernolate	3,60	114,96	114,96	50,6	0,440	3,19	718	1,279	1,78
8. Trifluralin	0,96	112,90	112,90	48,5	0,430	2,71	758	1,428	1,88
9. Pendimethalin	1,50	115,89	115,89	51,7	0,446	2,98	605	0,981	1,62
10. Alachlor	2,40	114,19	114,19	48,6	0,425	3,25	606	1,266	2,09
11. Metribuzin	0,63	105,90	105,90	44,8	0,423	2,89	584	1,042	1,78
12. Sem herbicida	--	116,70	116,70	50,3	0,431	3,56	852	1,764	2,07
F (herbicidas)		n. s.	n. s.	n. s.	*	*	n. s.	n. s.	n. s.
F (densidades)		**	**	**	n. s.	*	n. s.	**	n. s.

MS = matéria seca

n. s., \* e \*\* = não significativo, significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente

D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> = diferentes densidades de semeadura

Quadro 4.- Resultados de população de plantas, produção total e parâmetros de plantas na colheita, do Experimento I, de 1977-78, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i. a. /ha	TOTAL		HASTE		ALTURA		PESO		V A G E N S <sup>1</sup>		PRODUÇÃO DE GRÃOS
		DE PLANTAS	nº/ha	COM VAGENS	cm	DE PLANTAS	cm	DE GRAOS <sup>1</sup>	g	NÚMERO	PESO	
D <sub>1</sub>												
1. Vernolate	3,60	158.680		39,2	59,5	57,3	33,0	225,5	24,2	1.083		
2. Trifluralin	0,96	151.042		40,8	62,2	56,7	33,0	232,0	24,6	1.212		
3. Pendimethalin	1,50	136.805		41,1	59,8	67,7	39,4	282,2	29,9	1.170		
4. Alachlor	2,40	176.389		42,2	64,8	54,4	36,1	225,5	23,5	1.062		
5. Metribuzin	0,63	175.000		33,6	53,0	50,0	24,6	194,5	20,8	1.066		
6. Sem herbicida	--	171.528		40,6	60,0	50,2	27,4	203,7	21,0	1.267		
D <sub>2</sub>												
7. Vernolate	3,60	218.750		37,7	59,1	41,1	25,2	182,0	18,4	1.132		
8. Trifluralin	0,96	183.854		40,3	61,9	45,7	28,9	187,7	19,3	1.104		
9. Pendimethalin	1,50	205.555		40,2	61,5	50,4	32,1	215,7	21,9	1.167		
10. Alachlor	2,40	226.389		38,4	61,6	40,1	26,3	165,2	16,4	1.269		
11. Metribuzin	0,63	211.632		35,9	55,4	44,7	24,1	190,2	19,0	1.092		
12. Sem herbicida	--	229.514		39,1	63,8	39,6	26,5	173,5	17,5	1.043		
F (herbicidas)		*	**	**	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.		
F (densidades)		**	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	**	**	n.s.		

(<sup>1</sup>) - valores relativos a cinco plantas  
n.s., \*, \*\* - não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.  
D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> - diferentes densidades de plantio.

O crescimento das plantas no Experimento III foi muito maior do que nos outros dois, como pode ser verificado pelos quadros 2, 6 e 10. No Experimento I, em solo argiloso, o crescimento foi um pouco maior que no Experimento II, considerado o conjunto dos valores nas densidades estudadas.

#### 4.1.2 - Área e peso das folhas

Os resultados de área e peso de folhas, tomados no pleno florescimento, estão nos quadros 3, 7 e 11 para os experimentos I, II e III, respectivamente.

No Experimento I foram verificadas diferenças significativas de área total e peso de folhas devido à densidade de plantas, sem efeito de qualquer herbicida. No caso do peso específico, houve diferença significativa entre o tratamento com pendimethalin, com maior peso, e aquele com metribuzin, com peso menor. Nenhum tratamento diferiu da testemunha.

O IAF apresentou diferenças para densidade de plantas, com valores maiores para a densidade maior. O teste F indicou diferenças para herbicidas, que não foram detectados pelo teste de Tukey, mas apenas pelo de Duncan. Os tratamentos com trifluralin e pendimethalin, com valores menores, diferiram daquele com vernolate e da testemunha.

No Experimento II, não foram verificadas quaisquer diferenças devido aos herbicidas sobre o desenvolvimento das folhas aos 78 dias. Houve diferenças devido às densidades de plantio para área total de folhas, peso de matéria seca e IAF. Para a área total e peso de matéria seca de folhas, houve diferenças entre as densidades extremas e, para o IAF, a densidade menor diferiu das outras duas.

No Experimento III também não se verificou qualquer efeito de herbicidas, mas apenas de densidades para a área total, peso de matéria seca e o peso específico, a nível de 1%.

A análise conjunta dos Experimentos I e II indicou que as densidades 2 e 3, do segundo, apresentaram IAF significativamente superiores às das densidades 1 e 2 do primeiro



Quadro 5.- Teores de macronutrientes em folhas, aos 84 dias após emergência e em sementes, na colheita, do Experimento I, de 1977-78, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Médias de quatro repetições e amostras de cinco plantas por parcela.

TRATAMENTO	i. a. /ha	F O L H A S						S E M E N T E S							
		N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	ÓLEO	
	kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
D <sub>1</sub>															
1.	Vernolate	3,60	3,76	0,186	1,10	2,42	0,61	0,232	7,86	0,586	1,81	0,33	0,23	0,460	25,27
2.	Trifluralin	0,96	3,65	0,178	1,09	2,35	0,55	0,237	8,01	0,638	1,85	0,31	0,24	0,464	24,84
3.	Pendimethalin	1,50	3,82	0,180	1,17	2,33	0,55	0,225	7,96	0,651	1,83	0,31	0,24	0,400	25,77
4.	Alachlor	2,40	4,04	0,185	1,07	2,07	0,51	0,228	8,14	0,659	1,86	0,30	0,24	0,454	25,35
5.	Metribuzin	0,63	3,92	0,185	1,13	2,17	0,54	0,227	7,94	0,612	1,89	0,33	0,24	0,479	25,94
6.	Sem herbicida	--	4,21	0,182	1,17	2,31	0,57	0,247	7,98	0,662	1,79	0,30	0,23	0,480	25,43
D <sub>2</sub>															
7.	Vernolate	3,60	3,92	0,189	1,10	2,16	0,52	0,216	8,09	0,644	1,83	0,32	0,23	0,473	24,85
8.	Trifluralin	0,96	4,14	0,203	1,11	2,25	0,53	0,214	8,23	0,680	1,90	0,31	0,23	0,435	24,43
9.	Pendimethalin	1,50	3,69	0,182	1,13	2,20	0,53	0,216	8,34	0,669	1,86	0,34	0,24	0,424	25,44
10.	Alachlor	2,40	4,11	0,196	1,17	2,10	0,50	0,227	8,05	0,677	1,87	0,29	0,24	0,416	25,43
11.	Metribuzin	0,63	3,97	0,187	1,13	2,18	0,50	0,221	8,33	0,669	1,83	0,31	0,23	0,415	25,37
12.	Sem herbicida	--	3,89	0,180	0,98	2,43	0,59	0,211	8,30	0,675	1,87	0,32	0,24	0,452	25,35
F	(herbicidas)		n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F	(densidades)		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., \*, \*\* - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente

D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> - diferentes densidades de plantio

Quadro 6.- População inicial de plantas e pesos de matéria seca de caules e folhas, por planta, em três épocas de amostragem, no Experimento II, de 1977-78, de herbicidas em soja, em solo muito argiloso. Médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i.a./ha	POPULAÇÃO DE PLANTAS	30 DIAS		52 DIAS		75 DIAS	
			CAULES	FOLHAS	CAULES	FOLHAS	CAULES	FOLHAS
D <sub>1</sub>	kg	nº/ha	g	g	g	g	g	g
1. Vernolate	3,60	198.800	0,18	0,46	0,72	2,29	3,49	7,51
2. Trifluralin	0,96	221.000	0,22	0,69	0,89	2,51	3,41	6,89
3. Pendimethalin	1,50	207.400	0,19	0,49	0,82	2,34	2,69	5,61
4. Alachlor	2,40	220.600	0,21	0,54	1,09	3,01	3,57	7,00
5. Metribuzin	0,63	222.800	0,20	0,61	1,06	3,03	3,93	7,50
6. Sem herbicida	--	185.600	0,17	0,55	0,77	2,30	3,36	7,48
D <sub>2</sub>								
7. Vernolate	3,60	278.200	0,17	0,53	0,75	2,17	2,06	4,31
8. Trifluralin	0,96	315.200	0,20	0,59	0,91	2,63	3,35	6,63
9. Pendimethalin	1,50	286.200	0,25	0,63	1,05	2,62	3,15	5,60
10. Alachlor	2,40	315.600	0,21	0,60	1,30	3,34	3,63	6,64
11. Metribuzin	0,63	299.600	0,15	0,43	0,76	2,26	2,94	6,09
12. Sem herbicida	--	317.800	0,19	0,62	0,85	1,82	2,57	4,91
D <sub>3</sub>								
13. Vernolate	3,60	393.200	0,19	0,54	0,94	2,62	3,05	5,98
14. Trifluralin	0,96	394.600	0,21	0,62	1,03	2,66	3,20	6,07
15. Pendimethalin	1,50	386.200	0,24	0,64	1,00	2,46	2,47	4,78
16. Alachlor	2,40	417.400	0,22	0,61	1,03	2,60	2,69	4,99
17. Metribuzin	0,63	397.400	0,16	0,47	0,85	2,31	2,50	4,61
18. Sem herbicida	--	398.000	0,17	0,49	0,64	1,69	2,11	4,30
F (herbicidas)		n.s.	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
F (densidades)		**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	**

n.s., \*, \*\* - não significativo, significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub> - diferentes densidades de plantio.

e densidade 1 do segundo experimento, que não diferiram entre si. Os IAF do Experimento III foram muito maiores que os dos outros dois experimentos e não foram analisados em conjunto com eles.

#### 4.1.3 - Nodulação

Os resultados da nodulação das raízes, amostradas em época de pleno florescimento, para os experimentos I, II e III, estão nos quadros 3, 7 e 11, respectivamente.

Os únicos efeitos de herbicidas verificados foram para peso unitário no Experimento II e para número e peso total de matéria seca no III. No Experimento II, o vernolate apresentou os menores pesos unitários de nódulos, diferindo do tratamento com pendimethalin e da testemunha, com os valores mais elevados. No Experimento III, verificou-se interação para densidade x herbicidas. O tratamento com trifluralin apresentou o menor número e o peso mais baixo de nódulos nas duas densidades, mas somente ocorreram diferenças significativas para a densidade menor de plantas. Para o número, o trifluralin só não diferiu do tratamento com pendimethalin, e, para o peso de matéria seca, diferiu significativamente de todos os demais tratamentos.

Quanto à densidade de plantas, no conjunto, só ocorreu diferença significativa para o peso de matéria seca de nódulos no Experimento I, com valores menores por planta com a densidade menor.

#### 4.1.4 - População final de plantas

Os resultados de população de plantas, na colheita, estão nos quadros 4, 8 e 12 para os Experimentos I, II e III, respectivamente.

Quanto ao efeito dos tratamentos herbicidas, foram verificadas diferenças significativas nos Experimentos I e III. No Experimento I, os tratamentos com trifluralin e pendimethalin apresentaram os valores mais baixos de população, diferindo daquele com alachlor e da testemunha. No Experimento III, ocorreu interação herbicidas x densidades. Para as duas densidades,

Quadro 7.- Área e peso de folhas, índice de área foliar (IAF) aos 78 dias, número e peso de nódulos aos 94 dias da emergência do Experimento II, de 1977-78, de herbicidas em soja em solo muito argiloso. Valores por dez plantas e médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i.a./ha	F O L H A S			IAF	N Ó D U L O S		
		ÁREA	PESO MS	UNITÁRIO		NÚMERO	PESO MS	UNITÁRIO
D <sub>1</sub>	kg	dm <sup>2</sup>	g	g/dm <sup>2</sup>		g	mg	
1. Vernolate	3,60	146,79	60,4	0,411	2,92	567	0,813	1,43
2. Trifluralin	0,96	142,56	58,5	0,410	3,15	764	1,202	1,57
3. Pendimethalin	1,50	118,86	51,3	0,432	2,46	542	1,009	1,86
4. Alachlor	2,40	127,99	53,7	0,419	2,82	632	1,081	1,71
5. Metribuzin	0,63	145,38	58,9	0,405	3,24	802	1,145	1,43
6. S/herbicida	--	124,33	52,3	0,421	2,31	481	0,775	1,61
D <sub>2</sub>								
7. Vernolate	3,60	119,59	50,5	0,423	3,33	572	0,822	1,44
8. Trifluralin	0,96	137,89	56,2	0,408	4,35	700	1,114	1,59
9. Pendimethalin	1,50	106,17	45,3	0,427	3,04	377	0,686	1,82
10. Alachlor	2,40	124,05	50,8	0,410	3,91	658	0,977	1,48
11. Metribuzin	0,63	127,30	53,7	0,422	3,81	481	0,822	1,71
12. S/herbicida	--	112,90	45,9	0,406	3,59	692	1,078	1,56
D <sub>3</sub>								
13. Vernolate	3,60	105,31	43,3	0,412	4,14	410	0,527	1,29
14. Trifluralin	0,96	93,36	38,7	0,414	3,68	613	0,925	1,51
15. Pendimethalin	1,50	117,97	50,2	0,426	4,56	484	0,781	1,61
16. Alachlor	2,40	98,43	41,7	0,424	4,11	704	0,975	1,38
17. Metribuzin	0,63	102,04	43,0	0,422	4,05	710	1,102	1,55
18. S/herbicida	--	112,80	49,8	0,441	4,49	400	0,902	2,25
F (herbicidas)		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
F (densidades)		**	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.

MS = matéria seca

n.s., \*\* = não significativo e significativo ao nível de 1%, respectivamente

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub> = diferentes densidades de plantio

o metribuzin apresentou valores menores. Na densidade menor, diferiu significativamente do tratamento com vernolate e da testemunha e, na densidade maior, diferiu de todos os demais. O tratamento com vernolate apresentou os maiores valores nas duas densidades sendo diferente, na densidade maior, dos tratamentos com trifluralin, metribuzin e pendimethalin.

#### 4.1.5 - Redução da população de plantas durante o ciclo

A redução das populações de plantas, para cada densidade nos três experimentos, está representada na figura 5.

As reduções oscilaram entre 20,45 e 30,69% da população inicial, considerando todas as densidades em conjunto, com valor médio de 24,33%. Não houve diferenças significativas entre as densidades. Em relação aos herbicidas, não ocorreram diferenças tampouco e as reduções oscilaram entre 22,62 e 29,39%, quando se fez análise conjunta. No Experimento III, o tratamento com metribuzin causou redução altamente significativa, sendo diferente dos demais tratamentos para as duas densidades estudadas.

#### 4.1.6 - Produção de grãos

A produção de grãos dos Experimentos I, II e III estão nos quadros 4, 8 e 12, respectivamente.

Para as densidades, dentro de cada experimento, só foram verificadas diferenças significativas no Experimento II, sendo as três densidades diferentes entre si. Para herbicidas, no conjunto, dentro de cada experimento, ocorreram diferenças nos Experimentos II e III. No segundo, o tratamento testemunha apresentou as menores produções em todas as densidades, diferindo significativamente dos demais tratamentos. No Experimento III, o tratamento com metribuzin apresentou menor produção de grãos com diferença significativa dos demais.

A análise conjunta dos três experimentos indicou diferenças altamente significativas entre densidades, mas nenhuma diferença entre herbicidas. Os resultados das duas densidades do Experimento III foram iguais entre si e diferentes dos demais.

