

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E
RECOMENDAÇÃO (DRIS) EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA SOJA**

MARCIO HENKES CALDEIRA

Orientador: Prof. PhD. Pedro Alexandre Varella Escosteguy

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, junho de 2007.



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

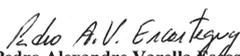
“Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em
diferentes estádios de desenvolvimento da soja”

Elaborada por

MARCIO HENKES CALDEIRA

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Área de Produção Vegetal

Aprovada em: 29/06/2007
Pela Comissão Examinadora


Dr. Pedro Alexandre Varella Escosteguy
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador


Dr. Pedro A. Varella Escosteguy
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia


Dr. Antonio Enedi Boaretto
USP


Dr. Mauro Antonio Rizzardi
Diretor FAMV


Dr. Gilmar Ribeiro Nachigall
Embrapa Uva e Vinho

C146s Caldeira, Marcio Henkes

Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)
em diferentes estágios de desenvolvimento da soja / Marcio
Henkes Caldeira. – 2008.

130 f. : il. color. ; 25 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de
Passo Fundo, 2008.

Orientador: Prof. PhD. Pedro Alexandre Varella Escosteguy.

1. Análise foliar – Morfologia. 2. Soja – Nutrição.
3. Plantas – Nutrição. 4. Soja – Cultivo. I. Escosteguy,
Pedro Alexandre Varella, orientador. II. Título.

CDU: 633.34

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela força motriz que conduz e inspira.

A minha mãe Lorecy pelo amor e exemplo de superação. Ao meu irmão Emir e irmãs Lorena e Larissa, pela compreensão, carinho e alegria de todos os sorrisos, nos momentos difíceis.

Aos meus avós José Pedro (em memória) e Jahir pelo exemplo do que é fazer a diferença na vida.

Ao meu tio Jose e família, por todas as palavras de incentivo que me trouxeram até aqui.

A Greice pelo que as palavras não traduzem, pela tua cumplicidade e por um sorriso em um baile da Agronomia...

Aos meus amigos Tiago, Cristian, Elir, Evandro, Eclérium, Edegar, Ciro, Ângelo, Lauro e as amigas Sandra, Carine, Melissa, Nadia, Marilde e Mara, por mostrarem meus erros, pela cumplicidade e alegria.

Ao professor Pedro, pelo exemplo, pela paciência e pelo que levarei pra vida.

Aos maiores amigos e amigas do Laboratório de Química de Solo, meu compadre Emerson, Carla, Maria Elisabete, André, Jacson, Tiago, Alfredo, Fabiano, Tonão, Ronaldo, Enrique, Deise, Silas e Maria, pelo chimarrão, pela amizade e pelos grandes momentos.

A Capes, por tornar um sonho, uma realidade...

Aos funcionários do Cepagro, Vanderli, Cláudio, Tião e Valmor por tornar esse e muitos outros trabalhos possíveis, sempre com boa vontade e alegria.

A Maria Helena, Cenilda e demais funcionários do Laboratório de Solos pela paciência e por tornar esse trabalho possível.

Ao Felipe e a Lisiane, que tornaram viável a idéia do DRIS, fazendo das tarefas difíceis, apenas uma questão de tempo.

Aos funcionários da secretaria, Mari, Vanessa, Emanuel e Valdecir e as tias da limpeza, por fazerem muito mais que seu trabalho.

Aos professores Vilson, Edson, Fioreze, Erlei e Jurema, pelos momentos de conversa que levarei comigo.

Ao professor Sírio Wittolter e funcionários do CNPT, pela grande receptividade e aprendizado.

Aos amigos do Laboratório de Fitopatologia, pela parceria, aprendizado e pelo futebol...

Aos colegas Deise, Mirela, Márcio, Leonildo, Roberto, Pavan, Vanzella, Gisele e Paulo, pelos obstáculos que ultrapassamos e pelo que aprendemos juntos.

Aos amigos do grupo da quinta, pela amizade, parceria e pela compreensão das ausências nos churrascos e no futebol.

A formalidade como uma virtude ou defeito, nunca foi minha grande característica, por isso, como diria Luis Marengo, um dos maiores poetas gaúchos: “Tenho uma velha saudade que levo comigo, por ser companheira e que aos olhos dos outros, parecem desgostos por ser tão caseira...”

Levo a saudade de um chimarrão, de uma boa conversa e de um tempo que guardo na lembrança, por que como diria o poeta: “Tem coisas que tem seu valor avaliado em quilates, em cifras e fins... Mas outras não têm o apreço, nem pagam o preço que valem pra mim.”

Um baita abraço a todos que fazem parte da minha vida e muito, mas muito obrigado!

SUMARIO

	Página
Lista de Tabelas	ix
Lista de Figuras	xi
RESUMO	1
ABSTRACT	4
1 INTRODUÇÃO	7
2 MATERIAL E MÉTODOS	20
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.1 Acúmulo de matéria seca e rendimento de grãos	26
3.2 Faixa de suficiência	33
3.3 DRIS com base em teores de nutrientes	57
4 CONCLUSÕES	88
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APENDICES	99

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V4 e R2	74
2	Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V5 e R2	75
3	Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V7 e R2	76
4	Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V9 e R2	77
5	Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V11 e R2	78
6	Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas no estágio R2	80

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Teor de manganês (Mn) em função da adubação e o tipo de folha de soja. Média de quatro repetições e dos estádios amostrados.....	27
2	Teor de manganês (Mn) em função da adubação e o estádio de desenvolvimento da soja. Média dos três tipos de folhas amostradas.....	28
3	Quantidade extraída de manganês (Mn) em função da adubação e o tipo de folha analisada. Média de quatro repetições e dos estádios amostrados.....	29
4	Matéria seca (MS) de plantas de soja (outras folhas + folha recém madura + hastes), em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	30
5	Matéria seca (MS) de plantas de soja (outras folhas + folha recém madura + hastes), com e sem adubo, média dos estádios analisados.....	31
6	Acúmulo de matéria seca (MS) em folhas de soja. Média de oito repetições.....	32
7	Quantidade de nitrogênio (N) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	35
8	Teor de fósforo (P) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	38
9	Quantidade de fósforo (P) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	39
10	Teor de potássio (K) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	39
11	Quantidade de potássio (K) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	40

12	Teor de enxofre (S) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	40
13	Quantidade de enxofre (S) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	41
14	Teor de cálcio (Ca) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	45
15	Quantidade de cálcio (Ca) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	46
16	Teor de magnésio (Mg) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	46
17	Quantidade de magnésio (Mg) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	47
18	Teor de boro (B) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	47
19	Quantidade de boro (B) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	48
20	Teor de ferro (Fe) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.....	51
21	Quantidade de ferro (Fe) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	52
22	Quantidade de manganês (Mn) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	52
23	Teor de zinco (Zn) em função dos estádios de desenvolvimento da soja. Média dos três tipos de folhas amostradas.....	54

24	Quantidade de zinco (Zn) extraída de folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	55
25	Teor de cobre (Cu) em função dos estádios de desenvolvimento da soja. Média dos três tipos de folhas amostradas.....	55
26	Teor de cobre (Cu) em função do tipo de folha coletada. Média dos estádios avaliados.....	56
27	Quantidade de cobre (Cu) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.....	56
28	Relações N / P (a), N / K (b) e N / Ca (c) da cultura da soja, em função do tipo de folha e estádio amostrado.....	60
29	Relações N / Mg (a), N / S (b) e P / N (c) da cultura da soja, em função do tipo de folha e estádio amostrado.....	61
30	Relações P / Mg (a), P / S (b), K / S (c) da cultura da soja, em função do tipo de folha e estádio amostrado.....	62
31	Relações K / P (a), K / Ca (b), K / Mg (c) da cultura da soja, em função do tipo de folha e estádio amostrado.....	63
32	Relações Ca / P (a), Ca / Mg (b) e Ca / S (c) da cultura da soja, em função do tipo de folha e estádio amostrado.....	64
33	Relação Mg / S (b) da cultura da soja, em função do tipo de folha e estádio amostrado.....	65
34	Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V4 e R2.....	67
35	Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V5 e R2.....	68

36	Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V7 e R2.....	69
37	Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V9 e R2	70
38	Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V11 e R2.....	71
39	Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF) e folha índice (FI), no estádio R2.....	72
40	Correlação entre o teor e o índice DRIS de cálcio (Ca) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	81
41	Correlação entre o teor e o índice DRIS de zinco (Zn) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	82
42	Correlação entre o teor e o índice DRIS de magnésio (Mg) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	82
43	Correlação entre o teor e o índice DRIS de fósforo (P) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	83
44	Correlação entre o teor e o índice DRIS de enxofre (S) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	83
45	Correlação entre o teor e o índice DRIS de nitrogênio (N) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	84
46	Correlação entre o teor e o índice DRIS de potássio (K) obtido na folha índice, estádio R2 na cultura da soja.....	84

47	Correlação entre o teor e o índice DRIS de manganês (Mn) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.....	85
48	Correlação entre o teor e o índice DRIS de boro (B) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.....	85
49	Correlação entre o teor e o índice DRIS de ferro (Fe) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.....	86
50	Correlação entre o teor e o índice DRIS de cobre (Cu) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.....	86

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
(DRIS) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
DESENVOLVIMENTO DA SOJA**

**MARCIO HENKES CALDEIRA¹, PEDRO ALEXANDRE
VARELLA ESCOSTEGUY²**

RESUMO - Os fertilizantes utilizados na cultura da soja desempenham importante papel no processo produtivo devido ao potencial de impacto ambiental e, principalmente, ao impacto nos custos de produção. Assim, a utilização desses insumos deve ser eficiente e rentável. Métodos de diagnóstico nutricional das plantas, baseados na análise foliar contribuem para o aumento da eficiência da adubação. Entre esses métodos, a faixa de suficiência dos nutrientes na folha tem sido o mais utilizado em culturas de grãos. Alternativamente, o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) também tem sido proposto para o diagnóstico das condições nutricionais das plantas. Contudo, as folhas analisadas nesses métodos são coletadas no florescimento da cultura, o que limita o tempo para a correção de problemas nutricionais em culturas de ciclo curto, como a soja. Dessa forma, geralmente,

¹ Eng. – Agr., Acadêmico do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal – mhaldeira@yahoo.com.br

² Orientador, Eng. – Agr., Ph.D., Professor da FAMV/PPGAgro/UPF – escosteguy@upf.br

posterga-se para a próxima safra, ou cultura, a correção das deficiências nutricionais diagnosticadas com a análise foliar. Neste trabalho, avaliou-se a antecipação do diagnóstico nutricional de folhas de soja, com base no DRIS. Além disso, avaliou-se a influência do tipo de folha analisada nesse diagnóstico. Os índices DRIS de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe e B obtidos na folha índice (FI) da soja, coletada no estágio do florescimento (R2), foram comparados com os obtidos nos estádios vegetativos: V4, V5, V7, V9 e V11. Nesses estádios, os índices foram determinados em dois tipos de folhas: folha recém madura (FRM) e outras folhas (OF). Além disso, foi determinado o teor de nutrientes das folhas que indica a melhor condição de equilíbrio nutricional, com base no índice DRIS de cada nutriente analisado. O experimento foi conduzido a campo, em Latossolo Vermelho distrófico típico, em Passo Fundo – RS. Utilizou-se um trifatorial, composto de cinco estádios vegetativos de desenvolvimento da soja (V4, V5, V7, V9 e V11), dois níveis de adubação (com e sem a fórmula NPK 2:25:25) e três tipos de folhas (OF, FRM e FI). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os teores de nutrientes nas folhas foram analisados por digestão ácida, exceto o B, obtido por combustão seca. Os cálculos dos índices DRIS foram efetuados com as metodologias de Beaufils, Jones e Elwali & Gasho, usando software desenvolvido na Universidade de Passo Fundo. As normas DRIS foram extraídas da população de referência constituída das amostras de soja (BRS 244) com rendimento de grãos maiores que 4.032 kg_{ha}⁻¹. Os índices DRIS foram agrupados em faixas de valores que variaram de -10 a 10. Os teores considerados adequados dos nutrientes foram determinados com base no valor do índice DRIS, estabelecido entre -10 a 10 e obtidos na FI, no estágio R2. Houve concordância entre os índices DRIS calculados

com os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Mn e Fe da FI e os calculados com a FRM, mas isso variou com o estágio de desenvolvimento da soja. No estágio V7, essa concordância foi verificada com o N, P, K, Ca, S e Cu, enquanto que no V9, com os teores de N, K, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn. Houve também concordância entre os índices obtidos nas OF e a FI, sendo isso observado com o N, S, B e Fe, em ambos estádios; enquanto que com o Ca, Mn, P e Zn, somente no V7. Nos demais estádios vegetativos analisados, houve menor número de concordância entre os índices dos nutrientes obtidos na FI e nas demais folhas testadas. Além disso, os índices obtidos nesses estádios indicaram maior quantidade de nutrientes em desequilíbrio. Assim, o diagnóstico antecipado foi menos adequado quando efetuados nesses estágios. O teor de nutrientes considerado mais adequado na FI, no estágio R2, foi: 2,08 % (N), 0,46 % (P), 2,03 % (K), 0,52 % (Ca), 0,27 % (Mg), 0,18 % (S), 42,99 mg kg⁻¹ (Zn), 11,93 mg kg⁻¹ (Cu), 136,69 mg kg⁻¹ (Fe), 31,64 mg kg⁻¹ (B) e 103,39 mg kg⁻¹ (Mn). Conclui-se que o DRIS pode ser aplicado nos estádios V7 e V9 da soja, antecipando o diagnóstico realizado no estágio R2, mas isso varia com o tipo de folha e o nutriente analisado.

Palavras-chave: Análise foliar, diagnóstico nutricional, nutrição vegetal, equilíbrio nutricional.

DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM (DRIS) IN DIFFERENT STAGES OF SOYBEAN DEVELOPMENT

ABSTRACT – The fertilizers input has an important role in the soybean crop production due to its potential environmental impact and, mainly, to the impact on the production costs. Methods of nutritional diagnostic of plants based on foliar analysis helps to increase fertilization efficiency. Among these methods, the sufficiency range of foliar nutrient contents has been the most used on grain crops. Alternatively, the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) has also been proposed to the diagnostic of plant nutrient conditions. However, the leaves analyzed in these methods are sampled on the blooming stage, which limited the time to correct nutritional problems for crops of short cycle, as soybean. Then, nutritional problems found by the foliar diagnostic are, in general, corrected in the next growing season. In this work, the anticipation of foliar nutritional diagnostic was evaluated, by using DRIS. Besides, the influence of leaves types was also evaluated. The DRIS indexes of N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, and B obtained on the standard leaf (SL) of soybean, sampled on blooming stage (R2) were compared with the indexes obtained on the following vegetative stages: V4, V5, V7, V9, and V11. On these stages, the DRIS indexes were determined on two kinds of leaves: the most mature leaf (MML) and others (OL). Besides, leaves nutrient contents related to the best condition of nutrient balances was determined, by using the DRIS indexes of each nutrient. The experiment was on field conditions, on a Typic red latossol, in Passo Fundo city, RS, in the Southernmost region of Brazil. A three factorial compound by five vegetative

stages (V4, V5, V7, V9, and V11), two fertilization level (with and without the NPK formula 2:25:25), and two kinds of leaves was used. A randomized complete blocks design with four replicates was used. The foliar nutrient contents were analyzed by using acid digestion, except the B content, which was obtained by dry combustion. The DRIS indexes were calculated with Beaufils, Jones, and Elwali & Gasho methodologies and by using a software from University of Passo Fundo. The DRIS norms were obtained from de standard population formed by samples of soybean (BRS 244.) with grain yield higher than 4.032 kg.ha⁻¹. The DRIS indexes values were grouped in ranges from -10 to 10. The nutrient contents considered as the more adequate were found by using the DRIS indexes, which was assumed to range from -10 to 10 and obtained on the IL, on the R2 stage. The DRIS indexes calculated with the N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Mn, and Fe contents of the IL agree with the DRIS indexes obtained on the MML, but it changed with the soybean stage. On V7 stage, it was found with N, P, K, Ca, S, and Cu, while on V9 stage, it was found with N, K, Mg, S, B, Cu, Fe, and Mn. There was also agreement between the DRIS indexes obtained by using the OL and the IL. It was found for N, S, B e Fe, on both stages, while for Ca and Mn, on V7 stage. By using the other stages analyzed, there were a less agreements between the DRIS indexes from the IL and the other tested leaves. Besides, the indexes obtained in these stages showed a higher number of nutrients as equilibrated. Then, the anticipated diagnostic is less adequate when using these stages. The most adequate nutrient contents of the IF, on R2 stage, is: 2,08 % (N), 0,46 % (P), 2,03 % (K), 0,52 % (Ca), 0,27 % (Mg), 0,18 % (S), 42,99 mg kg⁻¹ (Zn), 11,93 mg kg⁻¹ (Cu), 136,69 mg kg⁻¹ (Fe), 31,64 mg kg⁻¹ (B) e 103,39 mg kg⁻¹ (Mn). It is possible to anticipate the soybean leaves diagnostic by

using DRIS shifting the diagnostic period from the R2 to V7 or V9 stages, but it change with the types of leaves and analyzed nutrient.

Key-words: Foliar analysis, nutritional diagnostic, plant nutrition, nutritional balance.

1 INTRODUÇÃO

Os fertilizantes e corretivos na cultura da soja perfazem de 20 a 40% dos custos totais relacionados a essa cultura no Brasil. Tal variação é devida, principalmente, a quantidade de insumo utilizado e a região, já que o custo do frete rodoviário desempenha importante papel nos custos dos insumos aos produtores (CONAB, 2007).

Diante da importância desses insumos no processo de produção e do potencial impacto econômico e ambiental decorrente da sua aplicação de forma inadequada, a utilização dos mesmos deve ser eficiente e rentável.

Por outro lado, o suprimento de nutrientes no solo não garante o suprimento adequado às plantas, já que muitos fatores podem influir na absorção, prejudicando, significativamente, o processo de crescimento e desenvolvimento das culturas (RAIJ, 1991). Dessa forma, a análise de solo apesar de ser importante, é insuficiente para garantir um acompanhamento adequado do estado nutricional das plantas e seu diagnóstico.

A análise de tecidos vegetais, por sua vez, consiste em uma importante ferramenta para diagnóstico nutricional, pois se baseia na planta como fonte de informações e como extratora de nutrientes do solo, possibilitando uma avaliação direta de seu estado nutricional (BEAUFILS, 1973).

As folhas geralmente são os órgãos que podem melhor representar a condição nutricional de uma população de plantas, já que nessas ocorrem importantes reações metabólicas, onde alterações fisiológicas de repercussão nutricional, ainda que sensíveis, podem tornar-se mais facilmente evidentes (MALAVOLTA et al., 1997; ANGHINONI & GIANELLO, 2004).

