RELAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L) Merrill), FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO E RENDIMENTO DE GRÃOS

Edemar Brose *

Dissertação apresentada como um dos requisitos ao Grau de Mestre em Agronomia, área de concentração Solos, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre

Setembro, 1978

* Engenheiro Agrônomo (UFRGS)

Homologada por:

Professor J.R. Jardim Freire

Orientador

Professor José Germano Stammel

Coordenador do Curso de Pós-Graduação

Professor J.R. Jardim Freire

Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço de modo especial ao Prof. J.R. Jardim Freire pela orientação prestada na elaboração desse trabalho e pelo seu empenho na pesquisa, tendo sido um exemplo para mim; e ao Prof. Ludwig Müller pela sua valiosa orientação na parte de fisiologia vegetal e dissertação do trabalho.

Ao Prof. Ruben Markus pela orientação na elaboração da análise estatística.

À Faculdade de Agronomia, pela formação profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e à Coordenação e Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Ao Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO), pela possibilidade do término desse trabalho.

Ao colega Eng. Agr. João Kolling e aos integrantes da Equipe de Microbiologia do Solo da Secretaria da Agricultura, pela ajuda prestada durante os trabalhos de campo e pelo incentivo na realização dessa pesquisa.

À minha esposa pela compreensão, estímulo e apoio.

A todos os colegas e amigos que, direta e indiretamente, contribuiram para a realização desse trabalho.

RELAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS DE SOJA (Glycine max (L) Merrill), FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO E RENDIMENTO DE GRÃOS

Autor: Edemar Brose
Orientador: Prof. J.R. Jardim Freire

SINOPSE

Esta pesquisa foi desenvolvida a campo, num solo Laterítico Bruno Avermelhado Distrofico, da unidade de mapeamento São Jerônimo, no município de Guaíba, com o objetivo de avaliar alguns parâmetros para a identificação de cultivares de soja com alto potencial de fixação simbiótica do nitrogênio e sua influência sobre o rendimento. Utilizaram-se 4 cultivares de soja de ciclo curto (grupos IV a VII) incluídas no grupo de maturação precoce e 4 de ciclo longo (grupo VIII), ou tardias. Foram feitas determinações em 4 épocas de desenvolvimento das cultivares, desde os 28 dias após a semeadura ate no período de enchimento de grãos.

Na nodulação e peso de matéria seca da parte aérea houve diferenças apenas entre grupos de maturação (precoces e tardias).

A atividade da nitrogenase (pela redução do C_2H_2) foi maior no subperíodo do florescimento, declinando no subperíodo de enchimento de grãos devido a baixa eficiência na fixação neste ultimo.

Os teores de nitrogênio no tecido da parte aérea, estatisticamente, apresentaram diferenças nas duas primeiras épocas de desenvolvimento das cultivares.

As diferenças verificadas no índice de area foliar (IAF) na última época (subperíodo de enchimento de grãos), estavam relacionadas com o estádio de desenvolvimento das cultivares.

Entre as cultivares tardias não houve diferenças significativas quanto ao rendimento de grãos. Nas precoces essas diferenças foram significativas, porém não apresentaram correlação com a produção de matéria seca, nodulação, fixação de nitrogênio e IAF.

1/ Dissertação de Mestrado em Agronomia (Solos) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre (94 p.) - Setembro de 1978.

RELATIONSHIP BETWEEN SOYBEAN (Glycine max (L) Merrill), GENOTIPES , SYMBIOTIC NITROGEN FIXATION AND GRAIN YIELD

Author: Edemar Brose
Adviser: Prof. J.R. Jardim Freire

SUMMARY

A field experiment was carried out on the soil maping unit São Jeronimo (Paleudult or Reddish-Brown Lateritic Soil) at the main objectives were to identify soybean lines and cultivar of high potential for dinitrogen fixation and to establish some parameters as indicators of such potential.

Four soybean cultivars of short growth period (maturity group IV to VII) and 4 of long growth period (maturity group VIII) were used. The soybean cultivars were sampled 4 times during the growth period starting at 28 days after sowing and going up to pod-filling.

There were differences in dry shoot weight and dry weight of nodules only between different maturity groups.

Nitrogenase activity measured by acetylene reduction was higest at flowering and declined during pod-filling as a consequence of low N_2-fixation efficiency of the nodules at this period.

Nitrogen concentrations in the shoots were statistically different only on the first 2 sampling periods.

Differences in leaf area index (LAI) observed for the last sampling period (pod-filling) was accounted for by differences in growth among cultivars.

There were no grain yield differences among soybeans of long growth period. Conversely, soybeans of short growth period presented differences in grain yield, however, there we-re no relationships among grain yield, dry shoot weight, dry nodule weight, nitrogenase activitv, and LAI.

1/ M.Sc. Thesis in Agriculture (Agronomy) - Agricultural School - Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre (94 p.) - September, 1978.

SUMÁRIO

Página

1. Introdução..... 1

2. Revisão bilbiográfica..... 3
   2.1. Índice de área foliar e fotossíntese..... 3
   2.2. Relação leguminosa - Rhizobium..... 5
   2.3. Nodulação: eficiência e atividade da nitrogenase..... 7
   2.4. Rendimento de grãos..... 11

3. Material e Métodos..... 15
   3.1. Local e clima..... 15
   3.2. Cultivares e semeadura..... 15
   3.3. Delineamento experimental..... 16
   3.4. Análise química do solo e tratos culturais..... 17
   3.5. Coleta de dados..... 18
   3.6. Determinações..... 19
   3.7. Técnica experimental..... 20
   3.8. Análise estatística..... 22

4. Resultados e Discussão..... 24
   4.1. Acúmulo de matéria seca e nodulação..... 24
   4.2. Atividade da nitrogenase..... 42
   4.3. Conteúdo de nitrogênio no tecido..... 48
   4.4. Índice de área foliar..... 53
   4.5. Rendimento de grãos..... 58

5. Conclusões..... 64

6. Bibliografia citada..... 67

7. Apêndices..... 76

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

1. Peso de matéria seca da parte aérea (g/planta) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 25

2. Peso de raízes secas (g/planta) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 25

3. Número de nódulos por planta de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 30

4. Peso de nódulos secos (mg/planta) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 30

5. Porcentagem de nitrogênio no tecido da parte aérea de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 49

6. Teores de nitrogênio total no tecido da parte aérea (mg/planta) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 49

7. Rendimentos de grãos, peso de 100 grãos, número de legumes por planta e número de grãos por legume de oito cultivares de soja. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 59

8. Rendimentos de grãos (kg/ha), em três anos, do ensaio Sul-Brasileiro realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS em Guaíba..... 59

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Peso de matéria seca da parte aérea do grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. (1) acúmulo de matéria seca, (2) incremento de matéria seca em períodos de cinco dias. Médias de quatro cultivares. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 26

2. Peso de matéria seca da parte aérea do grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. (1) acúmulo de matéria seca, (2) incremento de matéria seca em períodos de cinco dias. Médias de quatro cultivares. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 27

3. Peso de raízes secas do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76... 29

4. Número de nódulos por planta do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 31

5. Peso de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS, Guaíba, 1975/76.....

6. Número de nódulos por grama do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS, Guaíba, 1975/76..... 34

7. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de nódulos para o grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76... 35

8. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de nódulos para o grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76... 36

Página

9. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja precoces em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 37

10. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 38

11. Relação entre o peso e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 39

12. Relação entre o peso e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 40

13. Atividade total (a) e específica (b) da nitrogenase das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76. 43

14. Atividade total (a) e específica (b) da nitrogenase das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76. 44

15. Porcentagem de nitrogênio da parte aérea do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 51

16. Nitrogênio total no tecido da parte aérea do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76..... 51

17. Índice de área foliar (IAF) real e hipotética do grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76. 54

Página

18. Índice de área foliar (IAF) real e hipotético do grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76. 55

1. INTRODUÇÃO

A soja tem se constituído numa das principais culturas do Rio Grande do Sul. Porém, a fronteira agrícola está atingindo seu limite, exigindo um melhor aperfeiçoamento das técnicas a fim de obter um maior rendimento por unidade de área. Há dez anos o rendimento médio no Estado situava-se em torno de 1100 kg/ha, atualmente está ao redor de 1600 kg/ha. No entanto, esses rendimentos ainda podem ser aumentados apenas com o aperfeiçoamento da tecnologia utilizada no processo produtivo da cultura.

Num programa de melhoramento da espécie visando o aumento do teto de rendimento, é importante levar em consideração a eficiência da fixação do nitrogênio atmosférico (N_2) pelo Rhizobium, os fatores ambientais e a constituição genética que influem nessa eficiência. Sabe-se que parte do nitrogênio exigido pela soja pode ser fornecido mediante a fixação simbiótica nos nódulos. No entanto, é dificil obter alta eficiência neste processo, porque as condições ambientais normalmente constituem-se em fator limitante. Outro fator, igualmente condicionante da eficiência de fixação, é o fornecimento de carboidratos pela planta como fonte de energia para a atividade bacteriana e para o próprio processo da fixação do N_2. Por isso é importante obter cultivares de soja que apresentem um alto potencial de atividade fotossintética

e, consequentemente, um alto potencial de rendimento.

Com o presente trabalho buscou-se determinar parâmetros para identificar germoplasma de soja de alta capacidade de fixação simbiótica com estirpes de Rhizobium japonicum de alta eficiência, como informação básica para os trabalhos de melhoramento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Índice de área foliar e fotossíntese

Além dos fatores ambientais como umidade e aeração do solo, fertilidade, pH e temperatura, a fotossíntese é um dos fatores que mais influenciam a fixação simbiótica do nitrogênio por fornecer a energia necessária para o processo da redução do N_2.

Uma das maneiras de avaliar a taxa fotossintética de uma planta é relacionando-a com a área foliar (SHIBLES e WEBER, 1965; MEDERSKI, JEFFERS e PETERS, 1973; LAWN, FISCHER e BRUN, 1974). Porém, esse relacionamento só é válido considerando cultivares que não apresentem muita diferença na eficiência fotossintética.

A soma total de área das folhas que se encontram sobre determinada área de solo é denominada índice de área foliar (IAF). Este índice está muito relacionado com a população de plantas por unidade de área e o espaçamento entre linhas (SHIBLES e WEBER, 1965 e 1966; WEBER, SHIBLES e BYTH, 1966; HICKS et alii, 1969).

Também foi demonstrado por WEBER, SHIBLES e BYTH (1966) que a produção de matéria seca está correlacionada com o aumento do IAF, até o estádio de desenvolvimento 7 (fim do florescimento e início de formação dos legumes) e com a porcenta-

gem de intercepção da radiação solar (SHIBLES e WEBER, 1965; WILLIAMS, LOOMIS e LEPLEY, 1965). Segundo SHIBLES e WEBER (1965), a produção de matéria seca aumentou com o incremento da área foliar até um IAF crítico. Também observou-se uma proporcionalidade direta com a quantidade de luz absorvida. Como a taxa de produção de matéria seca não declinou quando o IAF ultrapassou o valor para a máxima intercepção, não foi possível determinar um valor ótimo neste caso. Além disso, essa intercepção da radiação solar dependeria da latitude (SHIBLES e WEBER,1965) e do ângulo de inclinação da folha (SHAW e WEBER, 1967; DUCAN et alii, 1967, citados por OGREN e RINNE,1973). Para comparar esses valores ótimos do IAF, JEFFERS e SHIBLES (1969) sugerem que deve-se integrar a fotossíntese com a radiação, tempo e respiração no escuro.

A quantidade de energia solar convertida depende também da eficiência de sua utilização, a qual está condicionada por: (1) nível de outros fatores ambientais (principalmente água, CO_2 e nutrientes orgânicos) e (2) distribuição da radiação solar sobre a superfície contínua das folhas fotossinteticamente ativas numa população vegetal (SHIBLES e WEBER, 1966).

Baseado num aumento da taxa fotossintética pela maior penetração da luz na população vegetal, SAKAMOTO e SHAW(1967 a e b) propuseram selecionar variedades de folhas mais estreitas, enquanto que HICKS et alii (1969), trabalhando com

linhas isogênicas de folhas estreitas e normais, não encontraram diferenças no rendimento.

Há dois períodos de desenvolvimento em que ocorre uma alta demanda de produtos da fotossíntese: no fim do florescimento e no enchimento de grãos (BELIKOV, 1961 citado por OGREN e RINNE, 1973; DORNHOFF e SHIBLES, 1970; HARDY e HAVELKA, 1975; LAWN e BRUN, 1974). Este maior consumo de carboidratos, segundo estes autores, é devido à formação das flores e sementes respectivamente, podendo haver também uma competição com o rizóbio pelos produtos fotossintéticos formados.

CURTIS, OGREN e HAGEMAN (1969), trabalhando com 36 cultivares de soja, encontraram uma variação de 12 a 24 mg de $CO_2/dm^2/h$ à intensidade de saturação de luz. Segundo BRUN e COOPER (1967), a taxa fotossintética da cultivar Hark foi maior do que a da cultivar Chipewa-64, comprovando que há uma diferença na atividade fotossintética entre diferentes cultivares.

2.2. Relação leguminosa-*Rhizobium*

Muitas pesquisas realizadas comprovaram que o *Rhizobium japonicum* é altamente específico para a soja. Entretanto, algumas estirpes de *R.japonicum* possuem a capacidade de formar nódulos em outras leguminosas principalmente do grupo do feijão miúdo. Porém o rizóbio associado com essas espécies rara

mente apresenta capacidade de formar nódulos em cultivares de soja selecionadas (LEONARD, 1923 citado por VEST, WEBER e SLOGER, 1973).

Já no início deste século foi observada variação de respostas à nodulação entre genótipos de soja e Rhizobium japonicum, quando VORHEES (1915) notou que cultivares apresentavam diferenças na nodulação ao serem inoculadas com R.japonicum. Hoje sabe-se perfeitamente que estirpes diferem na sua capacidade de formar nódulos, bem como as cultivares de soja em sua afinidade na formação do nódulo.

Os fatores genéticos da planta são importantes na associação simbiótica. A soja possue diversos genes específicos (rj) que controlam a nodulação. Foram encontrados diversos genes dominantes que causam uma nodulação ineficiente, como Rj_2 (CALDWELL, 1966), Rj_3 (VEST, 1970) e Rj_4 (VEST e CALDWELL, 1972), havendo uma diferença de resposta entre estirpes com relação a esses genes, condicionando diferentes reações de nodulação. Por exemplo, VEST e CALDWELL (1972) encontraram que uma estirpe c_1 é controlada pelo gene Rj_4 quando inoculada nas cultivares Hill e Dunfield. As cultivares Hardee e D51-4877 contêm um gene Rj_3 que forma nódulos normais com a estirpe 61, mas respondem diferentemente quando inoculadas com a estirpe 122, ocasionando inefetividade.

Poderão haver também casos de nodulação efetiva porém ineficiente. Assim, VEST, WEBER e SLOGER (1973) constataram

que a cultivar Peking, quando inoculada com a estirpe 123, formou nódulos grandes porém sua cor foi branca, verde ou levemente avermelhada e as plantas apresentaram-se cloróticas. Da mesma forma SLOGER (1969), trabalhando com diferentes cultivares de soja e estirpes de Rhizobium japonicum, encontrou que a cultivar Peking teve nodulação normal quando inoculada com a estirpe 2, porém baixa atividade fixadora, enquanto que com a estirpe 129, reduziu 8 vezes mais o acetileno. Isso sugere que a interação entre R.japonicum e genótipos de soja controla direta ou indiretamente a atividade de fixação do N_2. Por exemplo, HARDY e HAVELKA (1975) observaram que estirpes de um mesmo grupo sorológico foram semelhantes com as cultivares Dare e Adelphia, porém a quantidade de N_2 fixada pela cultivar Dare foi duas vezes maior que pela Adelphia, sugerindo que o maior fator limitante no caso foi a planta hospedeira.

2.3. Nodulação: eficiência e atividade da nitrogenase

A importância agronômica da simbiose Rhizobium/leguminosa está na capacidade dos nódulos de fixarem o nitrogênio atmosférico e, para isso, é necessário que haja boa nodulação e que estes nódulos sejam bem ativos.

Diversos trabalhos tem comprovado que a fixação simbiótica do N_2 depende diretamente do peso e número dos nódulos

(DOBEREINER et alii, 1966; WEBER, 1966; FISHBECK, EVANS e BOERSMA, 1973). Essa maior fixação do N_2 e nodulação podem ser influenciadas por diversos fatores como nitrogênio mineral (DOBEREINER et alii, 1966; WEBER, 1966; RUSCHEL et alii,1974; RUSCHEL e RUSCHEL, 1975; BARNI, KOLLING e MINOR, 1977), estirpes ineficientes (DOBEREINER et alii, 1966; NUTMAN, 1967), diminuição de fotossintatos (WHITEMAN, 1970; LAWN, FISCHER e BRUN, 1974; LAWN e BRUN, 1974; CRISWELL, HARDY e HAVELKA, 1975), umidade do solo (McKEE, 1961; GIBSON, 1974a e b; KLUCAS, 1975; HUME, CRISWELL e STEVENSON, 1976) e fatores genéticos da própria planta, como foi discutido anteriormente.

WEBER (1966) e BARNI, KOLLING e MINOR (1977), observaram que o número e tamanho dos nódulos estavam diretamente correlacionados com os aumentos da quantidade de N_2 fixada e, inversamente com o aumento da adubação nitrogenada aplicada ao solo. Em condições normais de campo em geral apenas 30 a 60% do nitrogênio exigido pela soja são fornecidos pelos nódulos (STREETER, 1973; HARDY, FILNER e HAGEMAN, 1975), porém trabalhos realizados no OARDC (Ohio Agricultural Research and Developmental Center) demonstraram que 100% do nitrogênio necessário poderia ser suprido pelos nódulos (STREETER, 1973).

A quantidade de N_2 fixada não depende unicamente da eficiência da estirpe em si, mas do fornecimento de energia provinda da fotossíntese, como já foi referido antes. A energia

necessária foi estimada para ervilha em 9-10 kg de carboidratos por kg de N_2 fixado sendo que 5 kg estiveram contidos em produtos translocados para a parte aérea, 3,6 kg para a respiração dos nódulos e 0,4 kg para o desenvolvimento dos nódulos (HARDY, FILNER e HAGEMAN, 1975). Para cada molécula de N_2 fixado, são exigidas de 12 a 24 moléculas de ATP (HARDY, FILNER e HAGEMAN, 1975; HARDY e HAVELKA, 1975).

Muitos trabalhos realizados mostram a grande importância da fotossíntese para a fixação do N_2. Assim, HARDY et alii (1968) e LAWN e BRUN (1974) constataram que pelo sombreamento e desfolhamento houve diminuição da atividade dos nódulos a níveis inferiores aos apresentados pelas testemunhas. Com a suplementação de luz (LAWN e BRUN, 1974), de CO_2 (HARDY e HAVELKA, 1974; LAWN, FISCHER e BRUN, 1974) e aumento da parte aérea por enxertia (STREETER, 1973), constatou-se também que houve um aumento na fixação do N_2. Da mesma forma, HARDY e HAVELKA (1975), ao realizarem um enriquecimento do ambiente com CO_2, comprovaram um aumento de mais de 5 vezes na fixação do N_2 por: (a) duplicar a atividade específica dos nódulos; (b) duplicar a massa nodular e (c) aumentar a fase exponencial da curva de fixação de nitrogênio.

Em relação ao desenvolvimento da planta, a nodulação pode ser notada já uma semana após a emergência. Dependendo das condições de desenvolviemnto, a fixação do N_2 pode ser detectada umas 2 a 3 semanas mais tarde (VEST, WEBER e SLOGER,

1973) e estende-se até próximo à maturação, cerca de 12 a 13 semanas (HARDY et alii, 1968; WEBER et alii, 1971). Da mesma forma STREETER (1972) e LAWN e BRUN (1974) observaram que na metade do período de enchimento de grãos a maioria dos nódulos já se encontravam com uma coloração verde, indicando uma baixa atividade fixadora.

Os períodos mais importantes na fixação do N_2 são o florescimento e o enchimento de grãos. Assim, LAWN e BRUN (1974), trabalhando com duas cultivares de soja, Chipewa 64 e Clay, observaram um máximo de atividade de redução do acetileno próximo ao fim do florescimento e uma diminuição marcante durante o enchimento de grãos. Como já foi exposto anteriormente, nos períodos de formação do legume e de enchimento de grãos há competição pelos produtos da fotossíntese, sendo esta considerada como uma das causas da redução na atividade da fixação do N_2. Para comprovar este fato, LAWN e BRUN (1974) ao eliminarem os legumes, observaram que as plantas mantiveram uma atividade dos nódulos bem superior. STREETER (1973), ao duplicar a parte aérea por enxertia durante o estádio inicial de formação de grãos, obteve uma taxa de fixação do nitrogênio 75% superior à da testemunha e assim permaneceu por um longo período. Segundo HARDY e HAVELKA (1975), com 50% de sombreamento imposto no fim do florescimento, a soja diminuiu a fixação de 125 para 91 kg de N/ha/estação (-27,2%), enquanto com suplementação de luz aumentou a fixação para 165 kg de

N/ha/estação (+32%).

Uma das técnicas que está sendo utilizada para avaliar a atividade da nitrogenase é a medição da quantidade de acetileno (C_2H_2) reduzido para etileno (C_2H_4), tendo em vista que a nitrogenase também reduz o acetileno (HARDY et alii, 1968; HARDY, BURNS e HOLSTEN, 1973; DILWORTH, 1970; FISHBECK EVANS e BOERSMA, 1973; STUTZ E BLISS, 1973). Essa redução é similar à redução do N_2 para $2NH_3$, dando uma proporção teórica de 3 moléculas de C_2H_4 para 1 de NH_3. Esse método tem sido usado para demonstrar a atividade de fixação do N_2 por vários organismos (DILWORTH, 1970). Segundo HARDY et alii (1968), esse método é de fácil uso e possui uma sensibilidade de 10^3 vezes maior do que é possível se obter com análise do ^{15}N.

2.4. Rendimento de grãos

O rendimento de grãos por área está relacionado a diversos fatores, como fertilidade do solo, densidade e espaçamento, diferentes cultivares, alta capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio pelas cultivares e outros.

A inoculação da semente de soja é uma prática importante a ser considerada. Por exemplo, JETHMALANI et alii (1969) citados por PENDLETON e HARTWIG (1973), na Índia em solos onde ainda não havia sido cultivado soja, obtiveram aumentos de 83% no rendimento de sementes com a inoculação. No

Estado do Rio Grande do Sul também foi verificado respostas no rendimento com a inoculação (FREIRE, GOEPFERT e VIDOR, 1968; FREIRE, VIDOR e BREMNER, 1975), porém estes aumentos não foram tão expressivos.