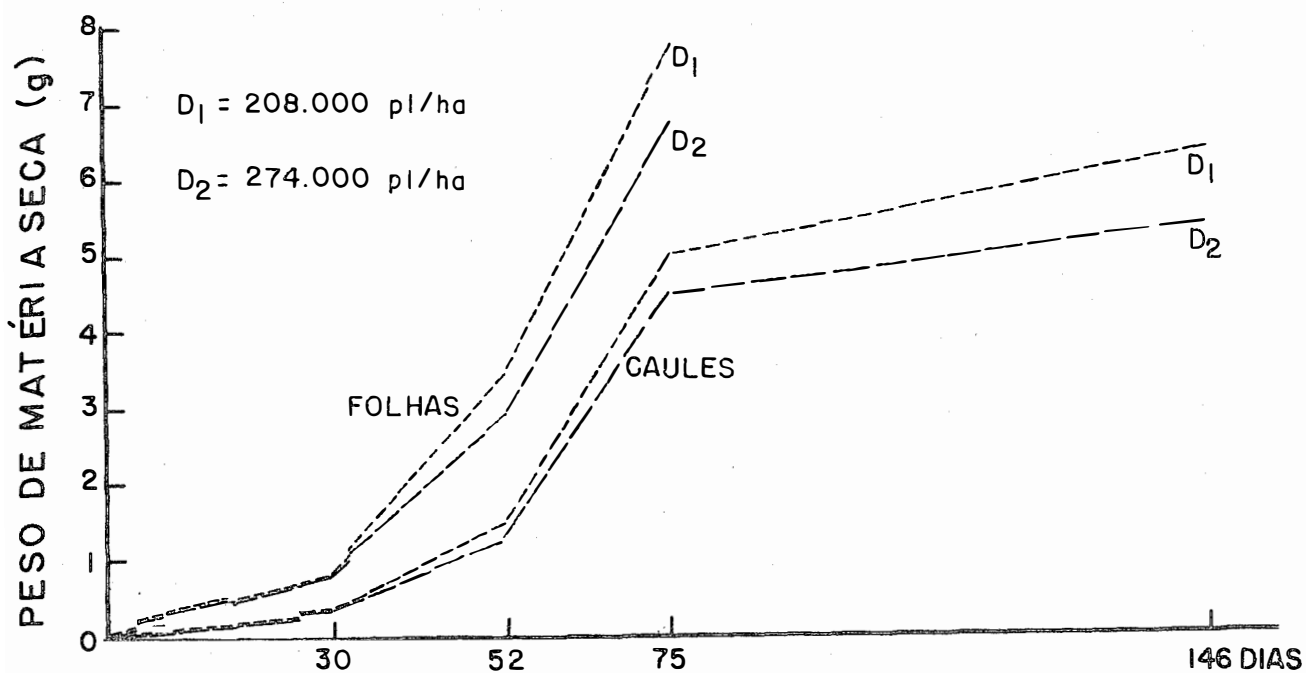


Figura 2. - Pesos de matéria seca de caules e folhas de soja, no Experimento I, 1977-78, em solo argiloso, com o cultivar Santa Rosa, em diferentes épocas de amostragem.

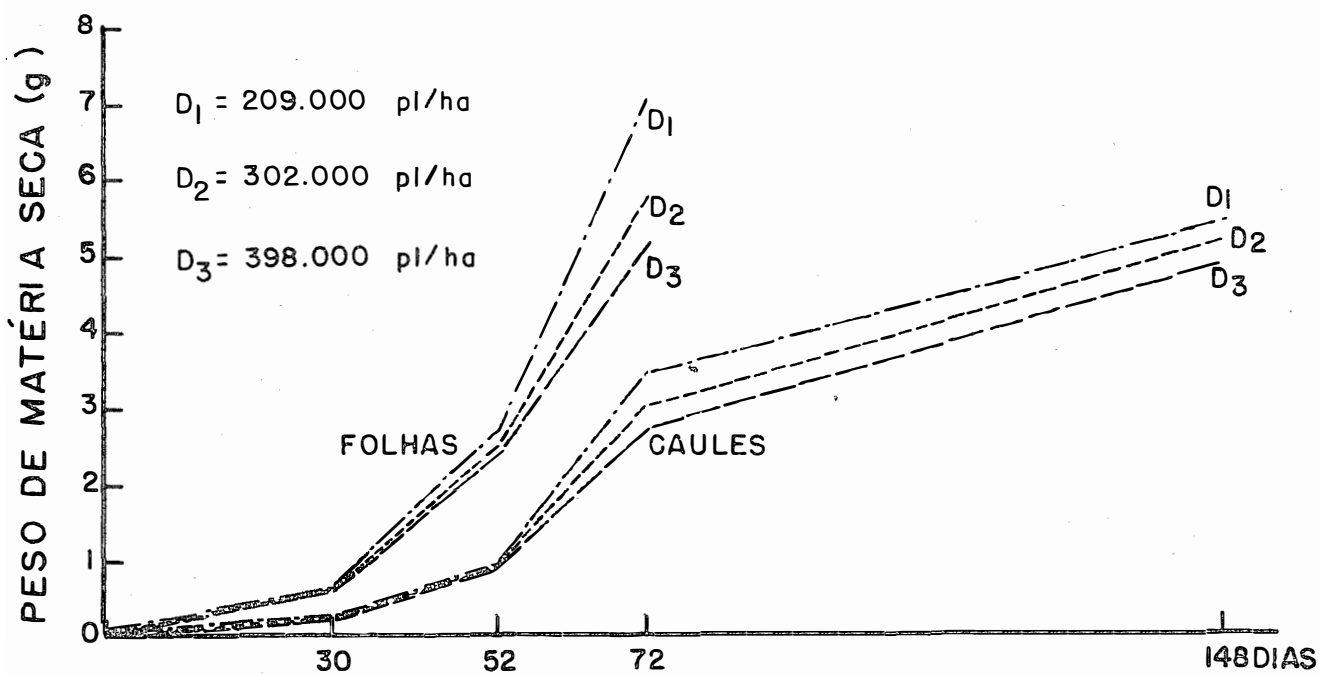


Figura 3. - Pesos de matéria seca de caules e folhas de soja, no Experimento II, 1977-78, em solo muito argiloso, com o cultivar Santa Rosa, em diferentes épocas de amostragem.

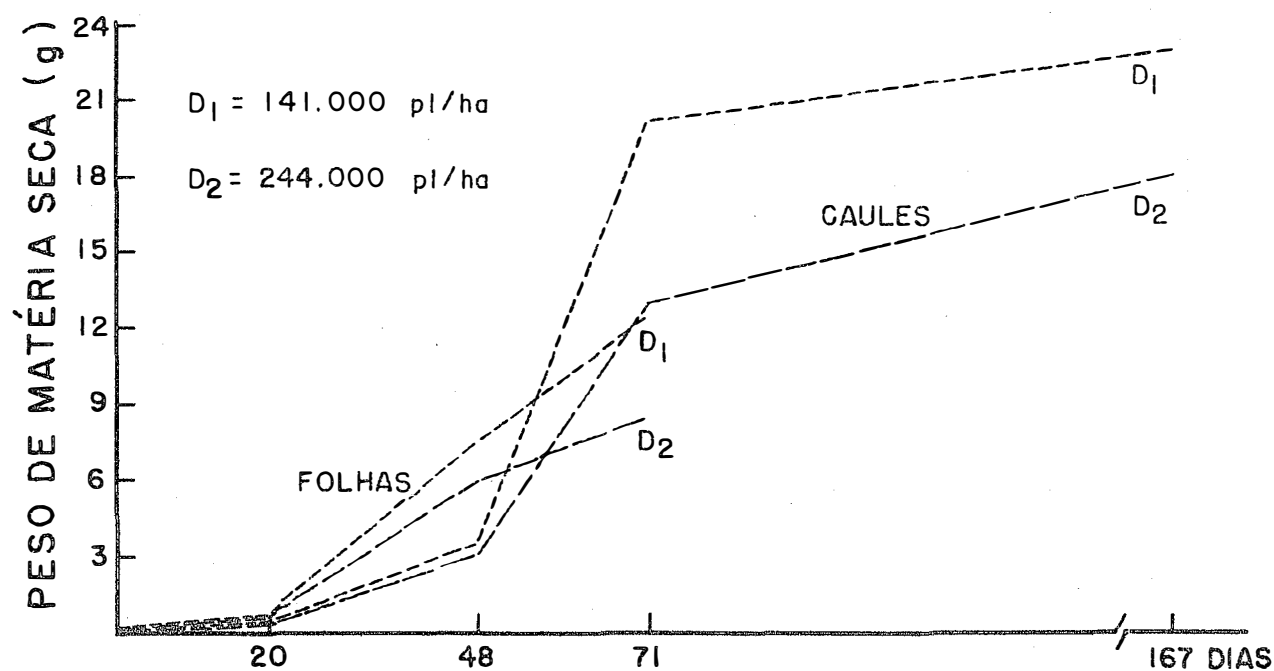


Figura 4. - Pesos de matéria seca de caules e folhas de soja, no Experimento III, em solo argiloso, com o cultivar Santa Rosa, em diferentes épocas de amostragem.

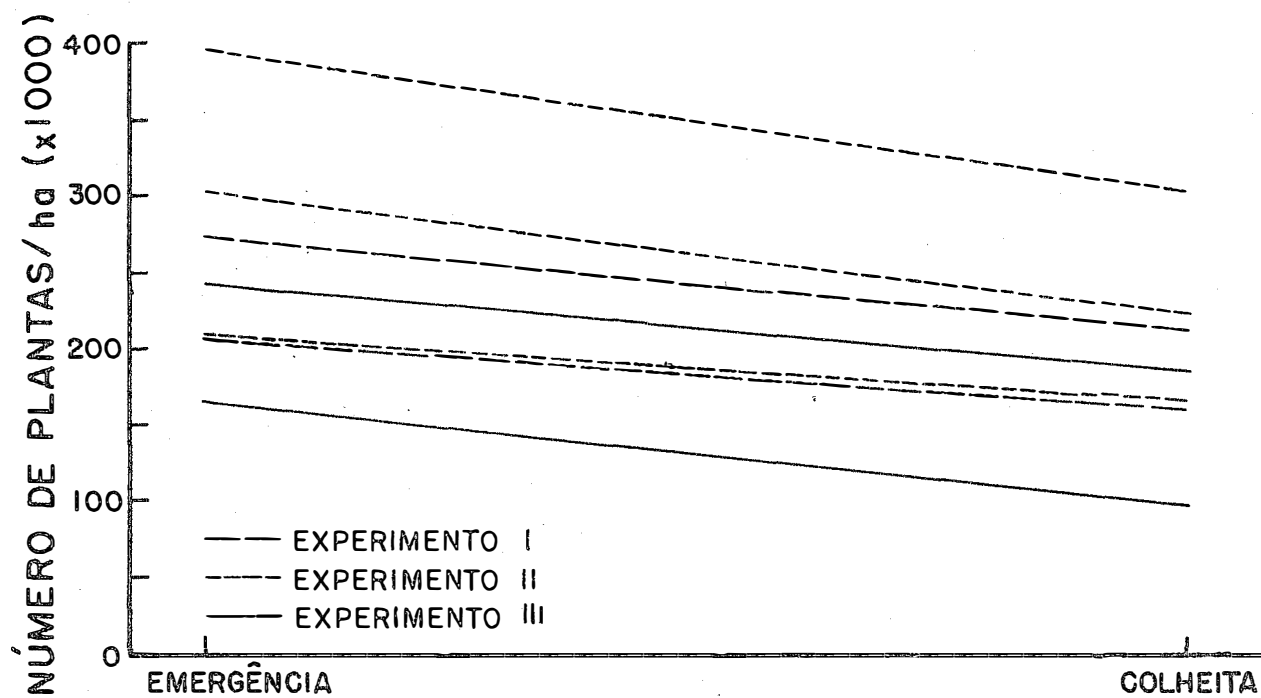


Figura 5. - Populações de plantas de soja no início e no final dos experimentos de herbicidas x densidades de soja, cultivar Santa Rosa.

Quadro 8.- População de plantas, produção total de grãos e parâmetros de plantas na colheita do Experimento II, de 1977-78, de herbicidas em soja, em solo muito argiloso. Médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	TOTAL DE PLANTAS	PRODUÇÃO DE GRÃOS	HASTE COM VAGENS	ALTURA DE PLANTAS	PESO DE CAULES <sup>1</sup>	VAGENS <sup>1</sup> Nº	PESO	PESO DE GRÃOS <sup>1</sup>
	nº/ha	kg/ha	cm	cm	g		g	g
<b>D<sub>1</sub></b>								
1.Vernolate	152.083	1.149	34,8	53,5	30,5	252	29,4	60,3
2.Trifluralin	178.125	1.371	34,5	55,2	30,2	240	28,6	61,0
3.Pendimethalin	191.319	1.361	32,2	49,7	25,5	228	27,0	58,7
4.Alachlor	165.625	1.246	35,9	52,6	22,5	210	24,3	50,3
5.Metribuzin	166.667	1.274	37,3	54,7	29,1	242	29,1	59,3
6.Sem herbicida	145.486	1.132	32,2	49,8	24,0	204	24,5	49,2
<b>D<sub>2</sub></b>								
7.Vernolate	221.180	1.351	38,0	55,8	26,2	208	25,1	49,0
8.Trifluralin	220.486	1.364	36,3	58,1	25,5	185	23,8	47,1
9.Pendimethalin	197.917	1.271	36,4	56,9	29,1	237	25,2	49,7
10.Alachlor	227.430	1.319	36,9	56,8	27,4	209	24,4	49,0
11.Metribuzin	243.403	1.382	35,6	54,5	25,8	194	22,8	49,6
12.Sem herbicida	228.472	1.243	32,7	53,7	20,1	152	17,6	33,4
<b>D<sub>3</sub></b>								
13.Vernolate	290.625	1.510	40,3	60,8	25,0	188	22,1	47,3
14.Trifluralin	310.069	1.358	38,1	60,6	23,5	164	19,8	37,1
15.Pendimethalin	282.292	1.462	33,9	53,9	22,3	174	20,7	41,3
16.Alachlor	336.458	1.476	40,9	61,8	26,6	176	20,3	39,2
17.Metribuzin	302.430	1.424	37,5	60,2	27,8	211	24,3	51,2
18.Sem herbicida	290.278	1.114	34,4	54,9	21,0	157	19,1	36,9
F (herbicidas)	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
F (densidades)	**	*	n.s.	**	n.s.	**	**	**

(<sup>1</sup>) = valores relativos a cinco plantas; os pesos expressam matéria seca

n.s., \* e \*\* = respectivamente: não significativo, significativo a 5% e a 1%

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub> = diferentes densidades de plantio

Doses em kg de i.a./ha = vernolate: 3,60; trifluralin: 0,96; pendimethalin: 1,50; alachlor: 2,40 e metribuzin: 0,63.



Entre as produções das densidades dos Experimentos I e II, não ocorreu diferença significativa, se bem, que no II, as produções foram um pouco mais elevadas.

#### 4.1.7 - Características de plantas na colheita

As características de plantas na colheita dos Experimentos I, II e III estão nos quadros 4, 8 e 12, respectivamente.

##### 4.1.7.1 - Altura de plantas

A altura de plantas de soja na colheita, considerando as densidades de plantio, não apresentou diferenças no Experimento I, mas nos outros dois, ocorreram diferenças altamente significativas. No Experimento II, houve, apenas, diferenças entre os valores médios das densidades maior e menor.

Em relação ao efeito de herbicidas, foram verificadas diferenças nos Experimentos I e III. No primeiro, o tratamento com metribuzin apresentou as plantas mais baixas, com valores diferentes dos demais tratamentos, exceto daquele com vernolate, que não diferiu de nenhum. No Experimento III, o metribuzin também apresentou os valores menores para esse parâmetro, que diferiu, a nível de 1%, dos demais tratamentos.

A observação dos resultados, no conjunto dos experimentos, mostra que, nos dois primeiros, o crescimento das plantas foi muito próximo para todas as densidades, sendo um pouco maior no Experimento I. No Experimento III, para as duas densidades, a altura das plantas foi muito maior que nos outros dois. Verificou-se, sempre, um aumento na altura com a elevação da densidade de plantas.

##### 4.1.7.2 - Segmento do caule com vagens e altura da primeira vagem

O segmento do caule que continha as vagens apresentou diferenças, entre densidades, apenas no Experimento III, a nível de 1%.

Quadro 9.-Teores de macronutrientes em folhas, aos 78 dias após a emergência e em sementes, na colheita, do Experimento II, de 1977-78, de herbicidas em soja, em solo muito argiloso. Médias de quatro repetições e amostras de cinco plantas por parcela.