Os procedimentos para a amostragem de tecido para cultura da soja, são variáveis. Na literatura há indicações para a coleta do terceiro trifólio, a partir do ápice (RAIJ, 1991; SOCIEDADE..., 2004), terceiro ou quarto trifólio (TECNOLOGIAS..., 2006), bem como deste acompanhado de pecíolos (RAIJ, 1991; SOCIEDADE..., 2004) ou não (MALAVOLTA et al., 1997), sendo que a época de coleta indicada contempla os estádios de início de floração (SFREDO et al., 1986), floração plena (SOUZA & CARVALHO, 1985; RAIJ, 1991; BATAGLIA et al., 1996) ou final da floração (MALAVOLTA et al., 1997).

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, a recomendação oficial de amostragem e interpretação dos resultados de análise indica a terceira folha, com pecíolo, a partir do ápice da haste principal, coletada no florescimento pleno como sendo a folha índice da cultura da soja. Nesses Estados, a avaliação do estado nutricional dessa cultura, a análise foliar, baseia-se no estabelecimento de faixas de suficiência dos nutrientes, através da análise de tecido (SOCIEDADE..., 2004).

Esse método de diagnóstico, geralmente, é utilizado para complementar a análise de solo, com base em uma avaliação criteriosa. Embora a análise de solo seja fundamental no diagnóstico das características químicas do solo, a análise de tecido vegetal, por sua vez, contribui para uma maior abrangência no processo de identificação e controle dos fatores nutricionais limitantes, porém, geralmente, impossibilita que esses sejam corrigidos na mesma safra onde foram coletadas as amostras da folha índice.

Por nível crítico (NC) entende-se o teor de um nutriente na planta ou no solo, que proporciona uma produtividade equivalente a 90% do seu máximo rendimento relativo. Para interpretação dos resultados da análise

foliar, utiliza-se dois valores de nível crítico, o inferior e o superior, estabelecendo uma faixa adequada ou de suficiência (TISDALE et al., 1993).

A utilização das determinações dos teores de nutrientes, como critério de diagnose nutricional, baseia-se no fato de que existe relação entre teor, suprimento nutricional e produção das culturas (EVENHUIS & WAARD, 1980). Essa relação, ainda que procedente para muitos nutrientes, não é direta. Em condições de severa deficiência, o aumento na disponibilidade do nutriente no solo resulta em aumento na produção de matéria seca, de forma proporcionalmente mais acentuada do que a quantidade do elemento absorvida, o que resulta em um decréscimo em seu teor (efeito diluição). Quando em deficiência moderada, o fornecimento do nutriente à planta, inicialmente tende a não alterar o teor deste nos tecidos, já que é proporcional ao acúmulo de matéria seca. Com aumento na taxa de absorção, há um conseqüente incremento no seu teor na planta, até atingir o nível crítico, a partir do qual existe pequena probabilidade de resposta em produção. Continuando o suprimento do nutriente, o teor desse nos tecidos tende a aumentar, caracterizando consumo de luxo. Ultrapassado esse limite, o acúmulo torna-se excessivo, gerando conseqüências negativas, como queda no crescimento e desenvolvimento das plantas e potencialmente diminuição da absorção de outros nutrientes (BATAGLIA et al., 1992; RAIJ, 1991; MALAVOLTA et al., 1997).

Os valores de referência das faixas de suficiência podem ser estabelecidos previamente, a partir de ensaios de adubação, geralmente, realizados em diferentes tipos de solos e regiões fisiográficas. Nesses ensaios, o nutriente em estudo é aplicado em doses crescentes e os demais nutrientes e fatores de produção são supridos em quantidades adequadas, ou ainda

baseados em valores estabelecidos em trabalhos conduzidos em outros locais (KURIHARA, 2004).

Mesmo sendo um método amplamente difundido e de simples aplicação, as faixas de suficiência apresentam limitações em avaliações mais criteriosas, devido a grande amplitude das faixas utilizadas. Por exemplo, na cultura da soja, a variação de nitrogênio é de 23%, a de fósforo é de 35% e a de zinco é de 50% (SOCIEDADE..., 2004). Essa ampla faixa de variação prejudica a interpretação dos resultados e pode não retratar possíveis interações entre nutrientes, uma vez que os teores são interpretados isoladamente, desconsiderando possíveis interações entre eles (WADT & NOVAIS, 1999 e WADT et al., 1999b). Esse critério estabelece comparações da amostra diagnosticada, com valores de referência estabelecidos no estádio R2, tendo o terceiro e / ou quarto trifólio, do terço superior da haste principal, como folha índice (SOCIEDADE..., 2004).

Outra desvantagem relacionada às faixas de suficiência deve-se aos valores de referência terem sido estabelecidos com resultados de pesquisas realizadas, principalmente, na década de 70 e 80, e com cultivares de diferentes potenciais produtivos, ou ainda de literatura internacional, o que pode gerar diagnósticos nutricionais equivocados (KURIHARA, 2004).

Diante dessas observações, Kurihara (2004) afirma que os teores estabelecidos com o critério de faixas de suficiência apresentam variações, em função do tipo de solo, material genético e condições de clima e manejo. Essas variações sugerem a obtenção de valores regionalizados para diagnósticos mais precisos e com menor amplitude de referências, enquadrando os nutrientes de forma diferente de acordo com a situação analisada. A estratificação dos solos, por textura ou poder tampão, potencial

produtivo e sistema de manejo de solo podem contribuir para maximizar a confiabilidade da diagnose.

Partelli et al. (2006) acrescentam que, além dos dados das faixas de suficiência serem provenientes, geralmente, de experimentos de calibração, onde as condições são controladas, os valores devem ser constantemente revisados, devido a introdução de novos materiais genéticos, formas de cultivo e ambientes diferenciados.

Aliado a isso, outras ferramentas de diagnose do estado nutricional podem auxiliar o critério de faixas de suficiência, de forma que possam contribuir com resultados regionalizados e de forma complementar. Nesse sentido, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), concebido por Beaufils (1973), reúne, em um sistema de diagnose, fatores externos e internos ao desenvolvimento e produtividade das culturas. Tais fatores envolveriam aspectos edáficos, climáticos e de manejo, além de aspectos nutricionais, sendo uma continuidade do sistema de diagnose fisiológica. Embora essa tenha sido a idéia original do DRIS, ele tem sido utilizado como um critério de interpretação de análise foliar, sem propor recomendação de adubação, já que depende de calibração, a qual ainda não foi realizada (RAIJ, 1991).

Malavolta et al. (1997) mencionam que as bases do DRIS estão no estabelecimento de contrastes dos quocientes das relações binárias de nutrientes (N:P, N:K, N:S, N:Ca, etc) de amostras individuais, com as relações médias dos mesmos nutrientes, porém de áreas de alto rendimento, que constituem as normas, de forma que todos nutrientes analisados são relacionados. Para tais relações, se calculam a média, o desvio padrão e a variância, sendo, posteriormente, e de forma não obrigatória, efetuada a análise

de variância (teste F) para obtenção da significância dessas relações. A seguir, são calculados os índices relativos para cada nutriente analisado.

O teste F, no entanto, tem pouca aplicabilidade prática, nesse caso, pois relações que não apresentam significância estatística, têm sido incluídas nos cálculos, na maioria dos trabalhos publicados, em função da importância fisiológica dos nutrientes.

Além dos índices individuais, tais relações permitem o cálculo do IBN (Índice de Balanço Nutricional) e IBNm (Índice de Balanço Nutricional médio), que reflete o equilíbrio nutricional da amostra em estudo. Em teoria, quanto mais próximo de zero, for o valor do IBN, maior o equilíbrio nutricional e, potencialmente, maior a produção, desde que os demais fatores não se encontrem como limitantes (MALAVOLTA et al., 1997; KURIHARA, 2004; URANO et al., 2006).

Os cálculos para obtenção das funções das relações dos nutrientes podem ser realizados através de três metodologias: Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali & Gascho (1984). O estabelecimento dessas relações, por sua vez, tem por objetivo minimizar os efeitos de concentração e diluição dos nutrientes no tecido vegetal, uma vez que, em condições normais, a concentração de um nutriente muda consideravelmente com a idade das plantas (WALWORTH & SUMNER, 1987). Assim, o diagnóstico por intermédio dessas relações pode possibilitar a interpretação de possíveis interações entre nutrientes, tornando a avaliação nutricional mais completa (SILVA & NATALE, 2005; SILVA et al., 2003).

Para utilização do DRIS, entretanto, faz-se necessário à coleta de um número expressivo de amostras foliares e do rendimento de diferentes populações, de forma que se construa um banco de dados consistente. Com

base nestas informações e nas faixas de rendimento, arbitradas em função de médias regionais, estaduais ou locais, bem como a faixa compreendida entre 80 e 100% da máxima produção obtida, faz-se a subdivisão das amostras em duas sub-populações: a de alto e a de baixo rendimento. Assim, as relações de nutrientes da população de alta produtividade serão consideradas como normas ou referências. Além disso, outro princípio do DRIS, porém motivo de controvérsias, é o de que os dados apresentem distribuição normal (TEIXEIRA et al., 2002; SANTOS et al., 2004; BATAGLIA et al., 2004; URANO et al., 2006).

Diagnoses nutricionais realizados com os padrões de DRIS e obtidas regionalmente, apresentam maior eficiência que referências da literatura. Isso se deve ao uso de informações estratificadas e regionalizadas no DRIS de solo, clima e manejo que podem contribuir para diagnósticos mais precisos (REIS e MONNERAT, 2002; SILVA et al., 2005; MAEDA et al., 2004).

Mourão Filho et al. (2002), avaliando a aplicação do DRIS em laranjeira Valência, verificaram a necessidade da separação das populações por porta-enxerto, em função dos diferentes rendimentos obtidos, bem como observaram relações distintas entre porta-enxerto e rendimentos com IBN.

Rodriguez et al. (1999) estabeleceram relação entre rendimento da cultura da banana, em função do balanço nutricional (IBN) e a variável biométrica número de folhas, estimando o rendimento potencial, em função dessas variáveis. Teixeira et al. (2002), trabalhando com N e K nesta mesma cultura, concluíram que o DRIS possibilitou melhor diagnóstico nutricional, que o critério de níveis críticos. O DRIS possibilitou melhor resposta à adubação com N, tendo uma eficiência de 69% contra 48% do segundo

método. Em relação ao K, entretanto, o desempenho destes métodos foi semelhante, em termos de diagnóstico de deficiência ou suficiência e resposta em rendimento.

Santos et al. (2004) estabeleceram normas DRIS para coqueiro anão (*Cocus nucifera L.*), com base em uma população de referência com rendimento de 227 ± 16 frutos por planta / ano. Neste trabalho, foi constatado uma ordem decrescente de limitação de $K > Ca > B$, para as populações de mais baixo rendimento (< 200 frutos por planta/ano); e de $Ca > K > B$, para população com rendimento de > 200 frutos por planta/ano. Esses autores constaram que, nas áreas com deficiência de K, comprovada pelo DRIS, a análise de solo não apontava deficiência. Santos et al. (2004) atribuem esse fato ao excesso de Mg, que prejudicou a absorção de K.

Bataglia et al. (2004), utilizando a metodologia de Jones em cafeeiro, classificaram os nutrientes como responsivos (N, K, S, B e Zn) medianamente responsivos (P, Ca, Mg e Mn) e pouco responsivos (Cu e Fe). A esses grupos foram atribuídos valores da constante k que variaram de 1 a 5, para os poucos responsivos; e de 1 a 10, para os responsivos e medianamente responsivos, estudando todas as combinações possíveis. Segundo esses autores, tais relações com escores diferenciados oportunizaram melhor relação entre IBNm e rendimento do cafeeiro.

Nachtigall (2004) estabeleceu normas DRIS para a cultura da macieira, no sul do Brasil. Esse autor constatou que, para a situação estudada, a metodologia de cálculo do DRIS proposta por Elwali & Gascho apresentou melhores resultados na caracterização do IBN, em relação ao critério de níveis críticos e sua relação com rendimento, além de estabelecer critérios para ordem de deficiência e excesso de nutrientes. Esse autor observou que,

a melhor época de amostragem da folha índice da macieira, situa-se no período compreendido entre a quinta e a décima quinta semana, após a floração plena. Isso foi justificado devido a menor variabilidade do IBN nas populações analisadas. Por outro lado, a época indicada pela pesquisa oficial do RS e SC corresponde ao período de 15 de janeiro a 15 de fevereiro, na parte mediana das brotações do ano (SOCIEDADE, 2004), sendo isso aplicado no diagnóstico foliar da macieira, com base na faixa de suficiência.

Nachtigall & Dechen (2005), avaliando o estado nutricional da macieira com o DRIS, em resposta a diferentes níveis de adubação fosfatada, observaram que quanto mais próximo de zero o índice DRIS desse nutriente, maior a produção de frutos. Contudo uma baixa relação entre IBN e produtividade foi obtida pelos autores. Isto se deve ao fato de que os teores de P nas folhas variaram dentro da faixa de suficiência, o que gera baixa expectativa de resposta a adubação. Estes autores também constataram que a metodologia de cálculo proposta por Elwali & Gasho, foi a que melhor caracterizou o estado nutricional dessa cultura, concordando com Nachtigall (2004). Esses autores também observaram elevada correlação entre o índice DRIS de P com a produção de frutos.

Wadt et al. (1998) avaliaram as metodologias de cálculo de DRIS propostas por Beaufils, Jones e Elwali & Gascho, em eucalipto, com a finalidade de relacioná-las com o potencial de resposta a adubação. Esses autores observaram que o desempenho destas três metodologias foi semelhante, tanto quanto aos diagnósticos de deficiência, como de potencial de resposta à adubação das populações de plantas estudadas.

Em ensaio exploratório, Wadt (1999) interpretou com o DRIS a análise foliar de 154 áreas comerciais, cultivadas com soja. Este autor

agrupou o rendimento das amostras em faixas que variaram de 1.500 a 2.400 kg.ha⁻¹, (sub população de baixo rendimento), de 2.430 a 3.750 kg.ha⁻¹, (médio rendimento), e de 3.756 a 5.340 kg.ha⁻¹, (alto rendimento). Esse autor verificou, nas áreas de alto rendimento, que houve deficiência dos nutrientes S, K e N, na seguinte ordem decrescente: 45, 23 e 19% dos casos. Nas áreas de médio rendimento, a deficiência nutricional foi de Zn, S, P e Mg, em ordem decrescente, respectivamente, em 38, 22, 21 e 8% dos casos. Por fim, nas lavouras de menor rendimento a ordem de limitação decrescente foi Zn, P, K, respectivamente, em 42, 35 e 23% dos casos.

Os resultados obtidos por Maeda et al. (2004) e Maeda & Ronzelli (2004) reforçam a necessidade do estabelecimento de normas DRIS regionalizadas, para maior precisão dos diagnósticos nutricionais. Além disso, esses resultados possibilitam inferir que o DRIS é mais eficiente que o critério de faixas de suficiência, na interpretação de resultados, tendo maior sensibilidade de que o primeiro. Outra conclusão obtida por esses autores é que o DRIS é concordante com o método de diagnose visual de deficiência de Mn, na cultura da soja.

Hoogerheide et al. (2005), coincidindo com a observação de Maeda et al. (2004), estabeleceram normas DRIS para cultura da soja, nas regiões sul do Maranhão e sudoeste do Piauí, baseado na observação de 1.555 áreas comerciais, localizadas nesses Estados. Esses autores observaram elevada correlação entre IBN e rendimento de grãos, que variou conforme as faixas de produtividade e o número de amostras observadas.

Urano et al. (2006) verificaram, pelo método DRIS, que os nutrientes P, Fe e K apresentaram maior probabilidade de resposta a adubação. Esses autores atribuíram essa observação ao fato de que os índices DRIS,

foram negativos e de menor valor em relação aos índices dos demais nutrientes, e maior em módulo que o IBNm, o que resulta em alta probabilidade de resposta a adubação. No entanto, esses autores afirmam que o agrupamento de nutrientes, em classes de potencial de resposta a adubação, referidas como limitante por excesso (LE), limitante por falta (LF) e não limitante (NL), podem enquadrar nutrientes de diferentes potenciais de resposta a adubação em uma mesma classe, comprometendo o diagnóstico nutricional.

O uso do DRIS com o objetivo de propor recomendação ainda não é possível, pois isso exigiria trabalhos de calibração, que não existem ainda. Assim, isso limita a aplicação do método ao monitoramento nutricional. Contudo, o uso do DRIS é importante do ponto de vista de avaliação e monitoramento de áreas agrícolas, pois auxiliam o processo de tomada de decisão, no estabelecimento de prioridades de investimento nos futuros programas de adubação, demonstrando quais nutrientes estão potencialmente limitando a produtividade das culturas e complementando as informações obtidas com a análise de solo.

Diante das limitações mencionadas anteriormente, relacionadas com o critério de níveis críticos e das faixas de suficiência, deve-se estudar possíveis alternativas para o diagnóstico foliar na cultura da soja, no Rio Grande do Sul. Assim, será possível complementar os resultados da análise de solo, contribuindo na definição de modelos mais eficientes para futuras recomendações e manejo da adubação.

Em teoria, o DRIS pode ser aplicado para avaliação do balanço nutricional em diferentes estádios de desenvolvimento das culturas (SUMNER, 1977). Entretanto, sua aplicação tem sido restrita a interpretação de resultados obtidos com a análise de folhas, amostradas no florescimento, na maioria das

culturas, inclusive a soja. Isso limita o tempo hábil para o diagnóstico nutricional e a aplicação de fertilizantes, principalmente, em culturas anuais, pois o processo inclui a amostragem, análise, interpretação, recomendação e correção de eventuais limitações nutricionais. Dessa forma, geralmente, posterga-se para a próxima safra, ou cultura, a correção das deficiências indicadas pelo DRIS. Embora, em teoria, o DRIS possa ser aplicado para o diagnóstico nutricional em estádios de desenvolvimento anteriores ao florescimento, não se tem conhecimento de trabalhos que comprovem isso na cultura da soja no Rio Grande do Sul.

Trabalho desenvolvido por Martins et al. (2005), com a cultura do trigo, caracterizou a curva de absorção de nutrientes, sendo esses analisados aos 30, 60 e 90 dias, após a emergência das plantas (DAE). Nesse trabalho, as folhas coletadas foram a segunda expandida de cima para baixo, correspondendo as “folhas recém maduras”. Os índices DRIS variaram de acordo com a época amostrada, sendo os menores Ca (-3,9) e B (-3,4), aos 30 DAE; B (-2,2) e N (-1,8), aos 60 DAE; e P (-4,2) e B (-2,9) aos 90 DAE. Conforme os autores, esses nutrientes foram caracterizados como deficientes, de forma que foi realizada a adubação foliar com Ca (290 g ha^{-1}) e B (60 g ha^{-1}), aos 30 DAE; N (40 kg ha^{-1}), via solo, e B (60 g ha^{-1}), via foliar, aos 60 DAE; e P (250 g ha^{-1}) e B (60 g ha^{-1}), via foliar, aos 90 DAE. Esse processo de correção na mesma cultura e no mesmo ano agrícola gerou a modificação dos índices por nutriente entre as amostragens, proporcionando acréscimo de 21,8% no rendimento em relação a testemunha.