WEBER (1966), comparando cultivares nodulíferas, encontrou que a relação do peso de matéria seca sem as sementes, com o rendimento de grãos foi menor para as nodulíferas do que para as não nodulíferas, indicando que o nitrogênio simbiótico é biologicamente mais favorável para a produção de sementes do que o nitrogênio absorvido do solo.

A soja pertence ao grupo de espécies vegetais que fixam o CO_2 pelo ciclo de Calvin, com a formação de um ácido de 3 carbonos (C_3), como produto inicial da fotossíntese. Plantas deste grupo, comparadas com espécies do grupo C_4, que formam ácidos de 4 carbonos como produto inicial durante a fotossíntese, possuem uma taxa respiratória de 1/2 a 1/3 maior (KENNEDY, 1976) e uma menor porcentagem de translocação dos fotossintatos (GALLAHER, ASHLEY e BROWN, 1975). De acordo com ZELITCH (1966) e MOSS (1968), se estima que a soja perde de 10 a 50% do carbono total fixado na fotossíntese, pela fotorespiração. Essa limitação no aproveitamento do CO_2 pela fotossíntese na soja, comparando-se com espécies do grupo C_4 como o milho, cana-de-açúcar e outras, seria uma das causas da limitação do rendimento da soja.

Levando em consideração os efeitos da fotossíntese so-

bre o rendimento, SHAW e WEBER (1967) encontraram que a maior penetração da luz na comunidade vegetal da soja resultou geralmente num maior rendimento de grãos. TAYO (1977), trabalhando com 3 cultivares de soja (Hampton, Kent e CNS), verificou que a cultivar Hampton apresentou maior rendimento por ter alcançado maior: a) índice de área foliar; b) número de ramificações e c) número de nós. LAWN e BRUN (1974) obtiveram uma maior atividade na fixação do nitrogênio e um maior rendimento com suplementação de luz. No entanto, CURTIS, OGREN e HAGEMAN (1969), trabalhando com 36 cultivares de soja e comparando a taxa fotossintética com a média de rendimento de grãos, observaram que as diferenças no rendimento não foram causadas por diferenças na taxa fotossintética. Segundo esses autores, isso indica que as diferenças na taxa fotossintética não são a única causa de diferenças varietais no rendimento da soja. Na opinião de CURTIS, OGREN e HAGEMAN (1969), para algumas cultivares, parece que o fator primordial no rendimento são os produtos da fotossíntese formados. Entretanto a falta de correlação entre as outras cultivares, segundo eles, pode ter sido causa de outras características fisiológicas, tais como resistência ao déficit hídrico, desenvolvimento radicular, desvio de maior porcentagem de produtos da fotossíntese às sementes, deixando menos para o desenvolvimento vegetativo.

TEIGEN e VORST (1975), estudaram os efeitos de níveis

de 0, 25 e 50% de desfolhamento e de população nos períodos vegetativo e reprodutivo. Com redução apenas no desfolhamento e na população, o rendimento foi reduzido no máximo em 6 e 17%, respectivamente. Com 50% de redução na população e 50% de desfolhamento, o rendimento reduziu em 23%.

JOHNSTON et alii (1969) encontraram que as plantas suplementadas com luz tiveram mais sementes, nós, legumes, ramificações, relação legume/nó e grãos/legume e maior teor de óleo, ao passo que o teor de proteína e o tamanho da semente diminuíram. Os tratamentos que receberam suplementação de luz na parte mediana da planta,tiveram maior rendimento quando comparados com os tratamentos que receberam iluminação apenas na parte inferior ou superior, indicando que as folhas mais fotossinteticamente ativas e com maior capacidade de exportação dos produtos da fotossíntese condicionaram um maior rendimento (THAINE, OVEDEN e TURNER, 1959; THROWER, 1962).

Foi constatado que no período de formação do grão os produtos fotossintéticos da folha movem-se principalmente para os grãos (HOWELL, 1963; DORNHOFF e SHIBLES, 1970; HARDY e HAVELKA, 1974; LAWN e BRUN, 1974), portanto o rendimento destes seria também uma função da quantidade de carboidratos produzidos durante a fotossíntese.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e clima

O experimento foi instalado na Estação Experimental Agronômica da U.F.R.G.S., município de Guaíba, no quilômetro 50 da BR-290. A área experimental localizou-se num solo Latossólico Bruno Avermelhado Distrófico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação, ou Paleudult de acordo com o Sistema Compreensivo Americano. Pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, como identificado por MELLO et alii (1966). A Estação está situada na região climática da Depressão Central, com clima subtropical (Cfa) segundo a classificação de KOEPPEN aplicada ao Estado por MORENO (1967).

Conforme MACHADO (1950), na região em que foi executado este experimento, a temperatura média do verão (dezembro a fevereiro) é de 24,1°C. A precipitação pluviométrica normal é menor que a evapotranspiração potencial normal durante o período de novembro a março (MOTA et alii, 1974).

3.2. Cultivares e semeadura

Foram utilizadas 8 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação. As cultivares de ciclo médio e semi-precoce foram incluídas no grupo de maturação precoce para fins

de análise estatística, ficando da seguinte forma estabelecida: Grupo precoce - Bragg, Pérola, JC 5029 e JC 5120 e Grupo tardia - Hardee, JC 5008, JC 5093 e JC 5176. As sementes foram fornecidas pela Estação Experimental de Júlio de Castilhos, da Secretaria da Agricultura. Os critérios estabelecidos na escolha dessas cultivares relacionaram-se ao rendimento de grãos em experimentos realizados em diversas estações experimentais no Estado, em anos anteriores. Incluiram-se duas cultivares de maior rendimento e duas de menor rendimento, em cada grupo de maturação, para procurar relacionar o rendimento com fatores referentes à fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico.

A semeadura foi realizada em 26 de novembro de 1975. As sementes foram inoculadas com um inoculante misto (estirpes 532 c, 566 e 587 em meio de turfa, preparadas pela Equipe de Microbiologia do Solo da Secretaria da Agricultura).

A emergência ocorreu 6 dias após o plantio. Para obter uma população ideal de 400 mil plantas por hectare, foi realizado um desbaste 14 dias após a emergência, deixando-se 20 plantas por metro linear, sendo que o espaçamento entre linhas foi de 0,50 m.

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de quatro blocos casualizados, correspondendo cada um a uma repetição. A área de cada

bloco foi de 24 m x 12 m, com 8 parcelas de 12 m x 3 m, distribuídas por sorteio no bloco. Cada parcela constituiu-se de uma cultivar. O espaçamento entre blocos foi de 1 m.

De um total de 6 linhas por parcela foram utilizadas 2 linhas úteis, tendo como bordadura 0,50 m nas cabeceiras e 2 linhas nas laterais. Um maior detalhamento da área experimental encontra-se no Apêndice 18.

3.4. Análise química do solo e tratos culturais

Realizou-se a aplicação de fertilizantes de acordo com as recomendações do Laboratório de Análises de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Duas semanas após a colheita dos grãos, foi realizada a análise química do solo pelo Laboratório da Equipe de Fertilidade do Solo da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, acusando os seguintes resultados médios:

pH (em água 1:1)	- 6,2
Fósforo (método Carolina do Norte)	- 17,5 ppm
Potássio (método Carolina do Norte)	- 133 ppm
Matéria orgânica (dicromato de potássio)	- 2,3 %

Aplicou-se no período vegetativo e reprodutivo um produto à base de Carbaril para combate às lagartas e no período reprodutivo, Monocrotofós para combate aos insetos sugadores. Ambos os produtos foram aplicados na dose recomendada.

3.5. Coleta de dados

As coletas de dados foram realizadas em quatro épocas de desenvolvimento da cultura. Para obter-se uma certa uniformidade nos estádios de desenvolvimento das cultivares precoces e das tardias, as datas de coleta destes dois grupos de maturação foram as seguintes: precoces - 28, 51, 75 e 93 dias após o plantio; tardias - 28, 57, 89 e 114 dias após o plantio. Estas quatro datas, por grupo de maturação, foram definidas como Amostragem 1, 2, 3 e 4.

A identificação dos estádios de desenvolvimento das cultivares nas quatro amostragens foi baseada na descrição de HANWAY e THOMPSON (1971), apresentada a seguir.

Estádio V_2 - 4 nós com folhas trifoliadas completamente desenroladas.

Estádio V_3 - 6 nós com folhas trifoliadas completamente desenroladas.

Estádio R_4 - Iniciando o florescimento, 50% de plantas no mínimo com uma flor.

Estádio R_5 - Pleno florescimento. As flores são evidentes no nó imediatamente abaixo do nó superior com a folha completamente desenrolada.

Estádio R_6 - Rápido desenvolvimento de legumes. O florescimento está quase no final.

Estádio R_7 - Legumes desenvolvendo em tamanho.

Estádio R_8 - Desenvolvimento no tamanho de grãos.

Estádio R_9 - Aproximação do "grão verde", com grãos apresentando o seu maior volume.

Estádio R_{10} - Aproximação da maturação fisiológica. Até 50% das folhas estão amarelecendo.

Na Amostragem 1 as cultivares precoces bem como as tardias encontravam-se no estádio de desenvolvimento V_2.

Na Amostragem 2 as cultivares precoces e as tardias estavam no estádio V_3, com exceção da Bragg e da Pérola que apresentavam-se no estádio R_4.

Na Amostragem 3 as cultivares precoces encontravam-se nos estádios R_6 e R_7; as tardias nos estádios R_5 e R_6.

Na Amostragem 5 a cultivar Bragg estava no estádio R_8, a JC 5120 no estádio R_{10} e as restantes no estádio R_9.

Para fins de análise estatística, cada amostragem foi considerada como um experimento independente.

3.6. Determinações

Em cada amostragem foram observados os seguintes parâmetros:

a) Peso de matéria seca da parte aérea;

b) número e peso dos nódulos secos;

c) peso de raízes secas;

d) atividade da nitrogenase;

e) índice de área foliar;

f) nitrogênio (porcentual e total) no tecido da parte aérea;

g) identificação sorológicas das estirpes.

No final do experimento quando os grãos encontravam-se no ponto de colheita foram verificados:

a) Rendimento de grãos;

b) peso de 100 grãos;

c) número de legumes por planta;

d) número de grãos por legume.

3.7. Técnica experimental

a) Peso de matéria seca e nodulação. Utilizaram-se 10 plantas por parcela, das quais foram separados 15 nódulos e mantidos em congelador para a identificação sorológica das estirpes. Os nódulos restantes foram destacados das raízes e contados. A parte aérea, as raízes e os nódulos foram secados a uma temperatura de 60°C durante o mínimo de 72 horas, para posterior pesagem.

b) Identificação sorológica das estirpes. Foi realizado o teste de aglutinação somática, baseado no procedimento geral descrito por VINCENT (1941).

c) Atividade da nitrogenase. A avaliação da atividade da nitrogenase foi feita através da redução do acetileno para etileno (KOCH e EVANS, 1966; HARDY et alii, 1968; SCHWING-

HAMER, EVANS e DAWSON, 1970), em cromatógrafo de gás modelo CG 270 (com detetor de ionização de chama), fabricado pela Instrumentos Científicos C.G. Ltda., com coluna de Porapak R. As coletas das amostras para a análise cromatográfica foram realizadas no período das 9h30min às 10h30min. Foram utilizadas 5 plantas, destacadas suas raízes e colocadas imediatamente em frascos completamente vedados, com volume de 470 cm^3. Retirou-se 10% de ar, do volume total do frasco, e injetada a mesma quantidade de gás acetileno, a fim de manter a pressão do ambiente. Após uma hora de reação retirou-se uma amostra de gás em seringa de 3 cm^3 para a análise em cromatógrafo. O volume analisado foi de 0,5 cm^3. Os resultados obtidos foram calculados para nanomoles (nM) de etileno (C_2H_4) formado por planta, referindo-se a atividade total da nitrogenase (ATN) e para nM de etileno formado por grama de nódulos, denominado-se atividade específica da nitrogenase (AEN).

d) Índice de área foliar (IAF). Foram coletadas todas as folhas que encontravam-se sobre a área de 1 m x 0,25 m de solo. A área das folhas determinou-se por meio de planímetro e o IAF obteve-se dividindo a soma total da área foliar pela área do solo sobre o qual encontravam-se as folhas. Denominou-se de "IAF" hipotético a área foliar formada pelas cultivares, sem levar em consideração o prejuízo provocado pelo ataque de lagartas, e "IAF" real a área verdadeira das folhas no momento da amostragem. Pela diferença destas, de-

terminou-se a porcentagem de ataque de lagartas.

e) Teores de nitrogênio no tecido da parte aérea. Os teores foram medidos pelo método semi-micro Kjeldahl, por digestão úmida, descrito por BREMNER (1965). Os valores encontrados foram expressos em porcentagem (%) e em miligramas por planta (mg/planta).

f) Rendimento de grãos. Pesaram-se os grãos colhidos de uma área de 5 m x 1 m de cada uma das parcelas. Determinou-se a umidade dos grãos, sendo após o peso dos mesmos aferido para 13% de umidade e calculado o rendimento por hectare em quilogramas.

g) Peso de 100 grãos. Cada parcela foi amostrado 3 vezes. O peso representativo da parcela foi a média obtida das 3 amostras.

h) Número de legumes por planta. Contou-se o número de legumes de 10 plantas de cada parcela e estabeleceu-se a média como representativa do número de legumes por planta, na parcela.

i) Número de grãos por legume. Obteve-se dividindo o número médio de grãos por planta pelo número médio de legumes por planta.

3.8. Análise estatística

Seguindo-se as orientações apresentadas por MARKUS(1974)

e PIMENTEL GOMES (1963), submeteu-se à análise estatística as determinações anteriormente enumeradas.

Os valores do F-teste da análise da variância e do coeficiente de regressão (valor b), da equação de regressão, foram considerados significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Na apresentação das tabelas convencionou-se que médias das cultivares que não diferiram significativamente uma da outra, seriam seguidas pela mesma letra, colocada à direita do valor numérico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Acúmulo de matéria seca e nodulação

Os resultados do peso de matéria seca da parte aérea e das raízes encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, e a análise estatística correspondentemente no Apêndice 1. O número e peso dos nódulos estão representados nas Tabelas 3 e 4.

Ao considerar as diferenças entre as cultivares do subperíodo vegetativo até o enchimento de grãos, por grupo de maturação, verifica-se que não houve diferença significativa entre as cultivares na matéria seca acumulada. As diferenças entre as cultivares nas Amostragens 2 e 4 (Apêndice 1) foram devidas às diferenças entre os grupos de maturação precoce e tardia (Tabela 1). O peso de raízes secas, da mesma forma, não apresentou diferenças entre as cultivares em todo o seu desenvolvimento.

Para verificar o acúmulo de matéria seca das cultivares dos 28 dias até o subperíodo da metade do desenvolvimento de grãos, foi ajustada uma equação do tipo $y = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3$, em função dos dados disponíveis, para obter uma boa curva de matéria seca (y) acumulada em função dos dias (t) após a semeadura representados nas Figuras 1 e 2. Pela curva de incremento de matéria seca, em períodos

Tabela 1. Peso de matéria seca da parte aérea (g/planta) de de oito cultivares de soja em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	0,73ab	7,09 b	15,30a	14,72ab
Perola	0,56 b	6,15 b	11,25ab	14,44ab
JC 5029	0,67 b	6,98 b	12,80a	15,49ab
JC 5120	0,62 b	7,29 b	15,04a	16,82ab
Tardias				
Hardee	0,57 b	9,25ab	13,68a	19,81a
JC 5008	0,72ab	9,12ab	13,65a	19,81a
JC 5093	0,85a	9,07ab	11,39a	17,94ab
JC 5176	0,69ab	10,03a	15,52a	19,40ab

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan (α = 0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

Tabela 2. Peso de raízes secas (g/planta) de oito cultivares de soja em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	0,11 bc	1,39ab	1,72ab	1,75 b
Perola	0,10 c	1,19 b	1,69ab	1,75 b
JC 5029	0,12 b	1,29 b	1,70ab	1,92ab
JC 5120	0,11 bc	1,24 b	1,58ab	1,66 b
Tardias				
Hardee	0,10 c	1,57ab	1,83ab	2,36a
JC 5008	0,11 bc	1,55ab	2,00ab	2,00ab
JC 5093	0,14a	1,54ab	1,45 b	1,97ab
JC 5176	0,11 bc	1,78a	2,14a	2,22ab

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Dunca (α =0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

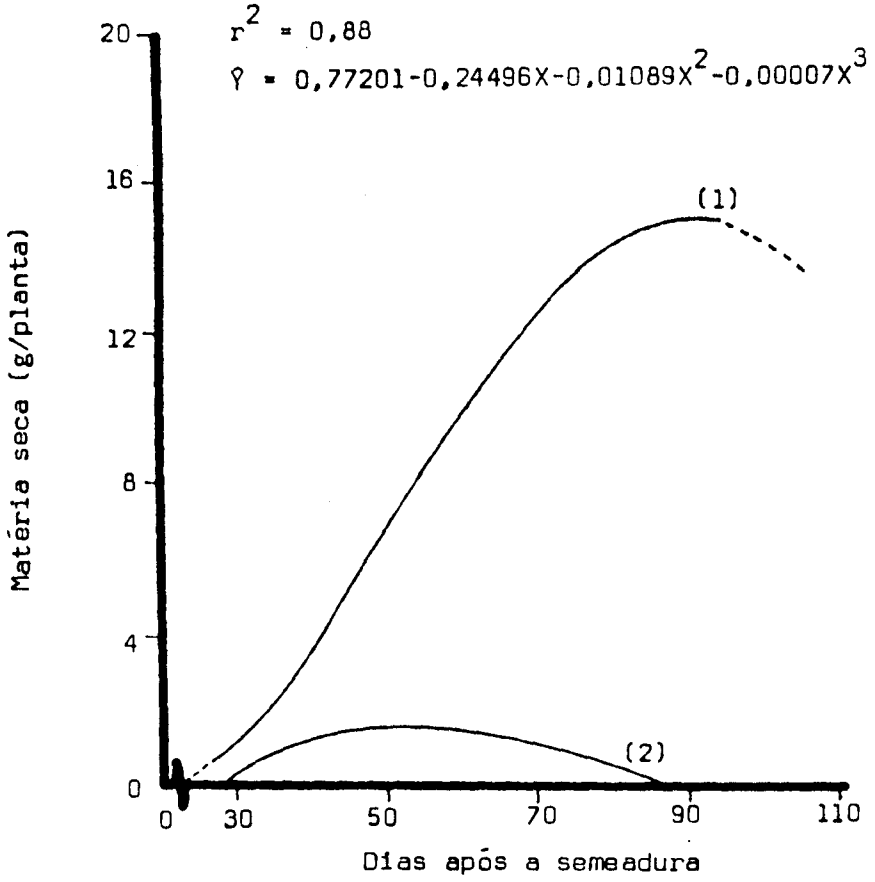


Figura 1. Peso de matéria seca da parte área do grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. (1) acúmulo de matéria seca, (2) incremento de matéria seca em períodos de cinco dias. Médias de quatro cultivares. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

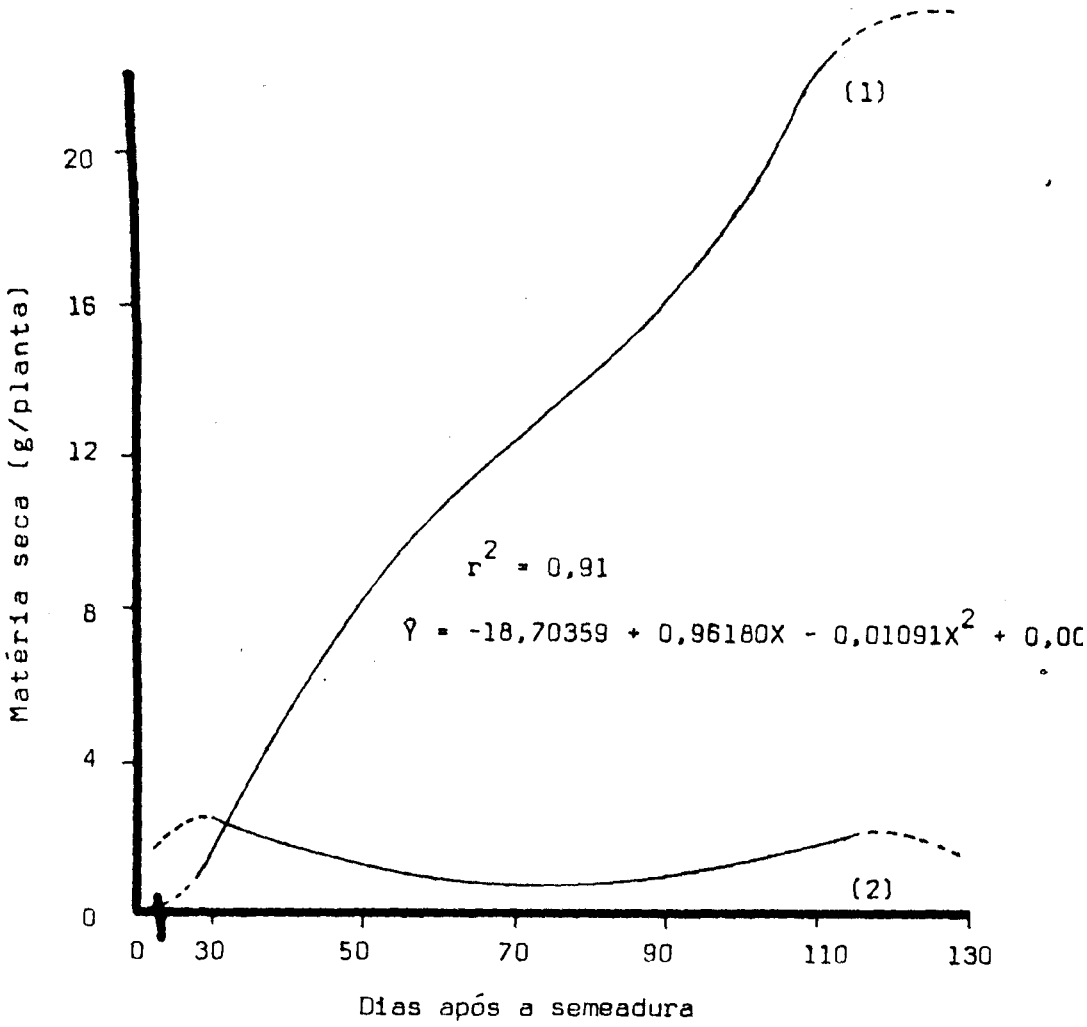


Figura 2. Peso de matéria seca da parte aérea do grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. (1) acúmulo de matéria seca, (2) incremento de matéria seca em períodos de cinco dias. Médias de quatro cultivares. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

de cada cinco dias, verifica-se que no grupo das tardias houve uma diminuição no acúmulo da matéria seca, tendo chegado a um mínimo deste acúmulo em trono de 70 dias após a semeadura. Presume-se que isso tenha sido ocasionado pela longa deficiência hídrica ocorrida neste período, ou seja, entre 25 de janeiro e 15 de fevereiro (Apêndice 15). Isso corresponderia ao período de 60 a 81 dia após a semeadura.