TRATAMENTO	i. a./ha	F O L H A S					S E M E N T E S							
		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	ÓLEO %
<b>D<sub>1</sub></b>														
1. Vernolate	3,60	4,54	0,262	1,29	1,70	0,50	0,222	8,19	0,699	1,97	0,36	0,25	0,343	24,6
2. Trifluralin	0,96	4,56	0,274	1,52	1,50	0,48	0,212	8,38	0,685	1,99	0,32	0,24	0,294	25,5
3. Pendimethalin	1,50	4,59	0,275	1,43	1,56	0,50	0,193	8,44	0,645	2,00	0,33	0,25	0,304	25,4
4. Alachlor	2,40	4,91	0,271	1,52	1,52	0,46	0,199	8,24	0,700	2,00	0,32	0,24	0,317	25,1
5. Metribuzin	0,63	4,04	0,243	1,43	1,74	0,49	0,181	8,38	0,731	2,02	0,33	0,25	0,291	24,4
6. Sem herbicida	--	4,56	0,265	1,38	1,69	0,46	0,204	7,74	0,699	2,06	0,36	0,25	0,262	24,6
<b>D<sub>2</sub></b>														
7. Vernolate	3,60	4,64	0,259	1,32	1,70	0,47	0,181	8,26	0,711	2,03	0,33	0,25	0,267	24,7
8. Trifluralin	0,96	4,56	0,267	1,48	1,55	0,46	0,189	8,15	0,692	1,97	0,32	0,24	0,267	24,4
9. Pendimethalin	1,50	4,43	0,259	1,46	1,56	0,45	0,187	8,30	0,683	1,97	0,35	0,24	0,283	24,8
10. Alachlor	2,40	4,80	0,257	1,62	1,48	0,44	0,192	8,03	0,669	1,94	0,32	0,24	0,306	24,4
11. Metribuzin	0,63	4,57	0,265	1,41	1,64	0,48	0,181	7,98	0,663	2,04	0,34	0,24	0,277	25,7
12. Sem herbicida	--	4,29	0,250	1,26	1,70	0,48	0,194	8,20	0,737	2,08	0,36	0,25	0,270	25,0
<b>D<sub>3</sub></b>														
13. Vernolate	3,60	4,12	0,244	1,51	1,51	0,44	0,181	8,42	0,708	2,02	0,33	0,25	0,261	24,0
14. Trifluralin	0,96	4,08	0,269	1,40	1,52	0,44	0,196	8,64	0,718	2,02	0,34	0,24	0,245	25,5
15. Pendimethalin	1,50	4,24	0,271	1,38	1,70	0,54	0,194	8,49	0,677	2,10	0,34	0,25	0,256	24,7
16. Alachlor	2,40	4,32	0,257	1,59	1,66	0,48	0,182	8,57	0,686	2,04	0,32	0,25	0,286	24,8
17. Metribuzin	0,63	4,30	0,258	1,40	1,55	0,47	0,179	8,50	0,700	2,07	0,38	0,25	0,341	25,3
18. Sem herbicida	--	4,18	0,257	1,33	1,64	0,46	0,184	8,33	0,688	2,00	0,33	0,24	0,287	24,8
F (herbicidas)		n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
F (densidades)		**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., \* e \*\* - não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente.

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> e D<sub>3</sub> - diferentes densidades de plantio.

Efeitos de herbicidas foram verificados nos Experimentos I e III, também a nível de 1%. O tratamento com metribuzin apresentou valores mais baixos nos dois experimentos, diferindo dos demais, exceto daquele com vernolate, no primeiro e diferindo de todos, no terceiro, da mesma forma que a altura total das plantas.

No conjunto, para as densidades, a proporção do segmento com vagens, em relação à altura total da planta, oscilou entre 63,83 e 66,11% nos dois primeiros experimentos, diminuindo um pouco com a elevação da altura total das plantas. No Experimento III, os valores, para as duas densidades foram iguais, ficando em torno de 83,44% da altura total.

A altura da primeira vagem, que é a diferença entre a altura total e o segmento com vagens, foi comparada em uma análise conjunta de todas as densidades, dos três experimentos. Verificaram-se diferenças significativas para herbicidas e para densidades. O tratamento com trifluralin apresentou as medidas mais altas, diferindo daquelas dos tratamentos com pendimethalin, com valores mais baixos, e com metribuzin. Nenhum tratamento diferiu da testemunha.

Entre densidades foram verificadas diferenças entre as alturas no Experimento III, com os valores mais baixos, e aquelas do Experimento I, com as mais elevadas, e a densidade maior do Experimento II.

#### 4.1.7.3 - Pesos de grãos

Nos três experimentos, os pesos de matéria seca de grãos, em amostragens de cinco plantas por parcela, apresentaram diferenças significativas entre densidades. No Experimento II, o peso de grãos, com densidade mais baixa, foi significativamente mais elevado do que aqueles nas outras duas densidades.

Efeitos de herbicidas foram verificados apenas no Experimento II, onde o menor peso de grãos ocorreu nas testemunhas, diferindo dos tratamentos com vernolate e metribuzin, com os valores maiores.

Quadro 10.- População inicial de plantas e pesos de matéria seca de caules e folhas por planta, em três épocas de amostragem, no Experimento III, de 1978-79, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i.a./ha	POPULAÇÃO DE PLANTAS		20 DIAS		48 DIAS		71 DIAS <sup>1</sup>	
		nº/ha	g	CAULES	FOLHAS	CAULES	FOLHAS	CAULES	FOLHAS
D <sub>1</sub>	kg		g	g	g	g	g	g	g
1.Vernolate	3,60	160.892	0,13	0,46	2,75	6,52	21,17	13,40	
2.Trifluralin	0,96	133.344	0,13	0,49	3,33	7,34	22,18	13,83	
3.Pendimethalin	1,25	135.659	0,16	0,54	3,78	8,32	21,95	13,38	
4.Alachlor	2,40	135.196	0,14	0,49	3,90	8,57	21,94	13,43	
5.Metribuzin	0,53	131.029	--	--	--	--	14,94	10,97	
6.Sem herbicida	--	149.086	0,15	0,55	2,72	6,65	17,66	10,37	
D <sub>2</sub>									
7.Vernolate	3,60	277.337	0,13	0,37	2,55	5,51	12,52	7,91	
8.Trifluralin	0,96	216.915	0,15	0,54	3,06	6,47	13,31	8,05	
9.Pendimethalin	1,25	250.020	0,17	0,48	3,13	6,44	14,52	8,80	
10.Alachlor	2,40	244.695	0,14	0,47	3,06	6,36	15,63	9,43	
11.Metribuzin	0,53	231.731	---	---	---	---	9,46	7,39	
12.Sem herbicida	--	246.547	0,14	0,49	2,74	6,08	12,82	8,10	
F (herbicidas)		**	**	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	
F (densidades)		**	n.s.	n.s.	*	**	**	**	

(<sup>1</sup>) = as folhas foram pesadas sem pecíolos

n.s., \*, \*\* = não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente

D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> = diferentes densidades de plantio

#### 4.1.7.4 - Peso de caules

Para o peso de matéria seca de caules de cinco plantas ocorreram diferenças devido a densidades e a herbicidas nos Experimentos I e III.

Os pesos eram maiores com as densidades mais baixas de plantas nos dois casos.

No Experimento I, o menor valor de peso de caules foi obtido com o tratamento metribuzin que diferiu apenas daquele com pendimethalin. Este não diferiu dos demais tratamentos. No Experimento III, o tratamento com metribuzin também apresentou os valores mais baixos não diferindo, apenas, daqueles com vernolate e trifluralin. Novamente, o pendimethalin apresentou os valores mais elevados, nas duas densidades.

#### 4.1.7.5 - Número e peso de vagens

Para o número e peso das vagens vazias, amostradas em cinco plantas por parcela, nos três experimentos, verificaram-se diferenças em relação às densidades de plantas e nenhum efeito de herbicidas. No Experimento II, com a densidade menor, ocorreram valores mais elevados de número e de peso de vagens que diferiram daqueles nas outras duas densidades.

#### 4.1.7.6 - Produção de grãos por vagem

Os pesos de grãos por vagem foram obtidos com os dados do item anterior. A análise conjunta dos três experimentos para esse parâmetro não acusou nenhuma diferença causada por tratamentos de herbicidas ou por diferentes densidades de plantas.

O valor médio obtido foi de 239,69 mg por vagem.

#### 4.1.8 - Teores de macronutrientes

Os teores de macronutrientes em folhas, na época de pleno florescimento, e em grãos, na colheita, estão nos quadros 5, 9 e 13 para os Experimentos I, II e III, respectivamente.

Quadro 11.- Área e peso de folhas, Índice de área foliar (IAF), número e peso de nódulos aos 71 dias da emergência do Experimento III, de 1978-79, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Valores por dez plantas e médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i.a./ha	F O L H A S			N Ó D U L O S			
		ÁREA dm <sup>2</sup>	PESO MS g	UNITÁRIO g/dm <sup>2</sup>	IAF	NÚMERO	PESO MS g	UNITÁRIO mg
<b>D<sub>1</sub></b>								
1.Vernolate	3,60	301,09	48,5	0,161	6,02	517	1,570	3,04
2.Trifluralin	0,96	316,06	49,3	0,156	7,63	219	0,611	2,79
3.Pendimethalin	1,25	306,16	46,7	0,152	6,01	385	1,165	3,03
4.Alachlor	2,40	297,42	46,3	0,155	6,03	418	1,236	2,96
5.Metribuzin	0,53	257,11	39,4	0,153	5,23	513	1,504	2,93
6.Sem herbicida	--	246,46	37,7	0,153	5,51	608	1,693	2,78
<b>D<sub>2</sub></b>								
7.Vernolate	3,60	165,49	28,3	0,171	5,38	418	1,139	2,72
8.Trifluralin	0,96	165,36	27,8	0,168	6,88	335	0,878	2,62
9.Pendimethalin	1,25	178,87	31,1	0,174	6,22	460	1,229	2,67
10.Alachlor	2,40	209,62	34,1	0,163	7,69	366	1,221	3,33
11.Metribuzin	0,53	172,98	27,2	0,157	6,49	414	1,115	2,69
12.Sem herbicida	--	180,22	29,0	0,161	6,66	421	2,319	5,51
F (herbicidas)		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.
F (densidades)		**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

M.S. =

D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> = diferentes densidades de plantio

#### 4.1.8.1 - Macronutrientes em folhas

O teor de N, no Experimento II, apresentou diferença significativa, ao nível de 1%, entre a densidade maior e as outras duas, com valor mais baixo. Também nesse experimento, foram verificadas diferenças devido a herbicidas para o P, K e Ca. No caso do P, ocorreu interação entre herbicidas e densidades. Dentro da densidade menor de plantas, o tratamento com metribuzin apresentou o valor maior, diferindo dos tratamentos com trifluralin, pendimethalin e alachlor. Dentro da densidade intermediária, não ocorreram diferenças significativas e, dentro da mais elevada, o tratamento com vernolate apresentou o valor mais baixo, que diferiu daqueles com trifluralin e pendimethalin. Para o K, verificou-se, com o alachlor, o teor mais alto, que diferiu daqueles no tratamento com vernolate e da testemunha.

O Ca apresentou diferenças para tratamentos herbicidas nos Experimentos I e II, ocorrendo, em ambos, interação herbicidas x densidades. No Experimento I, para a densidade menor de plantas, o alachlor apresentou o teor mais baixo de Ca, diferindo dos tratamentos com vernolate, pendimethalin e trifluralin e, na densidade maior, o alachlor foi, ainda, o teor mais baixo, igual ao vernolate, sendo ambos diferentes da testemunha. No Experimento II, ocorreram diferenças apenas na densidade menor em que o tratamento com metribuzin foi o de teor maior, diferindo apenas daquele com trifluralin.

O teor de Mg apresentou diferenças devido a herbicidas no Experimento I apenas e, devido a densidades, nos Experimentos I e II, todas à nível de 1%. No Experimento I, o teor do Mg foi menor com o tratamento com alachlor, diferindo, significativamente, daquele com vernolate e da testemunha. Para as densidades menores, ocorreram teores mais elevados do nutriente nos dois experimentos citados.

O S apresentou diferenças apenas entre densidades, nos Experimentos I e II. No II, para a densidade menor, verificou-se teor médio de S, mais elevado do que para as outras duas. No I, ocorreu o mesmo, comparadas as duas densidades.

Quadro 12.- População de plantas, produção total de grãos e parâmetros de plantas na colheita do Experimento III, de 1978-79, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Médias de quatro repetições.

TRATAMENTO	i. a. /ha	TOTAL DE PLANTAS		PRODUÇÃO DE GRÃOS	HASTE COM VAGENS	ALTURA DE PLANTAS	PESO DE CAULES		VAGENS		PESO DE GRÃOS	
		nº/ha	kg				kg/ha	cm	cm	cm	NÚMERO	PESO
D <sub>1</sub>												
1. Vernolate	3,60	114.583	3,60	2.880	82	100	112	525	49	8	120	
2. Trifluralin	0,96	96.875	0,96	2.705	88	104	124	595	53	8	145	
3. Pendimethalin	1,25	91.667	1,25	2.823	87	104	132	612	58	8	155	
4. Alachlor	2,40	100.694	2,40	2.746	84	101	132	651	58	8	157	
5. Metribuzin	0,53	69.792	0,53	1.939	63	77	84	526	50	8	133	
6. Sem herbicida	--	112.153	--	2.799	87	103	118	591	52	8	142	
D <sub>2</sub>												
7. Vernolate	3,60	226.389	3,60	3.125	86	106	85	416	37	8	101	
8. Trifluralin	0,96	169.792	0,96	2.844	88	106	89	450	36	8	98	
9. Pendimethalin	1,25	220.486	1,25	3.243	93	106	104	508	47	8	118	
10. Alachlor	2,40	200.000	2,40	2.663	92	112	86	399	34	8	89	
11. Metribuzin	0,53	115.972	0,53	2.132	73	87	82	448	42	8	114	
12. Sem herbicida	--	187.847	--	2.792	90	110	98	457	41	8	111	
F (herbicidas)		**		**	**	**	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	
F (densidades)		**		n. s.	**	**	**	**	**	**	**	

(<sup>1</sup>) = valores relativos a cinco plantas; os pesos expressam matéria seca n. s., \* e \*\* = não significativo, significativo a 5% e 1%, respectivamente D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> = diferentes densidades de plantio.



#### 4.1.8.2 - Macronutrientes em grãos

Para o teor de N, foram encontradas diferenças significativas, devido às densidades nos Experimentos I e II. No II, o teor de N foi mais baixo, com a densidade intermediária, e, diferiu daquele com a densidade maior.

O P apresentou diferenças entre densidades e herbicidas apenas no Experimento I. O tratamento com vernolate apresentou o teor mais baixo de P, diferindo daquele com alachlor e da testemunha.

O Ca apresentou diferenças devido a herbicidas no Experimento III. Com alachlor, o teor foi o mais baixo, diferindo dos tratamentos com metribuzin e da testemunha.

#### 4.1.9 - Teor de óleo nos grãos

O teor de óleo não apresentou qualquer variação devido às densidades ou aos herbicidas em nenhum dos experimentos. Os teores foram mais elevados nos dois primeiros do que no terceiro.

#### 4.1.10 - Correlação IAF x produção de grãos

A análise conjunta dos três experimentos indicou uma correlação estreita entre o índice de área foliar e a produção de grãos, com valor de  $r = 0,926$ . Quando analisados separadamente, o Experimento II apresentou valor de  $r = 0,684$  e o Experimento III  $r = 0,475$ , sendo que para o Experimento I, o valor foi de  $r = -0,32$ .

### 4.2 - EXPERIMENTO EM VASOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

Os resultados obtidos no experimento em casa-de-vegetação, em três épocas de amostragem, estão representados nas figuras 6 e 7 e no quadro 14.

#### 4.2.1 - Desenvolvimento das plantas

A emergência das plântulas ocorreu de 4 a 8 dias após a instalação do experimento, de maneira bem uniforme, em

Quadro 13.- Teores de macronutrientes em folhas, aos 71 dias após a emergência e em sementes, na colheita, do Experimento III, de 1978, de herbicidas em soja, em solo argiloso. Médias de quatro repetições e amostras de cinco plantas por parcela.