Ainda que tal metodologia não seja adotada, os resultados dos índices, aliados a aplicação de fertilizantes, indicam do ponto de vista nutricional, que diagnósticos adequados podem provir de outras partes das

plantas, que não a folha índice no florescimento, permitindo dessa forma antecipação da avaliação nutricional.

Considerando que o diagnóstico nutricional de plantas, pode ser aplicado, em estádios anteriores ao florescimento, neste trabalho, essa hipótese foi avaliada, nos estádios de desenvolvimento V4, V5, V7, V9, V11 e R2 (estádio referência) da cultura da soja, cultivada na região fisiográfica do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

O conhecimento dessas relações nutricionais possibilitará avaliar se é possível antecipar a época de diagnóstico nutricional, realizado com base na análise foliar, pois atualmente essa análise é efetuada no florescimento. A antecipação desse diagnóstico proporcionará maior tempo para análise, interpretação, recomendação e correção de possíveis limitações nutricionais, ainda na mesma safra da cultura avaliada.

Além de ter como objetivo verificar a possibilidade de antecipar o diagnóstico nutricional, neste trabalho comparou-se a folha recém madura, que caracteriza os estádios estudados, com as outras folhas da planta amostrada. Um terceiro objetivo do trabalho foi o de estabelecer o teor de nutrientes das folhas, que indica a melhor condição de equilíbrio nutricional, considerando o índice DRIS de cada nutriente analisado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2005/2006, no Campo Experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo, localizado no mesmo município, em um Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi um trifatorial (6 x 2 x 3), em blocos casualizados, com quatro repetições. Os fatores estudados foram: estágio de desenvolvimento, adubação e tipo de folha amostrada. A cultivar de soja utilizada foi a BRS 244.

A adubação utilizada baseou-se nos níveis de MO, P e K do solo, o qual foi amostrado (0 a 10 cm) e analisado previamente ao estabelecimento da cultura, de acordo com Sociedade... (2004) (Apêndice A). Além da camada de 0 a 10 cm, foram amostradas as camadas de 10 a 20 e de 20 a 40 cm, cujos resultados não influíram na recomendação de adubação. Foram utilizados 200 kg.ha⁻¹ da fórmula NPK 2-25-25, aplicado na semeadura e no sulco de plantio.

As parcelas experimentais tinham área total de 31,5 m² e área útil de 22,5 m². Nessa última, foram coletas as folhas, nos estádios V4, V5, V7, V9, V11 e R2, os quais foram estabelecidos conforme Fehr & Cavines, (1977). Foram coletadas 12 plantas, nos estádios vegetativos; e em R2 procedeu-se a amostragem de 15 plantas. As plantas amostradas no estágio R2 foram cultivadas em todas as unidades experimentais, seja na parcela sorteada para essa época como nas sorteadas para os outros estádios, de forma que na coleta da folha índice do estágio R2 as unidades experimentais foram amostradas duas vezes. Esse procedimento de amostragem visou a

comparação dos teores e dos índices DRIS dos estádios vegetativos com os obtidos em R2.

As amostras de folhas foram obtidas de duas formas: a amostra da folha recém madura (FRM) e a amostra das outras folhas (OF), sendo excluída as folhas senescentes e as hastes. No estádio R2, a amostragem foi realizada conforme Sociedade... (2004), ou seja, coletou-se a folha índice (FI), que é o terceiro trifólio maduro, do ápice da planta, adotando-se nesse estádio o mesmo critério de divisão das folhas em FRM (folha índice nesse caso) e OF.

Esse procedimento visou comparar o diagnóstico nutricional da cultura, quando feito com base na folha recém madura (FRM) de cada estádio e outras folhas (OF), em relação à FI do R2.

As folhas coletadas foram secadas em estufa a 65° C, por 48 horas, para posterior separação das folhas, determinação de matéria seca e análise química de teores de nutrientes.

Para a análise dos teores dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), a extração foi realizada com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, em bloco de digestão com aquecimento e controle eletrônico de temperatura. O nitrogênio foi determinado por destilação, o fósforo por espectrofotometria, o potássio por espectrofotometria de chama e o cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica, conforme Tedesco et al. (1995).

Para a extração dos micronutrientes zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), ferro (Fe) e do macronutriente enxofre (S), a digestão foi realizada com os ácidos nítrico e perclórico, sendo, posteriormente, o Zn,

Cu, Mn e Fe, determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o S por colorimetria. O processo de extração do boro (B) foi feito por aquecimento da amostra em mufla (600°C) e, posteriormente, determinação por espectrofotometria, segundo Tedesco et al. (1995). Os resultados de macro e micronutrientes foram expressos com base em teor e quantidade extraída por folha.

A colheita de grãos foi realizada com colhedora de parcelas, sendo o rendimento expresso por área e corrigido a 13% de umidade.

A análise dos dados foi realizada com auxílio do pacote estatístico CoStat. Com esse programa realizou-se o teste D'Agostino Pearson, para verificar a normalidade dos dados, a análise de variância e o teste de Tukey a 0,05 de significância.

A geração da norma, dos índices por nutriente e do IBN (Índice do Balanço Nutricional) foram gerados pelo software DRIS, desenvolvido na UPF. Para a geração da norma, foram utilizados os resultados de rendimento e teor de nutrientes da FI (R2) das 48 amostras, coletadas em todas as unidades experimentais. A população de referência foi estabelecida a partir das amostras que apresentaram rendimento de grãos superiores ao equivalente a 4.032 kg.ha⁻¹. Esse valor de rendimento foi adotado, pois pode ser considerado alto para a região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Com esse critério, houve a separação da população das amostras em duas partes iguais, sendo a metade de alto e a outra metade de baixo rendimento.

Os índices DRIS por nutriente e o cálculo do IBN foram estabelecidos utilizando três metodologias de cálculo Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali & Gascho (1984), conforme descrito a seguir.

Beaufils (1973):

Se $Y/X_a < Y/X_n$,

Será: $f(Y/X) = [1 - (Y/X_n / Y/X_a)] * (100*k / CV)$;

Se: $Y/X_a = Y/X_n$,

Será: $f(Y/X) = [(Y/X_a / Y/X_n) - 1] * (100*k / CV)$.

Elwali & Gascho (1984):

Se: $Y/X_a < Y/X_n - s$,

Será: $f(Y/X) = [1 - (Y/X_n / Y/X_a)] * (100*k / CV)$;

Se: $Y/X_n - s = Y/X_a = Y/X_n + s$,

Será: $f(Y/X) = 0$;

Se: $Y/X_a > Y/X_n + s$,

Será: $f(Y/X) = [(Y/X_a / Y/X_n) - 1] * (100*k / CV)$.

Jones (1981):

$f(Y/X) = (Y/X_a - Y/X_n) * k / s$,

Em que:

$f(Y/X)$: função calculada da relação de nutrientes Y e X;

Y/X_a : relação de nutrientes da amostra;

Y/X_n : relação de nutrientes da norma;

s: desvio padrão da relação Y/X_n ;

CV: coeficiente de variação (%) da relação Y/X_n ;

k: constante de sensibilidade (=10).

O critério utilizado para escolha da relação de nutrientes usada na norma foi baseado na relação que apresentou maior relação de variâncias entre a população de alto e a de baixo rendimento.

Os índices por nutriente foram calculados de acordo com Rajj (1991), com auxílio da seguinte equação:

$$\text{Índice N} = f(\text{N} / \text{P}) + f(\text{N} / \text{K}) + f(\text{N} / \text{S}) - f(\text{Ca} / \text{N}) \dots / n$$

Em que:

+ f(N / P): função calculada da relação do nutriente N por P;

- f(Ca / N): função calculada da relação do nutriente Ca por N;

n: quantidade de termos no numerador.

O sinal de cada função será positivo se o nutriente do qual se calcula o índice estiver no numerador e negativo se estiver no denominador (MALAVOLTA et al. 1997; RAIJ, 1991). Esse índice foi calculado para todos os nutrientes analisados, de forma que o somatório de todos, sem consideração do sinal, constituiu o IBN (Índice do Balanço Nutricional) e o quociente do IBN pelo número de nutrientes analisados, o IBNm.

Conforme Malavolta et al. (1997) e Raij (1991), os resultados desses índices estabelecem que quanto mais negativo ou mais positivo eles forem, maior será a deficiência ou excesso do nutriente analisado em relação aos demais, respectivamente.

O critério adotado para estabelecer as faixas de interpretação dos índices de um determinado nutriente foi o de agrupar os valores desses índices em intervalos de variação de -10 a 10, pois a variação do desvio padrão que corresponde a essa faixa de índices equivale a -1 a 1, quando a constante de sensibilidade k for igual a 10 (k=10). Segundo Partelli et al. (2005), essa faixa de desvio padrão indica que a amostra está incluída entre os 68,3 % da população avaliada, quando os valores estão centrados em relação a média da variável analisada. Conforme esses autores, valores de índices maiores que -10 e 10 indicam que um determinado nutriente está em excesso (índice positivo) ou deficiência (índice negativo).

Considerando os aspectos mencionados por Kurihara (2004) e

Partelli et al. (2006), nesse trabalho optou-se por comparar os resultados obtidos com referências nutricionais utilizadas pelos órgãos oficiais de pesquisa dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE..., 2004), e com a amplitude dos teores de nutrientes obtida na folha índice em R2, coletadas em todas as unidades experimentais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acúmulo de matéria seca e rendimento de grãos

Os rendimentos de grãos, obtidos no experimento, não diferiram ($p = 0,05$) em função da adubação, variando de 3.719,11 a 3.624,32 kg.ha⁻¹, na média das amostras, sem e com adubo, respectivamente. Isso, possivelmente, pode ser explicado pela alta fertilidade do solo, onde o experimento foi instalado (Apêndice A) e também em função dos maiores teores de Mn nas folhas amostradas nas parcelas onde foi efetuada a adubação.

Costamilan et al. (2006) relatam que a cultivar BRS 244RR, em condições experimentais, nos municípios de Passo Fundo, Cruz Alta, Júlio de Castilhos e Vacaria, produziu, na safra 2005/2006, 3.965, 2.576, 1.718 e 2.386 kg.ha⁻¹, respectivamente. Entretanto, o potencial genético dessa cultivar, pode ultrapassar patamares de rendimento de 4.000kg.ha⁻¹, quando em condições climáticas favoráveis e em condições de solo que não favorecidas pela compactação e encharcamento.

Os teores ($p = 0,000$) e a quantidade extraída ($p = 0,0101$) de Mn (Figuras 1 a 3) foram maiores nas folhas coletadas nas parcelas adubadas em relação às folhas coletadas nas parcelas não adubadas. Esse fato pode ter sido influenciado pela acidificação do solo próximo ao sulco de semeadura, resultante da dissolução do adubo fosfatado (YAMADA e ABDALLA, 2004), ou, ainda, pela contaminação com esse nutriente na matéria prima do adubo utilizado no experimento, além do pH do solo, onde o experimento foi instalado (RAIJ, 1991).

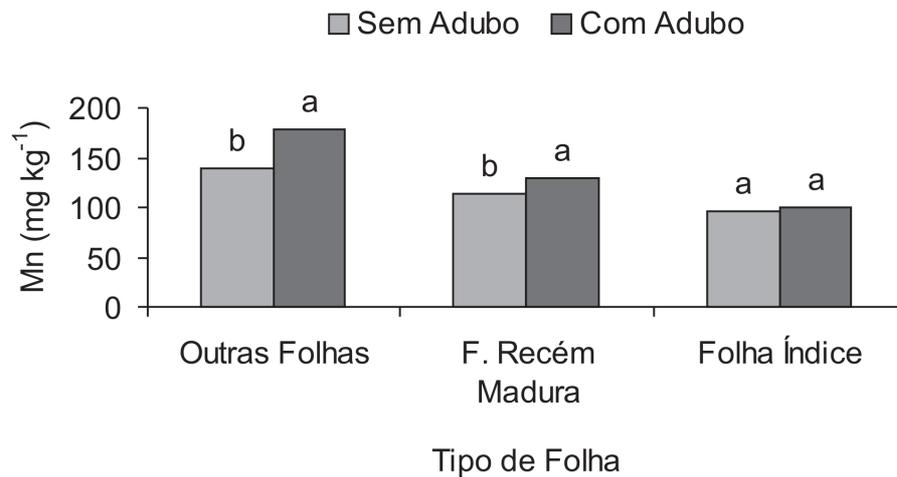


Figura 1 - Teor de manganês (Mn) em função da adubação e o tipo de folha de soja. Média de quatro repetições e dos estádios amostrados.

Os maiores teores observados de Mn nas OF (Figura 1) coincidem com o observado por Machado et al. (2006), onde a toxidez desse micronutriente foi observada na quinta e na sexta folha e não nas folhas jovens e recém maduras da soja.

Nos estádios iniciais (V4, V5 e V7) pode-se observar maiores teores foliares de Mn nas parcelas adubadas (Figura 2). Entretanto, essa diferença desapareceu nos estádios seguintes (V9, V11 e R2). Assim, a folha índice (FI) não expressa o acúmulo de Mn, sendo isso também observado por Machado et al. (2006), ao estudar problemas de toxidez com esse nutriente em soja.

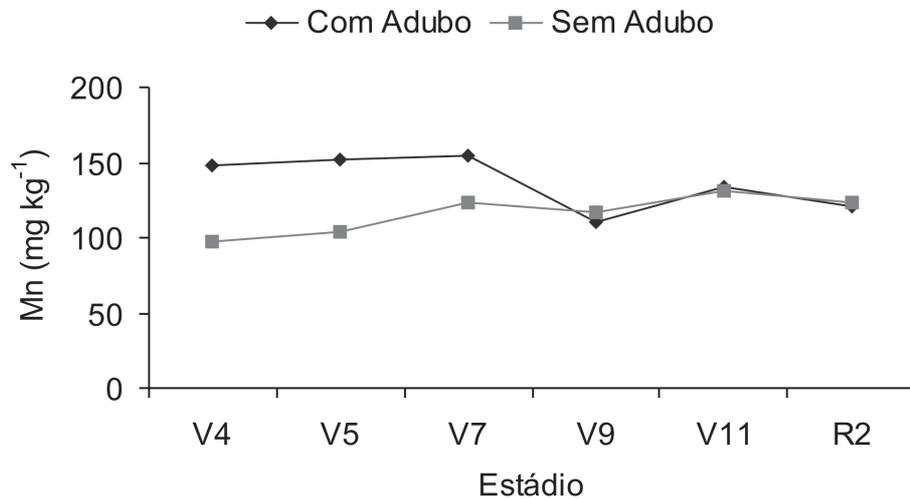


Figura 2 - Teor de manganês (Mn) em função da adubação e o estágio de desenvolvimento da soja. Média dos três tipos de folhas amostradas.

Esse processo pode ser atribuído ao maior desenvolvimento radicular da planta, que ao se desenvolver, explora maiores volumes de solo, onde encontra camadas mais favoráveis a absorção de Ca e Mg, por exemplo, que diminuem a absorção de Mn, resultando em atenuação dos sintomas de toxidez. Além disso, isso pode estar relacionado ao maior acúmulo de matéria seca na planta, em relação ao de Mn, resultando na diluição desse nutriente no tecido foliar.

Como a adubação não variou significativamente o rendimento de grãos, os dados dos demais nutrientes, obtidos nas amostras dos tratamentos com e sem adubação foram analisados em conjunto, perfazendo oito repetições por estágio

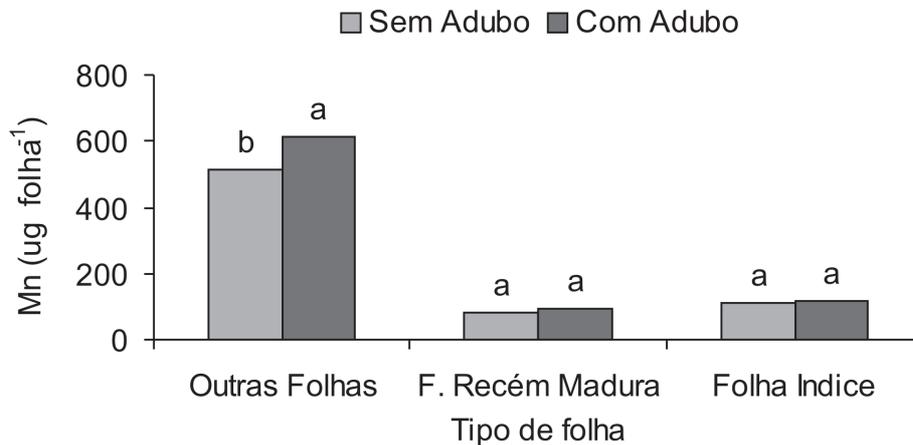


Figura 3 - Quantidade extraída de manganês (Mn) em função da adubação e o tipo de folha analisada. Média de quatro repetições e dos estádios amostrados.

Não houve efeito da interação entre estágio de desenvolvimento e adubação ($p = 0,383$) sobre o teor de matéria seca, entretanto, os fatores estágio ($p = 0,000$) (Figura 4) e adubação ($p = 0,020$) (Figura 5) foram significativos.

Como mostram os resultados (Figura 4) o acúmulo máximo matéria seca total ocorreu em R2. Os resultados da análise indicaram que a maior contribuição de matéria seca na planta foi proporcionada pelas hastes, parte esta que não foi analisada, pois o trabalho teve como objetivo estudar os nutrientes e respectivos índices das folhas de soja. Neste sentido, sabe-se que essa parte da planta concentra maior teor de nutrientes que as hastes (Malavolta et al., 1997; Mascarenhas, 1972).

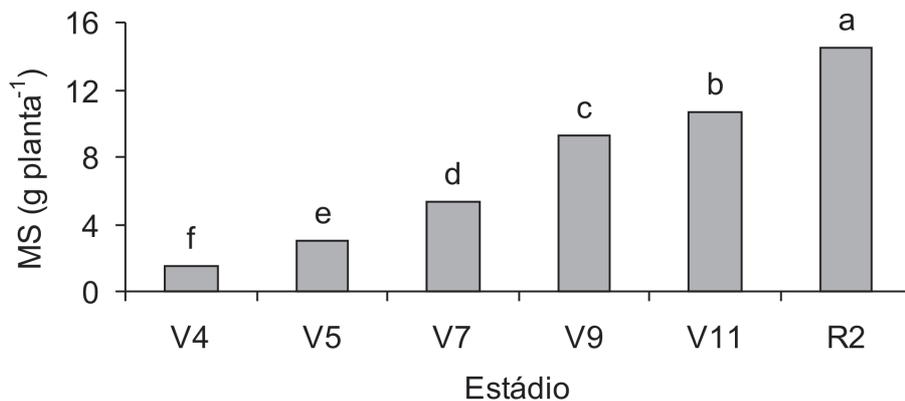


Figura 4 - Matéria seca (MS) de plantas de soja (outras folhas + folha recém madura + hastes), em diferentes estádios de desenvolvimento. Media de oito repetições.