Com relação ao peso de raízes secas, houve um ajustamento quadrático (Figura 3). Este peso apresentou uma melhor correlação com a altura da planta (r = 0,981) do que com o peso de matéria seca (r = 0,949).

No número e peso dos nódulos em geral não houve diferenças entre as cultivares dentro de cada grupo de maturação, exceto na Amostragem 2 e 4 para o grupo das tardias (Tabelas 3 e 4) e Apêndice 2). As diferenças encontradas na Análise da Variância entre as cultivares em conjunto (precoces + tardias), em todo o período de desenvolvimento, foram devidas às diferenças entre os grupos de maturação. As cultivares tardias apresentaram um aumento progressivo no número e peso de nódulos, ao serem comparadas com as precoces (Figuras 4 e 5). No peso dos nódulos o aumento foi constante para os dois grupos de maturação e mais acentuado nas tardias. Resultados semelhantes foram observados por RUSCHEL e REUSZER (1973), sendo que o aumento no peso de nódulos por eles encontrado foi qua

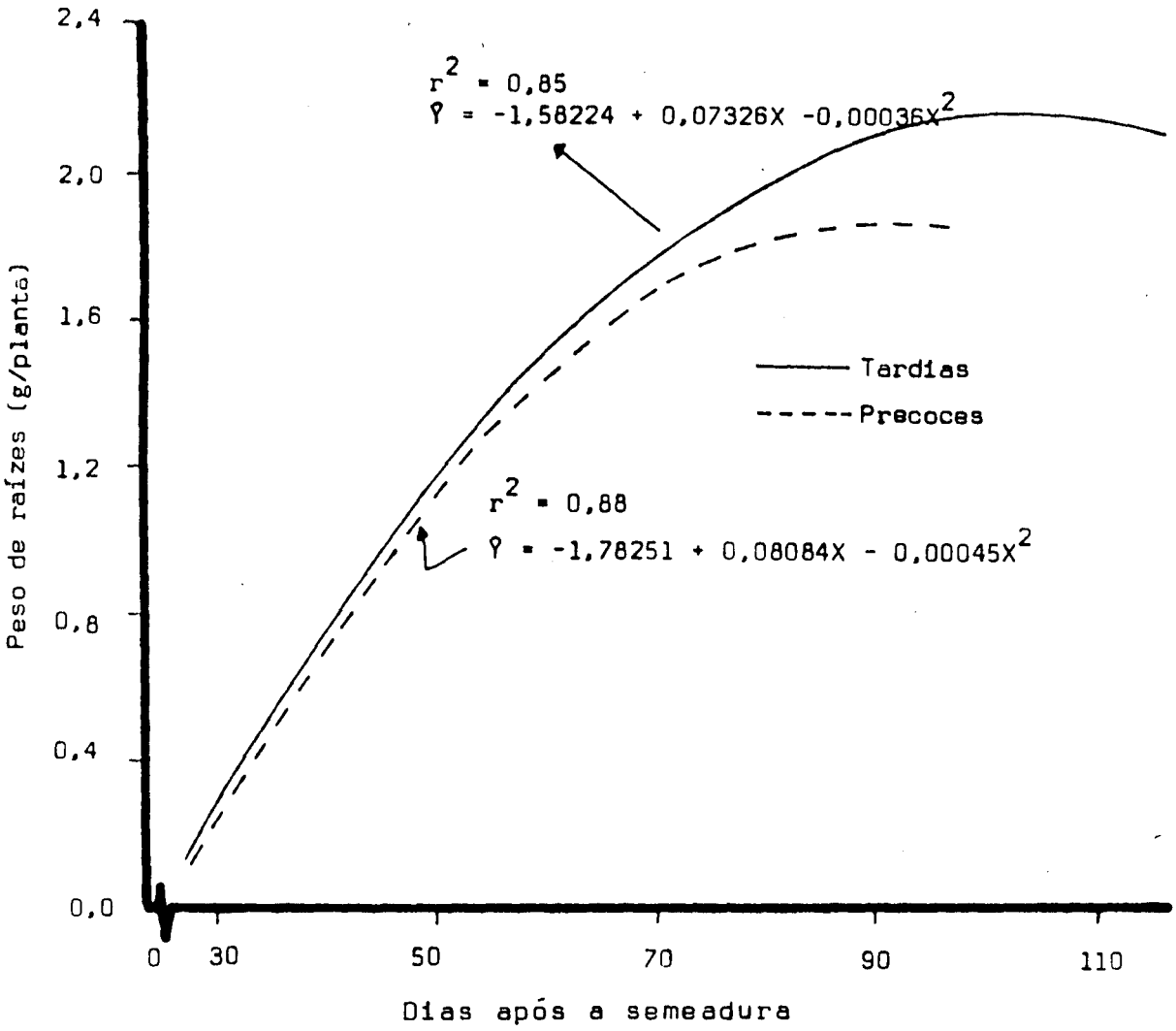


Figura 3. Peso de raízes secas do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Tabela 3. Número de nódulos por planta de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	7,75ab	43,24 cd	54,00 b	52,25 c
Perola	6,25 b	37,75 d	50,50 b	83,25 bc
JC 5029	7,75ab	33,50 d	56,25 b	74,50 bc
JC 5120	9,00ab	31,25 d	50,75 b	53,25 c
Tardias				
Hardee	10,00ab	56,25 bc	107,25a	134,24a
JC 5008	11,50a	65,75 bc	105,75a	102,50ab
JC 5093	11,50a	72,50a	90,50a	121,00a
JC 5176	9,25ab	43,75 bcd	81,25a	100,25ab

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan (α = 0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

Tabela 4. Peso de nódulos secos (mg/planta) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	3,50 c	52,50 bc	128,00ab	155,75 c
Perola	4,25 bc	54,40 bc	110,25ab	164,00 c
JC 5029	6,75abc	38,50 c	81,00 b	150,00 c
JC 5120	8,25ab	37,00 c	105,50 b	105,25 c
Tardias				
Hardee	7,75abc	77,25ab	192,25a	274,00ab
JC 5008	10,00a	61,50abc	158,00ab	191,00 bc
JC 5093	10,25a	85,50a	166,00ab	282,25a
JC 5176	6,75abc	56,75 bc	181,00ab	255,25ab

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan (α = 0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

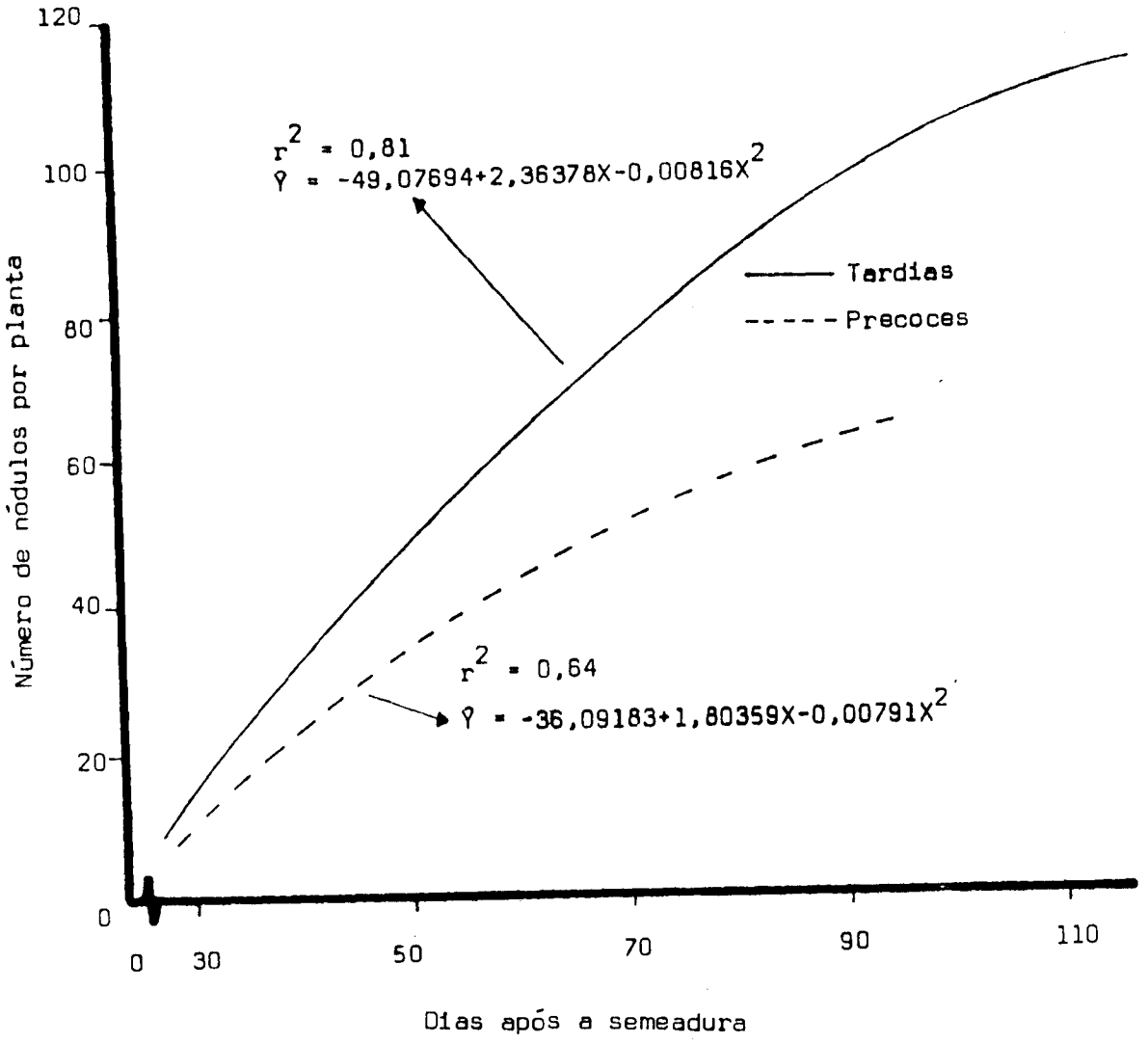


Figura 4. Número de nódulos por planta do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

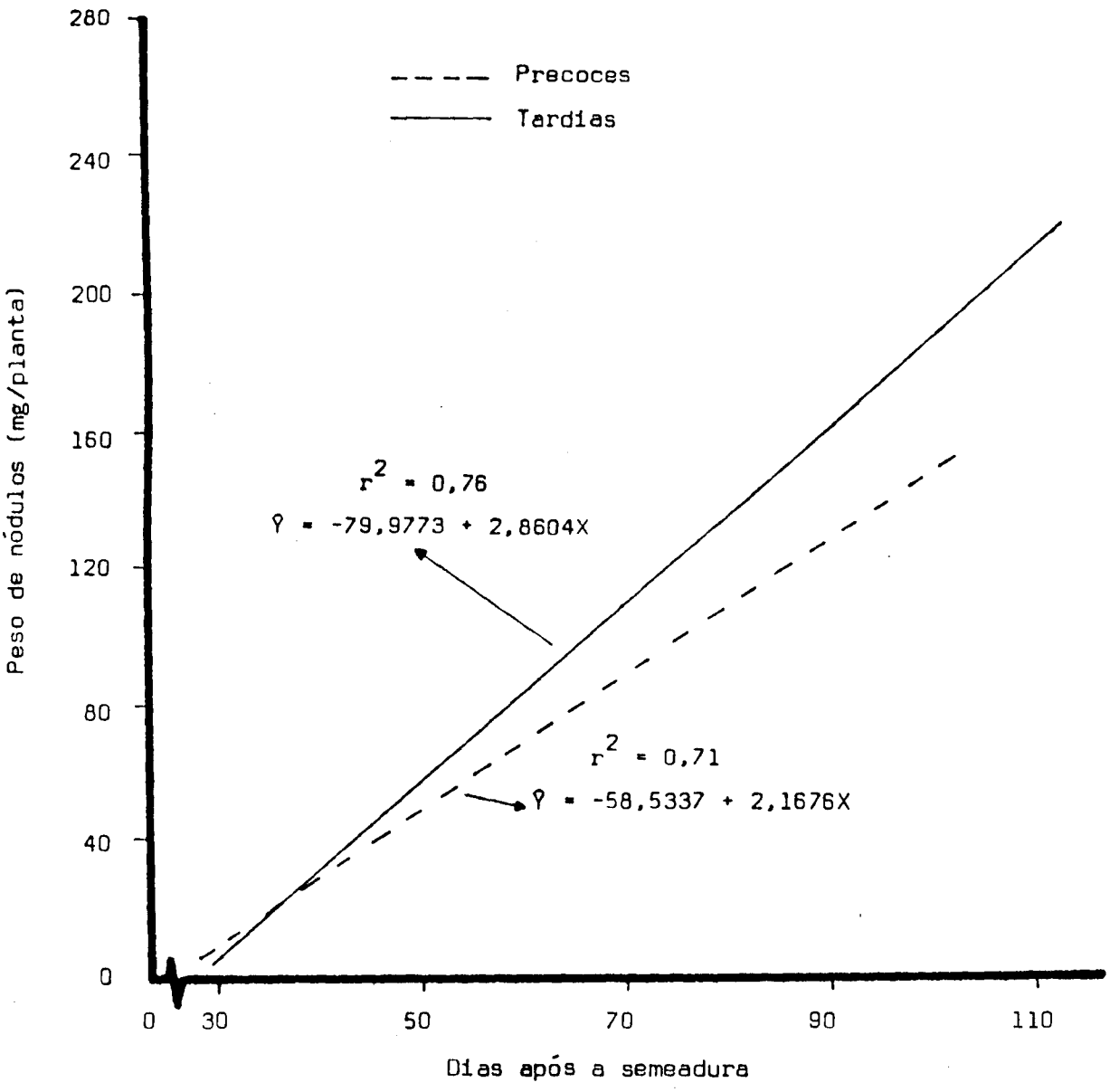


Figura 5. Peso de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

drático. Do período de enchimento de grãos até a maturação completa ocorre redução no peso de nódulos devido à deterioração dos mesmos.

A porcentagem de ocorrência das estirpes de Rhizobium japonicum, usadas no inoculante, encontram-se no Apêndice 16. Nas cultivares de soja precoces apresentou pouca variação entre as estirpes, ao passo que nas tardias houve uma maior ocorrência das estirpes 566 e 587 e uma menor ocorrência da 532 c nos nódulos de soja.

Houve uma diminuição progressiva no número de nódulos por grama com a idade da planta (Figura 6), indicando que o aumento no tamanho dos nódulos atinge um máximo, tendendo a estabilizar-se nos últimos estádios de desenvolvimento da cultura. Os valores numéricos encontram-se no Apêndice 3.

O acúmulo de matéria seca da parte aérea nas cultivares precoces e tardias, dos 28 dias de idade até o subperíodo do enchimento de grãos, esteve correlacionado com o peso e número dos nódulos (Figuras 7, 8, 9 e 10). Verificou-se que, quando a matéria seca da parte aérea atingiu o seu desenvolvimento máximo, o número e peso dos nódulos ainda aumentaram. Nas Figura 11 e 12 observa-se que o peso dos nódulos foi uma função direta do número de nódulos por planta, sendo que o grupo das tardias (Figura 12) sofreu aumento mais acentuado no peso. Ao comparar os resultados do número e peso dos nódulos com a Figura 6 verifica-se que, além do

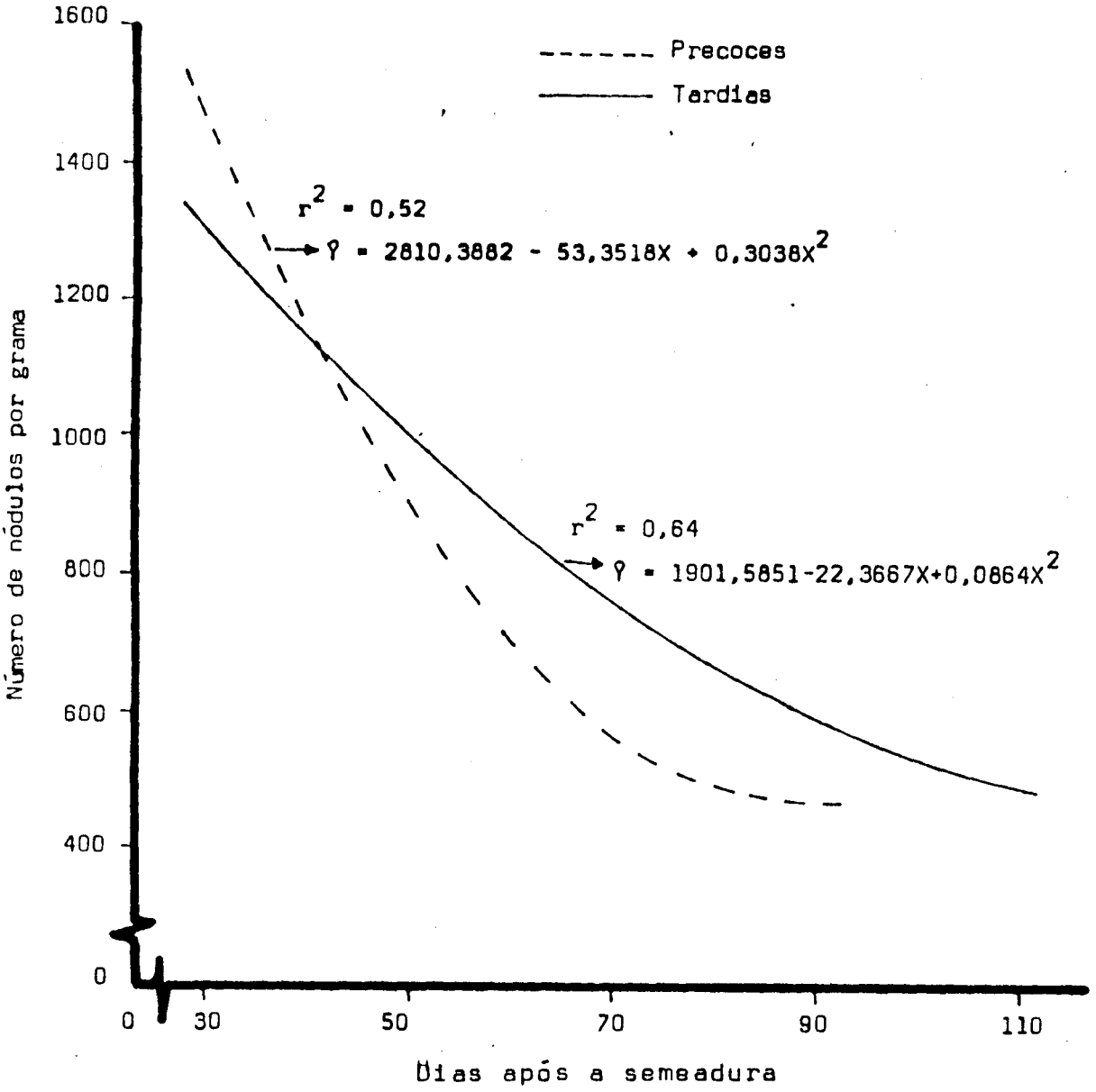


Figura 6. Número de nódulos por grama do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

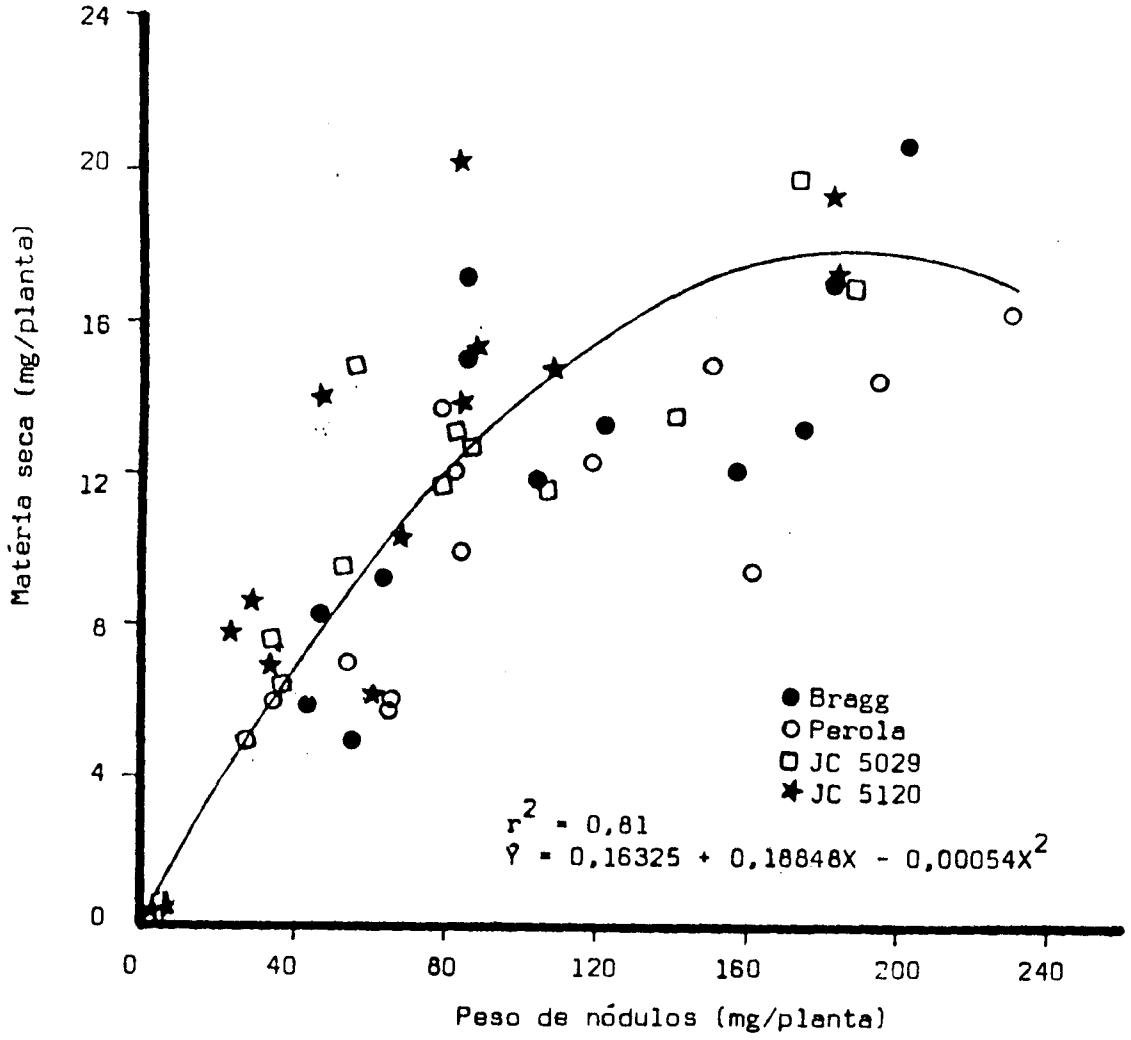


Figura 7. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de nódulos para o grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