TRATAMENTO (1)	F O L H A S				S E M E N T E S								
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	ÓLEO
D <sub>1</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Vernolate	3,99	0,261	1,53	1,93	0,67	0,250	6,82	0,430	1,31	0,29	0,23	0,339	19,78
2. Trifluralin	4,07	0,279	1,56	1,85	0,63	0,253	6,44	0,449	1,35	0,27	0,24	0,343	19,60
3. Pendimethalin	4,08	0,258	1,40	1,94	0,64	0,238	6,71	0,450	1,21	0,27	0,23	0,336	20,19
4. Alachlor	3,77	0,267	1,55	1,88	0,65	0,242	6,37	0,438	1,36	2,60	0,23	0,331	20,06
5. Metribuzin	3,92	0,249	1,48	1,85	0,64	0,238	6,68	0,444	1,32	2,72	0,24	0,357	20,42
6. Sem herbicidas	4,15	0,274	1,43	1,76	0,60	0,230	6,78	0,418	1,32	2,55	0,23	0,326	20,26
D <sub>2</sub>													
7. Vernolate	4,22	0,236	1,47	1,84	0,58	0,230	6,87	0,459	1,39	0,30	0,23	0,329	19,71
8. Trifluralin	4,03	0,237	1,31	1,88	0,56	0,210	7,18	0,438	1,29	0,28	0,22	0,331	18,81
9. Pendimethalin	4,05	0,261	1,37	1,95	0,60	0,243	6,62	0,463	1,42	0,28	0,23	0,327	21,34
10. Alachlor	4,10	0,242	1,54	1,80	0,56	0,234	6,92	0,423	1,38	0,28	0,23	0,336	19,73
11. Metribuzin	3,95	0,264	1,38	1,88	0,60	0,247	6,45	0,426	1,40	0,26	0,23	0,330	20,64
12. Sem herbicidas	4,11	0,267	1,46	1,82	0,58	0,249	6,33	0,445	1,40	0,27	0,23	0,343	21,17
F (herbicidas)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
F (densidades)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

(1) - doses em i.a. por hectare: vernolate 3,60; trifluralin 0,96; pendimethalin 1,25; alachlor 2,40 e metribuzin 0,53 kg. D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> - diferentes densidades de plantio.

n.s. e \*\* - não significativo e significativo a 1%, respectivamente.

todos os tratamentos, exceto com vernolate, que apresentou atraso. A partir do oitavo dia, verificou-se retenção no crescimento, com esse tratamento e, sintomas de fitotoxicidade. Estes se caracterizavam por um pequeno recurvamento de bordos de folhas, engrossamento do caulículo e coloração verde escura. Os sintomas foram, gradativamente, desaparecendo com o crescimento, até os 30 dias. Aos dezenove dias, na segunda amostragem, evidenciavam-se sintomas fitotóxicos, no tratamento com metribuzin, com as plantas apresentando clorose no primeiro par de folhas e alguma necrose marginal. As folhas seguintes não apresentaram qualquer sintoma.

#### 4.2.2 - Peso das raízes

Os valores de pesos de matéria seca das raízes, nas três épocas de amostragem realizadas, estão representadas na fig.6A. Ocorreram diferenças significativas entre solos e herbicidas, com interação entre ambos, aos 19 dias. Houve diferença entre o tratamento com vernolate, com peso menor e a testemunha, no solo barrento. No argiloso, não ocorreu diferença significativa, mas em ambos os solos, os valores das testemunhas foram os mais elevados para esse parâmetro. Na primeira e terceira amostragens, não foi detectada qualquer diferença entre tratamentos.

#### 4.2.3 - Peso da parte aérea

Os valores de pesos de matéria seca da parte aérea, nas três amostragens realizadas, estão representados na fig. 6B.

Na primeira amostragem, não foi verificada qualquer diferença entre tratamentos. Nas duas outras, houve diferenças entre solos e herbicidas, com interação entre ambos, na segunda amostragem. Nesta, à semelhança do peso de raízes, só ocorreram diferenças entre tratamentos herbicidas no solo barrento. O tratamento com vernolate apresentou o valor mais baixo diferindo daqueles com alachlor, pendimethalin e da testemunha. Na terceira amostragem, os pesos de caules e folhas foram obtidos separadamente. Para ambos os pesos, houve diferenças

significativas entre solos e entre herbicidas, mas sem ocorrer interação. O tratamento vernolate apresentou os pesos mais baixos. Para caules, diferiu dos tratamentos alachlor, pendimethalin e da testemunha, sendo, também, o trifluralin diferente daquele com pendimethalin, com o peso maior. Para folhas, o vernolate diferiu do tratamento com pendimethalin e da testemunha e o trifluralin foi diferente da testemunha. Os pesos de caules e folhas em conjunto mostram que os tratamentos trifluralin, vernolate e metribuzin foram significativamente menores que aqueles com pendimethalin e da testemunha. Na figura 6B estão representados os valores em conjunto.

#### 4.2.4 - Comprimento da raiz principal

Os resultados de comprimento da raiz principal, medidos aos 9, 19 e 30 dias após a emergência, estão representados na figura 7A.

Na primeira amostragem, aos nove dias, foram encontradas diferenças significativas para comprimento, entre solos e devido ao efeito de herbicidas. No solo barrento, o crescimento foi maior. O tratamento com alachlor apresentou o menor valor, diferindo daquele com trifluralin. Aos 19 dias, não se verificou diferença entre solos, mas sim entre herbicidas. Nesta amostragem, foi verificada diferença entre o tratamento com pendimethalin, com valor menor, e a testemunha, com o valor mais alto. Aos 30 dias, verificou-se, novamente, que o tratamento com alachlor era o de comprimento menor, diferindo significativamente de todos os demais. Não ocorreu diferença entre solos.

#### 4.2.5 - Altura das plantas

Os resultados de altura de plantas, nas três amostragens, estão representadas na figura 7B.

Aos nove dias, ocorreram diferenças entre tratamentos com herbicidas, mas não entre solos. O tratamento com vernolate apresentou o valor mais baixo, diferindo daquele com pendimethalin, com valor maior. Entre os demais tratamentos, não

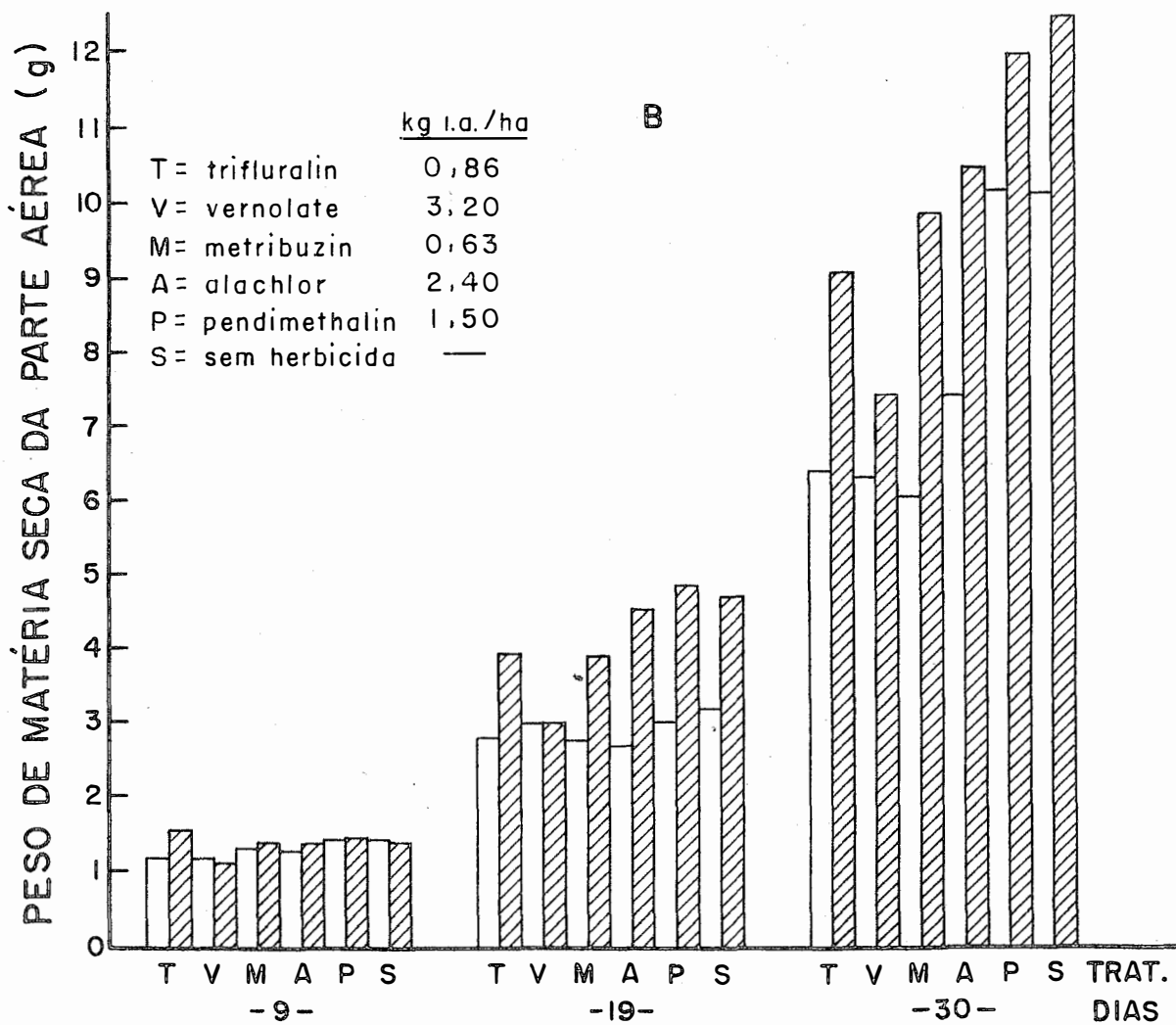
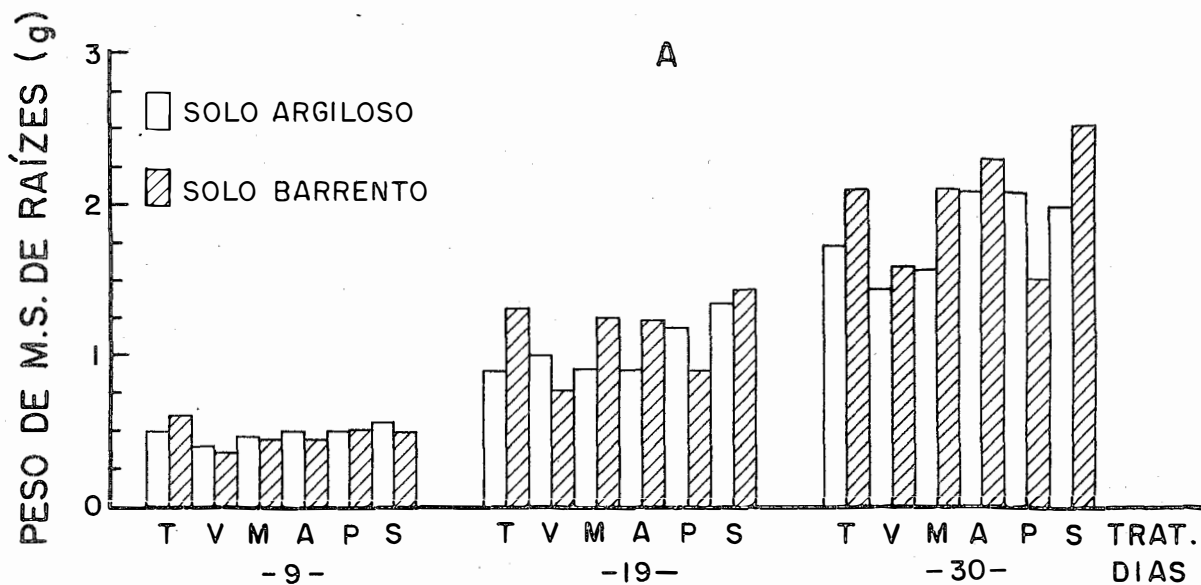


FIGURA 6. - Pesos de matéria seca de raízes (A) e de parte aérea (B) no experimento de herbicidas em soja cultivar Santa Rosa, em casa-de-vegetação.

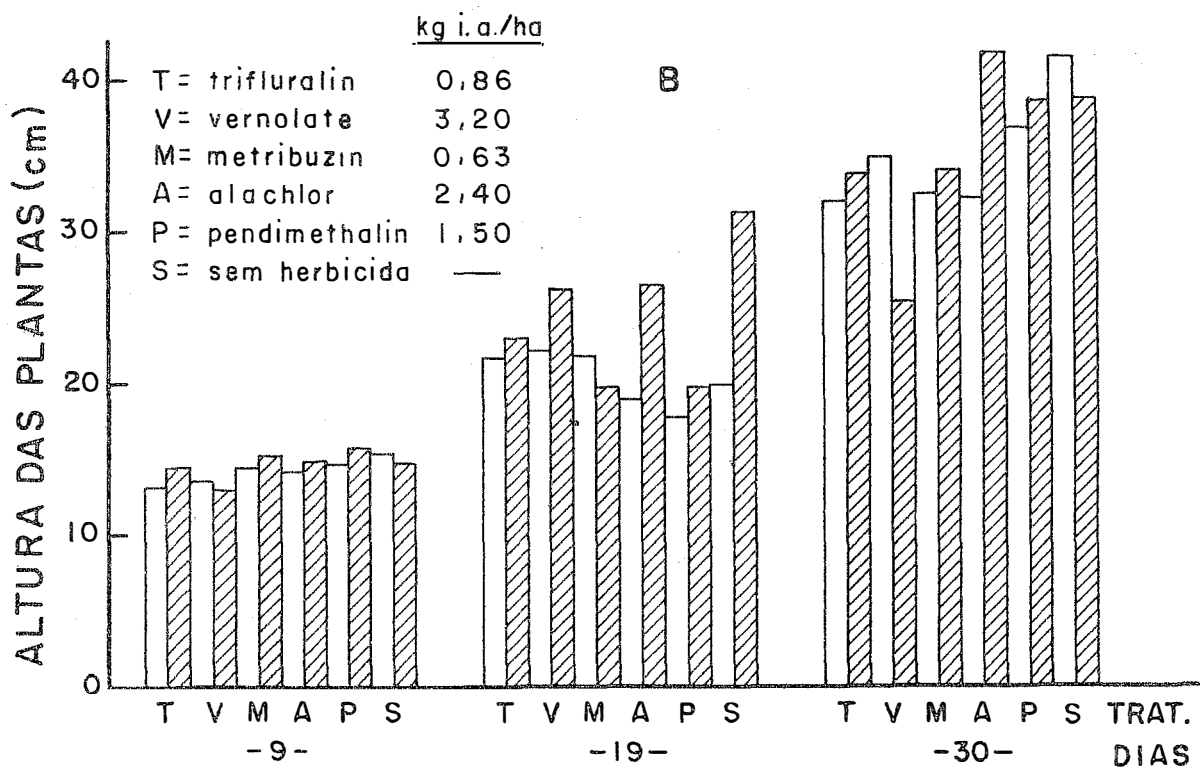
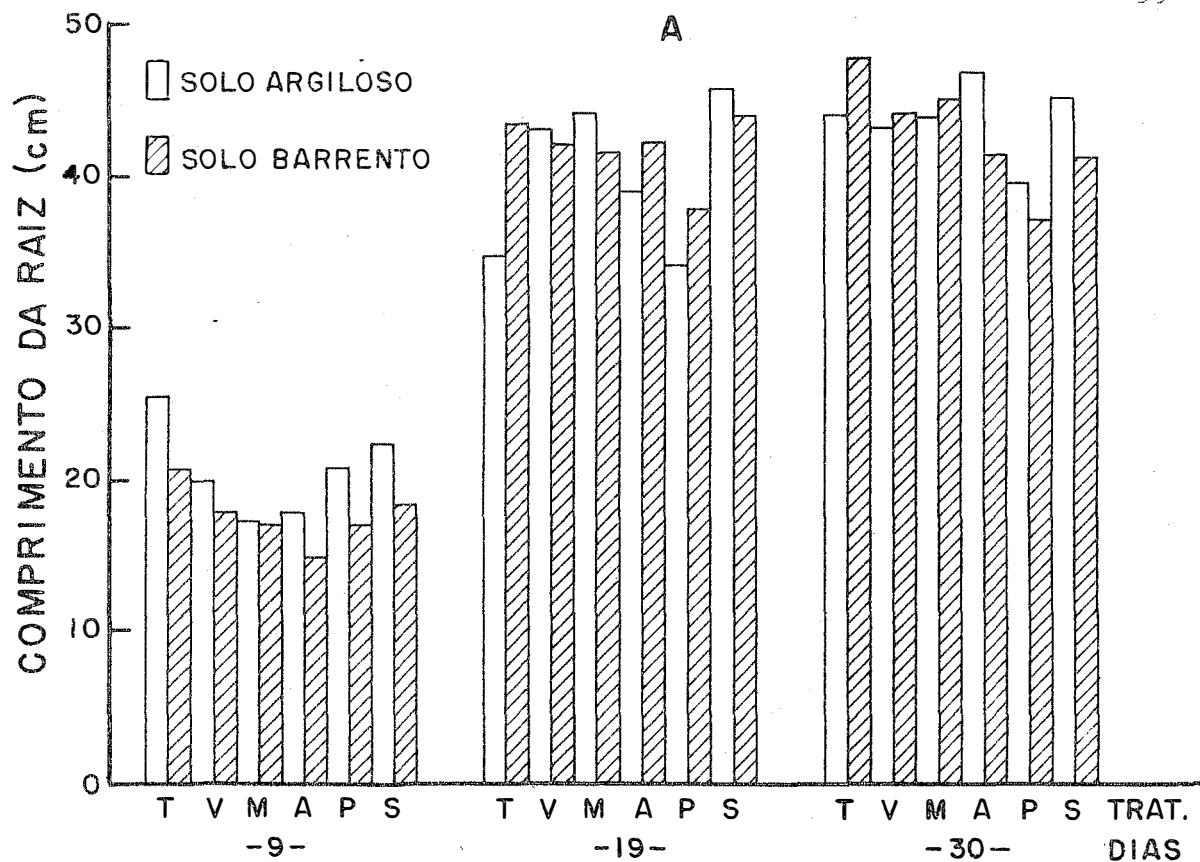


Figura 7. - Comprimento da raiz principal (A) e altura de caule (B) no experimento de herbicidas em soja, cultivar Santa Rosa, em casa-de-vegetação.

se verificou diferença significativa. Nas amostragens realizadas aos 19 e aos 30 dias, não foram encontradas quaisquer diferenças para esse parâmetro, entre solos ou herbicidas.