O maior acréscimo de matéria seca entre os tipos de folhas analisadas foi observado nas OF, em V9, enquanto que nas FRM, em R2, sendo nessas últimas linear (Figura 6). Esse acúmulo de matéria seca, no entanto, não acompanhou o efeito ilustrado nas figuras 4 e 5, uma vez que o peso das hastes contribuiu para maior acréscimo de matéria seca, entre as parcelas com e sem adubação. Outro aspecto observado, foi que, a partir de V9, verificou-se acentuada perda de folhas do terço inferior das plantas de soja, por ocasião de déficit hídrico (Apêndice Y). Isso explica a inflexão da curva descrita com os resultados das OF, na figura 6. Tecnologias... (2006) apontam que a demanda hídrica da soja, é crescente ao longo do ciclo da cultura, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm.dia⁻¹) de água disponível no solo.

Considerando que a demanda média diária, no período compreendido entre os estádios V9 (26/01/2006) e R2 (14/02/2006) foi 5 mm, verifica-se que a cultura demandaria teoricamente 75 mm. A precipitação acumulada no período de 22/01 a 14/02/2006, entretanto foi de 56,8 mm. Ainda que toda precipitação infiltrasse no solo e se tornasse água disponível, houve déficit hídrico de 18,2 mm, que associado às temperaturas observadas de 27,3 e 17,2° C, média das máximas e mínimas, respectivamente, foram fatores importantes para senescência e perda precoce de folhas observada na cultura. Entretanto, atributos físicos do solo, como quantidade de água armazenada, e o balanço hídrico, não foram avaliados, o que constituiu uma limitação para detalhar esses efeitos neste trabalho.

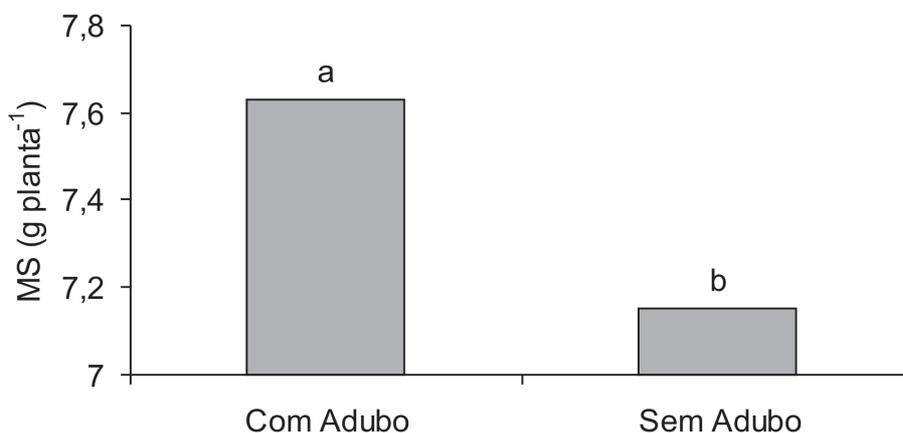


Figura 5 - Matéria seca (MS) de plantas de soja (outras folhas + folha recém madura + hastes), com e sem adubo, média dos estádios analisados.

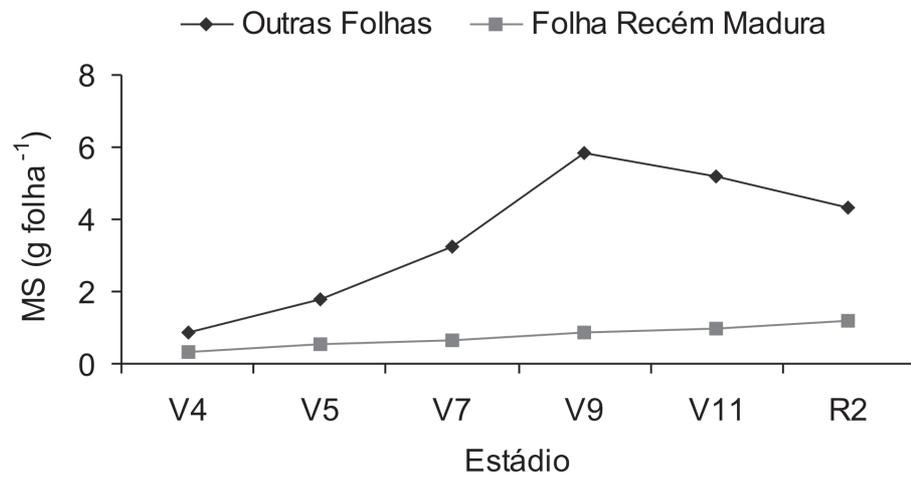


Figura 6 - Acúmulo de matéria seca (MS) em folhas de soja. Média de oito repetições.

3.2 Faixa de suficiência

A análise de variância dos resultados obtidos mostrou que os teores de nutrientes das amostras analisadas variaram conforme o estágio e a parte da planta amostrada. Isso não ocorreu com a concentração de N, cujo teor médio foi de 2,14% (Apêndice B). A amplitude da faixa de teores de N, obtida em R2, variou de 1,01 a 2,84%, sendo os valores médios obtidos e a amplitude menores que o limite inferior da faixa de suficiência, proposta por Sociedade... (2004), que varia de 4,5 a 5,5%. Essa diferença pode apresentar relação com o cultivar utilizado no ensaio, uma vez que é um material recente, de ciclo médio e com gen de tolerância a glifosato, e que ainda não foram incluídos em trabalhos publicados, que relatem a respeito da composição nutricional. Os baixos teores podem estar ainda relacionados a disponibilidade desse nutriente no solo, o que parece menos provável, em função dos rendimentos obtidos, ou ainda em função das análises químicas desse nutriente. Essa última possibilidade foi testada, repetindo-se a digestão das amostras e a destilação/titulação de N por três vezes. Como os resultados não variaram isso também é pouco provável.

Mascarenhas (1972), em trabalho semelhante, observou teores iniciais de N nas folhas que variaram de 5,29 a 4,27%, aos 20 dias após emergência e em R2 (60 dae), respectivamente. Esses valores também não coincidem com os teores obtidos nesse trabalho em V4 (22 dae) e R2 (60 dae), que correspondem a 2,10 e 2,06%, respectivamente (Apêndice B).

Esperava-se que o teor de N variasse com a parte da planta

e o estágio amostrado, devido à mobilidade desse elemento na planta e da maior concentração nas FRM, comparativamente as OF. Essa última parte da planta é composta por tecidos mais velhos (EPSTEIN & BLOOM, 2006), além da maior concentração em estádios iniciais (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1977).

Nos estádios vegetativos o pico de extração desse nutriente, com base na matéria seca, ocorreu em V9 (Figura 7), sendo de 131,36 mg folha⁻¹ nas OF. Nas FRM, isso ocorreu em R2, quando se obteve 25,38 mg folha⁻¹. Após o V9, a quantidade desse nutriente extraída pelas OF decresceu, possivelmente, em função do descarte de folhas, que estavam senescentes e que não foram analisadas (Apêndice C). Além disso, é possível que tenha ocorrido mobilização desse nutriente para partes reprodutivas, cujo teor de nutrientes não foi avaliado, o que parece ser mais provável.

A maior quantidade extraída de N pelas OF em relação às FRM era esperado, em função da maior quantidade de matéria seca da primeira em relação à segunda.

Os teores obtidos de P, K e S variaram de 0,35 (V9, OF) a 0,72% (V9, FRM), de 1,89 (V9, OF) a 2,93% (V4, FRM) e 0,15 (V5, FRM) a 0,22 (V9, FRM), respectivamente, (Figuras 8, 11 e 12 e Apêndices D, F, H).

Nas OF, a maior quantidade extraída de P (20,46 mg folha⁻¹, Apêndice E), e de S (11,78 mg folha⁻¹, Apêndice I) ocorreu em V9; ao contrário do K (121,11 mg folha⁻¹, Apêndice G), que ocorreu em V11, nesse mesmo tipo de folha (Figuras 9, 11 e 13).

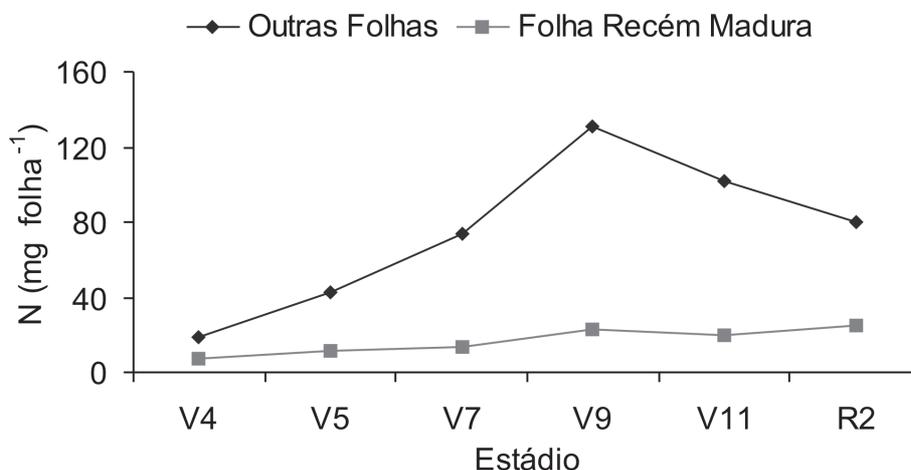


Figura 7 - Quantidade de nitrogênio (N) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

Nas FRM, a maior quantidade extraída de P ocorreu em V9 (6,26 mg folha⁻¹). Isso também ocorreu com o S, (1,94 mg folha⁻¹), cuja quantidade extraída não diferiu do V11 e R2 (Figura 10). Como observado nas OF, a maior quantidade extraída de K foi em V11 (25,61 mg folha⁻¹, Figura 13).

Na folha índice (FI), amostrada em R2, os teores de P, K e S, obtidos em todas as unidades experimentais (UE), variaram de 0,25 a 0,56%, 1,29 a 2,78% e 0,10 a 0,22%, sendo a variação média das UE, usadas para cada estádio de amostragem em R2, 0,45 a 0,47% (Apêndice D), 2,02 a 2,23% (Apêndice F) e 0,16 a 0,19% (Apêndice H), respectivamente.

A variação do teor de P em R2 (0,25 a 0,56%) foi muito similar aos teores da faixa de suficiência (0,26 a 0,50%), sugeridos por

Sociedade...(2004), de forma que os valores médios (0,45 a 0,47%) estão de acordo com a mesma. O estádio em que houve semelhança entre os teores de P da FI com as OF e a FRM foi o V5. Já entre a FI e a FRM, foram os estádios V5 e V7, sendo que V7, V9, V11 e R2, foram os estádios que apresentaram maior diferença entre os teores das FRM e das OF (Figura 8).

Os teores de K observados em R2 (1,29 a 2,78%) foram mais amplos que os teores da faixa de suficiência (1,7 a 2,5%), sugeridos por Sociedade...(2004), entretanto os valores médios (2,02 a 2,23%) enquadraram-se na mesma. Em V7 e R2, os teores de K obtidos nas OF foram semelhantes aos observados na FI, já a diferença dos teores desse nutriente entre as OF e as FRM foram observadas em V7 e V9 (Figura 11).

Os teores de S em R2 (0,10 a 0,22%) situaram-se próximos ao limite inferior (0,21 a 0,4 %) da faixa de suficiência (SOCIEDADE..., 2004), sendo que os valores médios (0,16 a 0,19%) foram menores que o limite inferior dessa faixa (Apêndice H). Os estádios em que houve semelhança entre os teores da FI com os das OF e da FRM foram V4, V11 e R2. Já entre as FI e a FRM isso ocorreu no V4, V5 e V11, de forma que o V5, foi o estádio que apresentou maior diferença entre os teores das FRM e OF (Figura 12). A dinâmica desse nutriente nas OF e FRM foram semelhantes nos outros estádios.

Os resultados obtidos de P, K e S indicam uma dinâmica diferente de absorção entre esses nutrientes. Assim, é necessário que cada um desses nutrientes sejam analisados de forma específica, em relação aos resultados dos diferentes estádios e do R2, quanto se

pretende comparar teores e realizar diagnósticos nutricionais antecipados.

Os maiores teores de P e K (Figuras 8 e 10) foram obtidos nas FRM. Conforme Epstein & Bloom (2006) e Malavolta et al. (1997), os maiores teores destes nutrientes nas FRM devem-se a alta mobilidade desses nutrientes via floema, com tendência de concentrarem nas folhas recém maduras, sendo essa a razão pela qual os sintomas de deficiência de P e K serem manifestados nas folhas velhas.

Nas OF, os maiores teores de N (Apêndice B), P (Figura 8) e S (Figura 12) foram obtidos no estágio V9, indicando que, houve maior extração desses nutrientes, respectivamente (Figuras 7, 9 e 13) nesse estágio. Isso está relacionado com a maior concentração desses nutrientes no estágio vegetativo nas OF (Figuras 7, 9 e 13). No estágio V11, houve redução dos teores de N e P, o que pode ser atribuído ao início da redistribuição desses nutrientes para os órgãos reprodutivos (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1977). Isso é possível, pois as plantas atingiram o estágio R2, quatro dias após estarem no V11.

Dentre os estágios vegetativos, o maior teor de K foi observado no estágio V4, sendo isso também observado por Bataglia et al. (1976). Esses autores mencionam que o teor desse nutriente na folha decresce ao longo do desenvolvimento da cultura da soja.

Os elevados teores de P e K obtidos nos tecidos amostrados eram esperados, uma vez que os teores desses nutrientes no solo são considerados muito altos ($P = 33,9$ e $K = 241,7 \text{ mg dm}^{-3}$ (Apêndice A)), conforme critérios de interpretação sugeridos por Sociedade... (2004). Por outro lado, os teores de N e S na folha índice foram menores que os sugeridos

por Sociedade...(2004) como sendo adequados. Isso indicaria, potencialmente, deficiência desses nutrientes na planta, entretanto, não houve manifestação de sintomas visuais dessas deficiências e o menor rendimento de grãos obtido no experimento foi de 3233,9 kg.ha⁻¹.

O teor de S no solo foi de 15,3 mg dm⁻³ (Apêndice A) sendo considerado alto, o que contraria a existência de baixos teores na folha índice. A semelhança do S, o teor de matéria orgânica (3,4%), considerado médio, e ao processo de inoculação realizado antes da semeadura, contrariam o baixo teor de N, na folha índice.

Baixos teores de N e S na planta discordam de elevados rendimentos, de forma que nesse caso a análise de solo é mais adequada que a de tecido para diagnóstico nutricional.

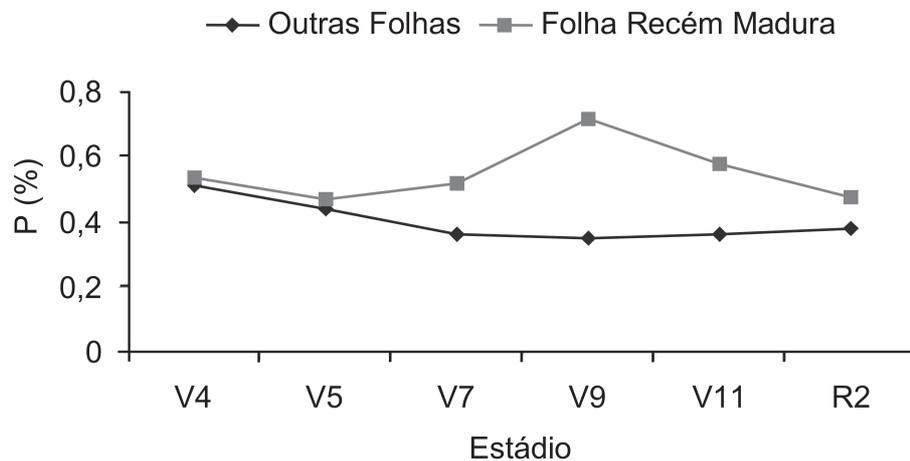


Figura 8 - Teor de fósforo (P) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

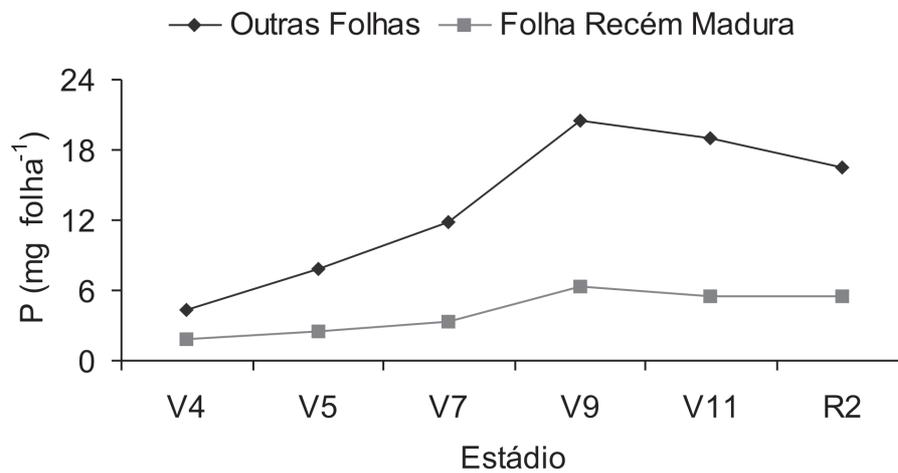


Figura 9 - Quantidade de fósforo (P) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

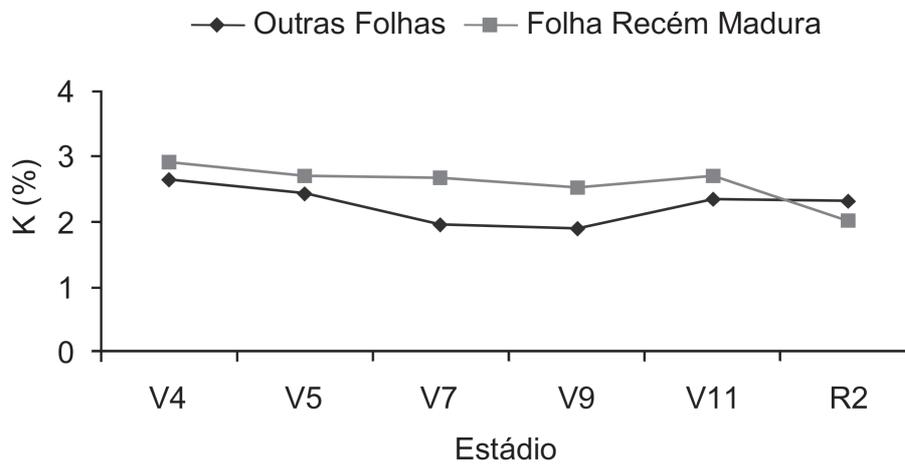


Figura 10 - Teor de potássio (K) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