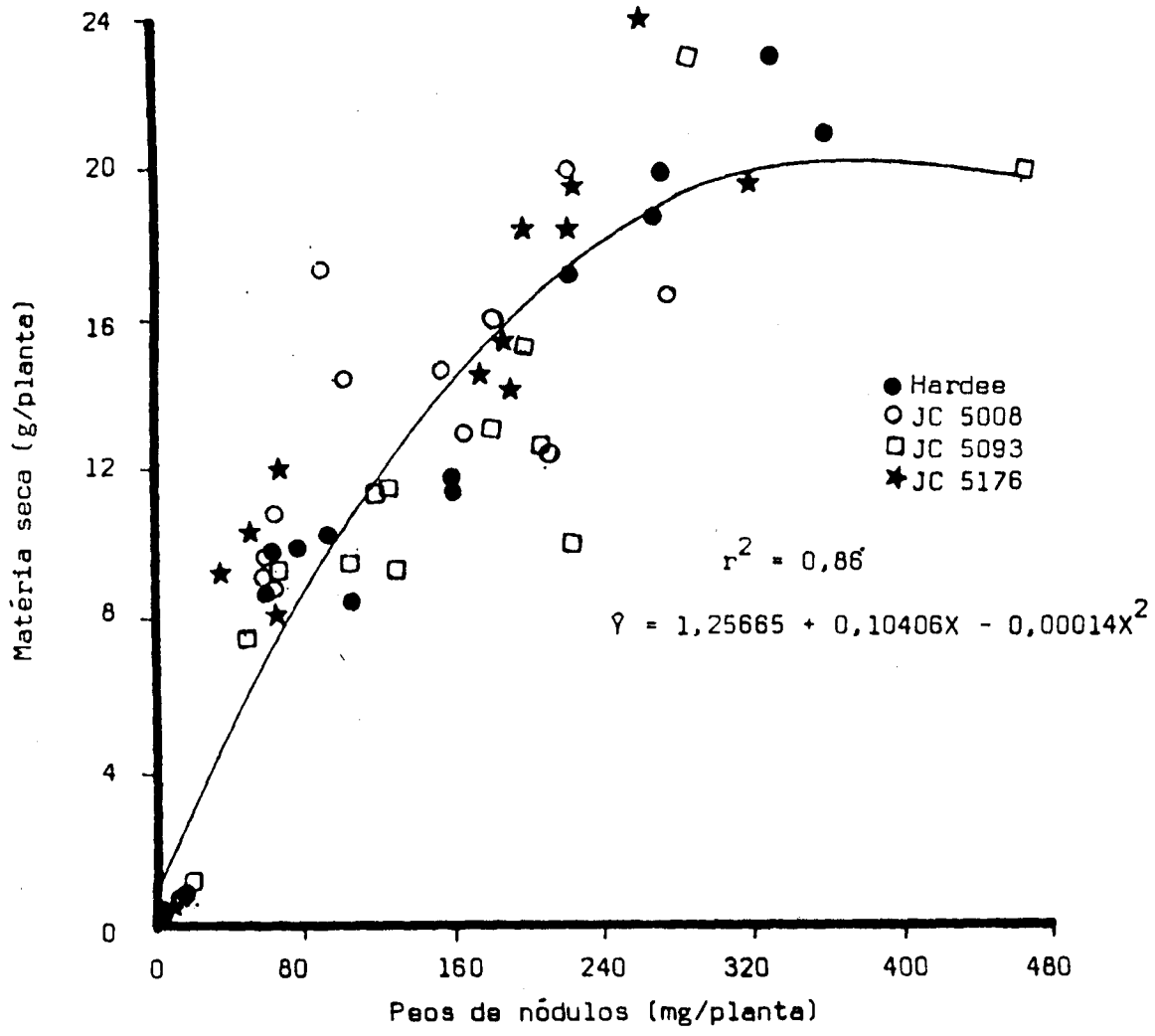


Figura 8. Relação entre o peso de matéria da parte aérea e o peso de nódulos para o grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

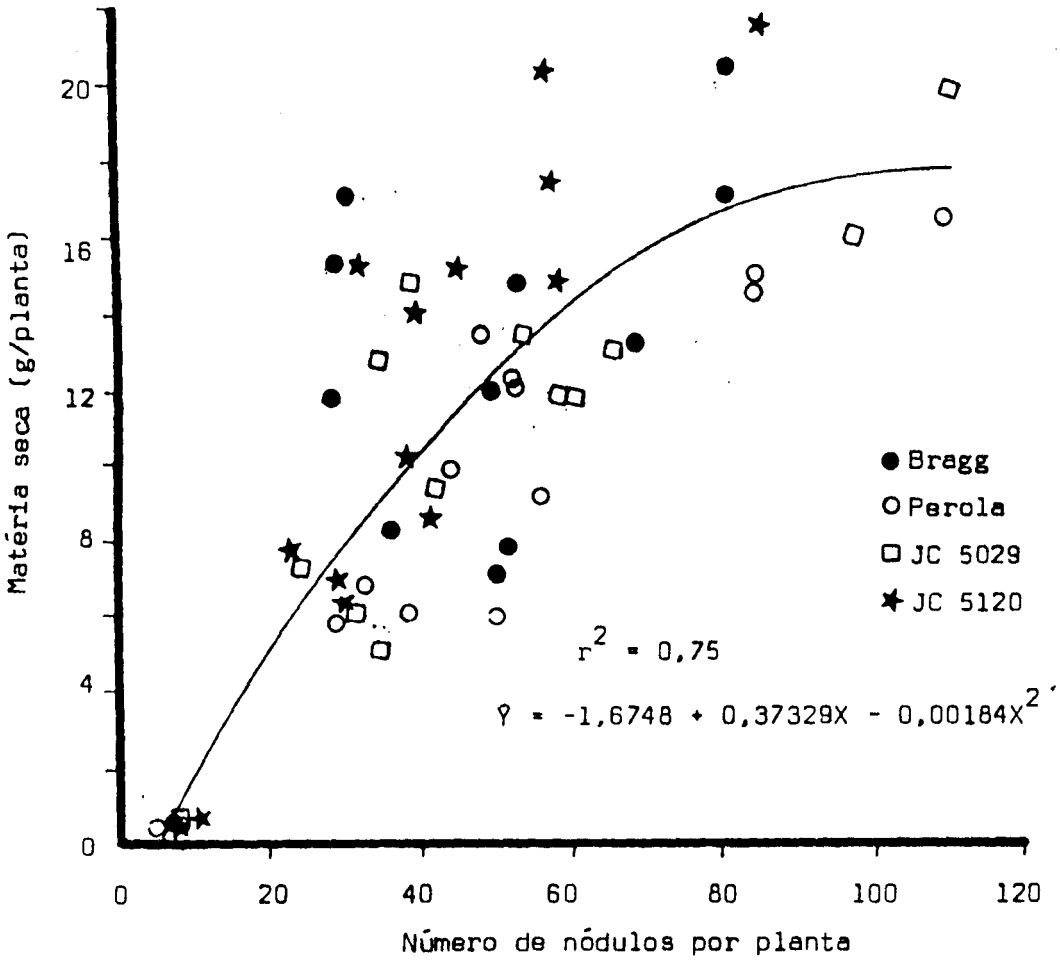


Figura 9. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja precoces em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

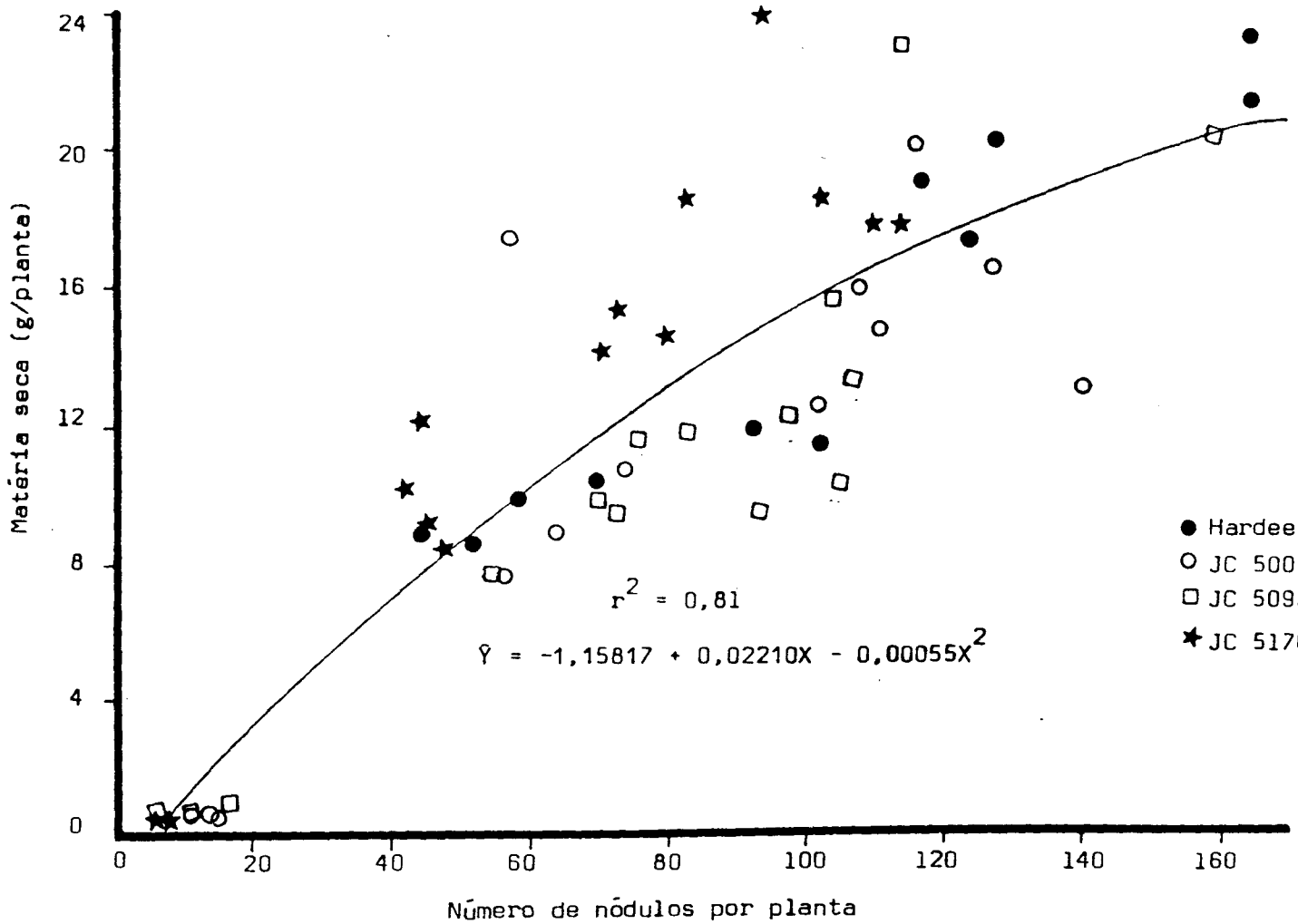


Figura 10. Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A.

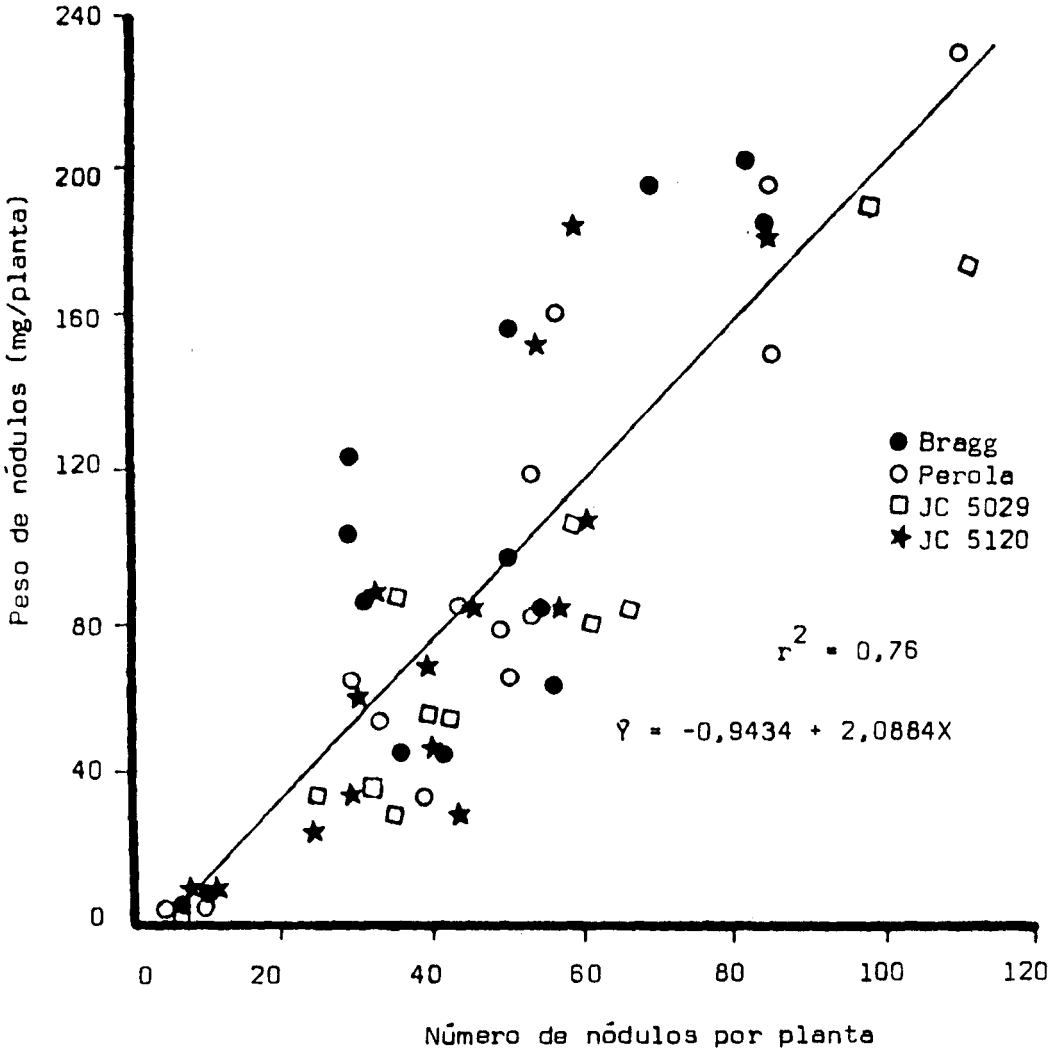


Figura 11. Relação entre o peso e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS Guaíba, 1975/76.

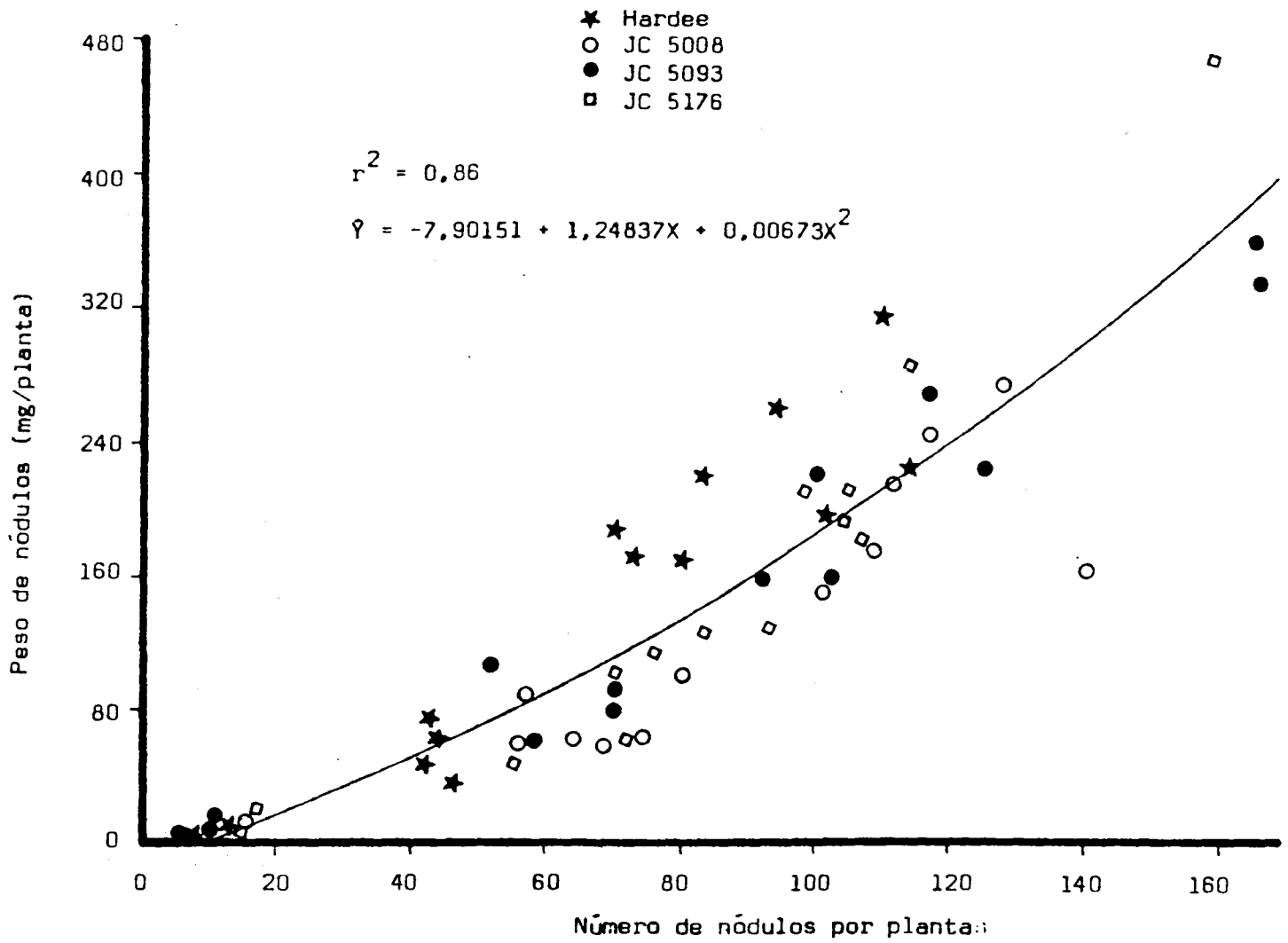


Figura 12. Relação entre o peso e o número de nódulos por planta para o grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS, Guaíba,

aumento do número dos nódulos, há um aumento no seu tamanho. Resultados similares obtiveram RUSCHEL e REUSZER (1973), enquanto que PATE (1958) encontrou que o tamanho e a eficiência dos nódulos de ervilha aumentavam à medida que a planta crescia.

O aumento do número e peso dos nódulos paralelamente com o aumento do peso da parte aérea indica que o desenvolvimento dos nódulos acompanha o da planta até o seu desenvolvimento vegetativo máximo, podendo ainda continuar a formação de nódulos. Esses resultados concordam com a observação feita por RUSCHEL e REUSZER (1973). Por outro lado GRAHAM e ROSAS (1977), trabalhando com 20 cultivares de feijão, verificaram que o desenvolvimento máximo dos nódulos ocorreu no período entre o florescimento e início do enchimento de grãos.

O efeito da nodulação sobre a produção de matéria seca da parte aérea, num determinado estádio de desenvolvimento da cultura, pode ser observado no Apêndice 14, evidenciando correlação significativa apenas no período vegetativo (Amostragem 1) e em pleno florescimento (Amostragem 3) no grupo das tardias. Nos estádios restantes não houve correlação entre matéria seca e nódulos, embora se saiba que o peso da matéria seca da parte aérea é uma boa indicação de suprimento de nitrogênio à planta. Tem sido demonstrado que o N_2 fixado depende diretamente da quantidade de tecido nodular à disposição da planta (DOBEREINER et alii, 1966). No entanto, quando se trata de diferentes cultivares devem ser levados em consideração

também os fatores genéticos da planta e a especificidade entre hospedeiro e bactéria.

A maior correlação entre o número de nódulos e o peso dos mesmos verificou-se nas duas últimas épocas (fim do florescimento e subperíodo de enchimento de grãos, Apêndice 14), no período em que os nódulos atingiram o seu desenvolvimento máximo (Figura 6).

4.2. Atividade na nitrogenase

Os resultados da atividade total (ATN) e específica (AEN) da nitrogenase encontram-se no Apêndice 4 e nas Figuras 13 e 14. As datas de início do florescimento estão no Apêndice 17.

Os resultados da Análise da Variância (Apêndice 5) revelaram diferenças significativas entre as cultivares apenas na Amostragem 2, no grupo das precoces. Pode ser observado no Apêndice 4 e na Figura 7 que a cultivar Bragg apresentou uma maior ATN nas quatro épocas, porém não foi estatisticamente significativa devido ao alto coeficiente de variação (Apêndice 5). Pelo método de avaliação da redução do acetileno comumente ocorreram altos coeficientes de variação entre repetições. Também outros trabalhos têm revelado alto desvio padrão da média (SLOGER, 1969; WACEK e BRILL, 1976).