#### 4.2.6 - Nodulação

Os valores de número e peso de matéria seca de nódulos, obtidos aos 30 dias após a emergência, estão no quadro 14.

Aos nove dias, na primeira amostragem, já se verificava a ocorrência de nódulos pequenos em algumas plantas, em todos os tratamentos e, aos 19 dias, já havia muitas plantas com nódulos.

Para o número de nódulos, não foi encontrada interação solos x herbicidas, mas ocorreram diferenças significativas entre os dois solos e entre herbicidas, a nível de 1%. Os tratamentos com trifluralin, vernolate e pendimethalin apresentaram os menores números de nódulos diferindo significativamente da testemunha.

Para o peso total de matéria seca de nódulos, foram encontradas diferenças significativas entre herbicidas, com interação entre solos e herbicidas. No solo argiloso, os tratamentos com trifluralin, vernolate e metribuzin, com valores mais baixos, foram diferentes daqueles com pendimethalin e da testemunha. No solo barrento, os tratamentos com vernolate e pendimethalin apresentaram os valores menores e foram diferentes, a nível de 1%, daqueles com alachlor e da testemunha.

Quadro 14. Número e peso de matéria seca de nódulos, por planta, aos 30 dias após a emergência, em experimento de herbicidas em vasos, em casa-de-vegetação. Médias de tres repetições.

TRATAMENTO	i.a./ha	NÚMERO		PESO M.S.		PESO UNITÁRIO					
		A	B	A	B	A	B				
	kg			mg	mg	mg	mg				
1. Trifluralin	0,86	3,07	b	1,55	b	1,27	b	2,71	ab	0,413	1,748
2. Vernoiate	3,60	3,63	b	1,00	b	1,45	b	0,55	b	0,399	0,550
3. Metribuzin	0,63	3,89	ab	2,19	ab	1,79	b	2,82	ab	0,460	1,288
4. Alachlor	2,40	5,59	ab	3,41	ab	5,00	ab	6,67	a	0,894	1,956
5. Pendimethalin	1,50	4,26	b	0,85	b	9,28	a	1,32	b	2,178	1,553
6. Sem herbicida	-	8,11	a	2,19	a	7,66	a	5,39	a	0,944	2,461

F

§

\*\*

\*\*

\*\*

\*\*

-

-

M.S. = peso de matéria seca

A = solo argiloso

B = solo barrento

Valores, nas colunas, seguidos de letras iguais, não diferem entre si, ao nível de 5% (teste de Tukey). Ocorreu interação entre solos e herbicidas para o peso de nódulos. Para o número de nódulos houve diferença significativa entre solos ao nível de 1%.



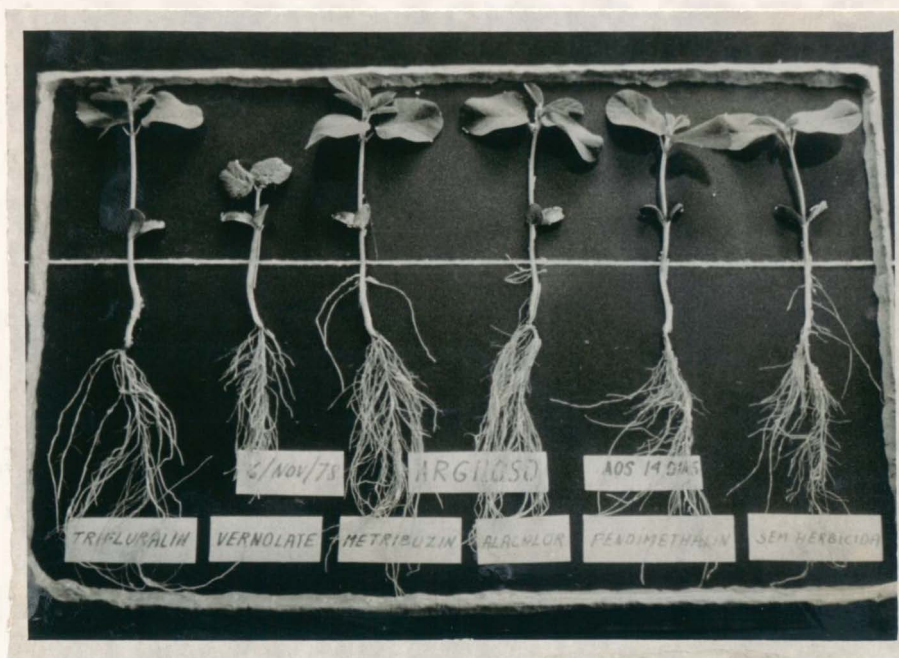
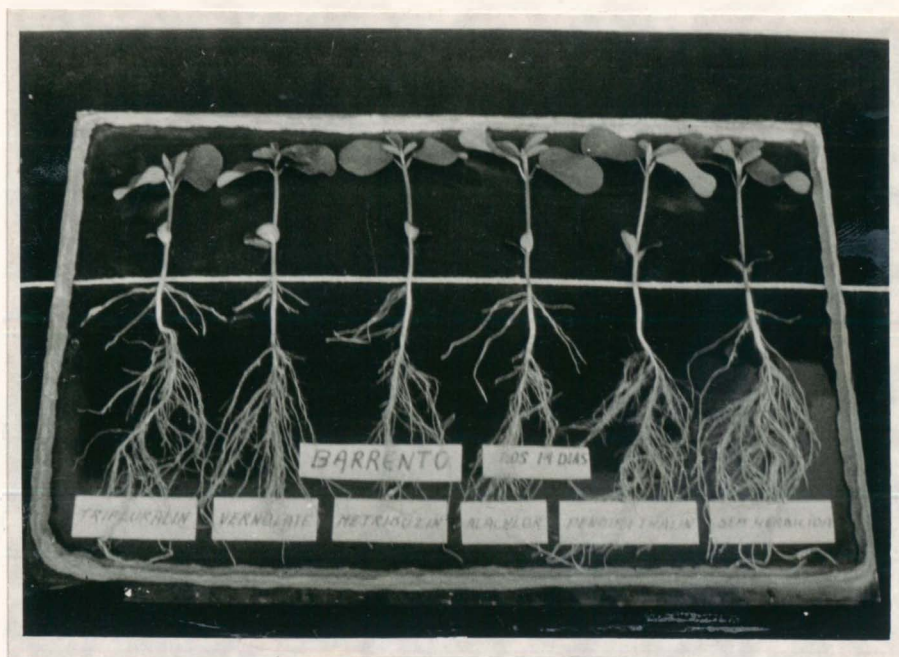


Figura 8 - Plantas de soja 'Santa Rosa', tratadas com herbicidas, em dois tipos de solos, aos 14 dias após a sementeação. Doses em kg de i.a./ha: trifluralin, 0,86; vernolate, 3,60; metribuzin, 0,63; pendimethalin, 1,50 e, alachlor, 2,40.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 - POPULAÇÃO INICIAL DE PLANTAS E CRESCIMENTO DA CULTURA

O número de plantas emergidas foi menor que o esperado em todas as densidades, nos três experimentos de campo. A redução nesse número médio, para cada densidade, pode ser atribuída à qualidade das sementes e ataques de fungos e de insetos. Mesmo com aplicação do fungicida às sementes, houve redução do número devido a fungos. A sementeação foi realizada em excesso considerando as possíveis falhas e o poder germinativo das sementes que era de 85%.

A população inicial só foi afetada por herbicidas no terceiro experimento, no qual o vernolate parece ter agido também como fungicida, uma vez que pertence ao grupo dos herbicidas tiolcarbamatos. A ação fungicida é a hipótese mais plausível, e não a de efeito estimulante da germinação, pois este herbicida se caracteriza por inibir o crescimento do meristema radicular. Apenas um trabalho na literatura, o de PARKER & DOWLER (1976), registra a ocorrência de maior número de plantas nascidas com a aplicação de vernolate em comparação à testemunha e, mesmo assim, pelo método de injeção ao solo, porém os autores não deram explicação para o fato.

Neste mesmo Experimento III, a população foi significativamente reduzida pelos herbicidas metribuzin e trifluralin, o que concorda com os trabalhos de COVOLO & PULVER (1976) e

EMBRAP A (1976). As características dos solos determinam diferenças de ação herbicídica, particularmente os teores de matéria orgânica (HOLLOWID *et al*, 1977; COBLE & SCHRADER, 1973) e o de argila (PAULO *et al*, 1979).

No que diz respeito ao metribuzin, a diferença de ação fitotóxica no início do crescimento foi causada pela intensidade das precipitações naquela fase do ciclo (Figura 1). A contagem de população, no Experimento III, foi feita dez dias após a emergência e o número de plantas que efetivamente nasceu era bem maior. O herbicida, mesmo aplicado em dose menor que no ano anterior, causou danos tão severos que muitas plantas morreram em poucos dias.

Os sintomas verificados nas plântulas, por ação de trifluralin, vernolate, pendimethalin e metribuzin foram mais intensos nos solos com menor teor de argila e de matéria orgânica o que pode ser verificado pelo Quadro 1. No Experimento III, os danos causados pelo metribuzin foram mais severos, pelo já exposto acima, tendo ocorrido arrastamento do herbicida até profundidade que permitiu a absorção pelas raízes.

O experimento em vasos foi realizado para complementar o estudo da ação dos herbicidas no crescimento inicial, particularmente das raízes.

O crescimento das plantas, avaliado pelos pesos e comprimentos de raízes e da parte aérea, foi mais vigoroso no solo barrento, que apresentava condições físicas e químicas mais favoráveis ao crescimento inicial (Quadro 1).

Os sintomas dos herbicidas verificados nos vasos eram semelhantes aos que ocorreram nos experimentos de campo, mas em grau bem menor. Os herbicidas trifluralin e pendimethalin inibiram a formação de raízes laterais na camada superficial. Essa inibição era bem evidente no solo muito argiloso e, menos pronunciada, por parte do trifluralin, no solo barrento. O vernolate causou redução de comprimento também das raízes secundárias. A inibição de crescimento de raízes laterais em soja já é conhecida para o trifluralin (OLIVER & FRANS, 1968), mas para o vernolate não

há registro desse efeito em soja, nem para o pendimethalin, por ser de uso mais recente. A ação do pendimethalin era esperada, por pertencer ao mesmo grupo químico do trifluralin (Figura 8).

Quanto à parte aérea, a redução de peso pelos herbicidas trifluralin, vernolate e metribuzin no solo muito argiloso foi bem pronunciada e um pouco menos intensa pelo alachlor. A diferença de pesos, considerando os dois solos, contraria a expectativa inicial de que no solo mais argiloso haveria menor injúria às plantas. O maior vigor delas, no solo barrento, parece ter conferido também mais resistência à ação dos herbicidas. —

Pelo experimento em vasos verificou-se que o sistema radicular da soja é bastante tolerante à ação de herbicidas, visto que foi pouco afetado por trifluralin, pendimethalin e vernolate e, praticamente nada por alachlor ou metribuzin.

A ocorrência de efeitos fitotóxicos, por parte desses herbicidas, já é conhecida e registrada na literatura (JOHNSON, 1969; DOWLER & HAUSER, 1969; KUST & STRUCKMEYER, 1971; BURNSIDE, 1972; COBLE & SCHRADER, 1973; COVOLO & PULVER, 1976; PARKER & DOWLER, 1976; STRUCKMEYER *et al*, 1977; WILSON *et al*, 1977; HOLOWID *et al*, 1977; VOLL, 1977; LADLIE *et al*, 1977) e concordam com os resultados observados.

O teor de matéria orgânica do solo é de grande importância como atenuador dos efeitos herbicidas pela adsorção, e a resposta diferencial de sintomas nos experimentos I e II concordam com outros trabalhos realizados (COBLE & SCHRADER, 1973; HOLOWID *et al*, 1977).

Quanto à lixiviação dos herbicidas no solo, é conhecido que maiores precipitações determinam maior arrastamento no perfil, situando-os mais próximos às raízes, quando são aplicados à superfície, como é o caso do metribuzin (SIGNORI *et al*, 1978; SIGNORI & DEUBER, 1979; PAULO *et al*, 1979).

Os efeitos do metribuzin persistiram até por volta de 52 dias no experimentos I e II e, até a amostragem aos 71 dias, no Experimento III, continuando a surgir folhas com clorose e necroses, o que dá idéia da intensidade dos mesmos (quadros 2,6 e 10).

Os pesos de matéria seca de caules e de folhas, obtidos nas três amostragens, nem sempre foram reduzidos pela presença de sintomas, o que indica que injúrias aparentes não significam sempre redução de crescimento das plantas. O único herbicida que não causou sintomas fitotóxicos no

início do ciclo da soja foi a alachlor, tendo mesmo apresentado os valores mais elevados para esses parâmetros no Experimento III (Quadro 10).

Os tratamentos testemunhas dos Experimentos I e II, em alguns casos, apresentaram valores menores de pesos de caules e de folhas que os demais tratamentos. A explicação seria a possível competição por parte das plantas daninhas que foram controladas pelos herbicidas, mas só foram eliminadas aos 43 dias após emergência, nas testemunhas. A falta de suprimento suficiente de água, nesse ano, seria a causa desse efeito indesejável nos experimentos, mesmo considerando que o número de plantas daninhas era bem pequeno nas áreas em estudo.

A comparação de crescimento entre os experimentos mostra que o solo argiloso, em que foram instalados os Experimentos I e III, apresentava as melhores condições físicas, já que em termos de fertilidade, não havia diferença sensível, além do pH, mais adequado à soja (Quadro 1). O Experimento III também apresentou crescimento muito mais intenso devido às precipitações pluviométricas mais abundantes e mais bem distribuídas, com temperaturas médias mais amenas (Figura 1).

Os crescimentos apresentaram diferença entre densidades aos 52 dias, para folhas, no Experimento I e só aos 75 dias no Experimento II, mas já aos 48 dias, no terceiro, para folhas e caules (quadros 2, 6 e 10). Isso se deve ao já abordado acima. O crescimento menor causou competição entre plantas mais tardiamente nos dois primeiros experimentos, ao passo que no Experimento III, as plantas eram maiores e mais vigorosas, competindo entre si mais cedo.

Os resultados de menores pesos de caules e folhas, portanto, de menor crescimento, com aumento da densidade de plantas nas linhas é um resultado esperado, mas, na literatura, esses parâmetros não têm sido levados em consideração.

A importância desses dados se prende a estudos de competição com plantas daninhas, em que o crescimento diferencial da soja, com a variação da população, pode apresentar padrões

mais ou menos competitivos. Assim, o período crítico de competição com o mato pode se apresentar bastante diferente em função da população existente.

No Experimento III, não foram coletadas plantas para obtenção de pesos de folhas e caules, no tratamento metribuzin, nas amostragens aos 48 e 71 dias porque todas as plantas vivas, ou estavam com folhas, muito cloróticas e necrosadas, ou mesmo sem folhas. Na terceira amostragem, a recuperação das plantas já era tal que possibilitou a coleta de plantas. Esses resultados mostram que o cultivar Santa Rosa é bastante sensível ao metribuzin, o que concorda com as conclusões de COVOLO & PULVER (1976).