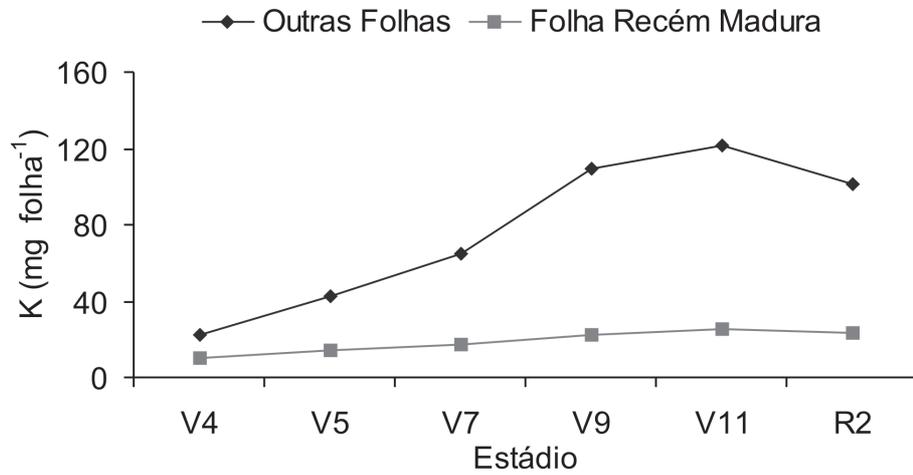


Figura 11 - Quantidade de potássio (K) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

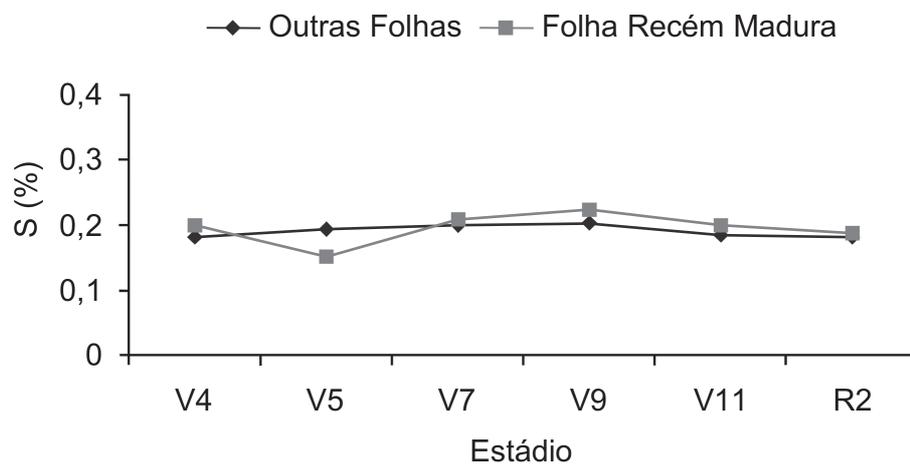


Figura 12 - Teor de enxofre (S) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

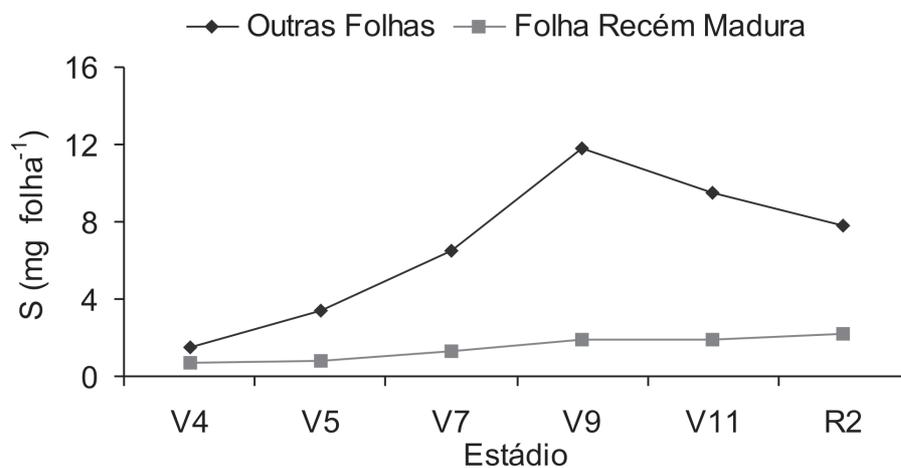


Figura 13 - Quantidade de enxofre (S) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

Assim como o observado com os teores de P, K e S, houve efeito da interação entre parte da planta e o estágio amostrado nos teores de Ca, Mg, B, Fe e Mn (Figuras 14, 16, 18, 20, 22). Quanto à distribuição dos mesmos nas folhas (Apêndices J, L, N, P, R), verifica-se, em geral, que ocorreram maiores teores desses nutrientes nas OF em relação a FRM e a FI. Os teores de Ca e Mn variaram mais com a parte amostrada (Figuras 14 e 22), sendo isso menos evidente com os teores de Mg, B e Fe (Figuras 16, 18, 20).

Os teores de Ca variaram de 0,50 (V9, FRM) a 1,18 % (V9, OF), enquanto que os teores de Mg variaram de 0,27 (R2, FI) a 0,51 % (V4, OF) (Figuras 14 e 16 e Apêndices J e L). A maior quantidade extraída de Ca (68,87 mg folha⁻¹) (Figura 15 e Apêndice K) e Mg (Figura 17 e Apêndice M) nas OF, ocorreu em V9, enquanto

que nas FRM não houve diferença entre estádios.

Na FI, amostrada em R2, os teores de Ca e Mg, de todas as UE, variaram de 0,36 a 0,76 % e de 0,20 a 0,32% respectivamente, sendo a variação de cada estádio amostrado em R2, por sua vez, de 0,51 a 0,57% (Apêndice J) e 0,27 a 0,28% (Apêndice L), respectivamente. Assim, os teores de Ca e de Mg obtidos nas OF, no estádio V9, foram semelhantes que os obtidos na FI, a qual também é a FRM do estádio R2.

A variação dos teores de Ca (0,36 a 0,76%) e de Mg (0,20 a 0,32%) na FI, no estádio R2, foram menores que os teores da faixa de suficiência (0,4 a 2% de Ca e 0,3 a 1% de Mg), sugerido por Sociedade...(2004), de forma que os valores médios de Ca (0,51 a 0,57%) foram semelhantes ao limite inferior da faixa de suficiência enquanto que os valores de Mg (0,27 a 0,28%) foram enquadrados menores. Os teores de Ca e Mg trocáveis obtidos no solo do experimento, mostram que esses nutrientes estão na faixa considerada média e alta, respectivamente (Apêndice A).

Os estádios em que houve semelhança entre os teores de Ca da FI com os da FRM foram o V9 e o V11 (Apêndice J), o teor de Mg, por sua vez, em nenhum estádio, foi semelhante entre a FI e as OF e a FRM, porém, em V11, os teores das OF foram semelhantes as FRM (Apêndice L).

Como mostram os resultados ilustrados na figura 14, os teores de Ca foram maiores nas OF, em todos os estádios analisados. Isso também ocorreu com o Mg, mas as diferenças observadas entre os teores obtidos nas OF e nas FRM foram menores que as observadas com o Ca (Figura 16).

A semelhança do N, P e do S, o maior teor de Ca ocorreu no estágio V9, nas OF, enquanto que nas FRM o maior teor desse nutriente foi observado em V4 (Figura 14). Esse maior teor de nutrientes nos estádios iniciais também ocorreu com o teor de Mg, obtido em ambas as folhas avaliadas, sendo que o maior teor foi verificado nas OF, observado no V7 (Figura 16).

Bataglia et al. (1976) observam que a época de maior concentração de Ca e Mg na parte vegetativa (folhas e hastes) da soja ocorreu aos 50 dias, após a emergência (DAE), sendo, aproximadamente, 20 dias antes do florescimento pleno (R2). Isso corrobora com os resultados de Ca obtidos neste trabalho (Figuras 15 e 17, Apêndices K e M), uma vez que o estágio V9 ocorreu aos 41 DAE e o R2 aos 60 DAE.

O decréscimo dos teores de Ca e Mg, ao longo do desenvolvimento da cultura, como pode ser observado nas FRM (Figuras 14 e 16) estão relacionados com a diluição dos nutrientes na matéria seca (RAIJ, 1991). Nos estádios vegetativos mais avançados, há mistura das folhas novas com as maduras, sendo que a participação dessas é maior, em função do tamanho e massa seca, o que influencia a magnitude dos resultados das OF e pode explicar os resultados obtidos com os teores de Mg neste trabalho.

Os teores de B variaram de 24,28 (V5, FRM) a 47,39 mg kg⁻¹ (V5, OF) (Figura 18 e Apêndice N), sendo que os teores na folha índice (R2) de todas as UE, variaram de 19,96 a 46,33 mg kg⁻¹ e os teores médios, variaram de 29,79 a 33,69 mg kg⁻¹ (Apêndice N). Esses teores de B estão de acordo com os valores de suficiência propostos por Sociedade...(2004),

que variam de 21 a 55 mg kg⁻¹. A quantidade extraída de B foi máxima em V9, nas OF (218,12 ug folha⁻¹), enquanto que nas FRM, a quantidade desse nutriente foi semelhante entre o V11 (36,63) e o R2 (37,66 ug folha⁻¹) (Figura 19 e Apêndice O).

Dos estádios avaliados, houve semelhança entre os teores de B da FI com as OF e a FRM no V4, V9 e R2, e entre as OF e a FI no V11 e R2. Os teores das FRM, foram semelhantes aos da FI, nos estádios V4, V5, V7 e V9. Já os estádios em que se observou maior diferença entre os teores das FRM e OF, foram o V5, V7 e V11 (Figura 18 e Apêndice N).

A dinâmica desse elemento nas folhas em função dos estádios analisados indica dois comportamentos distintos. Nos estádios iniciais, os maiores teores foram obtidos nas OF, mas, em V9, os teores foram semelhantes entre os três tipos de folhas amostradas. Posteriormente, o teor de B, foi mais alto nas FRM. Essa dinâmica é resultante do efeito da diluição do nutriente na matéria seca (RAIJ, 1991) e da mistura das folhas mais novas com as maduras, na composição das OF.

Na cultura da soja Furlani et al. (2001) constataram que o B é um nutriente pouco móvel, em que os sintomas de excesso surgem nas folhas velhas e os sintomas de deficiência, em folhas jovens. Entretanto, há padrões diferenciados de manifestações de sintomas entre cultivares, o que é atribuído a diferentes graus de tolerância, capacidade de absorção, transporte e acúmulo de B, em função do material genético.

Embora haja diferenças entre culturas e cultivares quanto à absorção, transporte e manifestação de sintomas de deficiência de B, esperava-se, a semelhança do Ca, que os maiores teores de B fossem

obtidos nas OF, em função desse ser o tecido mais velho da planta, onde há tendência de maior concentração dos nutrientes imóveis, a semelhança do que ocorreu com o Ca, principalmente em situações onde há baixa disponibilidade de B no solo, o que não ocorreu nesse trabalho.

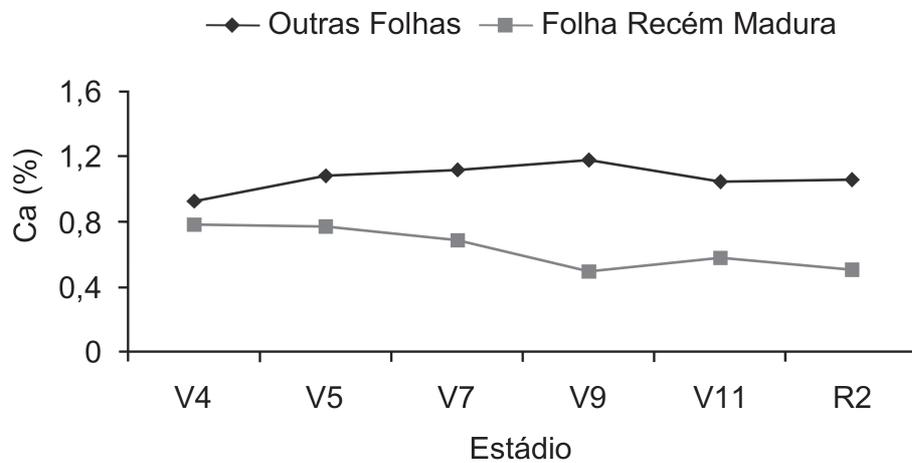


Figura 14 - Teor de cálcio (Ca) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

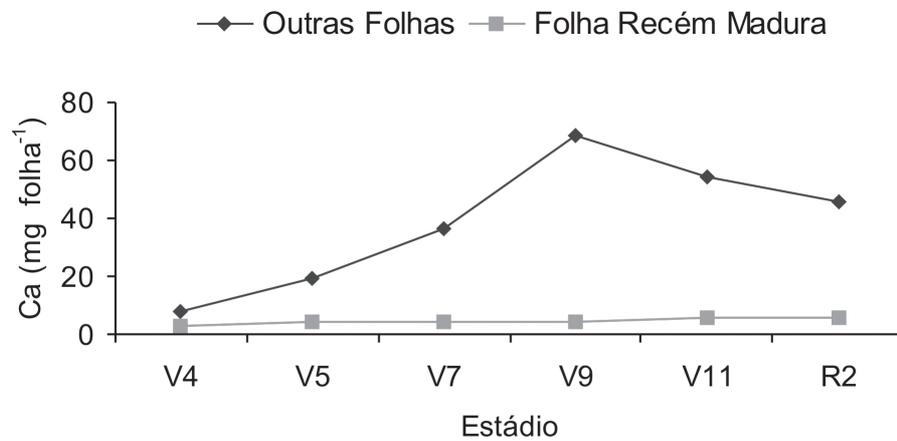


Figura 15 - Quantidade de cálcio (Ca) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

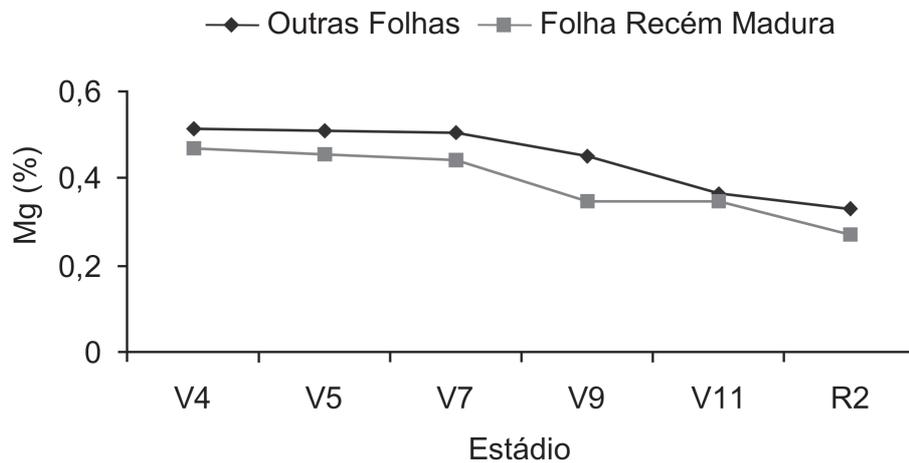


Figura 16 - Teor de magnésio (Mg) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

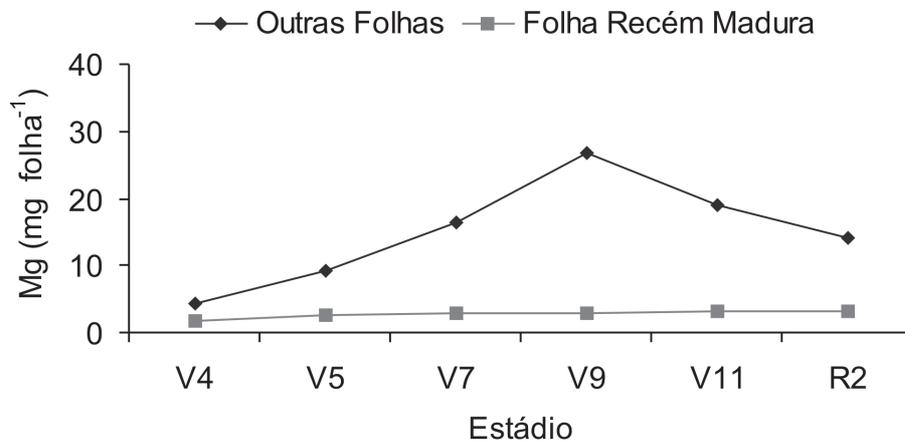


Figura 17 - Quantidade de magnésio (Mg) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

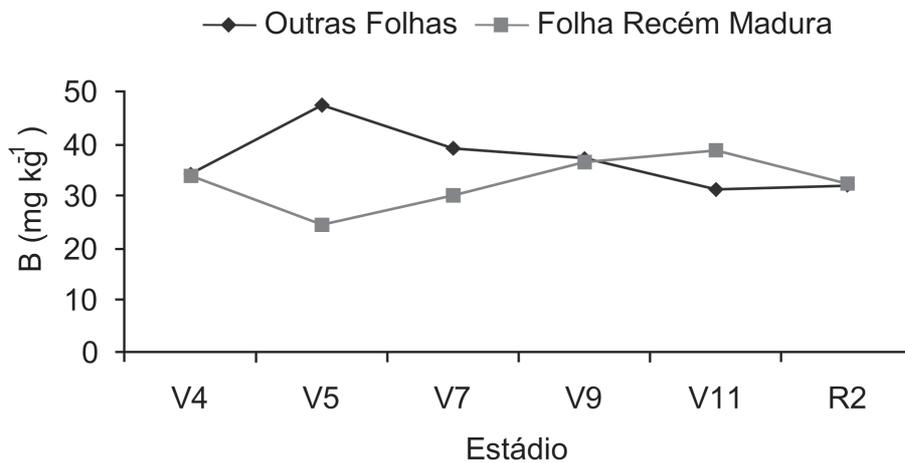


Figura 18 - Teor de boro (B) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

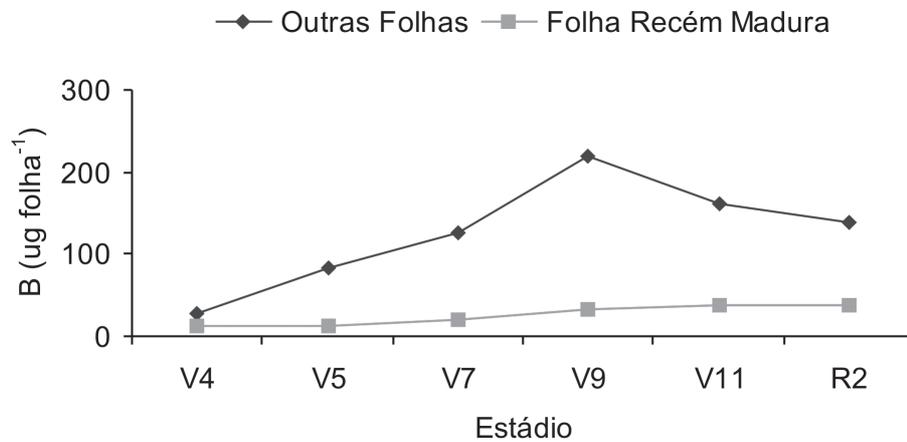


Figura 19 – Quantidade de boro (B) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

Os teores de Fe variaram de 107,74 (V7, FRM) a 256,91 mg kg⁻¹ (V4, OF) (Figura 20), enquanto que, a quantidade máxima extraída ocorreu em V9, nas OF (1.042 ug folha⁻¹). Nas FRM não houve diferença significativa entre as quantidades extraídas nos diferentes estádios (Figura 21). A amplitude de teores obtida na FI, coletada em R2, variou de 70,97 a 327,04 mg kg⁻¹, sendo que os teores médios nesse estágio (Apêndice P) variaram de 117,59 a 158,13 mg kg⁻¹.