Considerando os valores das ATN e AEN, houve variação de uma amostragem para outra (Figuras 13 e 14). A maior ati-

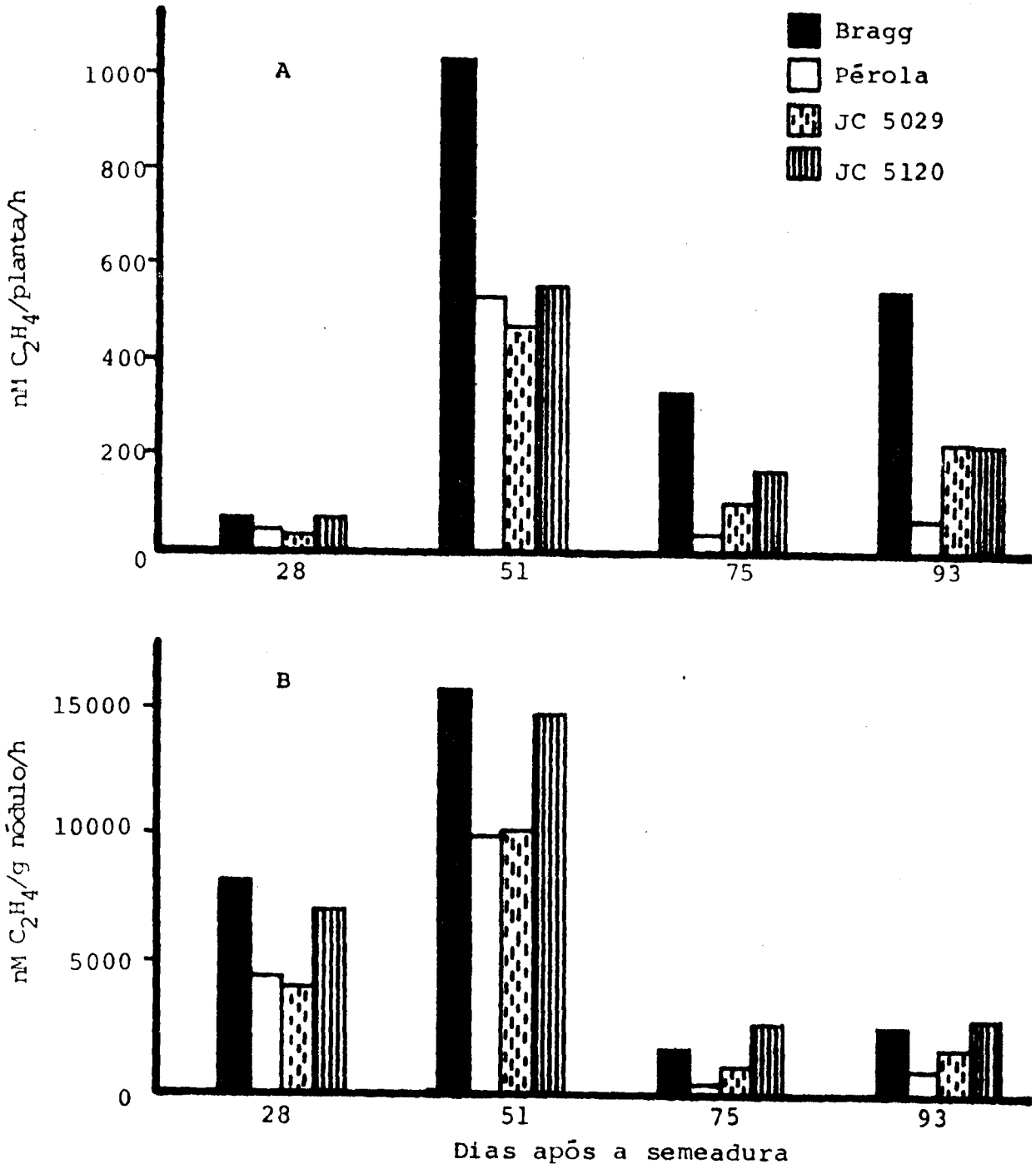


Figura 13. Atividade total (A) e específica (B) da nitrogenase das cultivares de soja precoces em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

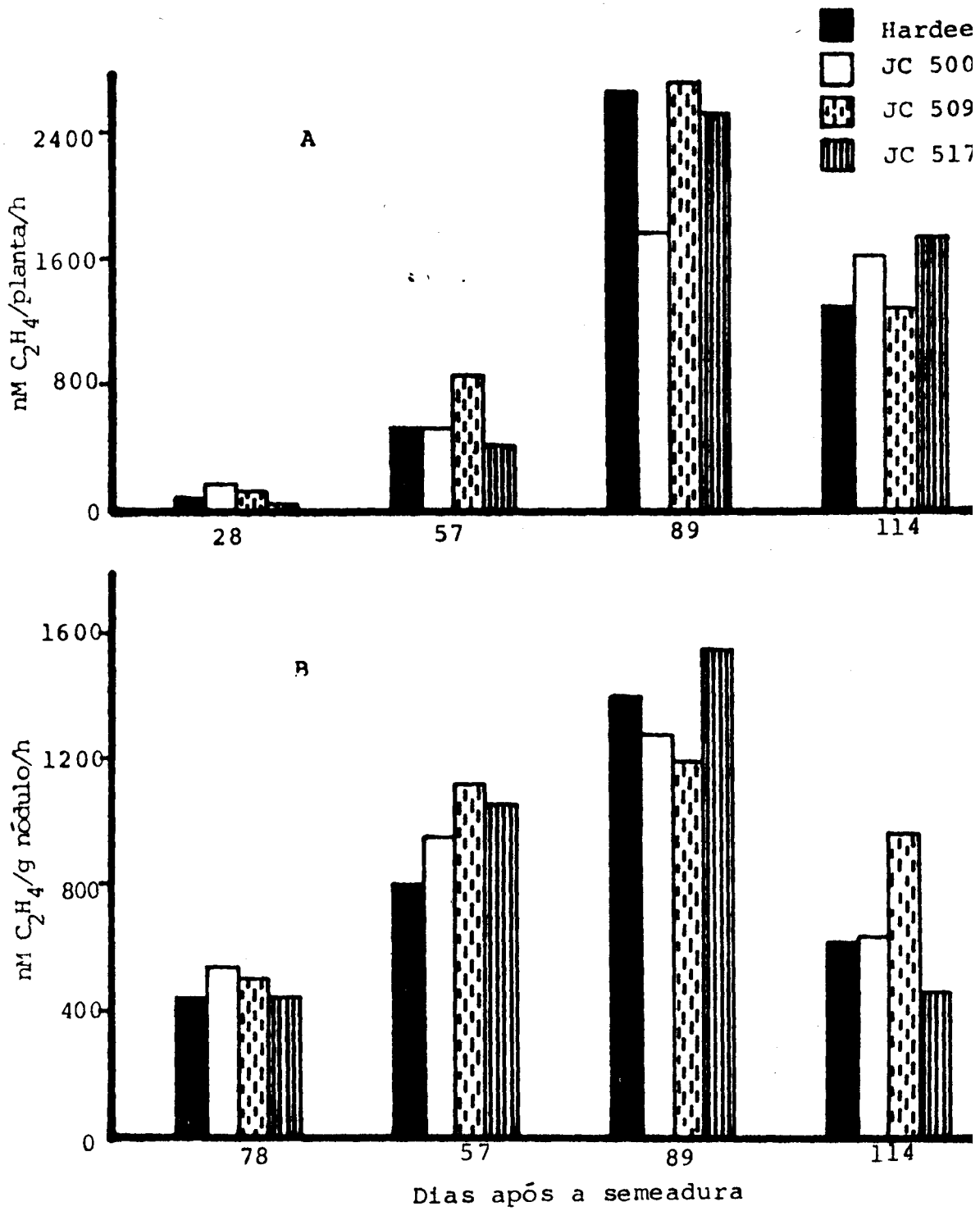


Figura 14. Atividade total (A) e específica (B) da nitrogenase das cultivares de soja tardias em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS, 1975/76.

vidade na fixação simbiótica do nitrogênio verificou-se aos 51 dias de idade nas cultivares precoces e aos 89 dias nas tardias, tendo coincidido com o subperíodo de florescimento, havendo depois um declínio. Num trabalho semelhante RUSCHEL e REUSZER (1973) comprovaram uma maior atividade na redução do acetileno aos 65 dias após a semeadura pelas precoces, tendo coincidido com o fim do florescimento e o início do desenvolvimento de grãos, e pelas tardias 15 dias mais tarde. Resultados parecidos foram também encontrados por outros pesquisadores, como LAWN e BRUN (1974), que observaram um aumento no processo de redução do acetileno no subperíodo do florescimento, chegando ao máximo quase no fim do florescimento. GRAHAM e ROSAS (1977), trabalhando com feijão, assinalaram que a máxima redução do acetileno ocorreu no período entre o florescimento e início do enchimento de grãos.

Os resultados obtidos neste trabalho, bem como de outros pesquisadores, confirmam que após o florescimento e/ou enchimento de grãos a atividade da nitrogenase baixa. Esse declínio é considerado como uma competição pelos fotossintatos da planta devido a formação do grão (HARDY et alii, 1968; HARDY e HAVELKA, 1974; LAWN, FISCHER e BRUN, 1974; LAWN e BRUN, 1974). Assim, de acordo com HARDY e HAVELKA (1974), na planta com aproximadamente 80 dias de idade, a auto-alimentação para a fixação do N_2 torna-se baixa porque outras de suas

partes, principalmente as sementes, tornam-se competidoras para a disponibilidade de produtos da fotossíntese. Isso pode ser comprovado pelo trabalho realizado por STREETER (1973), em que, ao duplicar a parte aérea por enxertia durante o estádio inicial de formação de grãos, a taxa de fixação do nitrogênio foi de 75% superior à da testemunha.

Considerando o grupo das precoces (Figuras 13a e b), a atividade da nitrogenase parece ter atingido níveis abaixo do que seria de se esperar aos 75 dias de idade, indicando ter havido outros fatores externos que provavelmente tenham influenciado na fixação simbiótica. Segundo GIBSON (1974b) as maiores variáveis ambientais que influenciam a simbiose são a temperatura, umidade, níveis de O_2, luz e nitrogênio mineral. No Apêndice 15 observa-se que a Amostragem 3 das cultivares precoces coincidiu com a fase mais crítica de deficiência hídrica.

Existem vários trabalhos demonstrando o efeito do "stress" hídrico sobre a atividade da nitrogenase como, por exemplo, KLUCAS(1975) encontrou uma diminuição de 60% na AEN em parcelas não irrigadas ao compará-las com irrigadas. Da mesma forma, BROSE e FREIRE (1976), em casa-de-vegetação, visando verificar os efeitos da umidade do solo sobre a atividade da nitrogenase nos nódulos de soja, constataram que num período de 5 dias, nos tratamentos com 50% e 75% da capacidade de campo do solo, houve um aumento de mais de 100% na ATN e na AEN no maior nível

de umidade em relação ao menor.

O déficit de água pode causar efeitos diretos na atividade fixadora do N_2 pela dessecação dos nódulos (GIBSON, 1974a) e/ou indiretos pelo distúrbio fisiológico da planta, que afeta a fotossíntese pelo fechamento dos estômatos, impedindo o suprimento de CO_2 (SLATYER, 1969), influenciando a transpiração (MEDERSKI, JEFFERS e PETERS, 1973) e limitando o acúmulo de carboidratos.

Considerando o grupo das tardias, a cultivar JC 5176 apresentou uma queda mais acentuada na AEN do que a JC 5093 entre os 89 e 114 dias após o plantio (Figura 14). Comparando-se com o seu estádio de desenvolvimento (Apêndice 12) na Amostragem 4, a cultivar JC 5176 encontrava-se num estádio de desenvolvimento mais avançado do que a JC 5093, podendo ser esta uma das causas.

Pelas tabelas de correlação (Apêndice 14), verifica-se que nas precoces a ATN foi mais uma função da AEN que do número e peso dos nódulos. Nas tardias, porém, a ATN apresentou correlação com o peso e número de nódulos na Amostragem 2 (pré-florescimento) com r respectivamente igual a 0,567 e 0,776; e apenas com o número de nódulos na Amostragem 1 (subperíodo vegetativo), com coeficiente r igual a 0,665. Resultados análogos foram observados por LAWN, FISCHER e BRUN (1974), ao analisarem os efeitos dos genótipos da parte aérea e raízes sobre os vários fatores do sistema simbiótico em soja. Estes autores constataram que: (a) as diferenças na ATN por

planta foram principalmente devidas às diferenças no peso de nódulos por planta que, por sua vez, estiveram relacionadas com a capacidade de fixação do CO_2 dos respectivos genótipos de soja; (b) no subperíodo de enchimento de grãos a queda na ATN estava relacionada com a queda na AEN.

4.3. Conteúdo de nitrogênio no tecido

Os resultados da análise do nitrogênio porcentual e total no tecido da parte aérea encontram-se nas Tabelas 5 e 6 e a análise estatística, no Apêndice 6.

A análise da variância dos valores de nitrogênio porcentual revelou significância estatística ao nível de 5% entre as cultivares dentro de cada grupo de maturação e entre grupos nas Amostragens 1 e 2 (Apêndice 6). Na Amostragem 3 houve diferenças entre cultivares apenas nos grupos de maturação. Na Amostragem 4 surgiram diferenças entre grupos de maturação e entre cultivares apenas nas precoces (Apêndice 6).

Com relação aos teores de nitrogênio total no tecido não houve diferenças entre cultivares e grupos de maturação nas Amostragens 3 e 4 (subperíodos de florescimento e enchimento de grãos). Nas Amostragens 1 e 2 (subperíodos vegetativo e pré-florescimento), as diferenças entre cultivares eram maiores entre grupos de maturação, devidas principalmente às cultivares Pérola e JC 5093 (Tabela 6).

Tabela 5. Porcentagem de nitrogênio no tecido da parte aérea de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	4,42ab	3,45ab	2,40 bcd	2,39 bc
Perola	4,50ab	3,58a	2,70a	2,73a
JC 5029	4,57a	3,36ab	2,48abc	2,61a
JC 5120	4,11 c	3,16 b	2,22 d	2,37 bc
Tardias				
Hardee	4,71a	3,28 b	2,56ab	2,42 bc
JC 5008	4,52ab	3,22 b	2,22 d	2,29 bc
JC 5093	4,68a	3,43ab	2,61ab	2,44 b
JC 5176	4,27 bc	2,69 c	2,26 cd	2,26 c

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan (α =0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

Tabela 6. Teores de nitrogênio total no tecido da parte aérea (mg/planta) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	32 b	242ab	369a	350a
Perola	25 b	220 b	304a	390a
JC 5029	30 b	235ab	317a	406a
JC 5120	26 b	230ab	334a	400a
Tardias				
Hardee	26 b	303ab	350a	481a
JC 5008	32 b	293ab	303a	400a
JC 5093	40a	311a	322a	433a
JC 5176	30 b	270ab	350a	438a

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Dubcan (α = 0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

Considerando o ciclo da planta até o enchimento de grãos vê-se que a concentração do nitrogênio no tecido vegetal diminuiu, porém o total aumentou (Figuras 15 e 16). com 28 dias após o plantio (Amostragem 1), o teor de nitrogênio nas precoces foi de 4,40% e nas tardias de 4,57%; no subperíodo do enchimento de grãos (Amostragem 4) foi de 2,52% nas precoces e 2,35% nas tardias (Tabelas 5 e 6). Essa variação nos teores do nitrogênio com relação à idade da planta, é observada na maioria das investigações afins realizadas. Assim, de MOOY, PESEK e SPALDON (1973) constataram que plantas mais jovens sempre apresentam teores maiores de nitrogênio, fósforo e potássio do que plantas mais velhas; HANWAY e WEBER (1971) encontraram uma concentração de 5,0 a 6,0% de nitrogênio nas folhas jovens durante o período vegetativo, 2,0 a 3,0% nos pecíolos e 2,5 a 3,5% nos caules. Da mesma forma, HENDERSON e KAMPRATH (1970) citados por de MOOY, PESEK e SPALDON (1973) encontraram uma variação de nitrogênio nas partes vegetativas de 3,6% aos 40 dias e até 10% aos 140 dias após o plantio, correspondendo num aumento do conteúdo de nitrogênio nas sementes e legumes de 3,8 até 4,8% na maturação. OHLROGGE (1960), em revisão de literatura sobre nutrição mineral em soja, citou que plantas com 6 dias de idade variam de 8 a 10% de nitrogênio reduzindo-se rapidamente a 5% nas folhas e 3% nos talos em aproximadamente 3 semanas, no florescimento foi de 2,5 a 2,9% (sendo que na flor foi 4% e nos talos 1%) e no enchimento do legume, de 3,5% nas folhas e 1,0% nos talos.

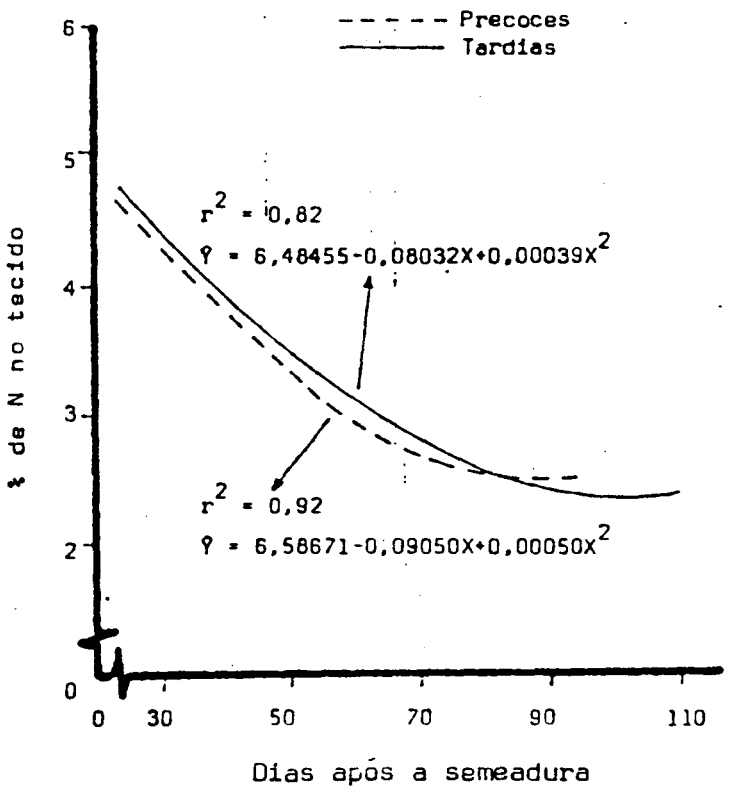


Figura 15. Porcentagem de nitrogênio no tecido da parte aérea do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS-Guaíba, 1975/76

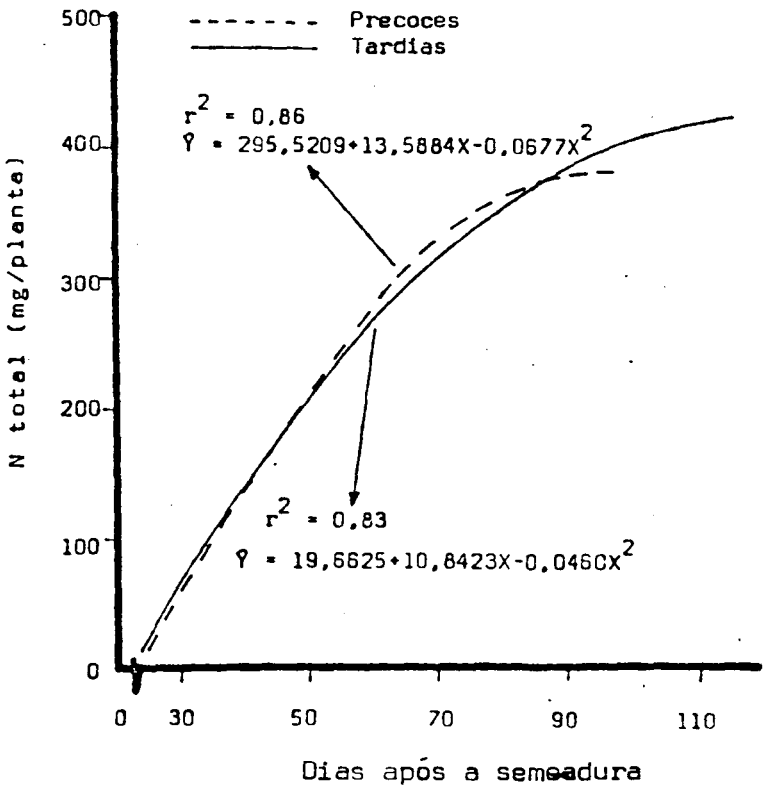


Figura 16. Nitrogênio total no tecido da parte aérea do grupo das cultivares de soja precoces e das tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Média de quatro cultivares por grupo. E.E.A. da UFRGS-Guaíba, 1975/76.

Esses teores de nitrogênio no tecido vegetal variaram entre cultivares no mesmo ano e para a mesma cultivar de um ano a outro. Essa variação nos teores de nitrogênio está relacionada aos fatores ambientais que podem afetar a absorção de nutrientes, à variação genética da planta (de MOOY, PESEK e SPALDON, 1973) e à eficiência simbiótica entre a planta e o Rhizobium (VEST, WEBER e SLOGER, 1973).

No grupo das precoces, do subperíodo de florescimento até o enchimento de grãos, a cultivar de menor teor de nitrogênio no tecido foi a JC 5120 e a de maior, a Pérola. Nas tardias a que apresentou teores mais baixos de nitrogênio durante todo o ciclo foi a JC 5176. De um modo geral não houve muita diferença no nitrogênio total entre as culturas nos dois últimos subperíodos (Tabela 6).

Pela tabela de correlação (Apêndice 14) observa-se que no fim do subperíodo do florescimento (Amostragem 3), nas cultivares precoces ocorreu uma menor porcentagem de nitrogênio com um maior peso de matéria seca. Esse período coincidiu com uma baixa atividade de fixação simbiótica do nitrogênio (Figura 7) e com uma baixa precipitação pluviométrica, revelando deficiência hídrica no solo (Apêndice 15). Podendo também ter limitado a fixação simbiótica do N_2 atmosférico.

4.4. Índice de área foliar

Mediram-se a área foliar sem considerar os danos causados por ataques de lagartas e a área foliar real no momento da mostragem, cujos valores encontram-se no Apêndice 7. A porcentagem de prejuízo na área foliar ocasionada pelo ataque de lagartas acha-se no Apêndice 8 e os resultados da análise estatística, nos Apêndice 9 e 10.

As diferenças foram significativas entre os grupos de maturação para o IAF apenas na Amostragem 4 (subperíodo do enchimento de grãos). No grupo das precoces houve siferenças significativas no IAF hipotético entre as cultivares nas duas últimas amostragens (períodos de formação do legume e enchimento de grãos), ao passo que para o IAF real verificaram-se diferenças apenas na última amostragem. As diferenças verificadas nesta última amostragem poderiam ser atribuidas mais com o estádio de desenvolvimento das cultivares do que pelas características genotípicas, visto que nas amostragens anteriores não apresentaram diferenças. Nas tardias houve diferenças apenas nas duas primeiras amostragems (até o préflorescimento) para IAF hipotético e real.