As figuras 2, 3 e 4 mostram a evolução de pesos de folhas até a terceira amostragem e de caules, até a colheita, nos três experimentos, evidenciando menor peso, por planta, com aumento da densidade de plantio. No Experimento III, as curvas são um pouco diferentes porque o peso das folhas foi considerado sem os pecíolos, os quais foram pesados juntamente com os caules.

O peso de caules na colheita dá também uma idéia do crescimento das plantas, após o florescimento, pois a soja continua a crescer por algum tempo, por ser cultivar de tendência semi-determinada. MASCARENHAS (1980) informa que esse crescimento pós-floração pode atingir até 20 cm em altura.

O peso de caules apresentou diferenças, entre densidades, nos experimentos I e III, justamente nos quais não ocorreu diferença de produção de grãos, que será discutida a seguir. As maiores densidades de plantas apresentaram menores pesos de caules, resultado esperado, e que concorda com os pesos das amostragens realizadas durante o ciclo da cultura.

Os valores altos de peso de caules do Experimento III indicam o crescimento vigoroso das plantas, não só em altura, mas, também em diâmetro. Esse crescimento em espessura dos caules não é desejável uma vez que dificulta bastante o corte, na colheita, com segadeira mecânica. Maior número de plantas é, portanto, nestas condições, preferível, forçando menor desenvolvimento do diâmetro dos caules.

## 5.2 - ÁREA E PESO DE FOLHAS

A área total das folhas não foi modificada por nenhum dos herbicidas, em qualquer dos experimentos, contrariando o esperado, ao menos, no caso de metribuzin e, em menor grau, com trifluralin ou vernolate, levando em consideração a fitotoxicidade inicial registrada com esses herbicidas.

Os valores obtidos nos experimentos I e II são bem próximos, para as densidades correspondentes, mas no terceiro experimento foram bem maiores, pela razão já discutida para crescimento das plantas. As diferenças de área total, por planta, entre densidades, também era esperada e acompanha os valores de pesos de caules e de folhas das amostragens anteriores, concordando com os resultados de BUTTERY (1969).

Os pesos das folhas medidas acompanham, perfeitamente, aqueles de folhas anteriormente obtidos, nas amostragens, e, também, não foram afetados por nenhum herbicida.

As diferenças de valores médios entre densidades continuava ocorrendo, o que também era esperado.

A única diferença verificada para tratamento herbicida foi no peso unitário em relação ao metribuzin no Experimento I. As folhas apresentavam-se mais delgadas. Ocorreu expansão foliar bem acentuada após a recuperação da injúria, mas o crescimento em espessura foi menor.

Só no Experimento III é que o peso unitário variou com a densidade, mostrando uma compensação de crescimento das folhas. Na densidade maior de plantas, em que as folhas apresentavam menor área, elas cresceram mais em espessura.

O IAF cresceu com o aumento da população nos experimentos I e II e, surpreendentemente, não se alterou no Experimento III. Com o vigoroso crescimento ocorrido, não chegou a haver efeito de densidades sobre esse parâmetro, dentro dos limites de população estudados.

O aumento do IAF com o aumento da população foi encontrado por outros autores (THOMPSON, 1968; HICKS *et al*, 1969;

BASTIDAS *et al*, 1971), concordando com os resultados dos dois primeiros experimentos.

Os índices de área foliar, encontrados nos experimentos I e II, podem ser considerados baixos, quando comparados aos encontrados no Experimento III, mas concordam com aqueles verificados por BASTIDAS *et al* (1971). O trabalho de JEFFERS & SHIBLES (1969) mostra que ocorria saturação da fotossíntese pela luz quando o IAF era menor que 4, o que bem pode ter ocorrido, durante os meses de janeiro e fevereiro, nas horas mais quentes do dia com radiação solar abundante, uma vez que o índices encontrados eram inferiores a esse valor no primeiro ano.

### 5.3 - NODULAÇÃO

A nodulação foi verificada, nos três experimentos, na época de plena floração, quando é considerado que está no seu clímax.

A densidade de plantas só causou diferença para peso de matéria seca de nódulos no Experimento I, sem afetar o número ou o peso unitário em qualquer experimento. Isso mostra que, dentro dos limites de população estudados, não há influência considerável sobre o desenvolvimento das bactérias *Rhizobium*.

A diferença ocorrida no Experimento I parece ser devido ao grande número de nódulos presentes, muito mais elevado do que nos outros dois. Considerando que a inoculação, nos três experimentos, foi realizada da mesma forma e com o mesmo inoculante, o desenvolvimento e ação das bactérias, nesse caso, parece ter sido favorecidos pelas condições do solo. O pH mais elevado nesse experimento poderia ser um dos fatores. No solo do Experimento II o pH era de apenas 4,8 o que, seguramente contribuiu para a redução do número de nódulos, uma vez que, segundo GIBSON (1977), a multiplicação das bactérias *Rhizobium* é afetada em pH abaixo de 5,3. Os valores baixos de número de nódulos encontrados no Experimento III são mais difíceis de explicar já que o pH naquele solo é de 6,6.



A literatura não registra nenhum trabalho relacionando diferentes populações de plantas de soja com a nodulação, o que consideramos importante, tendo em vista a nutrição nitrogenada desta cultura.

O vernolate parece ter tido alguma influência sobre o desenvolvimento dos nódulos no Experimento II, mas não reduziu o seu número significativamente.

A redução do número e peso de matéria seca de nódulos no Experimento III pelo trifluralin, parece estar relacionado com a textura do solo e melhores condições de umidade favorecendo, de alguma forma, o contato do herbicida com as bactérias.

Nos vasos, a nodulação foi avaliada pelo número e peso de matéria seca de nódulos aos 30 dias, portanto, ainda em processo inicial de formação. Isso possibilitou verificar, em comparação com as condições de campo, se algum dos herbicidas teria apenas ação inicial sobre a nodulação ou efeito mais longo.

O número de nódulos obtidos, por planta, mostra que a nodulação estava realmente em seu início, quando comparado aos valores obtidos no campo, entre 71 e 84 dias.

O que chama a atenção é o fato de que no solo muito argiloso, o mesmo do Experimento II, o número e o peso de nódulos foram bem maiores, em média, mas não o peso unitário, do que no solo barrento. Isso contraria o que ocorreu no campo, se se considerar que o solo barrento, dos vasos, é semelhante ao argiloso dos experimentos I e III. Parece ter havido uma compensação para crescimento dos nódulos, pois onde estes eram em maior número houve menor crescimento e vice-versa.

Não houve interação entre solos e herbicidas, em vasos, mostrando, isso, que a ação destes foi semelhante nos dois solos, quanto ao número de nódulos. A redução do número de nódulos pelos herbicidas trifluralin, pendimethalin e vernolate é facilmente compreensível pois são inibidores da mitose e podem bem inibir a multiplicação das bactérias.

A ação do metribuzin, que é um potente inibidor da fotossíntese, sobre as bactérias, não deve ter sido igual às dos citados herbicidas, mas, seguramente, sobre qualquer outro processo metabólico não conhecido ainda.

Os pesos unitários dos nódulos, em vasos, indicam um efeito inibitório por parte do vernolate, reduzindo o seu tamanho. Outros autores não observaram qualquer efeito inibitório pelo vernolate (PARKER & DOWLER, 1976; GIARDINI *et al*, 1979).

Efeitos depressivos causados pelo trifluralin já foram verificados anteriormente por HAMDI & TEWFIK (1969), que, aplicando o herbicida no dia do plantio de *Vigna sinensis*, verificaram redução do número de nódulos, mas quando aplicaram 27 dias antes do plantio, chegaram a observar efeito estimulante. Também KUST & STRUCKMEYER (1971) verificaram redução do número de nódulos com trifluralin em soja e PARKER & DOWLER (1976), com aplicação deste herbicida, constataram redução significativa do peso de matéria seca dos nódulos.

Por outro lado, LORENZI & ARAUJO (1974) só observaram efeito depressivo do trifluralin em *Rhizobium* autóctone e não em soja inoculada e GIARDINI *et al* (1979) não verificaram qualquer efeito inibitório por parte do trifluralin em nodulação de soja inoculada, em dois anos.

Da mesma forma, não foi encontrado qualquer efeito depressivo por parte do alachlor por outros autores (LORENZI & ARAUJO, 1974; GIARDINI *et al*, 1979).

Não há, na literatura, qualquer referência à ação de metribuzin sobre a nodulação de soja, por ser um composto de uso mais recente.

Os resultados, às vezes discordantes, levam a concluir que, além das condições peculiares dos solos, a estirpe das bactérias poderia também reagir diferentemente à ação dos herbicidas.

#### 5. 4 - POPULAÇÃO FINAL DE PLANTAS

Dentre os três experimentos, o único que não acu-

sou efeito de herbicidas, em relação à população de plantas, foi aquele conduzido em solo muito argiloso. Pode-se dizer que o alto teor de argila desse solo reduziu a atividade dos herbicidas. No Experimento I, o trifluralin e o pendimethalin causaram a maior redução de plantas, ao passo que, no Experimento III, essa redução foi causada pelo metribuzin.

Neste Experimento, os tratamentos com vernolate ainda apresentavam as maiores populações de plantas no final do ciclo, mostrando que o padrão de redução porcentual não foi afetado por este herbicida.

Reduções de populações, causadas por trifluralin, são raras, mesmo quando há injúrias severas no início do ciclo (JOHNSON, 1971) ou redução do crescimento inicial (KUST & STRUCKMEYER, 1971), mas podem ocorrer, dependendo das características do solo (BURNSIDE, 1972; WAX *et al*, 1977). Por outro lado, reduções da população de plantas pelo metribuzin, também dependem do teor de argila e de matéria orgânica do solo (COBLE & SCHRAEDER, 1973; HOLLOWID *et al*, 1977) e já foram verificadas em nossas condições (EMBRAPA, 1976; COVOLO & PULVER, 1976).

As diferentes densidades plantadas não mostraram padrões característicos de redução de plantas durante o ciclo da cultura. Essa redução oscilou entre 20,45 e 30,69% da população inicial, quando os herbicidas foram englobados, independentemente das condições de clima e de solo, o que pode ser visto na Figura 5.

A análise conjunta, dos três experimentos, considerando a redução causada pelos herbicidas, também não indicou diferenças, mas no Experimento III, isoladamente, os efeitos fitotóxicos foram tão acentuados que a redução do número, pelo metribuzin, foi significativamente maior que a dos demais tratamentos.

A literatura não registra praticamente nada sobre efeitos de diferentes densidades iniciais de plantas sobre a redução do número durante o ciclo. Entretanto, a redução sempre ocorre e o grau de redução depende de fatores edáficos, climáticos, varietais e ocorrência de doenças ou de insetos.

FONTES & OHLROGGE (1972) afirmam que, quando a população aumenta, há maior número de plantas improdutivas, sendo, as mais fracas, progressivamente sombreadas, podendo até morrer. A competição entre plantas existe mesmo em espaçamentos maiores que os normalmente empregados na prática (HINSON & HANSON, 1962).

Os resultados observados nos três experimentos permitem concluir que, dentro dos limites de população estudados, não houve diferenças no padrão de redução de plantas durante o ciclo, nas diferentes densidades.

#### 5.5 - PRODUÇÃO DE GRÃOS, TOTAL E POR PLANTA

As produções médias, por densidade de plantas, no Experimento I, foram iguais, ao passo que no Experimento II, se elevaram com o aumento da população. Levando em consideração que as densidades 1 e 2 de ambos experimentos eram praticamente iguais e as culturas se desenvolveram exatamente na mesma época, as diferenças de produção foram determinadas pelas diferentes características dos solos. Deve ser lembrado que, no Experimento I, em solo argiloso, as plantas apresentaram crescimento maior em termos de peso e de altura. Quanto à fertilidade, o solo do Experimento II apresentava ligeira superioridade no teor de Ca e de K e bem mais elevado teor de matéria orgânica. A razão mais plausível para as diferenças na produção total de grãos é a melhor retenção de água no solo muito argiloso e com mais matéria orgânica, em um ano de distribuição irregular de chuvas.

A maior produtividade alcançada no Experimento III foi causada pela maior e mais bem distribuída precipitação pluviométrica ocorrida nesse ano (Figura 1), como já foi discutido para o crescimento das plantas.

Os resultados de produção, em função das diferentes populações de plantas, são normais, quando comparados à literatura universal. Ora há respostas positivas de incremento de produção com o aumento da população nas linhas (JOHNSON & HARRIS, 1967; BUTTERY, 1969; GRAY, 1967; MINOR & JACKOBS, 1969), ora não há resposta (REISS & SHERWOOD, 1963; HICKS *et al*, 1969; BASTIDAS *et al*, 1973; DOSS & THURLOW, 1974; NEUMAIER, 1975; BUENO *et al*,

1975; TURNBULL, 1976; PANT & JOSHI, 1977; REIS *et al*, 1977) Além de certos limites de população, a produção pode mesmo decrescer (MINOR & JACKOBS, 1969; FELTON, 1976; OSAFO, 1977).

As diferentes características dos cultivares e dos solos e as diferentes condições climáticas são as responsáveis pelas respostas diferenciais que ocorrem em cada caso.

Nos dois primeiros experimentos, não se verificou nenhuma redução da produção total causada por qualquer dos herbicidas aplicados, mostrando, isso, que houve plena recuperação das plantas injuriadas no início de seu ciclo.

Chama a atenção a menor produção nos tratamentos testemunhas, com as três densidades de plantas no Experimento II. Essa redução foi mais acentuada com a densidade maior (Quadro 8) e reforça a hipótese da competição com as plantas daninhas, presentes até os 43 dias, e controladas pelos herbicidas nas outras parcelas. Mesmo com número não elevado de plantas daninhas por área, o que foi estimado visualmente, a competição se agravou com a população maior de plantas de soja.

No Experimento III, o único herbicida que afetou a produção foi o metribuzin, o que se deve à redução do número de plantas no início do ciclo. As plantas que não morreram, entretanto, recuperaram-se plenamente, como se pode ver pelo Quadro 12, no que diz respeito ao número de vagens e peso de grãos por planta.

O número de vagens e os pesos de matéria seca de vagens e de grãos, obtidos nos três experimentos, mostram intenso efeito de densidades. Com o aumento do número de plantas, houve redução do número e peso de vagens e do peso de grãos por planta (quadros 4, 8 e 12). Vários outros autores já encontraram resultados semelhantes (LEHMAN & LAMBERT, 1960; WEBER *et al*, 1966; SINSKY, 1968; BUTTERY, 1969; HICKS *et al*, 1969; REMUSSI *et al*, 1971; FONTES & OHLROGGE, 1972; BASNET *et al*, 1974; NEU-MAIER, 1975; PANT & JOSHI, 1977; LUESCHEN & HICKS, 1977).

Nenhum herbicida afetou esses valores em qualquer dos experimentos, nas diferentes densidades. No Experimento II,

os menores valores ocorreram já discutidos acima para a produção total. A recuperação das plantas, nos tratamentos com metribuzin, é evidente pelos dados de número e peso de vagens e peso de grãos por planta (quadro 4, 8 e 12).

Outros autores têm constatado sintomas de fitotoxicidade, até em grau severo, pelo herbicida trifluralin, sem que houvesse redução de produção, (JOHNSON, 1969; DOWLER & HAUSER, 1969; JOHNSON, 1971; KUST & STRUCKMEYER, 1971; WILSON *et al*, 1977). O mesmo tem sido verificado com pendimethalin (WILSON *et al*, 1977), com vernolate (DOWLER & HAUSER, 1969; JOHNSON, 1971) e com metribuzin (COBLE & SCHRADER, 1973). Em alguns casos, foram verificadas reduções de produção com trifluralin (BURNSIDE, 1972; EMBRAPA, 1976), com vernolate (EMBRAPA, 1976; VOLL, 1977), com pendimethalin (WILSON *et al*, 1977) ou com metribuzin (EMBRAPA, 1976; HOLOWID *et al*, 1977).

As diferentes respostas da cultura da soja aos efeitos de herbicidas sobre a produção decorrem de vários fatores: a intensidade dos danos iniciais, a capacidade de recuperação das plantas, o que está ligado a características genéticas do cultivar, e tempo de dissipação do herbicida no solo.

Tendo em vista as informações da literatura, pode-se dizer que as culturas conduzidas apresentaram excelente tolerância aos herbicidas, com exceção do tratamento metribuzin no Experimento III.

#### 5.6 - ALTURA DAS PLANTAS E DA PRIMEIRA VAGEM

A pequena variação de altura, entre os experimentos I e II, com valores um pouco maiores no primeiro, era esperada considerando os valores de pesos de folhas e de caules obtidos nas amostragens durante o ciclo, e que indicavam maior crescimento das plantas no Experimento II.