Os valores obtidos de Fe nos três tipos de folha amostrados nos estádios analisados são semelhantes aos teores obtidos no R2, sendo esses contemplados na faixa de suficiência proposta por Sociedade...(2004), que varia de 50 a 350 mg.kg⁻¹.

Os estádios em que houve semelhança entre os teores de Fe da FI com as OF e FRM foram o V11 e o R2. Os teores das OF foram

semelhantes aos da FI nos estádios V11 e R2, enquanto que os da FRM foram semelhantes aos da FI em V7 e V11. Os estádios em que se observou maior diferença entre os teores das FRM e as OF, foram o V7 e V9 (Apêndice P).

Teores elevados de Fe eram esperados, em função do tipo de solo (Latosolo) da área do experimento e do pH (5,2). Isso corrobora com Mascarenhas (1972), segundo o qual a concentração de Fe em soja é maior nas folhas que nas hastes e que as partes vegetativas acumulam maiores quantidades, que as partes reprodutivas, em situações de elevados teores de Fe no solo.

O manganês, conforme abordado anteriormente, foi o único nutriente em que os teores ($p = 0,000$) e a quantidade extraída ($p = 0,0101$) sofreu influência da adubação, de forma que as folhas coletadas nas parcelas adubadas, apresentaram maiores teores e quantidades de Mn nas folhas das parcelas não adubadas.

Em relação aos teores de Mn, houve interação entre tipo de folha ($p = 0,0005$) e época ($p = 0,0000$) com adubação (Figuras 1 e 2), entretanto, a quantidade extraída foi influenciada somente pelo tipo de folha (Figura 3). A quantidade máxima extraída de Mn pelas OF ocorreu em V9 ($907,95 \text{ ug folha}^{-1}$), sendo que nas FRM isso não foi significativo entre estádios (Figura 22 e Apêndice S).

Os teores de Mn nas amostras das OF, coletadas nas parcelas não adubadas, variaram de 110,76 (V4) a $168,93 \text{ mg kg}^{-1}$ (R2). Nas FRM, a variação foi de 98,95 (V9) a $139,66 \text{ mg kg}^{-1}$ (V7), sendo em R2 a variação média da FI dos estádios amostrados de 80 a $115,01 \text{ mg kg}^{-1}$ (Apêndice R). Os teores desse nutriente nas amostras das OF, coletadas nas parcelas

adubadas, variaram de 160,15 (R2) a 210,22 mg kg⁻¹ (V7). Nas FRM, a variação foi de 95,34 (V9) a 152,83 mg kg⁻¹ (V7), sendo a variação média da FI dos estádios amostrados de 72,97 a 112,99 mg kg⁻¹ (Figura 2 e Apêndice R). A amplitude de variação dos teores de Mn na FI em R2, das parcelas não adubadas, foi de 158,31 a 50,66 mg kg⁻¹, sendo semelhante aos valores obtidos nas parcelas adubadas, que foi de 142,90 a 40,21 mg kg⁻¹. Os maiores valores obtidos de Mn, tanto nas plantas das parcelas com e sem adubação, entretanto, não se enquadram na faixa proposta por Sociedade...(2004). Essa faixa varia de 20 a 100 mg kg⁻¹, da mesma forma que a variação média da FI dos estádios amostrados, conforme mencionado anteriormente.

Epstein & Bloom (2006) e Malavolta et al. (1997) classificam o Fe e Mn como nutrientes de mobilidade intermediária, em função da precipitação desses como óxidos, hidróxidos ou carbonatos, devido ao valor do pH do floema, que é cerca de 7,2. Isso explica os maiores teores encontrados nas OF, em relação as FRM, sendo tal efeito mais pronunciado em relação ao Mn que ao Fe e mais evidente se há deficiência de Fe na planta, o que não foi o caso.

Os teores de Mn na folha índice, situaram-se próximos ao limite superior da faixa de suficiência (100 mg kg⁻¹), proposta por Sociedade...(2004). Isso indica que a cultivar de soja utilizada é mais tolerante a Mn, do que as utilizadas quando do estabelecimento das faixas de suficiência, pois não houve decréscimo de rendimento de grãos em função dessa concentração de Mn nas folhas.

Cardoso et al. (2003) mencionam que plantas de soja, em associação com micorrizas, podem alterar a absorção de Mn, por processos

como adsorção à superfície das hifas, de forma que auxiliem no processo de minimização de toxidez desse nutriente. Esses autores ainda mencionam a existência de diferentes graus de tolerância à toxidez desse nutriente, associada a características genéticas, em função de cultivares, de forma que os materiais tolerantes possuem maior capacidade de oxidação de Mn nas raízes.

Os teores de Mn trocável obtidos no solo do experimento (Apêndice A) foram, em média, duas vezes maiores que o teor considerado alto (5 mg dm^{-3}) (SOCIEDADE..., 2004), o que está associado a maior disponibilidade desse nutriente, em função do baixo pH do solo (5,2). Esses resultados estão coerentes com os teores elevados de Mn, observados nas folhas analisadas (Figuras 1 a 3).

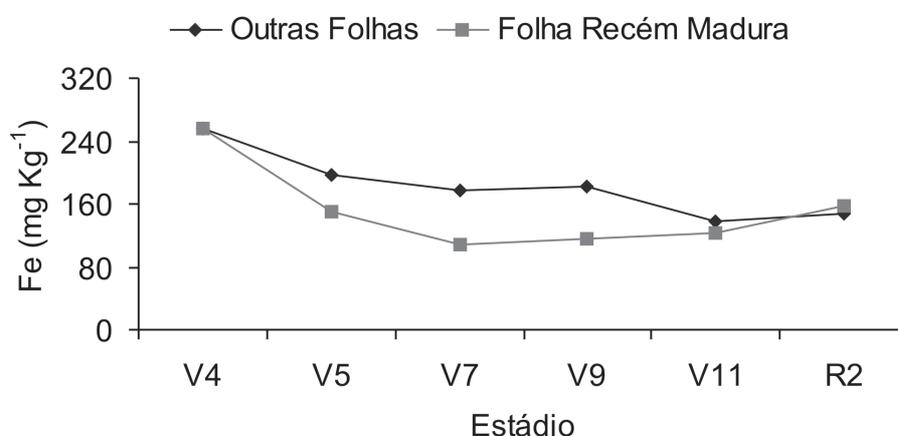


Figura 20 - Teor de ferro (Fe) em função dos estádios de desenvolvimento da soja e do tipo de folha amostrada. Média de oito repetições.

A análise da variância dos teores de Zn e de Cu mostrou que não houve efeito da interação entre as folhas amostradas e o estágio de desenvolvimento ($p = 0,2562$ e $0,8775$, respectivamente). Por outro lado, a

concentração de Zn variou em função desse segundo fator ($P=0,000$) (Figura 23), enquanto que a de Cu variou com o efeito isolado dos dois fatores estudados ($P=0,0151$ e $0,0370$, respectivamente) (Figuras 25 e 26).

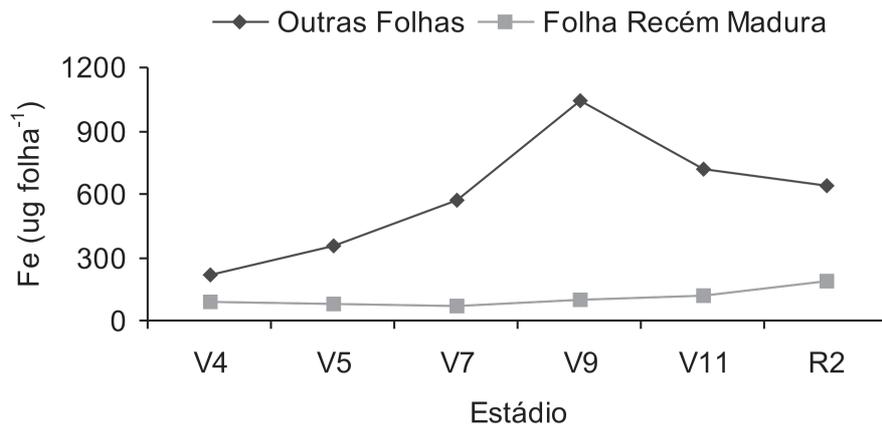


Figura 21 – Quantidade de ferro (Fe) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

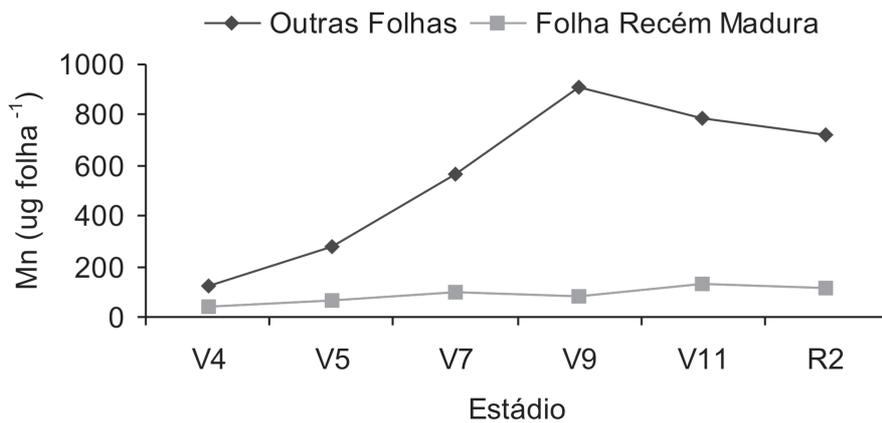


Figura 22 - Quantidade de manganês (Mn) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

A quantidade máxima extraída de Zn nas OF ocorreu em V9 (239,56 ug folha⁻¹) e V11 (232,07 ug folha⁻¹), enquanto que nas FRM, em V11 (46,03 ug folha⁻¹) e R2 (51,11 ug folha⁻¹) (Figura 24 e Apêndice U). Nas OF, a semelhança do Zn, a quantidade máxima extraída de Cu ocorreu em mais de um estádio: V9 (56,44 ug folha⁻¹), V11 (57,93 ug folha⁻¹) e R2 (50,54 ug folha⁻¹), sendo que nas FRM, não houve diferença entre estádios (Figura 27 e Apêndice X).

Os teores de Zn variaram de 40,08 a 45,46 mg kg⁻¹ (Apêndice U) na média das três folhas nos estádios V4 e V11, respectivamente. Os teores de Cu, por sua vez, variaram de 11,09 (média das OF, nos estádios amostrados) a 14,94 mg kg⁻¹ (média dos três tipos de folha amostradas, no estádio V4) (Apêndice V), respectivamente. Esses teores foram semelhantes aos obtidos em R2 (Zn = 36,10 a 52,02 mg kg⁻¹ e Cu = 8,46 a 48,75 mg kg⁻¹), e aos da faixa de suficiência proposta por Sociedade...(2004) e (Zn = 20 a 50 mg kg⁻¹ e Cu = 10 a 30 mg kg⁻¹).

O estádio em que foi observado o maior teor médio de Zn foi o V11, sendo esse semelhante ao teor do R2 (Figura 23). O maior teor de Cu ocorreu no estádio V4, sendo equivalente ao obtido no R2 (Figura 25).

Malavolta et al. (1997) mencionam que a mobilidade de Zn e de Cu no floema é restrita e que esses nutrientes, quando em níveis tóxicos, causam sintomas de toxidez em folhas velhas e, quando deficientes, os sintomas, geralmente, se manifestam nas folhas jovens. Conforme mencionado anteriormente, os teores de Zn não diferiram entre as folhas analisadas, enquanto que os teores de Cu nas OF foram menores que nas FRM. Loneragan (1975), concluiu que o movimento de Cu na planta depende da

sua concentração, uma vez que plantas de trigo bem supridas com esse nutriente, translocam Cu das folhas para o grão, sendo que em plantas com deficiência, esse nutriente foi relativamente imóvel, o que pode justificar os maiores teores encontrados nas folhas recém maduras em relação a outras folhas.

Os teores de Cu decresceram, ao longo do desenvolvimento da cultura (Figura 25), estando de acordo com o observado por Bataglia & Mascarenhas (1977), ocorrendo o inverso com o teor de Zn, que foram maiores nos estádios V11 e R2 (Figura 23).

A semelhança do Mn, os teores obtidos de Zn e Cu no solo, estão situados na faixa de interpretação considerada alta, o que deve estar relacionado com o baixo pH do solo (5,2) (Apêndice A). Esse valor de pH favorece a maior disponibilidade desses nutrientes às plantas (RAIJ, 1991).

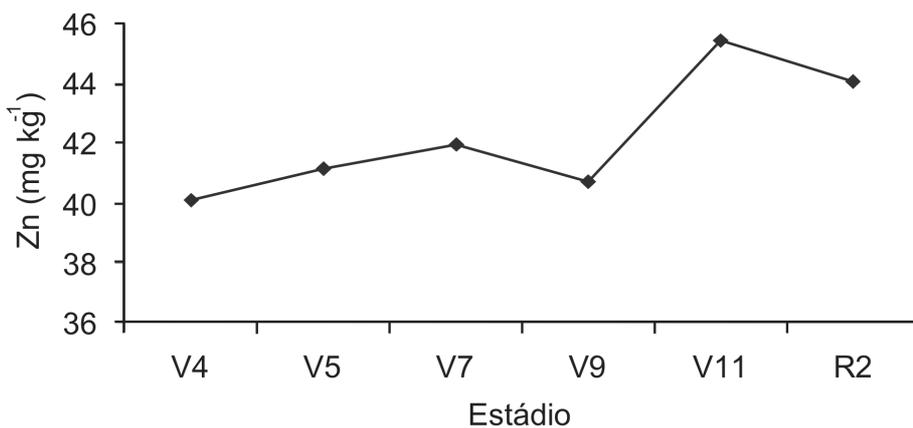


Figura 23 - Teor de zinco (Zn) em função dos estádios de desenvolvimento da soja. Média dos três tipos de folhas amostradas.

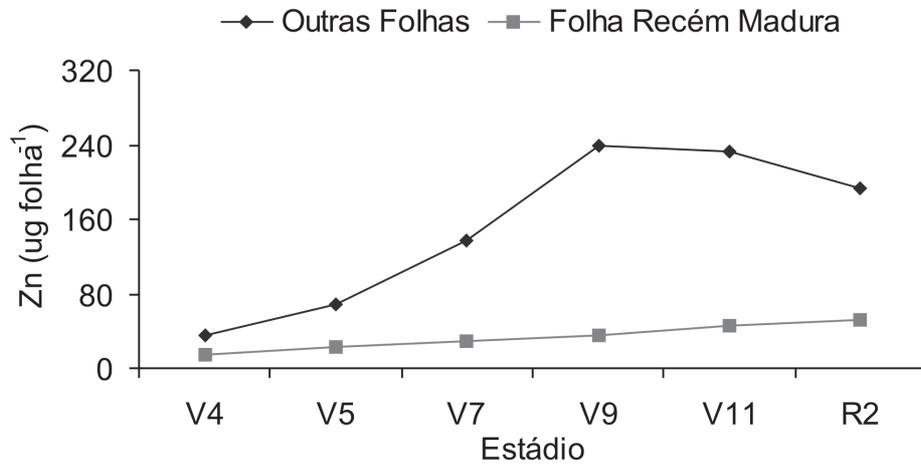


Figura 24 - Quantidade de zinco (Zn) extraída de folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

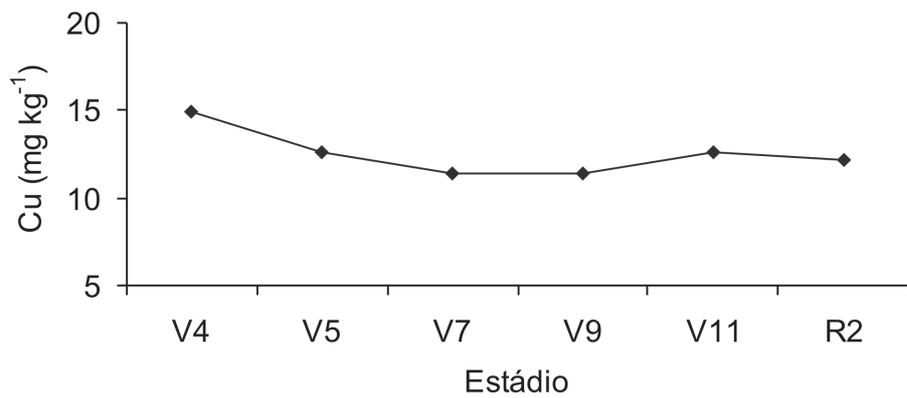


Figura 25 - Teor de cobre (Cu) em função dos estádios de desenvolvimento da soja. Média dos três tipos de folhas amostradas.