O IAF apresentou uma equação quadrática conforme as Figuras 17 e 18. Resultados obtidos por WEBER, SHIBLES e BYTH (1966) revelaram que a área foliar aumentou linearmente até o estádio de desenvolvimento 7, após , a diminuição ocorrida

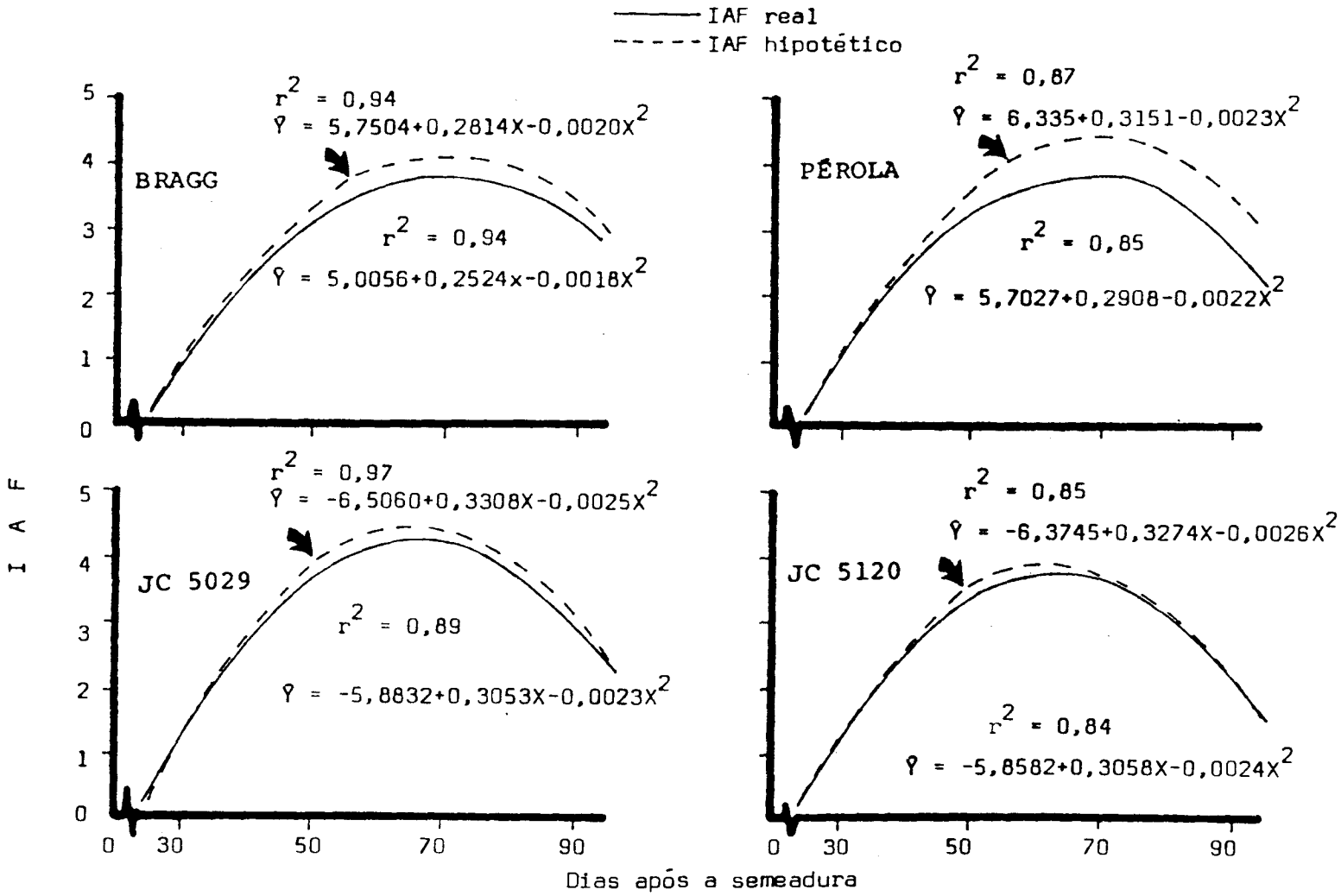


Figura 17. Índice de área foliar (IAF) real e hipotético do grupo das cultivares de soja precoces, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

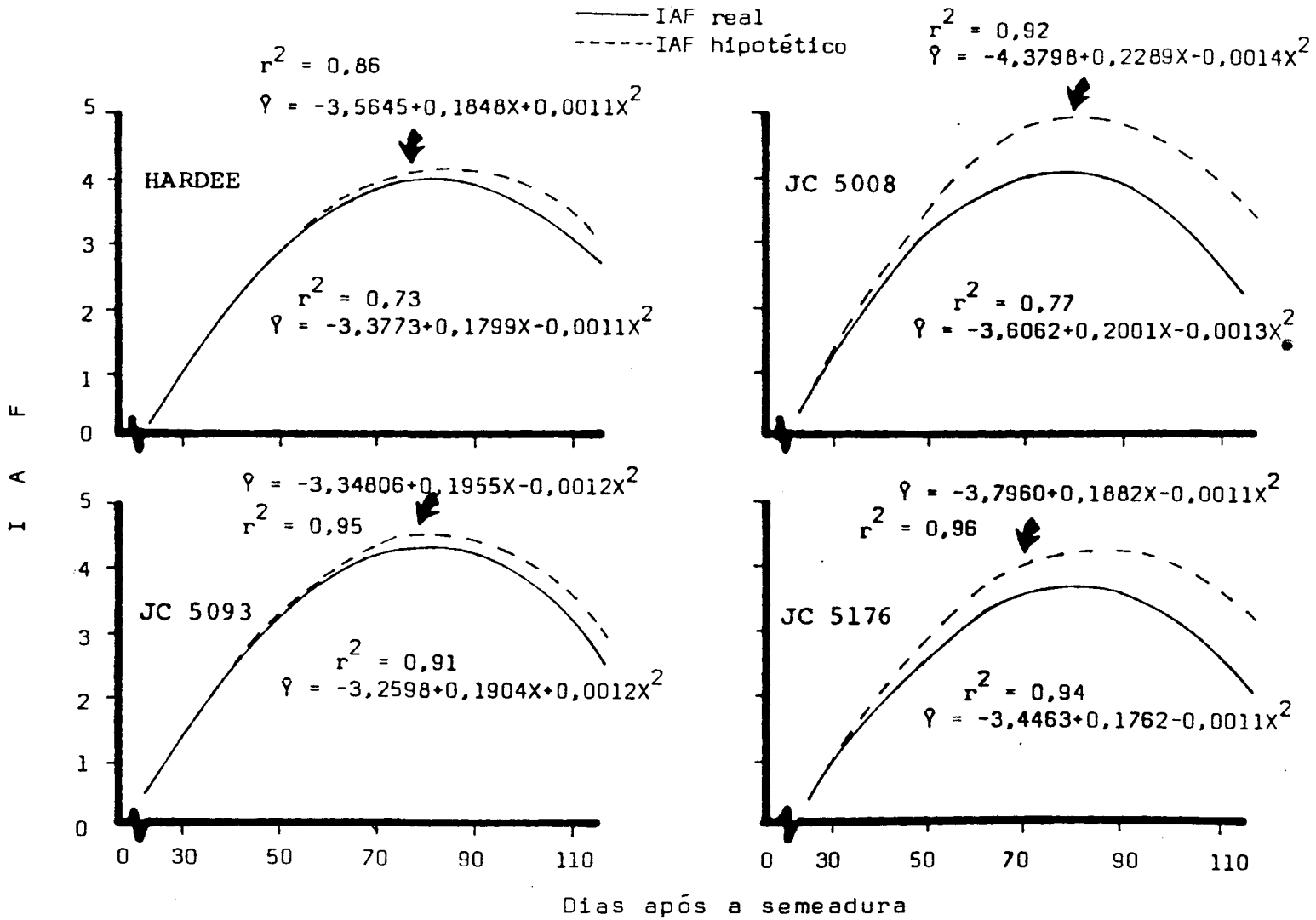


Figura 18. Índice de área foliar (IAF) real e hipotético do grupo das cultivares de soja tardias, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

foi pela queda das folhas inferiores. No grupo das precoces o início do florescimento ocorreu antes de ter sido atingido o IAF máximo, sendo que nas tardias ocorreu mais próximo ao IAF máximo.

De acordo com SAKAMOTO e SHAW (1967a), a área foliar aumenta do florescimento até a formação de legume e a fotossíntese líquida não aumenta correspondentemente. SHIBLES E WEBER (1965) encontraram que o IAF foi de 2,7 para a interceção de radiação solar de 95%, e de 3,2 para 95% da taxa máxima de produção de matéria seca.

O maior dano na área foliar causado pelas lagartas foi na última amostragem (Apêndice 8), tendo sido mais intenso em dois blocos devido a disposição do experimento na área. A média de prejuízo na área foliar na Amostragem 3 (subperíodo de fim de florescimento nas precoces e florescimento nas tardias) variou de 11,68 a 16,40%. Na Amostragem 4 (subperíodo de enchimento de grãos), para as precoces não houve variação considerável nos danos da área foliar em relação a amostragem anterior. Nas tardias, chegou a uma média de no máximo 25% (Apêndice 8). No Apêndice 14 verifica-se que o dano causado nas folhas não provocou efeito negativo significante sobre o rendimento de grãos e no peso de 100 grãos. Diversos trabalhos, realizados para constatar o efeito de desfolhamento sobre o rendimento de grãos, assinalaram que até 25% de prejuízo nas folhas não chegam a ser significantes (WEBER,

1955a; ROSAS, 1967; TURNIPSEED, 1972).

TURNIPSEED (1972) publicou conclusões de vários trabalhos realizados entre 1962 e 1967, nos quais estudou o efeito de perda da superfície foliar sobre o rendimento e qualidade da semente. Este autor observou que o desfolhamento de 33% na metade do florescimento não resultou em perda significante do rendimento de grãos, sendo que a um nível de desfolhamento de 50 e 67%, após os grãos terem atingido 90% do seu desenvolvimento máximo, as perdas foram geralmente intermediárias entre tratamentos similares no florescimento e início de enchimento de grãos. Entretanto GAZZONI (1974) constatou que a partir do final do florescimento houve uma redução progressiva no rendimento, com 33, 67 e 100% de desfolhamento. SAKAMOTO e SHAW (1967b) indicaram que as folhas inferiores da população da soja estão sombreadas, recebendo luz inadequada e, de acordo com TURNIPSEED (1973) a perda das folhas de 17 a 33% permitiu maior penetração de luz para as folhas inferiores.

Segundo THAINE, OVENDEN e TURNER (1959), quando a folha atinge 60% de seu tamanho máximo, se torna importante pelo fornecimento de produtos fotossintéticos para outros órgãos da planta. Para comprovar a contribuição da idade das folhas sobre o rendimento, JOHNSTON e PENDLETON (1968) realizaram desfolhamento no terço superior, médio e inferior de plantas individuais de soja, desenvolvidas num sistema de cultivo

normal, constatando redução no rendimento de grãos em 17, 22 e 4%, respectivamente.

Na Amostragem 4, subperíodo de enchimento de grãos, o IAF esteve relacionado com o estádio de desenvolvimento das cultivares (Apêndices 7 e 12).

4.5. Rendimento de grãos

A altura e a população das plantas na colheita estão representados no Apêndice 17.

O rendimento de grãos apresentou diferenças significativas entre as cultivares apenas no grupo das precoces (Tabela 7). Nas tardias não houve diferenças significativas entre as cultivares pela análise estatística (Apêndice 11), porém esse grupo apresentou uma média de rendimento maior do que as precoces (Tabela 7). Nas precoces a cultivar de maior rendimento foi a Bragg, com 2160 kg/ha e as cultivares JC 5029 e JC 5120 tiveram o menor rendimento, 1638 e 1636 kg/ha, respectivamente. Entre as cultivares tardias a que se destacou foi a JC 5008 com um rendimento de 2356 kg/ha, embora não tenha diferido estatisticamente das outras.

Comparando-se o rendimento de grãos na Estação Experimental Agrônomia da UFRGS em Guaíba (Tabela 8), verifica-se que em anos anteriores o rendimento de grãos foi bem superior ao do ano de 1976, evidenciando portanto, ter sido este

Tabela 7. Rendimentos de grãos, peso de 100 grãos, número de legumes por planta e número de grãos por legume de oito cultivares de soja. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Rendimento de grãos (kg/ha)	Peso de 100 grãos (g)	Número de legumes/ planta	Número grãos/legume
Precoces				
Bragg	2160a	17,82a	31,5 bc	1,9 b
Perola	1958ab	17,62a	24,2 c	2,2a
JC 5029	1638 b	15,82 b	25,5 c	1,8 bc
JC 5120	1636 b	13,72 c	32,0 b	1,6 c
Tardias				
Hardee	2136a	17,56a	38,5ab	1,7 bc
JC 5008	2356a	16,70ab	43,0a	1,7 bc
JC 5093	2217a	15,54 b	44,3a	1,7 bc
JC 5176	2097a	18,19a	43,0a	1,6 c

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan (α = 0,05).

Tabela 8. Rendimentos de grãos (kg/ha), em três anos, do ensaio Sulbrasileiro realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS em Guaíba.

Cultivares	1974		1975		1976	
	1ª Época 01/11	2ª Época 12/12	1ª Época 18/11	2ª Época 11/12	1ª Época 07/11	2ª Época 18/12
Perola	3602	4493	2577	3239	1927	1425
Bragg	4623	4068	2580	2797	1910	1545
Hardee	——	——	2286	2411	1900	1613

um ano não muito favorável para o rendimento de grãos.

Os valores do peso de 100 grãos, número de legumes por planta e número de grãos por legume estão na Tabela 7. Houve diferenças significativas entre grupos de maturação e entre cultivares dentro de cada grupo (Apêndice 11). O número de legumes por planta e de grãos por legume revelaram difernças entre grupos de maturação, porém as diferenças entre cultivares verificaram-se apenas nas precoces, em relação ao número de grãos por legume.

O peso de 100 grãos e o rendimento de grãos não estiveram relacionados com o peso de matéria seca da parte aérea, nodulação, teor de nitrogênio no tecido, ATN e AEN (Apêndice 13). Resultados similares foram observados por SHIBLES e WEBER (1966) que não constataram correlação significativa entre o rendimento de grãos e o total de matéria seca produzida, pela produção excessiva de matéria seca na soja, sendo o rendimento mais uma função da porcentagem de intercepção da radiação solar (SHAW e WEBER, 1967).

Torna-se difícil correlacionar o número e o peso de nódulos secos com o rendimento de grãos, quando se trata de diferentes cultivares, porque existem outros fatores que influenciam o rendimento, como fatores genéticos da planta e a especificidade planta x Rhizobium. Assim, VIDOR et alii (1972) sugerem que, quando se faz avaliação da nodulação em experimentos com diversas cultivares de soja não é válida a corre-

lação entre o peso de nódulo seco e o rendimento de grãos. A través de observações em experimentos de competição de cultivares de soja, VIDOR e MENDES (1967 e 1968) constataram que para uma mesma cultivar, o peso de nódulos secos apresenta boa correlação com o rendimento de grãos, quando testadas estirpes ou inoculantes com mistura de estirpes. Por outro lado, esses autores verificaram que não há boa correlação quando grupos de cultivares são testados com a mesma estirpe de Rhizobium ou com o mesmo inoculante contendo diversas estirpes.

Com relação à nodulação e à fixação simbiótica do N_2, é difícil avaliar a contribuição dessas para o rendimento, porque nesse trabalho não houve comparação com tratamentos não inoculados, muito embora se saiba que a nodulação e sua eficiência na fixação contribuem muito para o rendimento, como se verificou em trabalho realizado por CARTER e HARTWIG(1962). Estes autores, ao comparar soja nodulada com a não nodulada, obtiveram uma taxa de rendimento de 42 "bushels" por acre (2825 kg/ha) com 41% de proteína nas cultivares noduladas e uma taxa de 14 "bushels" por acre (942 kg/ha) com somente 28% de proteína nas não noduladas.

Comparando a atividade da nitrogenase nas diversas épocas de desenvolvimento da cultura (Apêndice 14), constatou-se que as diferenças no rendimento de grãos estiveram correlacionadas com a ATN na Amostragem 2 (início do florescimento), no grupo das precoces. Nas tardias houve correlação com

com AEN na Amostragem 4 (metade do subperíodo de enchimento de grãos). Na Figura 7b, verifica-se que a cultivar JC 5120 apresentou uma alta eficiência na fixação simbiótica do N_2 em todo o ciclo de desenvolvimento, porém um baixo rendimento de grãos. Isso mostra que, embora tenha baixo potencial no rendimento, possui uma alta eficiência simbiótica e poderia ser um material indicado para cruzamento com cultivares de alto potencial de rendimento.

Com relação ao IAF, o grupo das precoces apresentou correlação negativa com o rendimento na Amostragem 2 (início do florescimento), com um r = -0,594. Já foi discutido que a soja nesse período apresenta geralmente um IAF excessivo, não havendo uma correlação com o rendimento, pelo sombreamento excessivo causado pelas folhas. SHAW e WEBER (1967) encontraram que uma maior penetração de luz no dossel geralmente resultou um maior rendimento de grãos. Da mesma forma JOHNSTON et alii (1969), verificaram que plantas que receberam suplementação de luz na parte mediana tiveram maior rendimento. Pelo fato da soja formar um IAF excessivo, restringe-se a penetração de luz nas folhas mais inferiores ainda fotossinteticamente ativas, limitando portanto a fotossíntese líquida. Na Amostragem 4 (subperíodo de enchimento de grãos), houve correlação positiva entre o rendimento e o IAF nas precoces. Porém, como se trata de diferentes cultivares, as diferenças do IAF observadas nesse período se devem mais ao estádio de

desenvolvimento em que se encontravam as cultivares (Apêndice 12).

Nas cultivares precoces o rendimento de grãos esteve correlacionado com o peso de 100 grãos (r = 0,736) e nas tardias, com o número de legumes por planta (r = 0,871, Apêndice 13). WEISS (1949), em ampla revisão de literatura, citou que o rendimento total foi altamente associado ao alto peso de sementes por planta e baixa porcentagem de sementes abortadas. TAYO (1977) também observou que o rendimento de grãos em 3 cultivares (Hampton, Kent e CNS) esteve relacionado com o número total de sementes por planta que, por sua vez, esteve relacionado a um maior número de legumes maduros por planta.

No grupo das precoces, embora o rendimento de grãos tenha sido relacionado com o peso de 100 grãos (Apêndice 13) a cultivar Pérola apresentou o mesmo peso de 100 sementes em relação a Bragg, no entanto, teve um menor rendimento, apesar de ter apresentado um maior número de grãos por legume. Isso se deve ao menor número de legumes maduros por planta (Tabela 7), como foi também observado por TAYO (1977). Comparando-se os grupos de maturação precoces e tardias, observou-se um maior número de legumes por planta nestas últimas. Uma provável causa seria a maior queda de flores e legumes nas cultivares precoces pela maior deficiência hídrica ocorrida no período mais crítico, isto é, no fim do florescimento e início de enchimento de grãos (Apêndice 15).

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste experimento, permite-se tirar as seguintes conclusões:

a) Não houve diferenças no peso de matéria seca da parte aérea e das raízes entre as cultivares dentro de cada grupo de maturação precoce e tardio.

b) O peso de raízes secas apresentou uma melhor correlação com a altura das plantas do que com o peso de matéria seca da parte aérea.

c) Não houve diferenças entre cultivares dentro de cada grupo de maturação, precoce e tardio, no número e peso de nódulos secos. Na comparação entre grupos, as tardias apresentaram maior número e peso de nódulos secos.

d) O peso dos nódulos foi uma função direta do número dos mesmos.

e) No grupo das precoces, a cultivar Bragg apresentou uma maior atividade de redução do acetileno. Nas tardias não houve diferenças significativas entre as cultivares.

f) A maior atividade na redução do acetileno verificou-se no subperíodo do florescimento e, a partir daí, a atividade total da nitrogenase por planta foi uma função da atividade específica da nitrogenase (C_2H_2

reduzido/g de nódulos).

g) Não houve correlação entre a atividade da nitrogenase com a produção de matéria seca e nodulação nas cultivares precoces, nas tardias houve correlação apenas no subperíodo de pré-florescimento com o número e peso dos nódulos, no que se refere à atividade total da nitrogenase.

h) Não houve diferenças no conteúdo total de nitrogênio entre as cultivares precoces e tardias.

i) No período do florescimento até o enchimento de grãos a cultivar JC 5120 apresentou o menor teor de nitrogênio e a Pérola o maior, entre as precoces. Nas tardias a de menor teor foi a JC 5176.

j) Não haviam diferenças significativas no IAF entre as cultivares estudadas nas condições em que foi realizado este experimento.

l) As cultivares atingiram um desenvolvimento máximo da área foliar no fim do subperíodo de florescimento e início de formação dos legumes, que correspondem aos estádios de desenvolvimento R_6 e R_7.

m) Houve diferenças em rendimento de grãos apenas no grupo das precoces. A cultivar de maior rendimento foi a Bragg.

n) O rendimento de grãos e o peso de 100 sementes não estiveram relacionados com o peso de matéria seca,

nodulação, nitrogênio no tecido, ATN e AEN.

o) Nas cultivares precoces o rendimento de grãos esteve correlacionado com o peso de 100 grãos e nas tardias com o número de legumes maduros por planta.

p) Com base nos resultados obtidos neste experimento, não foi possível estabelecer um parâmetro que indicasse uma maior eficiência na fixação simbiótica do N_2.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

BARNI, Nídio A.; KOLLING, João; MINOR, Harry, C. 1977. Efeitos de níveis de nitrogênio sobre o rendimento de grãos, nodulação e características agronômicas da soja (Glycine max (L) Merr.). Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 13(1):93-104.

BELIKOV, I.F. 1961. The effect of severing soybean leaf weins upon outflow of assimilates. Soviet Plant Physiology. 8:429-31. Apud OGREN, W.L. & RINNE, R.W. 1973. Photosynthesis and seed metabolism. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap. 11, p.391-416.

BREMNER, J.M. 1965. Total nitrogen. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analisys; chemical and microbiological properties. Madison, American Society of Agronomy. pt.2, cap. 83, p.1149-78.

BROSE, Edemar & FREIRE, J.R. Jardim. 1976. Efeito da umidade e luminosidade sobre a atividade dos nódulos de soja (Glycine max, Merr.). In: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Soja; fertilidade e microbiologia do solo. Porto Alegre. p. 31-40. Trabalho apresentado na 4ª Reunião Conjunta de Pesquisa da Soja RS/SC, Santa Maria, 1976.

BRUN, W.A. & COOPER, R.L. 1967. Effects of light intensity and carbon dioxide concentration on photossynthetic rate of soybean. Crop Science, Madison, 7(5):451-4, Sept./Oct.

CALDWELL, B.E. 1966. Inheritance of a strein-specific ineffective nodulation in soybean. Crop Science, Madison, 6(5): 427-8, Sept./Oct.

CARTER, Jackson L. & HARTWIG, Edgar E. 1962. The management of soybeans. Advances in Agronomy, New York, 14:359-412.

CRISWELL, J.G.; HARDY, R.W.F.; HAVELKA, U.D. 1975. Nitrogen fixation in soybeans; measurement techniques and examples of applications. Wilmington, Central Research and Development Department. 21p.

CURTIS, P.E.; OGREN, W.L.; HAGEMAN, R.H. 1969. Varietal effects in soybeans photosynthesis and photorespiration. Crop

Science, Madison, 9:323-7.

DE MOOY, C.J.; PESEK, J.; SPALDON, E. 1973. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B.E.. ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap. 9, p.267-352.

DILWORTH, M.J. 1970. The acetylene reduction method for measuring biological nitrogen fixation. Rhizobium Newsletter, Sydney, 15(1):7-15.