A não ocorrência de diferença entre alturas de plantas para as duas densidades do Experimento I e as densidades 1 e e do Experimento II, indicam que a diferença de população entre elas não chegou a causar competição significativa. Da mesma

forma, não se verificou diferença entre as densidades 2 e 3 do Experimento II. Pode-se dizer que a variação de 100.000 plantas por hectare, em populações relativamente baixas, em um ano de pouca chuva, não altera o crescimento das plantas em altura. No Experimento III, conduzido em ano mais úmido, com crescimento intenso de plantas, a diferença de população de 100.000 plantas já foi suficiente para causar diferença na altura.

Outros autores, que trabalharam em condições diversas das nossas, já verificaram a não ocorrência de variação da altura com aumento de população (PROBST, 1945; REISS & SHERWOOD, 1965; SHAIK *et al*, 1967; LUESCHEN & HICKS, 1977; REIS *et al*, 1977).

Por outro lado, os resultados encontrados nos experimentos II e III concordam com muitos autores e estão dentro da resposta geral de que maiores populações determinam plantas mais altas (HINSON & HANSON, 1962; JOHNSON & HARRIS, 1967; HICKS *et al*, 1969; COSTA VAL, 1971; BASTIDAS *et al*, 1971; REMUSSI *et al*, 1971; DOSS & THURLÓW, 1974; BASNET *et al*, 1974; BUENO *et al*, 1975).

O único herbicida que causou redução de crescimento em altura foi o metribuzin, nos experimentos I e III, conduzidos no mesmo solo, com menor teor de argila. Como os pesos de caules também foram menores nestes tratamentos, nos dois experimentos, verifica-se que a recuperação das plantas se dirigiu mais à parte reprodutiva que à vegetativa, de maneira que, por planta, não houve prejuízo de produção de grãos.

A altura da primeira vagem foi obtida da diferença entre a altura total, medida até a última vagem, e o segmento do caule com vagens. Da mesma forma que altura total das plantas, o segmento com vagens só foi reduzido com o metribuzin, nos mesmos experimentos, havendo, em todos os tratamentos, uma relação constante entre as duas medidas nos experimentos I e II.

No Experimento III, em que as plantas cresceram mais em altura, o segmento com vagens foi maior, oscilando em torno de 83,44%. Isso mostra que a altura da primeira vagem não foi elevada, como era esperado, mas, reduzida. Esse resultado não

concorda com a tendência geral de que plantas mais altas apresentam a primeira vagem mais afastada do solo do que plantas mais baixas (BASTIDAS *et al*, 1971; BUENO *et al*, 1975; NEUMAIER, 1975; FELTON, 1976; LUESCHEN & HICKS, 1977). Por outro lado, concorda com BUENO *et al* (1975) que encontraram redução da altura da primeira vagem em duas épocas de plantio e com COSTA VAL (1971), que também verificou redução com aumento de população para o cultivar 'Hardee', mas não encontrou alteração com o 'Improved Pelican'.

Os resultados encontrados no Experimento III devem ser considerados excepcionais, tendo em vista as condições de clima muito favoráveis ao desenvolvimento geral das plantas.

A análise conjunta de todas as densidades dos três experimentos mostrou que o trifluralin causou, no geral, uma elevação significativa da primeira vagem em relação ao pendimethalin e ao metribuzin. As plantas tratadas com metribuzin eram menores em altura, pelo já discutido. Com o pendimethalin, o segmento com vagens ficou aumentado, mas, com trifluralin, ficou reduzido. De qualquer forma, não houve alteração no número de vagens formadas por planta.

As alturas da primeira vagem, nas duas densidades do Experimento III, eram 16,33 e 17,50 cm, respectivamente, bem mais baixas do que aquelas dos outros dois experimentos, mas, ainda consideradas adequadas para colheita mecanizada.

#### 5.7 - CORRELAÇÃO IAF X PRODUÇÃO DE GRÃOS

Não foi possível obter, dentro de cada experimento, uma correlação estreita entre o IAF, obtido no pleno florescimento, e a produção de grãos.

A análise conjunta dos experimentos indicou estreita correlação, mas como os experimentos foram conduzidos em condições bem distintas, ou de solo ou de clima, essa conclusão não é muito segura.

De qualquer forma, a melhor correlação obtida foi dentro do Experimento II, com  $r=0,68$ , indicando que, com o aumento da densidade, houve elevação do IAF e da produção. O resul-



tado encontrado concorda com o de THOMPSON (1968), que encontrou correlação IAF X produção de grãos em um ano relativamente seco, mas não em outro que foi considerado úmido.

## 5.8 - NUTRIÇÃO MINERAL E COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS

### 5.8.1 - Macronutrientes em folhas

A análise de macronutrientes foi realizada entre 71 e 84 dias, quando a maior parte de cada um já fora absorvida pela planta (MASCARENHAS, 1973; BATAGLIA *et al*, 1976).

Os teores de N, encontrados nos três experimentos, podem ser considerados elevados, quando comparados aos obtidos por BATAGLIA *et al* (1976) com o mesmo cultivar cultivado em solo semelhante aos aqui relatados.

Em função da densidade de plantas, a única diferença ocorrida para teor de N foi verificada no Experimento II, em que a maior densidade causou menores teores de N por planta. Partindo do fato de que todo o N fornecido às plantas provinha das bactérias que nodulavam as raízes, uma vez que não houve qualquer outro fornecimento desse nutriente, parece ter havido uma redução de eficiência das bactérias com maior número de plantas, já que não ocorreu qualquer diferença no número ou no peso dos nódulos, entre densidade neste experimento. Outra hipótese seria a existência de N no solo, tendo em vista o elevado teor de matéria orgânica, que suplementaria o N fornecido pelo *Rhizobium*. Neste caso, o maior número de plantas da densidade 3 determinaria menor quantidade de N disponível por planta.

Os resultados de decréscimo do teor de N, com o aumento da população de plantas, no Experimento II, concorda com o verificado por BUTTERY (1969) que, no entanto, trabalhou com variação bem grande de densidades e analisou a planta toda. Quanto aos outros experimentos, a variação de população não parece ter sido suficiente para causar qualquer alteração no teor de N.

Os teores de P encontrados nos três experimentos estão bem próximos daqueles encontrados por BATAGLIA *et al* (1976).

No Experimento I, foram mais baixos dos três, talvez devido à disponibilidade no solo, uma vez que o teor de P no solo era semelhante ao dos outros dois experimentos.

Não ocorreu qualquer diferença de concentração desse nutriente entre densidades nos três experimentos, o que também não foi verificado por BUTTERY (1969).

Quanto à ação de herbicidas, ocorreram efeitos no Experimento II. Dentro da densidade menor, o metribuzin causou menor concentração de P e, na densidade maior, ocorreu efeito do vernolate também com a concentração mais baixa. Parece ter havido um efeito inibitório na absorção desse nutriente pelos herbicidas, mas é difícil explicar porque ocorreu em apenas uma das densidades, já que as diferenças de populações não são muito grandes. CATHEY & SABBE (1972) encontraram inibição da absorção de P com o trifluralin, fato que não ocorreu em nenhum dos três experimentos aqui relatados.

O potássio apresentou as concentrações mais baixas no Experimento I e semelhantes nos outros dois, mas, de qualquer forma, próximos aos encontrados por BATAGLIA *et al* (1976). O solo do primeiro experimento apresentava o menor teor de K, o que pode explicar a diferença.

Também não ocorreu qualquer diferença de concentração de K entre as densidades dos três experimentos, o que, entretanto, foi verificado por BUTTERY (1969) em seus experimentos, lembrando que esse autor considerou a planta toda para análise.

O aumento da concentração de K nas três densidades do Experimento II no tratamento com alachlor parece ser devido à uma ação estimulante na penetração do nutriente pelas raízes. Se realmente ocorreu isso, o tipo de solo é que deve ser a causa, considerando o elevado teor de argila e de matéria orgânica. Com isso, apenas uma pequena parcela do alachlor estaria disponível às plantas; e essa dose, muito pequena, teria efeito favorável à absorção do nutriente.

Os teores de Ca, nos experimentos I e III, podem ser considerados elevados, quando comparados àqueles encontrados por BATAGLIA *et al* (1976); porém os teores do Experimento II são praticamente iguais. O solo com o teor mais elevado de cálcio era o do Experimento III, mas o teor nas plantas ficou menor que no Experimento I, devido ao vigoroso crescimento naquele, diluindo o nutriente.

Da mesma forma que para o P e o K, não houve qualquer influência da densidade de plantas sobre o teor de Ca.

Os efeitos do alachlor, reduzindo o teor de Ca nas folhas, no Experimento I e do metribuzin, reduzindo-o no Experimento II, são difíceis de explicar, mas podem estar relacionados com a distribuição do nutriente dentro das plantas. Como não se fez análise das outras partes das plantas, não é possível tirar qualquer conclusão.

O magnésio também foi encontrado em teores que se aproximam bastante daqueles determinados por BATAGLIA *et al* (1976).

O Mg foi o nutriente que mais respondeu às diferenças de população de plantas, havendo redução do teor com o aumento da população. A pequena disponibilidade desse nutriente no solo deve ser a explicação mais aceitável.

O alachlor novamente mostrou sua influência, causando redução do teor de Mg, com as duas densidades no Experimento I. A distribuição do nutriente na planta pode ter sido alterada com a presença do alachlor.

Os teores de S encontrados, nos três experimentos, são elevados, quando comparados aos de BATAGLIA *et al* (1976) e isso se deve, seguramente, ao fato de as áreas experimentais terem elevado suprimento desse nutriente. Destaca-se o fato de que as plantas, no Experimento III, que mais cresceram, são as que continuam o teor mais elevado de S.

Ocorreram respostas às densidades nos experimentos I e II, da mesma forma que para o Mg, notando-se o efeito de com-

petição pelo S, com o aumento da densidade de plantas.

### 5.8.2 - Composição de grãos

Os teores de N, encontrados nos grãos, nos experimentos I e II, são bastante elevados, quando comparados aos determinados por BATAGLIA *et al* (1976) e BATAGLIA *et al* (1977), concordando aqueles do Experimento III.

Quanto aos teores de P, ocorre o mesmo em relação aos dois primeiros experimentos, sendo, os do Experimento III, mais baixos. Os próprios autores citados apresentam resultados de teores bem variados de K, Mg e S e, principalmente de Ca. De modo geral, os teores de macronutrientes em grãos, dos dois primeiros experimentos, são bem mais elevados do que no terceiro, em que a produção foi bem maior, ocorrendo diluição dos nutrientes. A única exceção é o S, que, neste experimento, apresentou teores bastante elevados também. O fato de o teor de S ser o mais elevado nas folhas, aos 71 dias, no Experimento III, indica que realmente ocorreu um grande suprimento desse nutriente no solo em que foi instalado esse experimento.

A única resposta para herbicidas ocorreu para o Ca, no Experimento II, por ação do alachlor, reduzindo o seu teor, mas, em grau muito pequeno, permanecendo este, ainda, acima dos valores encontrados por BATAGLIA *et al* (1976) e BATAGLIA *et al* (1977).

Quanto a efeitos de população de plantas, o N ocorreu em teores mais elevados com populações maiores nos experimentos I e II e tendência igual no Experimento III, ocorrendo o inverso em relação ao encontrado em folhas, no florescimento. A explicação desse fato parece ser que as diferenças de produção, por planta, foram maiores do que a diferença do teor de N encontrado nas folhas, determinando, com a translocação do nutriente para os grãos, uma concentração maior, nos grãos, por planta.

O teor de P, nos grãos, foi reduzido, nos tratamentos com vernolate, no Experimento I, o que surpreende se se

considerar que na amostragem, aos 84 dias, não ocorria qualquer alteração do teor nas folhas. O resultado sugere uma ação inibitória, por parte do vernolate ou de um derivado seu, na translocação do P para os grãos. A falta da análise de todas as partes da planta não permite uma conclusão definida, mas de qualquer forma, a redução ocorrida não é grande e o teor estava, ainda, acima dos valores encontrados por BATAGLIA *et al* (1976) e BATAGLIA *et al* (1977).

Os teores de óleo total foram bem mais elevados nos dois primeiros experimentos, sendo bem mais altos do que os encontrados por MASCARENHAS *et al* (1978), mas os teores do Experimentos III são bem coincidentes.

Parte dessa diferença pode ser atribuída à maior produção no Experimento III, causando diluição do teor de óleo. Por outro lado, as amostras de grãos, dos dois primeiros experimentos, foram preparadas e moídas cerca de dez meses antes da análise e, mesmo guardadas em vidros bem fechados, poderiam ter alterado a composição porcentual por perda de água.

A não interferência de herbicidas na composição de sementes concorda com os resultados de trabalhos existentes sobre o assunto. Para o teor de N e de proteína, não foram encontrados efeitos de trifluralin (JOHNSON & JELLUN, 1969; JOHNSON, 1971; BZIKOW *et al*, 1971), de trifluralin ou de vernolate (JOHNSON, 1971) ou de vernolate (HARDCASTLE *et al*, 1974). Os mesmos autores não verificaram qualquer efeito desses mesmos herbicidas sobre o teor de óleo total, exceto HARDCASTLE *et al* (1974) que encontraram elevação do teor de óleo total com aumento da dose de metribuzin.

De modo geral, pode-se dizer que as densidades ou os herbicidas utilizados na cultura da soja, muito pouco influíram na composição dos grãos, estando, esta, muito mais dependente das condições de solo ou de clima.

## 7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos de campo e em vasos, permitem concluir que:

1) Não ocorreram interações entre qualquer dos herbicidas e as densidades utilizadas para os parâmetros estudados;

2) O aumento da densidade de plantas nas linhas teve influência direta na redução do crescimento das plantas e na produção por planta, entretanto, as maiores influências sobre o crescimento foram devido aos fatores climáticos;

3) Nenhuma das densidades utilizadas modificou o padrão de redução do número de plantas durante o ciclo;

4) Os teores de argila, matéria orgânica e de água tiveram grande influência sobre o comportamento dos herbicidas em relação às plantas de soja;

5) Quanto aos efeitos dos herbicidas no crescimento da soja:

a) o alachlor foi o herbicida mais seletivo, nunca causando qualquer efeito fitotóxico;

b) o pendimethalin apresentou boa seletividade, causando leves injúrias iniciais, mas com plena recuperação das plantas;

c) o trifluralin e o vernolate apresentaram me-

nos seletividade, causando injúrias iniciais à soja e reduzindo a população em um experimento, sem reduzir a produção;

d) o metribuzin foi o herbicida menos seletivo à cultura, sendo os seus efeitos fitotóxicos mais pronunciados com menores teores de argila e de matéria orgânica e, agravados com aumento de precipitações pluviométricas, quando chegou a reduzir o número de plantas e a produção de grãos em um experimento;

e) nenhum herbicida causou alteração da área foliar por planta;

#### 6) Quanto à nodulação:

a) nenhuma das densidades de plantas utilizadas causou alteração no número ou no peso dos nódulos formados;

b) os herbicidas trifluralin, pendimethalin e vernolate causaram redução do número e do peso de nódulos, aos trinta dias, em vasos, tendo o trifluralin também mostrado efeito depressivo sobre estes valores em solo argiloso, no campo, na fase de máxima nodulação;

#### 7) Quanto à nutrição mineral:

a) as densidades de plantas utilizadas tiveram pouca influência sobre a absorção de macronutrientes pelas plantas, sendo, o Mg e o S, os nutrientes que mais responderam ao aumento da população, com redução do teor; e o N, em apenas um experimento, em solo muito argiloso, apresentou redução do teor com o aumento de população;

b) o alachlor causou elevação do teor de K, em folhas, no experimento em solo muito argiloso, e redução dos teores de Ca e de Mg em um experimento em solo argiloso;

#### 8) Quanto à composição de grãos:

a) as densidades mais elevadas, em dois experimentos, determinaram maiores concentrações de N nos grãos e, em um experimento, em solo argiloso, maior teor de P;

b) o vernolate reduziu o teor de P, nas duas densidades de um experimento, em solo argiloso;

c) o alachlor reduziu o teor de Ca no experimento em solo muito argiloso;

d) nenhum dos herbicidas ou qualquer das densidades de plantas utilizados afetaram o teor de óleo nos grãos.