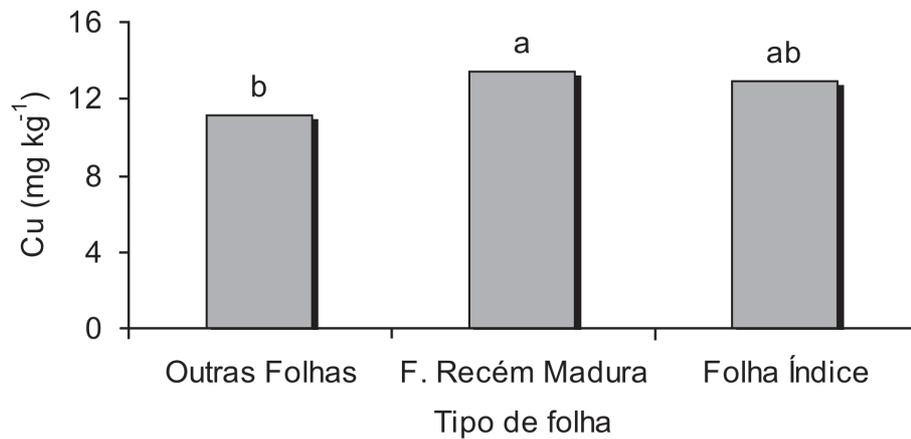


Figura 26 - Teor de cobre (Cu) em função do tipo de folha coletada. Média dos estádios avaliados.

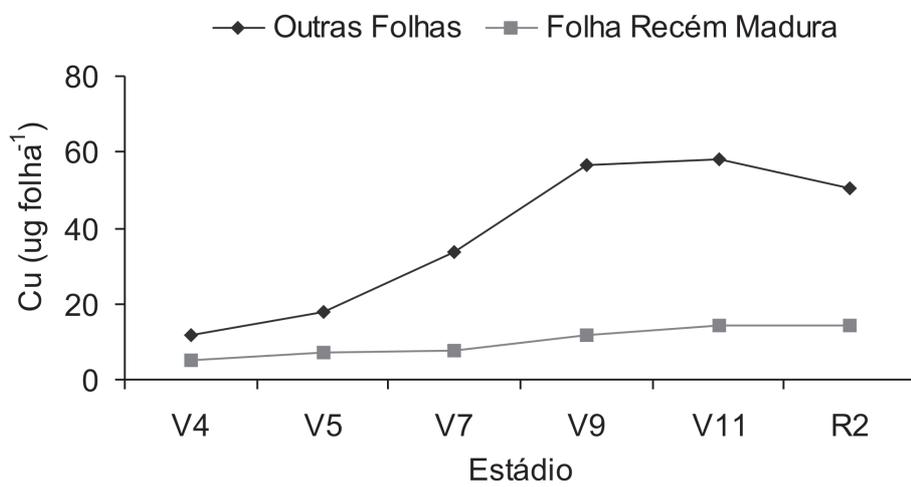


Figura 27 – Quantidade de cobre (Cu) extraída em folhas de soja, amostrada em diferentes estádios de desenvolvimento. Média de oito repetições.

3.3 DRIS com base em teores de nutrientes

A aplicação do teste D'Agostino Pearson mostrou que a distribuição dos resultados de P, Cu, Fe (OF, FRM, FI), Ca, Mg e Zn (FI), S (OF, FRM) e B (OF) não seguiram o modelo normal, mesmo após a transformação dos resultados para escala logarítmica decimal e natural. Com essa transformação, os resultados de Zn, Fe e B adquiriram distribuição normal, sendo que com os teores de Fe a normalidade foi obtida somente nas amostras da FI. Dessa forma, optou-se por não proceder a transformação dos dados dos nutrientes avaliados para interpretação com o DRIS.

Isso também foi obtido por Kurihara (2004), com as relações duais N/K, N/Ca, N/S, P/K, P/Ca, K/N, K/Ca, B/K, B/Ca, Fe/S, Fe/Cu, Mn/K, Mn/Ca, Mn/Cu e Mn/Fe. Esse autor observou na população de referência que essas relações não apresentaram distribuição normal, mas, que, por se tratarem de nutrientes que participam de importantes processos fisiológicos, elas foram mantidas no cálculo dos índices DRIS. Dos nutrientes que participam das relações citadas, somente os teores de Mg e Zn não concordaram com a observação desse autor.

Os resultados apresentados nas figuras 28 a 33 mostram que não houve constância das relações bivariadas entre os nutrientes analisados, em função dos estádios da soja. Como discutido no item 3.1, em geral, os teores dos nutrientes variaram conforme as partes da planta e os estádios amostrados, sendo essas variações acompanhadas das relações entre os nutrientes analisados (Figuras 28 a 33).

Uma das premissas de utilização do DRIS refere-se a constância das relações bivariadas entre nutrientes, em relação a idade do tecido (RAIJ, 1991). Entretanto, essa premissa não foi confirmada neste trabalho para as relações dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S.

As relações entre os macronutrientes variaram entre os tipos de folhas analisadas (Figuras 28 a 33), bem como entre os estádios em que houve proximidade dos valores das relações (Figuras 29a, 29b, 31b, 32b). Essa variação pode ser explicada pela magnitude dos teores de nutrientes observada nos tipos de folhas analisadas.

As relações N/P, N/K, K/P, Ca/P, Ca/Mg, Ca/S e Mg/S foram, em média, maiores nas OF (Figuras 28a, 28b, 31a, 32a, 32b, 32c e 33, respectivamente), ao contrário das relações N/Ca, N/Mg, P/N, P/Mg, P/S, K/S, K/Ca e K/Mg (Figuras 28c, 29a, 29c, 30a, 30b, 30c, 31b e 31c, respectivamente), que foram maiores nas FRM.

Os estádios em que os valores das relações dos nutrientes das OF foram semelhantes aos das FRM foram o V4 (N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, N/S, P/N, P/Mg, P/S, K/S, K/P e Ca/Mg) (Figuras, 28a,b,c, 29 a,b,c, 30 a,b,c, 31 a, 32 b, respectivamente), o V5 (N/Ca, N/Mg, N/S, P/Mg, K/P, Ca/S) (Figuras 28c, 29a,b, 30a, 31a, 32c, respectivamente), o V7 (N/Mg, N/S, K/P) (Figuras, 29 a,b,c, 31c, 33, respectivamente), o V9 (N/S e K/S) (Figuras 29b, 30c, respectivamente), o V11 (N/K, N/S, K/S, Mg/S) (Figuras 28b, 29b, 30c, 33, respectivamente) e o R2 (N/P, N/S, P/N, K/Mg, Mg/S) (Figuras 28a, 29b, 29c, 31c e 33, respectivamente). Isso demonstra que os valores das relações dos macronutrientes variaram entre os estádios de desenvolvimento da cultura da soja, em função da variação dos teores de nutrientes.

Como ocorreu com os teores dos nutrientes analisados (item 3.2) e as relações bivariadas entre nutrientes (Figuras 28 a 33), os índices DRIS também variaram com o estágio, o tipo de folha amostrada e a metodologia de cálculo do DRIS (Figuras 34 a 39).

Em geral, os resultados apresentados mostram que nos estádios iniciais os valores dos índices DRIS, obtidos nas OF e FRM, diferiram mais dos índices obtidos na FI, no R2, que nos estádios mais próximos do florescimento, nas três metodologias (Figuras 34 e 35 a,b,c). Por outro lado, a partir do estágio V7 houve uma maior concordância entre os índices DRIS obtidos nas folhas testadas (OF e FRM) e na FI (Figuras 36, 37, 38 a,b,c). Isso, possivelmente, se deve a adoção do critério de equilíbrio nutricional, que considerou como não limitante, o nutriente com índice entre -10 e 10 (-1 a 1 desvio padrão). Esse critério indica que o nutriente está em equilíbrio e dentro dos 68,3% da população centrada em relação a distribuição média (PARTELLI et al., 2005).

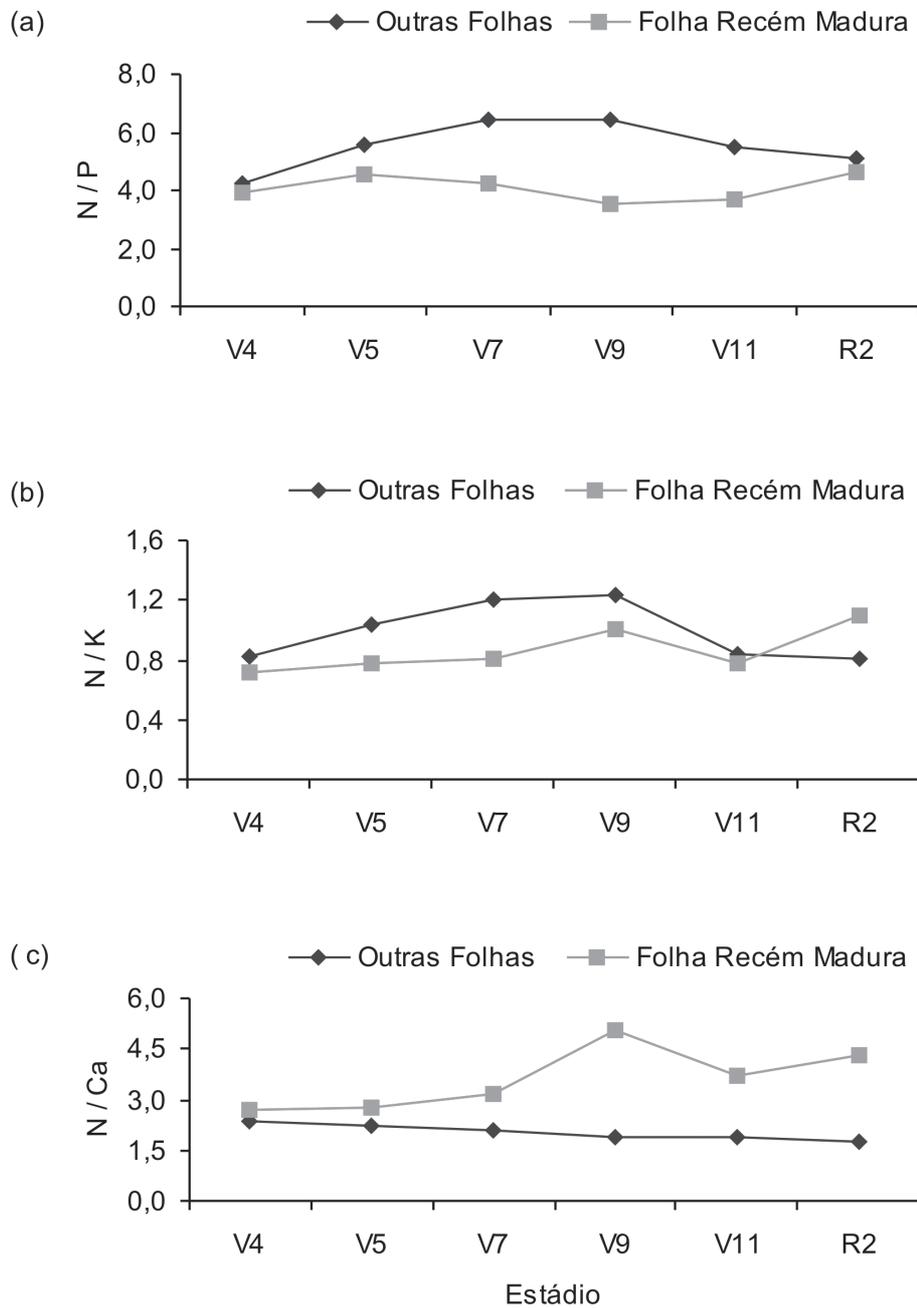


Figura 28 - Relações N/P (a), N/K (b) e N/Ca (c) em plantas de soja, em função do tipo de folha e estágio amostrado.

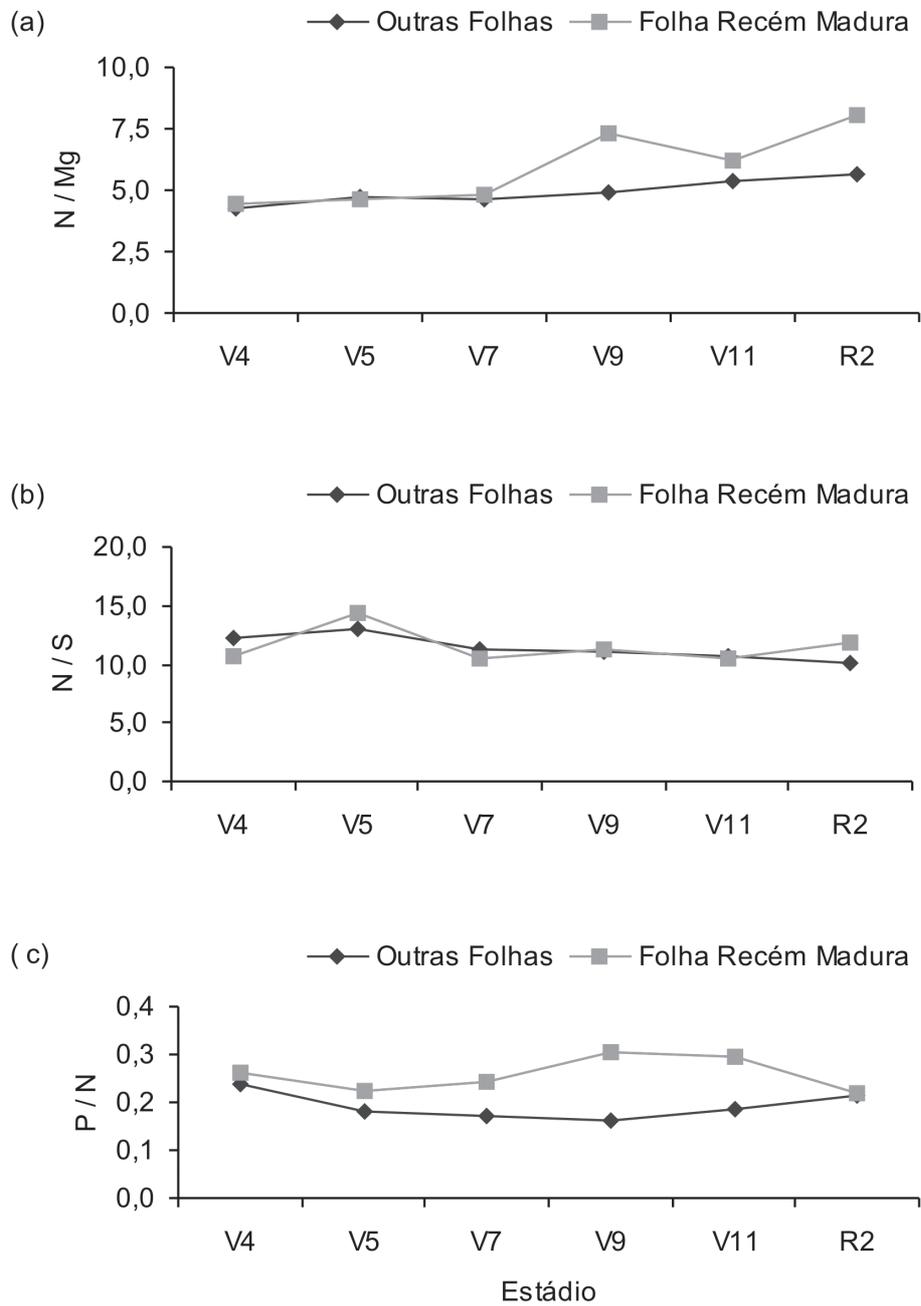


Figura 29 - Relações N/Mg (a), N/S (b) e P/N (c) em plantas de soja, em função do tipo de folha e estágio amostrado.

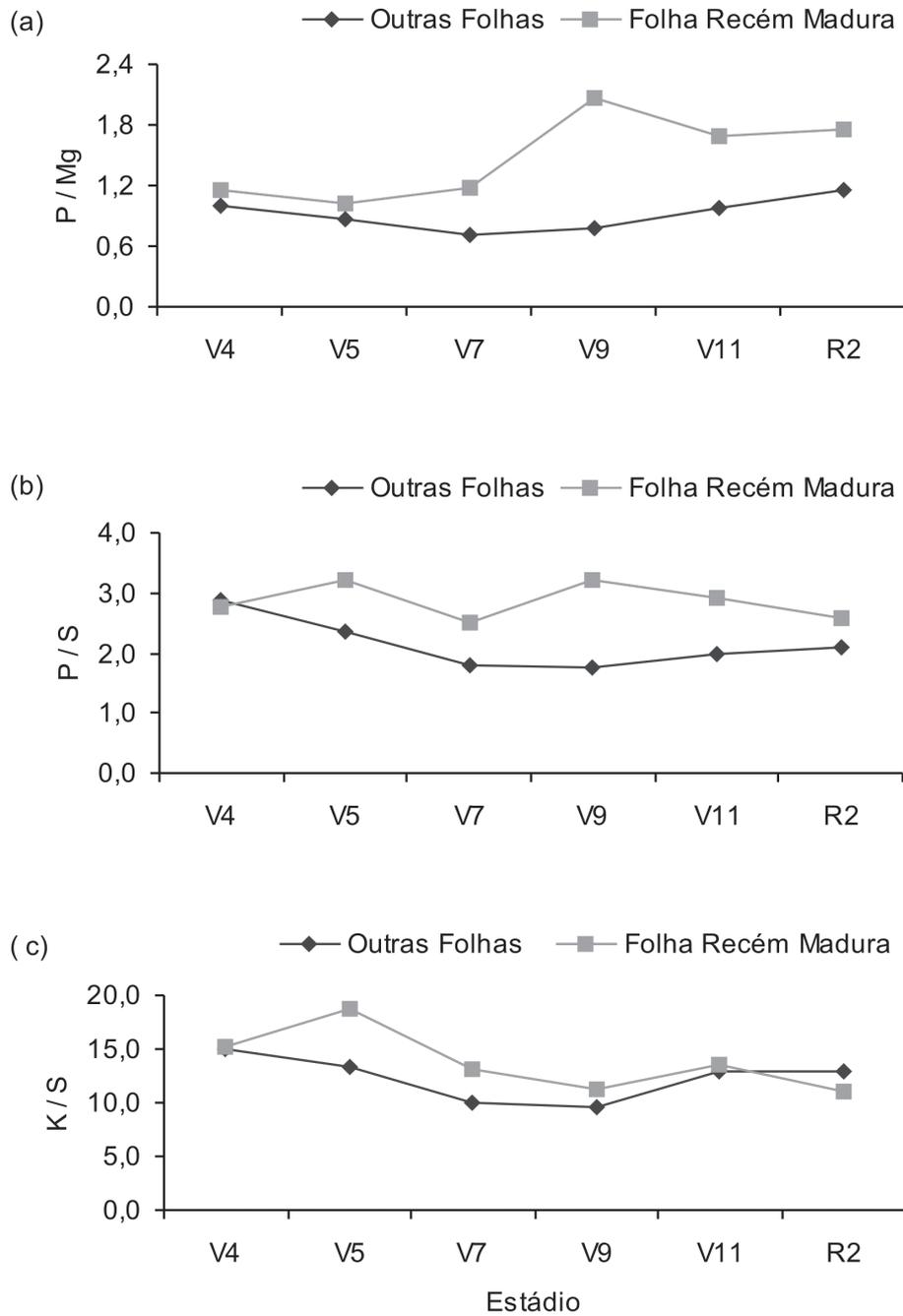


Figura 30 - Relações P/Mg (a), P/S (b), K/S (c) em plantas de soja, em função do tipo de folha e estágio amostrado.