DOBEREINER, J.; ARRUDA, N.B. de; PENTEADO, A. de F. 1966. Avaliação da fixação de N, em leguminosas, pela regressão do N total das plantas sobre o peso dos nódulos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 1:233-9.

DORNHOFF, Gary M. & SHIBLES, R.M. 1970. Varietal diferences in net photosynthesis of soybean leaves. Crop Science, Madison, 10(1):42-5., Jan./Feb.

DUNCAN, W.G.; LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A.; HANAU, R. 1967. A model for simulating photosynthesis in plant communities. Hilgardia, 38:181-205 apud OGREN, W.L. & RINNE, R.W.1973. Photosynthesis and seed metabolism. In: CALDWELL, B.E.,ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. p. 391-416.

FISHBECK, Kathleen; EVANS, Harold J.; BOERSMA, Larry L. 1973. Measurement of nitrogenase activity of intact legume symbionts in citu using the acetylene reduction assay. Agronomy Journal, Madison, 65(4):429-32, July/Aug.

FREIRE, J.R.J.; GOEPFERT, C.F.; VIDOR, C. 1968. Alguns fatores limitantes da fixação do nitrogênio e produtividade das leguminosas no Rio Grande do Sul. In: PRIMAVESI, A. ed. Progresso em biodinâmica e produtividade do solo. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. p.9-16.

FREIRE, J.R. Jardim; VIDOR, C.; BREMNER, H. 1975. Efeito de diferentes níveis de inoculação e de calagem na simbiose de Rhizobium e Glycine max (L) Merr., em Oxisol do Planalto Riograndense. In: REUNION LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 7ª, Resistencia, 23-26 sept., 1974. Resistencia, Instituto Agrotécnico de la Facultad de Ciencias Agrarias - Univ. Nacional del Nordeste. p.124-9.

GALLAHER, R.N.; ASHLEY, D.A.; BROWN, R.H. 1975. ^{14}C-Photosynthate translocation in C_3 and C_4 plants as related to leaf anatomy. Crop Science, Madison, 15(1):55-9, Jan./Feb.

GAZZONI, Décio Luiz. 1974. Avaliação do efeito de três níveis de desfolhamento aplicados em quatro estádios de crescimento e dois cultivares de soja (Glycine max (L) Merril), sobre a produçao e a qualidade do grão. 70f. Tese (Mestr. - Fitotecnia) Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre. /Não publicado/.

GIBSON, A.H. 1974a. Consideration of the growing legume as a symbiotic association. Proceedings of Indian Nature Science Academic, New Dehli, 40(6):741-6. pt. B.

_____. 1974b. The control of dinitrogen assimilation by nodulated legumes. Wellington, Commonwealt Scientific and Industrial Research Organization, Royal Society of New Zeland p. 13-22, (Bull, 12).

GRAHAM, P.H. & ROSAS, J.C. 1977. Growth and development of indeterminate bush and climbing cultivars of Phaseolus vulgaris L. inoculated with Rhizobium. The Journal of Agricultural Science, London, 88(2):503-8, Apr.

HANWAY, John J. & THOMPSON, Harry E. 1971. How a soybean plant develops. Ames, Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service. 17p. (Special Report, 53).

HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. 1971. N, P, and K percentage in soybean (Glycine max (L) Merril) plant parts. Agronomy Journal, Madison, 63(2):286-90, Mar./Apr.

HARDY, R.W.F.; BRUNS, R.C.; HOLSTEN, R.D. 1973. Applications of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, 5:47-81.

HARDY, R.W.F.; FILNER, P.; HAGEMAN, R.H. 1975. Nitrogen input. In: BROWN, A.W.A.; BYERLY, T.C.; GIBSS, M.; SAN PIETRO, A., ed. Crop Productivity; research imperative. Michigan, Michigan Agricultural Experiment Station. p. 133-76.

HARDY, R.W.F. & HAVELKA, U.D. 1974. Can the root nodules of a soybean plant be coaxed into fixing more nitrogen? The nitrogen barrier. Crop & Soils Magazine, Madison. 26(5):11-3, Feb.

_____. 1975. Photosynthate as a major factor limiting nitrogen fixation by field legumes with emphasis on soybeans. In: NUTMAN, P.S., ed. Symbiotic nitrogen fixation in plants. London. Universithy Press. pt.4, p.421-39.(International Biological Programme,7).

HARDY, R.W.F.; HAVELKA, U.D.; JACKSON, E.K.; BURNS, R.C. 1968. The acetylene-Ethylene assay for N_2 fixation, laboratory and field evaluation. Plant Physiology, Bethesda, 43:1185-207.

HENDERSON, J.B. & KAMPRATH, E.J. 1970. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. N.C. Agr.Exp.Sta. Tech.Bulletin, 197, February,1970 apud DE MOOY, C.J.; PESEK, J.; SPALDON, E. 1973. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B.E. ed Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy cap.9 p.267-352.

HICKS, D.R.; PENDLETON, J.W.; BERNARD, R.L.; JOHNSTON, T.J. 1969. Response of soybean plant types to planting patterns. Agronomy Journal, Madison, 61(2):290-3, Mar./Apr.

HOWELL, R.W. 1963. Physiology of the soybean. In: NORMAN,A. G., ed. The soybean. New York, Academic Press. p.75-124.

HUME, D.J.; GRISWELL, J.G.; STEVENSON, K.R. 1976. Effects of soil moisture around nodules on nitrogen fixation by well watered soybeans. Canadian Journal of Plant Science, Otawa, 56(4):811-5.

JEFFERS, D.L. & SHIBLES, R.M. 1969. Some effects of leaf area, solar radiation, air temperature, and variety on net photosynthesis in field-grown soybeans. Crop Science, Madison, 9(6):762-4, Nov./Dec.

JETHMALANI, S.C.; MINOR, H.C.; TIWARI, K.C.; MOTIRAMANI, D.P. 1969. Soybean cultivation. Indian Farming, 19(6):17-8. a pud PENDLETON, J.W. & HARTWIG, Edgar E. 1973. Management. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap.7, p.211-37.

JOHNSTON, T.J. & PENDLETON, J.W. 1968. Contribution of leaves at different canopy levels to seed production of upright and lodged soybeans (Glycine max (L) Merrill). Crop Science, Madison,8(3):291-2, May/June.

JOHNSTON, T.J. ; PENDLETON, J.W.; PETERS, D.B. & HICKS, D.R. 1969. Influence of suplemental on apparent photosynthesis, yield component of soybeans (Glycine max (L) Merril). Crop Science, Madison, 9(5):577-81, Sept./Oct.

KENEDY, Robert A. 1976. Photorespiration in C_3 and C_4 plant tissue cultures. Significance of Kranz anatomy to low pho-

torespiration in C_4 plant. Plant Physiology, Bethesda, 58 (4):573-5, Oct.

KLUCAS, Robert V. 1975. The physiology of soybean nodule senescence. In: AUSTRALIAN LEGUME NODULATION CONFERENCE, 5ª Queensland, 18-21 March, 1975. Suplemento de Rhizobium Newsletter, Brisbane, p.153-8, 1975.

KOCH, B. & EVANS, H.J. 1966. Reduction of acetylene to ethylene by soybean root nodules. Plant Physiology, Bethesda, 41:1748-50.

LAWN, R.J. & BRUN, William A. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. In: Effect of photosynthetic source-sink manipulations. Crop Science, Madison, 14(1):11-6, Jan./Feb.

LAWN, R.J.; FISCHER, K.S.; BRUN, William A. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. II: Interrelationship between carbon and nitrogen assimilation. Crop Science, Madison, 14(1):17-22, Jan./Feb.

LEONARD, L.T. 1923. Nodule-production kinship between the soybean and the cowpea. Soil Science, Baltimore, 15:277-83 apud VEST, Grant; WEBER, D.F.; SLOGER, C. 1973. Nodulation and nitrogen fixation. In: CALDWELL, B.E. ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap.10, p.353-90.

MACHADO, Floriano P. 1950. Contribuição ao clima do Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 92p.

MARKUS, R. 1974. Elementos de estatística aplicada. Porto Alegre, UFRGS, Diretório Acadêmico Leopoldo Cortez 329 p.

McKEE, G.W. 1961. Some effects of liming, fertilization and soil moisture on seedling growth and nodulation in birdsfoot trefoil. Agronomy Journal, Madison, 53(4):237-40, July/Aug.

MEDERSKI, H.J.; JEFFERS, D.L.; PETERS, D.B. 1973. Water and water ralations. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap.8, p.239-66.

MELLO, O.; LEMOS, R.C. de; ABRÃO, P.V.R.; AZOLIN, M.A.D.; SANTOS, M.C.; CARVALHO, A.P. de. 1966. Levantamento em série dos solos do Centro Agronômico. Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS, Porto Alegre, 8:7-155.

MORENO, J.A. 1967. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 32p.

MOSS, D.N. 1968. Photorespiration and glycolate metabolism in tabaco leaves. Crop Science, Madison, 8(1):71-6, Jan./Feb.

MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J.C.; MOTA, W.A.; WESTPHALEN, S.L. 1974. Soja. In: ___. Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Pelotas, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul, p. 50-4. (Circular, 5).

NUTMAN, P.S. 1967. Varietal differences in the nodulation of subterranean clover. Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne, 18(2): 381-425, Mar.

OHLROGGE, A.J. 1960. Mineral nutrition of soybeans. Advances in Agronomy, New York, 12:229-63.

PIMENTEL GOMES, F. 1963. Curso de estatística experimental. 2.ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 400p.

ROSAS, Griffin S. 1967. Influencia de la defoliación parcial em plantas de soja (Glycine max). Turrialba, Costa Rica, 17(1):93-7, ene./mar.

RUSCHEL, Alaides Puppin & REUSZER, Herbert W. 1973. Desenvolvimento da nodulação e fixação simbiótica do nitrogênio em variedades de soja, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 8(8):251-6. (Série Agronômica).

RUSCHEL, Alaides Puppin & RUSCHELL, Renato. 1975. Sinergia da absorção de nitrogênio do solo e da fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico dirigida para o aumento do nitrogênio total da soja (Glycine max). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 10(11):37-40. (Série Agronômica).

RUSCHEL, Alaides Puppin; RUSCHEL, Herbert W.; ALMEIDA, D.L.; SUHET, A.R. 1974. Influência do nitrogênio mineral e orgânico na fixação simbiótica do N em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 9(10):125-9. (Série Agronômica).

SAKAMOTO, Clerence M. & SHAW, Robert H. 1967a. Apparrent photosynthesis in field soybean communities. Agronomy Journal, Madison, 59(1):73-5, Jan./Feb.

_____. 1967b. Light distribution in filed soybean canopies. Agronomy Journal, Madison, 59(1):7-9, Jan./Feb.

SCHWINGHAMER, E.A.; EVANS, H.J.; DAWSON, M.D. 1970. Evaluation of effectivenes in mutant strain of Rhizobium by acetylene reduction relative to other criteria of N_2 fixation. Plant and Soils, The Hague, 33:192-212.

SHAW, R.H. & WEBER, C.R. 1967. Effects of canopy arrangement on light interception and yield of soybeans. Agronomy Jounal, Madison, 59(1):155-9, Jan./Feb.

SHIBLES, R.M. & WEBER, C.R. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Science, Madison, 5:575-7.

___. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting partterns. Crop Science, Madison, 6(1):55-9, Jan./Feb.

SLATYER, R.O. 1969. Physiological significance of internal water relations to crop yield. In: EASTON, Jerry D., ed. Physiological aspects of crop yield. Madison, American Society of Agronomy. cap.4, p.53-88.

SLOGER, Charles. 1969. Symbiotic effectiveness and N_2 fixation in soybean. Plant Physiology, Bethesda, 44(12): 1666-8, Dec.

STREETER, J.G. 1972. Nitrogen nutrition of field grown soybean plants. I. Seasonal variations in soil nitrogen and nitrogen compositions of soybeans. Agronomy Journal, Madison, 64(3):311-4, May/June.

_____. 1973. A persistent paradox: Nitrogen nutriton of soybean. Ohio Report ou Research and Development in Agriculture, Home Economics and Natural Resources, Wooster, 58(2):37-9, Mar./Apr.

STUTZ, R.C. & BLISS, L.C. 1973. Acetylene reduction assay for nitrogen fixation under field condition in remots areas. Plant and Soil, The Hague, 38(1):209-113, Feb.

TAYO, T.O. 1977. Comparative analysis of growth, development and yield of three soybean varieties (Glycine max (L). The Journal of Agricultural Science, London, 88(1):151-7, Feb.

TEIGEN, James B. & VORST, James J. 1975. Soybean response to stand reduction and defoliation. Agronomy Journal, Madison, 67(6):813-6.

THAINE, R.; OVENDEN, S.L.; TURNER, J.S. 1959. Translocation of labelled assimilation in the soybean. Australian Journal of Biological Science, East Melbourne, 12(4):349-72. Nov.

THORNTHWAITE, C.W. & MATTER, J.R. 1955. The water balance. Centertion, New Jersey, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology. 104p. (publications in Climatology v.3, n.1).

THROWER, S.L. 1962. Translocation of labelled assimilates in the soybean. II: The pattern of translocation in intact and defoliated plants, Australian Journal of Biological Science, Otawa, 15(4):629-49, Nov.

TURNIPSEED, S.G. 1972. Response of soybeans to foliage losses in South Carolina. Journal of the Economic Entomology, College Park, 65:225-9.

___. 1973. Insects. In: CALDWEEL, B.E., ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap.17, p.545-72.

VEST, Grant. 1970. Rj_3 - a gene conditioning ineffective nodulation in soybean. Crop Science, Madison, 10(1):34-5, Jan./Feb.

VEST, G. & CALDWELL, B.E. 1972. Rj_4 - a gene conditioning ineffective nodulation in Soybean. Crop Science, Madison, 12(5):692-3, Aug./Sept.

VEST, G.; WEBER, D.F.; SLOGER, C. 1973. Nodulation and nitrogen fixation. In: CALDWELL, B.E., ed. Soybeans; improvement, production, and uses. Madison, American Society of Agronomy. cap.10, p.353-90.

VIDOR, C.; FREIRE, J.R.J.; SOARES, J.; GODINHO, I.; MENDES, N. G.; KORNELIUS, Z. 1972. Especificidade simbiótica entre estirpes de Rhizobium japonicum e variedades de soja (Glycine max (L) Merrill). Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, 8(1):61-7.

VIDOR, C. & MENDES, N.G. 1967. Avaliação da nodulação em experimentos de soja no ano de 1966-67. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA DA SOJA, 11ª, Porto Alegre, 1967, Súmula dos trabalhos fitotécnicos da cultura da soja, Porto Alegre, IPAGRO, p.48-56.

_____. 1968. Avaliação da nodulação em experimentos de soja no ano de 1967-68. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA DA SOJA, 12ª, Porto Alegre, 1968. Súmula dos trabalhos fitotécnicos na cultura da soja. Porto Alegre, IPAGRO. p. 60-3.

VINCENT, J.M. 1941. Serological studies of the root-nodule bacteria. I. Strains of Rhizobium melliloti. In: Linean Society of New South Wales. Proceedings... V.66, part 3-4, p.145-54.

VORHEES, J.H. 1915. Variations in soybean inoculation. Journal of the American Society of Agronomy, Washington, 7:139-40.

WACEK, T.J. & BRILL, Winston J. 1976. Simple, rapid assay for screening nitrogen-fixing ability in soybean. Crop Science, Madison, 16(4):519-23, July/Aug.

WEBER, C.R. 1955. Effects of defoliation and topping simulating hail injury to soybeans. Agronomy Journal, Madison, 47(6):262-6, June.

____. 1966. Nodulating and no-nodulationg soybean isolines. II. Response to applied nitrogen and soil conditions. Agronomy Journal, Madison, 58(1):46-9, Jan./Feb.

WEBER, C.R.; CALDWELL, B.E.; SLOGER, C.; VEST, H.G. 1971. Some USDA studies on the soybeans-Rhizobium symbiosis. Plant and Soil, The Hague, p.293-304. Volume especial.

WEBER, C.R.; SHIBLES, R.M.; BYTH, D.E. 1966. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. Agronomy Journal, Madison, 58(1):99-102, Jan./Feb.

WEISS, Martin G. 1949. Soybeans. Advances in Agronomy, New York, 1:77-157.

WHITEMAN, P.C. 1970. Seasonal changes in growth and nodulation of perenial tropical pasture legumes in the field.II. Effects of controlled defoliation levels on nodulation of Desmodium intortum and Phaseolus atropurpureus. Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne, 21(2): 207-14, Mar.

WILLIAMS, W.A.; LOOMIS, R.S.; LEPLEY, C.R. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. I. Productivity in relation to interception of solar radiation. Crop Science, Madison, 5(3):211-5, May/June.

ZELITCH, I. 1966. Increased rate of net photosynthetic carbon dioxide uptake caused by the inibition of glycolate oxidase. Plant Physiology, Bethesda, 41:1623-31.

7. APÊNDICES

Apêndice 1. Valores do quadrado médio da análise da variância do peso de matéria seca e raízes nas quatro amostragens das cultivares precoces e das tardias. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação	GL	Peso de matéria seca				Peso de raízes			
		Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Blocos	3	0,05*	1,80	2,45	7,12	1×10^{-3}*	0,25*	0,04	0,07
Cultivares	7	0,04*	7,87*	11,26	16,47	6×10^{-4}*	0,16*	0,20	0,24
Precoces vs tardias	1	0,03	49,70*	0,01	86,72*	5×10^{-4}	0,91*	0,27	1,08*
Precoces	3	0,02	1,01	14,86	4,54	1×10^{-4}	0,03	0,01	0,05
Tardias	3	0,05*	0,79	11,41	4,98	1×10^{-3}*	0,05	0,36*	0,14
Erro experimental	21	0,01	1,84	6,11	12,37	2×10^{-4}	0,06	0,12	0,13
C.V. (%)		14,8	16,7	18,2	20,7	12,5	17,0	19,6	18,4

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 2. Valores do quadrado médio da análise da variância do número e peso de nódulos nas quatro amostragens durante o período de desenvolvimento das cultivares de soja precoces e tardias. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação	GL	Número de nódulos				Peso de nódulos			
		Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Blocos	3	7,42	52,33	325,53*	1858,53*	27,71*	788,71	8705,92*	19556,71*
Cultivares	7	13,79	925,64*	2425,17*	3566,64*	23,63*	1145,34*	6349,07*	17167,41*
Precoces vs tardias	1	66,13*	4278,13*	15007,78*	18963,78*	72,00*	4851,13*	37128,13*	91378,13*
Precoces	3	5,06	111,56	30,42	961,73	19,40	334,92	1502,90	2767,17
Tardias	3	5,06	622,23*	625,73*	1039,17	11,73	720,50	935,56	6830,75
Erro experimental	21	8,89	60,94	433,48	515,63	7,54	272,97	2526,61	2808,90
C.V. (%)		32,7	19,8	27,9	38,6	38,2	28,5	35,8	26,9

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 3. Número de nódulos por grama (em base secos) de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	2483	826	440	319
Perola	1479	743	487	532
JC 5029	1172	896	705	480
JC 5120	1120	944	565	523
Tardias				
Hardee	1542	761	614	493
JC 5008	1196	1068	697	562
JC 5093	1249	1010	572	466
JC 5176	1369	838	448	493

A idade e o estádio de desenvolvimento encontram-se no Apêndice 12.

Apêndice 4. Resultados da atividade total e específica da nitrogenase de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Atividade total da nitrogenase (nM C_2H_4/h/pl.)				Atividade específica da nitrogenase (nM C_2H_4/h/g nod.)			
	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces								
Bragg	61a	1040a	273abc	485 bc	7853a	15690a	1335 c	2560 b
Perola	34a	470 b	31 c	79 c	4428 b	9910 bc	252 c	938 b
JC 5029	29a	422 b	90 c	230 c	3979 b	10210 bc	1013 c	1822 b
JC 5120	59a	549 b	179 c	228 c	7111ab	14878ab	2648 c	2764 b
Tardias								
Hardee	44a	520 b	2688a	1293abc	4286 b	7906 c	14030ab	6176ab
JC 5008	80a	525 b	1786ab	1623ab	5356ab	9539 c	12802 b	6321ab
JC 5093	58a	853ab	2732a	1284abc	5027ab	11242abc	11959 b	7644ab
JC 5176	28a	426 b	2568a	1772a	4394 b	10544 bc	15560a	4649ab

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativa pelo teste de Duncan (α =0,05)
A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

Apêndice 5. Valores do quadrado médio da análise da variância da atividade total e específica da nitrogenase de oito cultivares de soja nas quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação	GL	Atividade total da nitrogenase				Atividade específica da nitrogenase			
		Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Blocos	3	4409*	266009*	1176089	420267	9198194	10782833	19008263*	6911981*
Cultivares	7	1380	200369*	640487	1901067*	8131978	28777709*	174773470*	23685787*
Precoces vs tardias	1	399	12246	42329200*	12253725*	9270201	65628560*	1181137955*	139566101*
Precoces	3	1138	323908*	44914	113776	14837329*	36886977*	4280131	2737915
Tardias	3	1948	139537	788222	237472	1045218	8384825	9811981	6006888
Erro experimental	21	652	66838	932472	523333	3803009	8656648	25292989	2132535
C.V. (%)		51,9	43,0	74,7	82,8	36,8	26,2	66,9	35,5

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 6. Valores do quadrado médio da análise da variância da porcentagem e total de nitrogênio no tecido em oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação		Porcentagem de nitrogênio				Nitrogênio total			
	GL	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Blocos	3	0,04	0,06	0,01	0,01	95,03*	1180,92	2665,71	3243,53
Cultivares	7	0,16*	0,29*	0,14*	0,10*	95,60*	5156,07*	2228,70	5009,03
Precoces vs tardias	1	0,16*	0,43*	0,01	0,24*	101,53*	31375,13*	3908,69	20351,53
Precoces	3	0,16*	0,12*	0,47*	0,12*	53,06	338,06	3121,23	2604,40
Tardias	3	0,17*	0,42*	0,49*	0,03	136,17*	1234,40	2078,40	4395,50
Erro experimental	21	0,03	0,03	0,02	0,01	19,20	2073,46	4575,71	7250,67
C.V. (%)		3,9	5,3	5,8	4,1	14,5	17,3	20,43	20,6

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 7. Resultados do índice de área foliar hipotético e real de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Índice de área foliar hipotético				Índice de área foliar real			
	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces								
Bragg	0,60 b	3,48 bc	4,36 a	3,46 ab	0,60 b	3,34 b	3,63 a	2,98 a
Perola	0,67 b	3,77 bc	4,26 a	3,02 b	0,67 b	3,64 ab	3,62 a	2,56 a
JC 5029	0,73 b	4,08 abc	4,02 ab	2,76 b	0,73 b	3,90 ab	3,50 a	2,40 a
JC 5120	0,68 b	3,92 abc	3,35 b	1,93 c	0,68 b	3,76 ab	2,96 ab	1,68 ab
Tardias								
Hardee	0,62 b	3,83 abc	3,86 ab	3,56 ab	0,62 b	3,69 ab	3,26 a	2,76 a
JC 5008	0,75 b	4,50 a	4,20 a	3,39 ab	0,75 b	4,24 a	3,20 a	2,71 a
JC 5093	1,01 a	4,18 ab	4,53 a	3,94 a	1,01 a	4,02 ab	3,79 a	2,95 a
JC 5176	0,59 b	3,38 c	4,16 a	3,31 ab	0,59 b	3,27 b	3,57 a	2,76 a

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

A idade e o estádio de desenvolvimento das cultivares encontram-se no Apêndice 12.