## 7 - SUMMARY

EFFECTS OF HERBICIDES AND PLANT DENSITY ON  
GROWTH AND NUTRITION OF SOYBEANS *Glycine max* (L.) Merril  
' Santa Rosa '

Three field experiments and one in pots were performed with soybeans, in order to study the effects of herbicides of different chemical groups, combined with different plant densities in the rows, on growth, mineral nutrition, nodulation and grain production and composition.

Clay and very clay soils were used on field and very clay and loamy soils in pots.

The herbicides applied were: trifluralin at 0,96 kg/ha; vernolate at 3,60 kg/ha; pendimethalin at 1,50 kg/ha in two experiments and at 1,25 in a third; alachlor at 2,40 kg/ha and metribuzin at 0,63 kg/ha in two experiments and at 0,53 in the third. In pots, the rates were the same except for trifluralin which was applied at 0,86 kg/ha. There were also check treatments, without herbicide in each experiment.

The plant densities were, in Experiment I, of 200 and 300 thousand plants/ha; in Experiment II, of 200, 300 and 400 thousand and, in Experiment III, of 150 and 250 thousand. In each pot three plants were seeded and the initial growth of the plants was studied.



A randomized block design was used, with four replications, and the plots measured 7,00m x 2,40m, with three free rows, spaced 0,60m apart.

No interaction between any herbicide and plant density was observed for any of the studied parameters.

The plant density increase caused reduction of growth, yield per plant, and Mg, S and N uptake, until flowering, but increase in the N and P concentration in one experiment.

Climatic conditions had more effect on plant growth and production than plant population.

The different densities caused no change on the number and weight of nodules, neither modified the pattern of plant number reduction during the crop cycle.

Alachlor was the most selective herbicide to soybean never causing any injury. Pendimethalin showed good selectivity with slight initial injuries and trifluralin and vernolate, with less selectivity, caused more evident injuries, with stand reduction in one experiment. Metribuzin was the less selective of the herbicides, causing strong injuries with stand and yield reduction in one experiment.

Nodulation was affected, in pots, at its beginning, by trifluralin, pendimethalin and vernolate, with reduction of number and weight of nodules. Trifluralin depressed these values also in the field, in one experiment, at flowering set.

Alachlor caused increase in K content in leaves, in one experiment, and reduction of Ca and Mg content in another, and also Ca content in grains in one experiment. Vernolate reduced P concentration in one experiment. None of the herbicides reduced or enhanced the total oil content in grains.

The clay, the organic matter and the water contents in the soils had great influence on the herbicide behavior in the plants.

## 8 LITERATURA CITADA

- BASNET, B.; MADER, E.L. & NICKEL, C.D. Influence of between and within-row spacing on agronomic characteristics of irrigated soybeans. *Agronomy Journal* 66: 657-659, 1974.
- BASTIDAS, R.G.; CAMACHO, M.L.H.; LONDOÑO, J.F.; BUITRAGO, G.L.A. & DAVIS, F. Efecto de la densidad de población sobre algunas características agronómicas y fisiológicas de tres genotipos de soya, *Glycine max* (L.) Merr., bajo condiciones tropicales. *Acta Agronómica*, Palmira, XXI: 37-50, 1971.
- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F. & TISSELI FºO. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja cultivar Santa Rosa. *Bragantia* 35: 237-247, 1976.
- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. & TISSELI FºO. Composição mineral das sementes de nove cultivares de soja. *Bragantia* 36: XLVII-L, 1977. (Nota 12).
- BUENO, L.Ç.S.; SEDIYAMA, C.S. & VIEIRA, C. Efeitos de espaçamentos, densidade e época de plantio sobre duas variedades de soja. *Experientiae*, Viçosa, 20: 263-287, 1975.
- BURNSIDE, O.C. Tolerance of soybean cultivars to weed competition and herbicides. *Weed Science* 20: 294-297, 1972.
- BURNSIDE, O.C. & MOOMAW, R.S. Control of weeds in narrow-row soybeans. *Agronomy Journal* 69: 793-796, 1977.

- BUTTERY, B.R. Effects of plant population and fertilizer on growth and yield of soybeans. *Canadian J. Plant Science* 49: 659-673, 1969.
- BZIKOW, M.A.; BYASOV, K.Kh. & MISIK, N.A. ( The effects of herbicides on the dynamics of soil nutrients and soybean yield and quality ). *Khimiya v sel'skom Khozyaistve* 9: 45-50, 1971 URSS. In: *Weed Abstracts* 21: 2.800, 1972.
- CARTER, J.L. & HARTWIG, E.E. The management of soybeans. In: Norman, A.G., Ed. *The Soybean*, London. Academic Press, 1967. p. 161-226.
- CATHEY, G.W. & SABBE, W.E. Effects of trifluralin on fertilizer phosphorous uptake patterns by cotton and soybean seedlings. *Agronomy Journal* 64: 254-255, 1972.
- COBLE, H.D. & SCHRADER, J.W. Soybean tolerance to metribuzin. *Weed Science* 21: 308-309, 1973.
- COOPER, R.L. Influence of soybean production practices on lodging and seed yield in highly productive environments. *Agronomy Journal* 63: 490-493, 1971.
- COOPER, R.L. Solid seeding to maximize soybean yield. *Soybean Digest*, Hudson, 34: 12-14, 1974.
- COSTA VAL, W.M. Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agrônômicas de dois cultivares de soja, ( *Glycine max* L. Merrill ). 1971. Dissertação, 56 p.
- COVOLO, L. & PULVER, E.L. Resposta varietal de onze cultivares de soja ao metribuzin. *Sem. Bras. Herbicidas e Ervas Daninhas*, 11, 1976, p.66. Resumos.
- DOSS, B.D. & THURLOW, D.L. Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. *Agronomy Journal* 66: 620-623, 1974.
- DOUGHERTY, C.J. The influence of irrigation, row spacing, plant population and inoculation on the yield of soybeans in Canterbury. *New Zealand J. Agric. Research* 12: 367-380, 1969.

- DOWLER, C.C. & HAUSER, E.W. Factors affecting the response of soy beans to trifluralin, vernolate and benefin. *Proc. Southern Weed Sci. Soc.* 22: 360, 1969. (Abstract).
- EMBRAPA - Ponta Grossa. Controle químico de invasoras na cultura da soja, 75-76. 1976. (Comunicado Técnico 04), 25 p.
- FELTON, W.L. The influence of row spacing and plant population on the effect of weed competition in soybeans (*Glycine max*). *Australian J. Exp. Agric. An. Husb.* 16: 926-931, 1976.
- FINK, R.J.; POSLER, G.L. & THORUP, R.M. Effects of fertilizer and plant population on yield of soybeans. *Agronomy Journal* 66: 465-467, 1974.
- FONTES, L.A.N. & OHLROGGE, A.J. Influence of seed size and population on yield and other characteristics of soybean (*Glycine*). *Agronomy Journal* 64: 833-836, 1972.
- GIARDINI, A.R.; LOPES, E.S. & DEUBER, R. Influência de herbicidas na nodulação da soja (*Glycine max* L. Merr.). *Planta Daninha* 1(2): 21-32, 1979.
- GIBSON, A.H. Limitations of dinitrogen fixation by legumes. In: *Proc. Internat. Symposium on Nitrogen Fixation*, 1. Ed. Newton W.E. & Nyman, C.J. 1976. p.415.
- GRAFFIS, D.W.; KNAKE, E.L.; SCOTT, W.O. & OSCHWALD, W.R. Illinois Agronomy Handbook. Urbana, Coop. Extension service. Univ. of Illinois. 1972. 60 p. (Circular 1049).
- GRAY, R.W. Soybean spacing in a high-rainfall environment. *East Afric. Agric. For. J.* 32: 265-268, 1967.
- HAMDI, Y.A., & TEWFIK, M.S. Effect of the herbicide trifluralin on nitrogen fixation in *Rhizobium japonicum* and *Azotobacter* and on nitrification. *Acta Microbiologica*, Cairo 18: 53 - 57, 1969.
- HARDCASTLE, W.S.; WILKINSON, R.E. & YOUNG, C.T. Metribuzin effects on seed constituents of soybean varieties. *Weed Science* 22: 575-577, 1974.

- HICKS, D.R.; PENDLETON, J.W.; BERNARD, R.L. & JOHNSTON, T.J. Response of soybean plant types to planting patterns. *Agronomy Journal* 61: 290-293, 1969.
- HINSON, K. & HANSON, W.D. Competition studies in soybeans. *Crop Science* 2: 117-123, 1962.
- HOLLOWID, J.R.; JEFFERY, L.S. & McCUTCHEN, T.C. Influence of soil types on soybean response to chlorbromuron, linuron and metribuzin. *Proc. Am. Meeting Southern Weed Sci. Soc.* 30, 1977. p. 51.
- IBGE - Secretária de Planejamento da Presidência da República. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Anuário Estatístico do Brasil*, Rio de Janeiro. 1978. p. 398.
- JEFFERS, D.L. & SHIBLES, R.M. Some effects of leaf area, solar radiation, air temperature and variety on net photosynthesis in field grown soybeans. *Crop Science* 9: 762-764, 1969.
- JOHNSON, B.J. Effects of sequential herbicide treatments on weeds and soybeans. *Weed Science* 19: 695-700, 1971.
- JOHNSON, B.J. & HARRIS, H.B. Influence of plant population on the yield and other characteristics of soybeans. *Agronomy Journal* 59: 447-449, 1967.
- JOHNSON, B.J. & JELLUN, M.D. Effect of pesticides on chemical composition of soybean seed (*Glycine max* L. Merr.). *Agronomy Journal* 61: 379-380, 1969.
- KUST, C.A. & STRUCKMEYER, R.E. Effects of trifluralin on growth nodulation and anatomy of soybeans. *Weed Science* 19: 147-152, 1971.
- LEHMAN, W.F. & LAMBERT, J.W. Effects of spacing of soybean plant between and within rows on yield and its components. *Agronomy Journal* 52: 84-86, 1960.
- LORENZI, H.J. & ARAUJO, S.C. Estudo da ação de alguns herbicidas na fixação simbiótica do N em Plantas de-soja (*Glycine max*(L) Merr.). *Reunion Latinoamericana sobre Rhizobium*, 7, Resistencia, Rep. Argentina, 1974. p. 222-231.

- LUESCHEN, W.E. & HICKS, D.R. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. *Agronomy Journal* 69: 390-393, 1977.
- MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos durante o ciclo vegetativo da soja. Campinas, Instituto Agronômico, 1973. 43 p. (Boletim Técnico 6).
- MASCARENHAS, H.A.A. Comunicação pessoal, 1980.
- MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R. e outros. Efeitos de diferentes fórmulas de adubação na população de soja em solo de cerrado recuperado. Campinas, Instituto Agronômico, 1978. 12 p. (Circular 100).
- MELFI, A.J.; GIRARDI, A.V. & MONIZ, A.C. Mineralogia dos solos da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo" em Campinas. *Bragantia* 25: 9-30, 1966.
- MINOR, H.C. & JACKOBS, J.A. Influence of planting date, row width and population on yield components of two varieties in Central India. *Univers. Illinois. Agron. Abstracts* 9-12: 44, 1969.
- MIYASAKA, S. Generalidades. In: A soja no Brasil Central. Fundação Cargill, Ed. 1977. p 2 a 21.
- MOLINYAWE, C.D. & CAO-VAN-NAU. The effect of between and within row spacings on soybean yield and its components. *Philippine Agr.* 50: 289-300, 1967.
- NEUMAIER, N. Efeito da fertilidade do solo, época de plantio e população sobre o comportamento de duas cultivares de soja (*Glycine max* L. Merr. *Univers. Fed. RGS, Porto Alegre*, 1975, 127 p. (Dissertação).
- OLIVER, L.R. & FRANS, R.E. Inhibition of cotton and soybean roots from incorporated trifluralin and persistence in soils. *Weed Science* 16: 199-203, 1968.
- O'DONOVAN, J.T. & PRENDEVILLE, G.N. Uptake patterns of soil applied  $^{45}\text{Ca}$  and  $^{32}\text{P}$  in some legume species as influenced by differential trifluralin placements. *Weed Research* 17: 311-314, 1977.

- OSAFU, D.M. Effects of population density on yields of two soybean (*Glycine max*) varieties in Ghana forest zone. *Exptl. Agricult.* 13:235-240, 1977.
- PANT, T. & JOSHI, M.C. Note on response of soybean variety 'Bragg' to plant population and planting geometry in Kumaon Hills. *Pantnagar J. Research* 2: 225-226, 1977.
- PARKER, M.B. & DOWLER, C.C. Effects of nitrogen with trifluralin and vernolate on soybeans. *Weed Science* 24: 131-133, 1976.
- PAULO, E.M.; SIGNORI, L.H. & DE UBER, R. Lixiviação do metribuzin; oxadiazon e bromacil em dois tipos de solos. *Planta Daninha* 2: 112-115, 1979.
- PENDLETON, J.W.; HADLEY, H.H. & BERNARD, R.L. Narrow row soybeans, produce top yields. *Crops and Soils* 12: 24-25, 1958.
- PROBST, A.H. Influence of spacing on yield and other characteristics in soybeans. *Agronomy Journal* 37:547-554, 1945.
- REIS, M.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C.S. e outros. Comportamento de duas variedades de soja em diferentes espaçamentos de plantio e níveis de adubação, no Triângulo Mineiro. *Rev. Ceres, Viçosa*, 24: 306-337, 1977.
- REISS, W.D. & SHERWOOD, L.V. Effect of row spacing seeding rate, and potassium and calcium hydroxide additions on soybean yields on soils in southern Illinois. *Agronomy Journal* 57: 431-433, 1965.
- REMUSI, C.; SAUMELL, H. & GUTIERREZ, H. Influencia de la densidad de siembra en soja sobre el rendimiento y sus componentes. *Rev. de la Fac. de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires* 19: 99-107, 1971.
- RUNGE, E. & ODELL, R.T. The relation between precipitation, temperatures and yield of soybeans on the Agronomy South Farm. *Agronomy Journal* 52: 245-247, 1960.
- SHAIK, A.Q.; ALI, S.M. & WORZELLA, W.W. Effect of spacing and population on yield and other agronomical characteristics in soybeans. In: *Proc. Agricult. Symposium*, 1966.

- SIGNORI, L.H.; DEUBER, R. & FORSTER, R. Lixiviação de trifluralin, atrazine e bromacil em tres diferentes solos. *Planta Daninha* 1: 39-43, 1978.
- SIGNORI, L.H. & DEUBER, R. Lixiviação de pendimethalin e napro - pamide em dois tipos de solos. *Planta Daninha* 2:40-43, 1979.
- SINSKY, J. Performance factors of soybeans as affected by agro - techniques. *Ved. Pr. Vysk. Ust. Rastl. Vyroky Piest.* 6: 39-50, 1968.
- STRUCKMEYER, B.E.; BINNING, L.K. & HARVEY, R.G. Effect of dinitro - aniline herbicides in a soil medium on snap bean and soybean. *Weed Science* 24:366-369, 1976.
- THOMPSON, R.L. Effect of row spacing and plant population on the leaf area, light penetration, yield and plant development of soybeans. *Dissertational Abstracts* 29:3.847 B, 1968.
- TIMMONS, D.R.; HOLT, R.F. & THOMPSON, R.L. Effect of plant popu - lation and row spacing on evapotranspiration and water use efficiency by soybeans. *Agronomy Journal* 59:262-265, 1967.
- TURNBULL, L. Soybean - a new crop for the Kaipara District. *Proc. Agron. Soc. New Zealand* 6:9-13, 1976.
- VOLL, E. Avaliação preliminar de herbicidas em PPI e PE na cul - tura da soja. Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja da Re - gião Sul, 5., 1977. 2 p. (mimeo.).
- WAX, L.M.; STOLLER, E.W. & BERNARD, R.L. Differential response of soybean cultivars to metribuzin. *Agronomy Journal* 68:484 - 486, 1976.
- WAX, L.M. & PENDLETON, J.W. Effects of row spacing on weed con - trol in soybeans. *Weed Science* 16:462-464, 1968.
- WEBER, C.R. Physiological concepts for soybean yields. *Field Crop Abstracts* 21: 313-317, 1968.
- WEBER, C.R.; SHIBLES, R.M. & BYTH, D.E. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agro - nomy Journal* 58: 99 - 102, 1966.



WILLIAMS, J.L. Jr. & BAUMAN, T.T. Soybean row spacing and weed control. *Proc. North Central Weed Control Conf.*, 31, p.86, 1976.

WILSON, H.P.; HINES, T.E. & DUNTON, J.E. Jr. Activity of penoxalin in soybeans. *Proc. Northeast Weed Sci. Soc.* 31:70-77, 1977.