Apêndice 8. Redução da área foliar (em %) devido ao ataque de lagartas em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento de oito cultivares de soja. Médias de quatro repetições.

Cultivares	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Precoces				
Bragg	-	3,64 b	16,75a	13,72a
Perola	-	3,48 b	13,95a	14,71a
JC 5029	-	4,47a	12,98a	12,82a
JC 5120	-	3,57 b	11,68ab	12,28a
Tardias				
Hardee	-	3,81ab	15,70a	24,20a
JC 5008	-	5,81a	15,55a	23,30a
JC 5093	-	3,72 b	16,40a	24,90a
JC 5176	-	3,19 b	14,20a	16,20a

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas pelo teste de Duncan (α = 0,05).

A idade e o estádio de desenvolvimento encontram-se no Apêndice 12.

Apêndice 9. Valores do quadrado médio da análise da variância do índice de área foliar total e real de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação	GL	Índice de área foliar hipotético				Índice de área foliar real			
		Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Blocos	3	0,01	0,80*	0,73*	0,37	0,01	0,70*	0,63	0,89*
Cultivares	7	0,07*	0,54*	0,53*	1,50*	0,07	0,43	0,30	0,69*
Precoces vs tardias	1	0,05	0,21	0,27	4,58*	0,05	0,17	0,01	1,10*
Precoces	3	0,01	0,26	0,84*	1,66*	0,01	0,23	0,41	1,17*
Tardias	3	0,14	0,92*	0,30	0,31	0,14*	0,71	0,30	0,08
Erro experimental	21	0,02	0,18	0,17	0,24	0,02	0,18	0,18	0,22
C.V. (%)		20,0	10,9	10,1	15,4	20,0	11,4	12,3	18,0

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 10. Valores do quadrado médio da análise da variância da porcentagem de redução na área foliar causada pelo ataque de lagartas, em oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação	GL	Amostragem 1	Amostragem 2	Amostragem 3	Amostragem 4
Blocos	3	-	2,68	1,15	285,70*
Cultivares	7	-	2,77*	12,42	117,52
Precoces vs tardias	1	-	0,94	21,12	615,13*
Precoces	3	-	0,83	18,55	4,52
Tardias	3	-	5,31*	3,38	64,65
Erro experimental	21	-	1,02	8,00	61,80
C.V. (%)		-	25,5	19,3	44,2

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 11. Valores do quadrado médio da análise da variância do rendimento de grãos (kg/ha), peso de 100 grãos (g), número de grãos/legume e número de legumes/planta. Médias de quatro repetições. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Causas da variação	GL	Rendimento de grãos	Peso de 100 grãos	Nº grãos/ legume	Nº legume/ planta
Blocos	3	18888,08	0,29	0,03	28,17
Cultivares	7	277027,86*	9,16	0,14*	258,50*
Precoces vs tardias	1	984906,12*	4,52*	0,26*	1540,13*
Precoces	3	263814,06*	14,59*	0,22*	64,23
Tardias	3	54282,85	5,28*	0,01	25,56
Erro experimental	21	39528,32	0,54	0,01	43,62
C.V. (%)		9,8	4,4	2,8	9,4

* - Diferença significativa ao nível de 5%.

Apêndice 12. Idade, estádio de desenvolvimento e altura das plantas de oito cultivares de soja, em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Estádio de desenvolvimento								Altura das plantas (cm)			
	Amostragem 1		Amostragem 2		Amostragem 3		Amostragem 4		Amostragens			
	Idade (dias)	Estádio	Idade (dias)	Estádio	Idade (dias)	Estádio	Idade (dias)	Estádio	1	2	3	4
Precoces												
Bragg	28	V_2**	51	V_3	75	R_6	93	R_8	26	77	98	100
Perola	28	V_2	51	V_3	75	R_6	93	R_9	22	67	83	85
JC 5029	28	V_2	51	V_4	75	R_7	93	R_9	21	73	92	93
JC 5120	28	V_2	51	V_4	75	R_7	93	R_{10}	22	76	95	96
Tardias												
Hardee	28	V_2	57	V_3	89	R_5	114	R_9	20	81	96	97
JC 5008	28	V_2	57	V_3	89	R_5	114	R_9*	27	78	100	101
JC 5093	28	V_2	57	V_3	89	R_5	114	R_9*	23	78	90	92
JC 5176	28	V_2	57	V_3	89	R_6	114	R_9	28	84	98	100

* - Início do estádio R_9.
**- A descrição do estádio de desenvolvimento foi baseada na nomenclatura definida por HANWAY e THOMPSON (1971).

Apêndice 13. Coeficientes de correlação entre os fatores relaciodos à fixação do nitrogênio e à produção de quatro cultivares de soja precoces e quatro tardias. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

	Atividade total da nitrogenase **		Atividade específica da nitrogenase**		Peso de 100 grãos		Rendimento de grãos	
	Precoces	Tardias	Precoces	Tardias	Precoces	Tardias	Precoces	Tardias
Peso de matéria seca	-0,185	-0,165	0,115	0,356	-0,077	-0,082	-0,190	-0,280
Peso de nódulos	0,131	0,221	0,010	-0,281	0,470	-0,179	0,342	-0,303
Número de nódulos	-0,273	0,098	-0,351	-0,168	0,170	-0,206	-0,068	-0,179
N total/planta	-0,342	-0,098	-0,155	-0,314	0,029	-0,178	-0,193	-0,141
% Nitrogênio	-0,538*	0,162	-0,875*	0,149	0,357	-0,310	-0,310	0,403
ATN **			0,767*	0,709*	0,075	0,182	0,482	0,282
AEN **					-0,286	0,099	0,193	0,334
Peso de 100 grãos							0,736*	-0,208
Nº legumes/planta							0,014	0,817*

* - Coeficiente de correlação significativo ao nível de 5%.

** - Para o cálculo da correlação foi considerado a média de todo o período de desenvolvimento(das 4 épocas).

Apêndice 14. Coeficiente de correlação entre os diversos parâmetros relacionados à fixação simbiótica do nitrogênio e rendimento de grãos de oito cultivares de soja precoces e tardias em quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Interações		Amostragem 1		Amostragem 2		Amostragem 3		Amostragem 4	
		Precoce	Tardia	Precoce	Tardia	Precoce	Tardia	Precoce	Tardia
Peso de M.S.	x Peso nódulos	-0,058	0,557*	0,003	0,004	0,126	0,636*	0,445	0,504
	x nº nódulos	0,418	0,609*	0,239	0,062	0,028	0,498	0,483	0,302
	x N total	0,943*	0,983*	0,941*	0,661*	0,890*	0,803*	0,949*	0,929*
	x % N	-0,111	0,209	-0,338	-0,343	-0,540*	-0,273	-0,096	-0,263
	x ATN	0,365	0,111	0,313	-0,217	0,051	-0,099	-0,091	-0,049
	x AEN	0,232	0,012	0,201	-0,004	0,169	0,132	0,198	-0,193
	x IAF	0,245	0,531*	0,218	-0,332	0,057	-0,301	-0,405	0,028
	x Peso raízes	0,615*	0,918*	0,688*	0,879*	0,493	0,926*	0,824*	0,848*
	x Rend. grãos	0,012	0,063	-0,091	0,042	-0,088	0,179	-0,190	-0,280
	x 100 grãos (g)	-0,046	-0,582*	-0,241	0,152	-0,206	0,384	-0,077	-0,082
Peso nódulos	x Nº nódulos	0,491	0,754*	0,430	0,554*	0,575*	0,742*	0,748*	0,795*
	x N total	-0,211	0,600*	0,177	0,257	0,059	0,024	0,470	0,552*
	x % N	-0,404	0,323	0,464	0,289	-0,122	-0,022	0,095	0,062
	x ATN	0,148	0,665*	-0,134	0,776*	0,206	0,102	0,226	0,007
	x AEN	-0,005	0,478	-0,079	0,132	0,061	-0,149	-0,011	-0,094
	x IAF	0,181	0,395	-0,290	-0,023	-0,366	-0,538*	0,380	0,354
	x Peso raízes	0,292	0,633*	0,002	-0,009	0,101	0,563*	0,448	0,245
	x Rend. grãos	-0,796*	0,117	0,387	-0,041	0,340	0,118	0,342	-0,303
	x 100 grãos (g)	-0,857*	-0,417	0,395	-0,439	0,102	0,096	0,470	-0,179
Nº nódulos	x N total	0,246	0,606*	0,394	0,464	-0,045	-0,053	0,647*	0,164
	x % N	-0,568*	0,182	0,399	0,464	-0,126	0,072	0,503	0,164
	x ATN	0,247	0,180	0,381	0,567*	0,071	-0,023	-0,137	-0,158
	x AEN	0,141	0,011	-0,021	0,318	0,049	-0,103	-0,132	0,003
	x IAF	-0,065	0,267	0,021	0,558*	-0,190	-0,652*	0,071	0,124
	x Peso raízes	0,256	0,574*	-0,154	0,064	-0,140	0,464	0,502	0,104
	x Rend. grãos	-0,414	0,097	0,288	0,336	0,076	0,347	-0,068	-0,179
	x 100 grãos (g)	-0,628*	-0,309	0,378	-0,784*	0,048	-0,089	0,170	-0,206

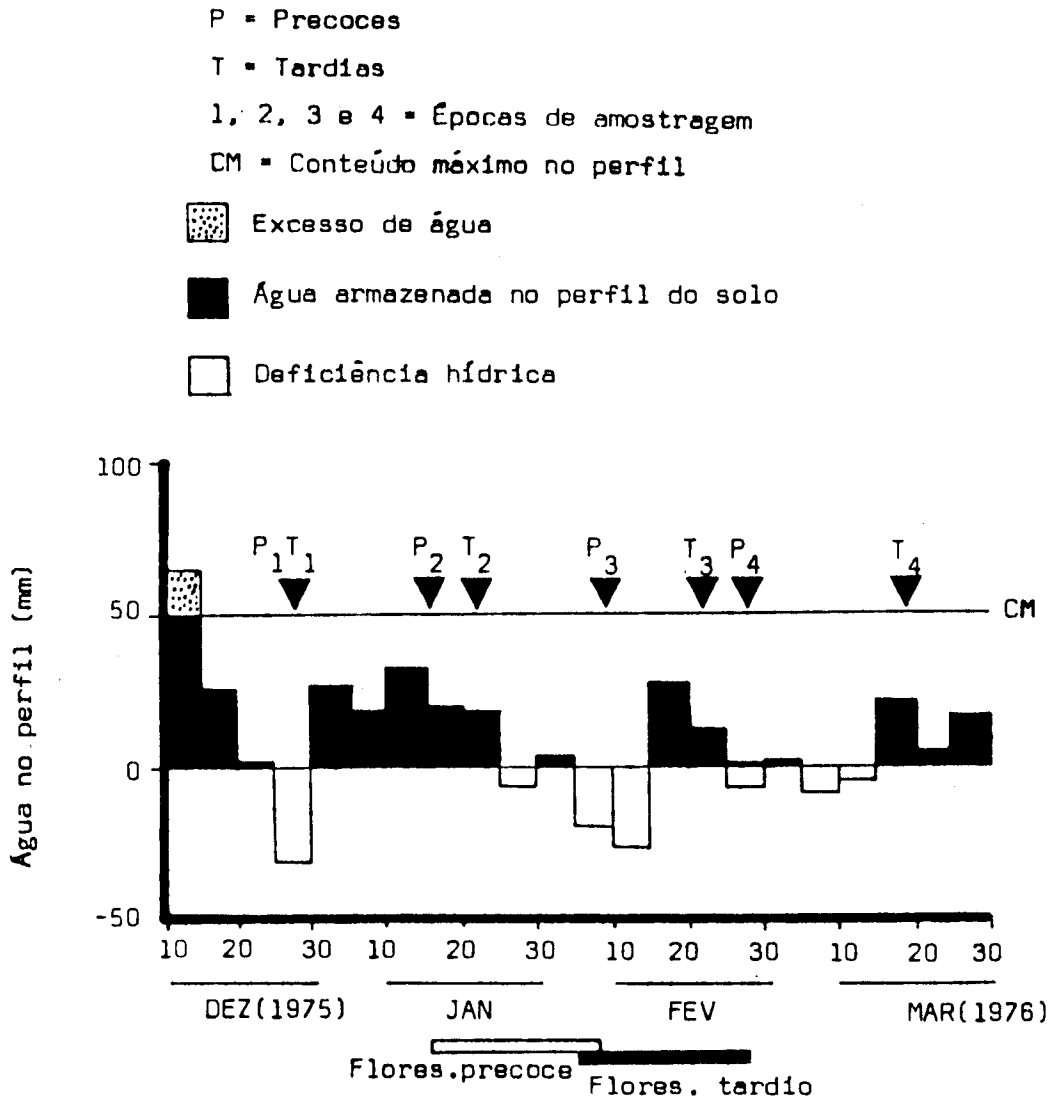
* - Coeficiente de correlação significativo ao nível de 5%.

Continua.....

Apêndice 14. Continuação....

Interações		Amostragem 1		Amostragem 2		Amostragem 3		Amostragem 4	
		Precoce	Tardia	Precoce	Tardia	Precoce	Tardia	Precoce	Tardia
N total	x %N	0,218	0,377	-0,006	0,472	-0,102	0,273	0,216	0,109
	x ATN	0,357	0,169	0,220	0,061	-0,157	0,370	-0,259	-0,073
	x AEN	0,252	0,041	0,028	-0,192	-0,128	0,242	0,030	-0,054
	x IAF	0,158	0,564*	0,327	0,082	0,323	-0,183	-0,350	0,217
	x Peso raízes	0,455	0,932*	0,635*	0,462	0,646*	0,568*	0,805*	0,869*
	x Rend. grãos	0,082	0,042	-0,036	0,113	0,062	0,356	-0,193	-0,141
	x 100 grãos (g)	0,119	-0,647*	-0,030	-0,359	0,036	0,169	0,029	-0,178
% Nitrogênio	x ATN	-0,071	0,269	-0,298	0,326	-0,443	0,369	-0,574*	-0,101
	x AEN	-0,015	0,052	-0,487	-0,234	-0,631*	0,084	-0,604*	0,400
	x IAF	-0,112	0,261	0,252	0,495	0,456	0,133	0,136	0,511
	x Peso raízes	-0,356	0,321	-0,264	-0,424	0,156	-0,527*	-0,050	-0,014
	x Rend. grãos	0,176	-0,074	0,174	0,086	0,324	0,006	-0,005	0,403
	x 100 grãos (g)	0,495	-0,478	0,620*	-0,608	0,514*	-0,310	0,357	-0,310
ATN	x AEN	0,911*	0,764*	0,808*	0,348	0,845*	0,768*	0,720*	0,349
	x IAF	-0,420	0,140	-0,508	0,256	-0,131	-0,240	0,473	0,344
	x Peso raízes	-0,054	0,157	0,066	-0,188	-0,343	-0,088	-0,023	0,014
	x Rend. grãos	0,021	0,254	0,560*	-0,131	0,308	0,118	0,199	0,359
	x 100 grãos (g)	0,171	-0,243	0,127	-0,499	-0,066	0,095	-0,065	0,361
AEN	x IAF	-0,506	0,240	0,496	0,207	-0,311	-0,147	-0,043	0,340
	x Peso raízes	-0,304	0,147	0,031	0,246	-0,337	0,011	0,226	-0,120
	x Rend. grãos	0,082	0,015	0,311	0,282	-0,025	0,107	0,010	0,577*
	x 100 grãos (g)	-0,056	-0,080	-0,227	-0,154	-0,447	0,305	-0,401	-0,314
IAF	x Peso raízes	0,469	0,612*	0,137	-0,153	0,403	-0,361	-0,430	0,013
	x Rend. grãos	-0,406	0,104	-0,594*	0,184	0,395	-0,386	0,591*	0,417
	x 100 grãos (g)	-0,153	-0,698*	-0,216	-0,542*	0,584*	-0,318	0,559*	-0,078
Ataque lagartas	x Peso M.S.	------	------	-0,003	0,168	0,245	0,131	-0,598*	-0,154
	x Peso nódulos	------	------	-0,488	0,067	0,412	0,480	-0,261	-0,410
	x Nº nódulos	------	------	0,200	0,324	0,248	0,233	-0,252	-0,109
	x IAF	------	------	-0,088	-0,217	0,122	0,138	-0,014	-0,312
	x ATN	------	------	-0,202	-0,143	-0,110	-0,218	-0,281	-0,248
	x AEN	------	------	0,085	-0,290	0,444	-0,337	0,554*	-0,146
	x Rend. grãos	------	------	-0,181	0,092	0,404	0,160	-0,104	-0,251
	x 100 grãos (g)	------	------	0,030	-0,302	0,532*	-0,171	-0,042	-0,179

* - Coeficiente de correlação significativo ao nível de 5%.



Apêndice 15. Excesso e deficiência hídrica, no perfil de 0 a 50 cm de profundidade, balanço hídrico (segundo o método Thornthwaite & Matter, 1955). Calculado em intervalos de 5 dias. Os dados metereológicos foram obtidos através da Estação Metereológica na E.E.A. da UFRGS - Guaíba, RS.

Apêndice 16. Porcentagem de ocorrência das estirpes de Rhizobium japonicum 532 c, 566 e 587, em oito cultivares de soja. Médias de quatro amostragens durante o período de desenvolvimento. 60 nódulos por cultivar. E.E.A. da UFRGS - Guaíba, 1975/76.

Cultivares	Estirpes			Reação * cruz.	Reação ** neg.
	532 c	566	587		
Precoces					
Bragg	27	18	28	4	23
Pérola	10	21	35	2	32
JC 5029	30	23	25	4	18
JC 5120	30	18	29	4	21
Médias	24	20	29	4	24
Tardias					
Hardee	9	26	34	1	30
JC 5008	8	27	36	4	25
JC 5093	4	27	36	4	23
JC 5176	22	24	25	1	27
Médias	11	26	33	3	26

* - Indica a existência de mais de uma estirpe num nódulo.

** - Indica estirpes não identificadas.

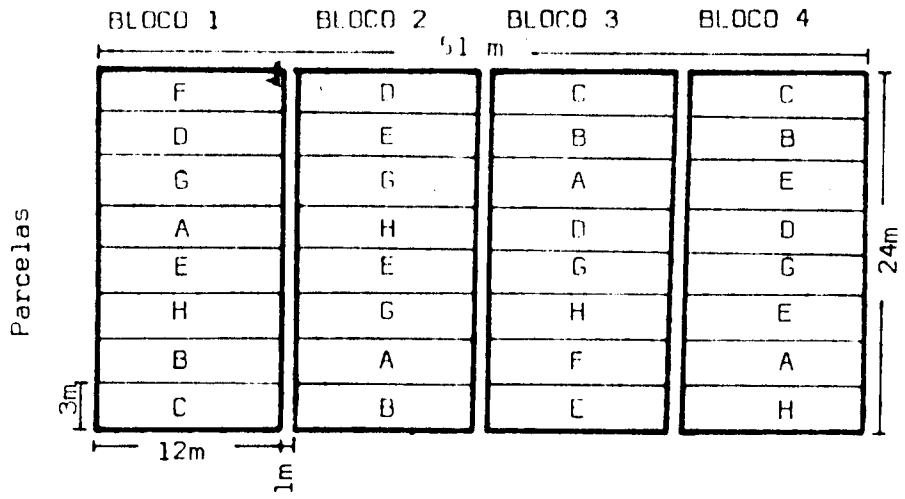
Apêndice 17. Datas de florescimento e colheita, altura de plantas e número relativo de plantas por área (médias dos quatro blocos respectivamente) no momento da colheita de oito cultivares de soja semeadas em 26/11/1975. Estação Experimental Agronômica da UFRGS - Guaíba, RS.

Cultivares	Início* do florescimento	Altura de planta (cm)	Nº rel. de plantas (%)**	Data de colheita
Precoces				
Bragg	20/01	97	87	09/04
Pérola	20/01	71	96	09/04
JC 5029	15/01	84	89	09/04
JC 5120	14/01	86	94	09/04
Tardias				
Hardee	12/02	99	81	05/05
JC 5008	17/02	107	88	05/05
JC 5093	05/02	101	92	05/05
JC 5176	05/02	105	82	05/05

* - O início do florescimento foi considerado com 50% das plantas apresentando no mínimo uma flor.

** - O número relativo de plantas foi calculado a partir das plantas existentes em relação ao número ideal de 400 mil plantas por hectare.

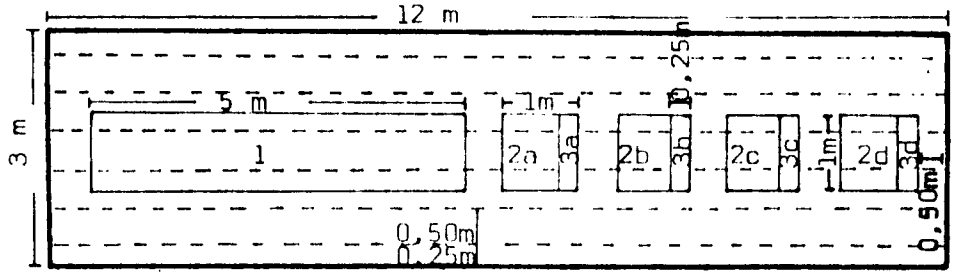
Escala 1:500



CULTIVARES:

A = Bragg; B = Pérola; C = JC 5029; D = JC 5120; E = Hardee; F = JC 5008; G = JC 5093 e H = JC 5176.

DETALHAMENTO DA PARCELA (Escala 1:100)



As linhas pontilhadas correspondem às fileiras das plantas. As plantas de sub-parcelas foram utilizadas para as seguintes finalidades:

1. Rendimento de grãos.
2. Amostragens casualizadas para as avaliações de matéria seca, nodulação, eficiência de fixação do N_2, ident. sorológica de estirpes, N total e N%. Cada sub-parcela (2a-2d) corresponde a uma época de amostragem.
3. Áreas destinadas para a avaliação simultanea do IAF (3a-3d)

Apêndice 18. Esquema da área experimental e distribuição dos blocos e parcelas.