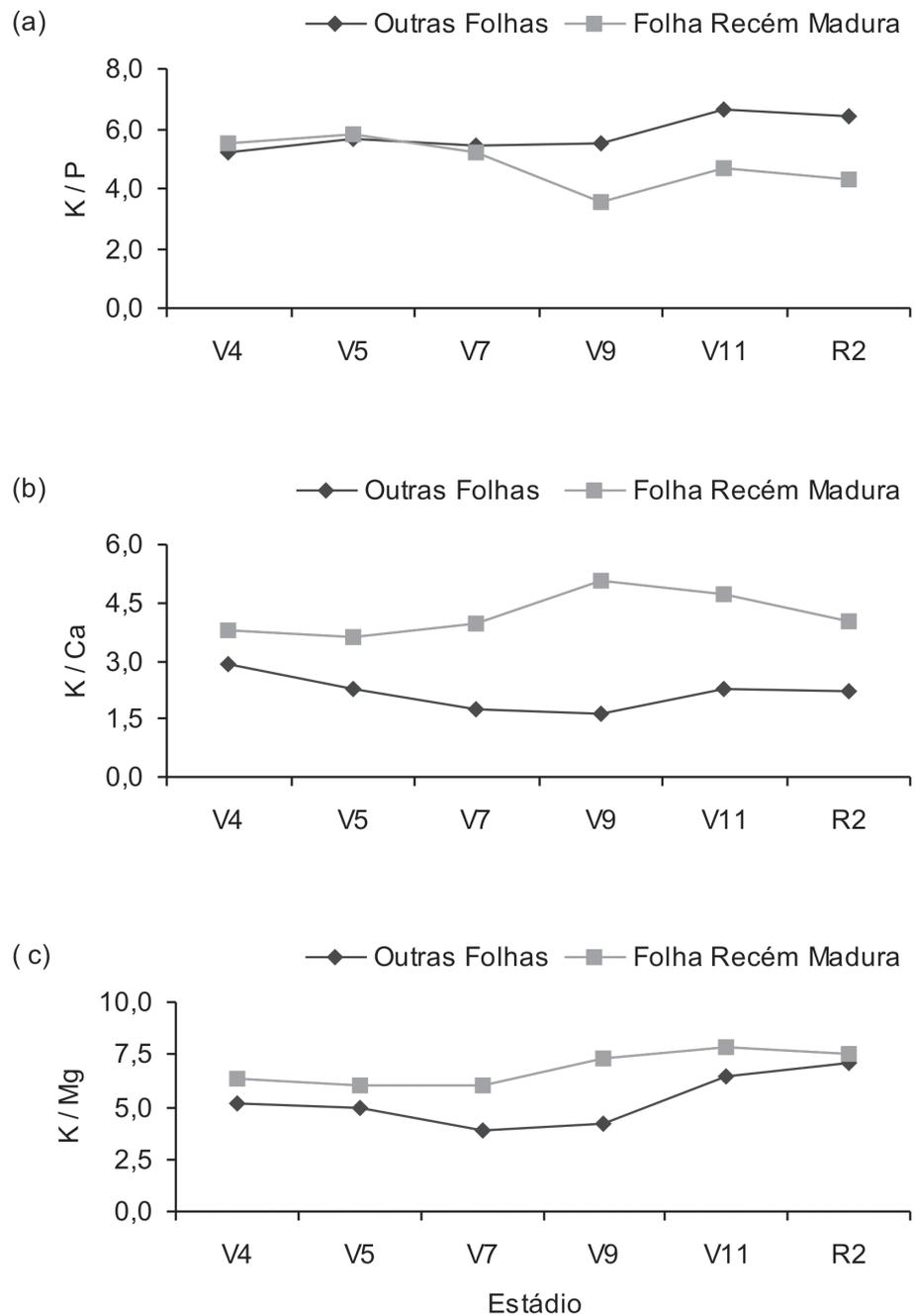


Figura 31 - Relações K/P (a), K/Ca (b), K/Mg (c) em plantas de soja, em função do tipo de folha e estágio amostrado.

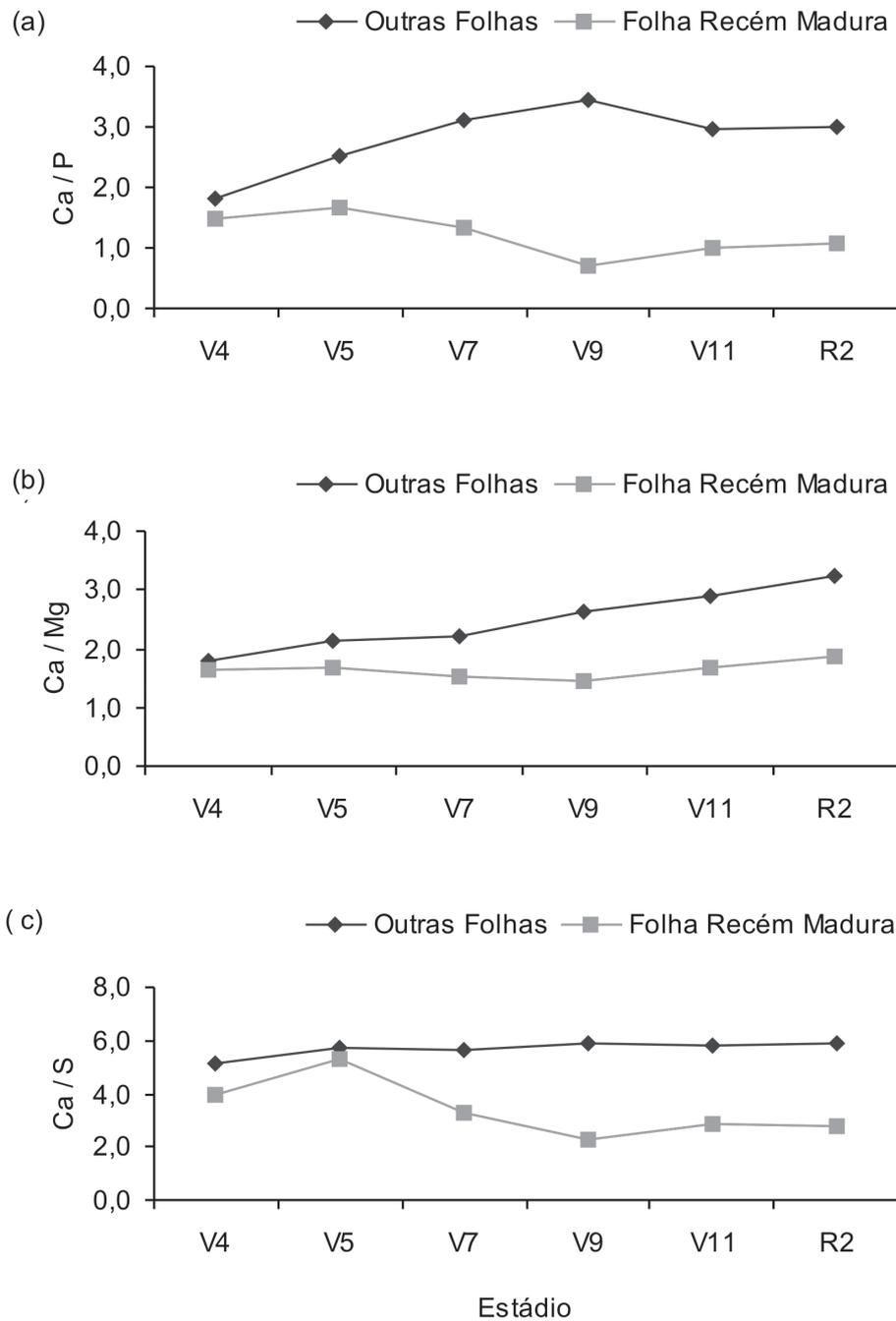


Figura 32 - Relações Ca/P (a), Ca/Mg (b) e Ca/S (c) em plantas de soja, em função do tipo de folha e estágio amostrado.

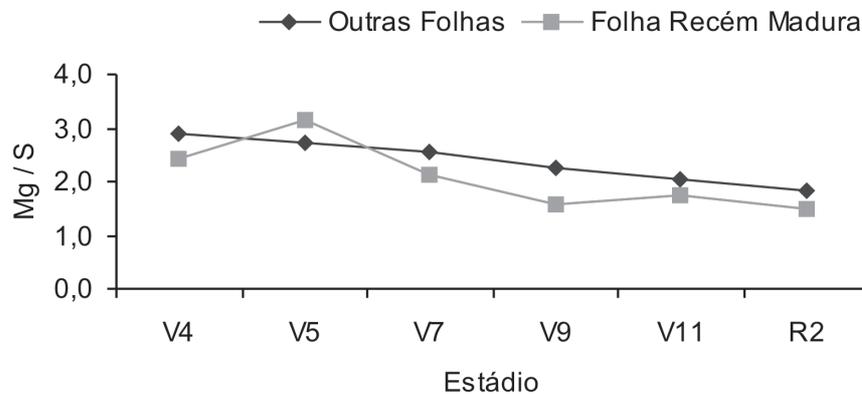


Figura 33 - Relação Mg/S (b) em plantas de soja, em função do tipo de folha e estágio amostrado

A oscilação dos índices variou em função do nutriente, do estágio e da metodologia de cálculo, mantendo para o último fator a mesma tendência entre as metodologias. Ao comparar a oscilação dos índices DRIS dos macronutrientes obtidos com a metodologia de Beaufils, nas (OF), verificou-se que o índice de N, variou de -4,8 (V5) a -15 (R2), o índice de P, de -16,2 (V4) a -52,7 (V9), o índice de K, de -0,3 (V4) a -26,2 (V9), o índice de Ca, de 31,1 (V4) a 80,8 (V9), o índice de Mg, de -0,9 (R2) a 46,8 (V7), o índice de S de -5,4 (V9) a -21,5 (V4). Os índices dos micronutrientes Zn, Cu, B, Mn e Fe variaram de -10,3 (V11) a -37,7 (V5), -5,6 (V4) a -23 (V5), 13,6 (V5) a -9,5 (V4), 4,2 (V4) a 18,3 (R2) e -3,3 (V11) a 19,4 (V4) respectivamente. O IBNm, por sua vez, variou de 18,1 (V11) a 25,7 (V7).

A oscilação dos índices nas FRM, dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, foi de 2,5 (V9) a -12,3 (V4), 26,5 (V9) a -12,7 (V5), -1,3 (R2) a 11,9 (V5), 24,1 (V5) a -19,4 (V9), -1,9 (R2) a 41,2 (V5), 7,4 (V9) a -28,2 (V5), respectivamente. Os índices dos micronutrientes Zn, Cu, B,

Mn e Fe variaram de -0,8 (R2) a -28,1 (V4), 2,7 (V11) a -8,4 (V7), 3,3 (V11) a -24,7 (V5), 10,4 (V7) a -7,1 (V9) e 19,2 (V4) a -14,2 (V7), respectivamente. O IBNm, por sua vez, variou de 6,5 (R2) a 16,2 (V5).

Com o agrupamento dos índices obtidos em faixas com amplitudes de variação de -10 a 10, os índices dos nutrientes analisados nas OF e nas FRM foram comparados com os obtidos na FI. Assim, constatou-se que, no estágio V4, os índices de B, K e Mn das folhas testadas (OF e FRM), e o de P (FRM) pelo método Beaufils; B, Cu, K, Mn e N (OF e FRM) e P (FRM) pelo método Jones; e B, K e Mn (OF e FRM) e N(OF) e P (FRM) pelo método Elwali & Gasho, situaram-se na mesma faixa de índices verificada na FI (Figura 34).

Nos estádios V5 (Figura 35) a V9 (Figura 37), os índices DRIS, obtidos nas duas folhas testadas, foram semelhantes com as três metodologias de cálculo.

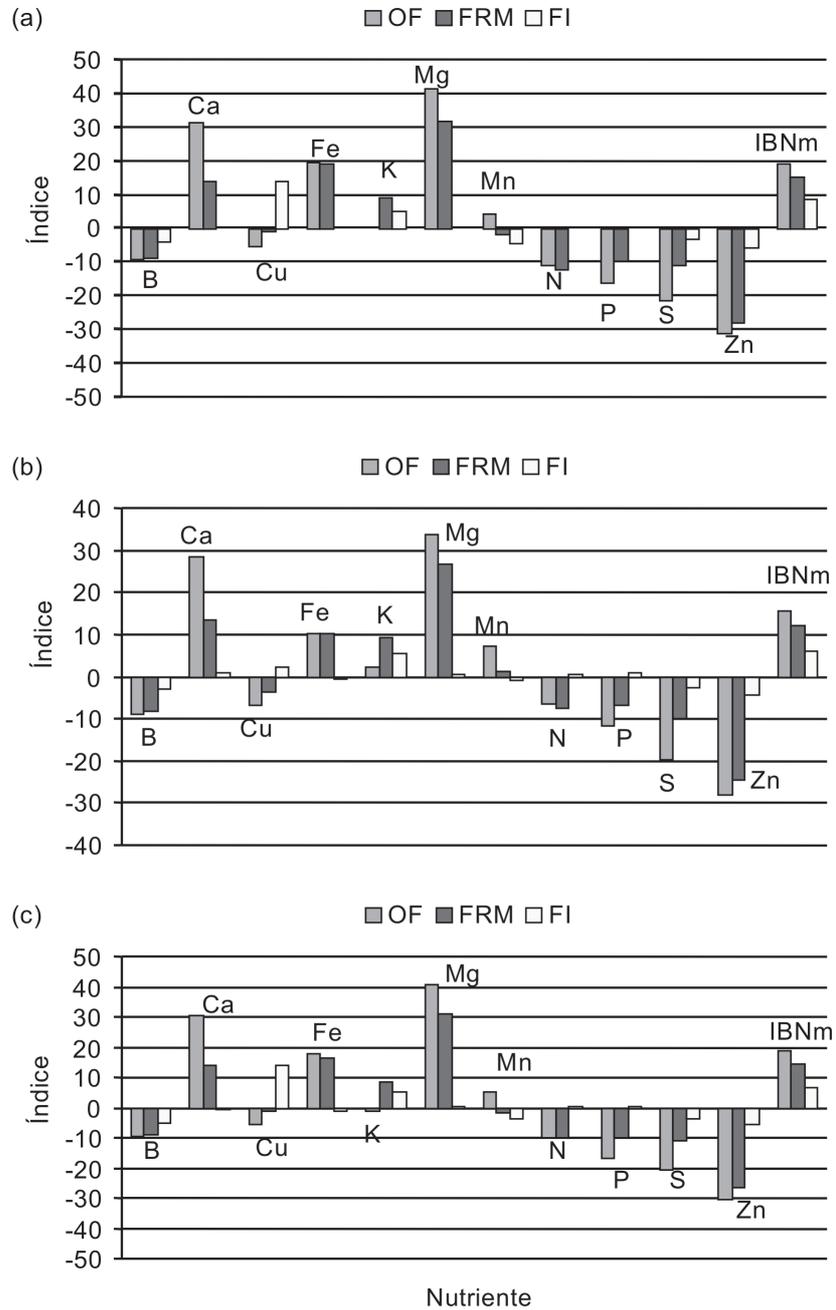


Figura 34 - Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V4 e R2.

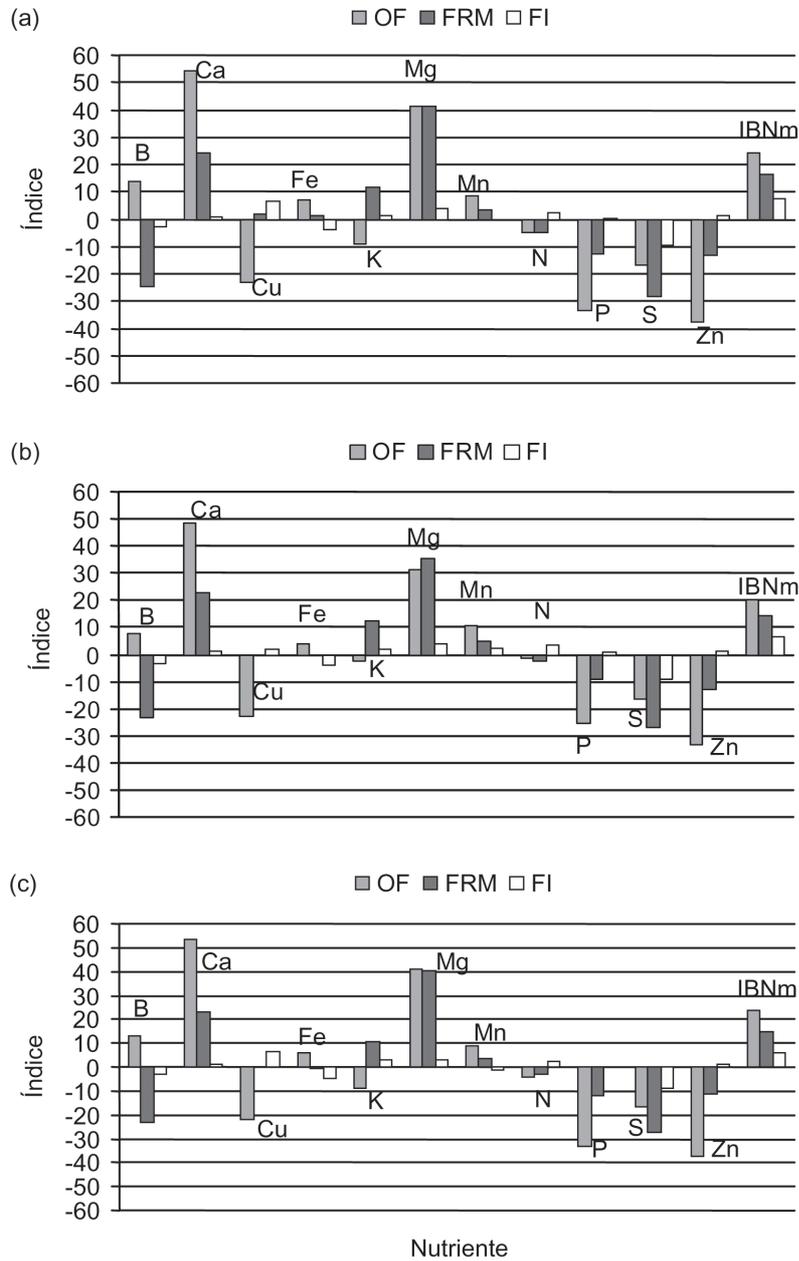


Figura 35 - Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V5 e R2.

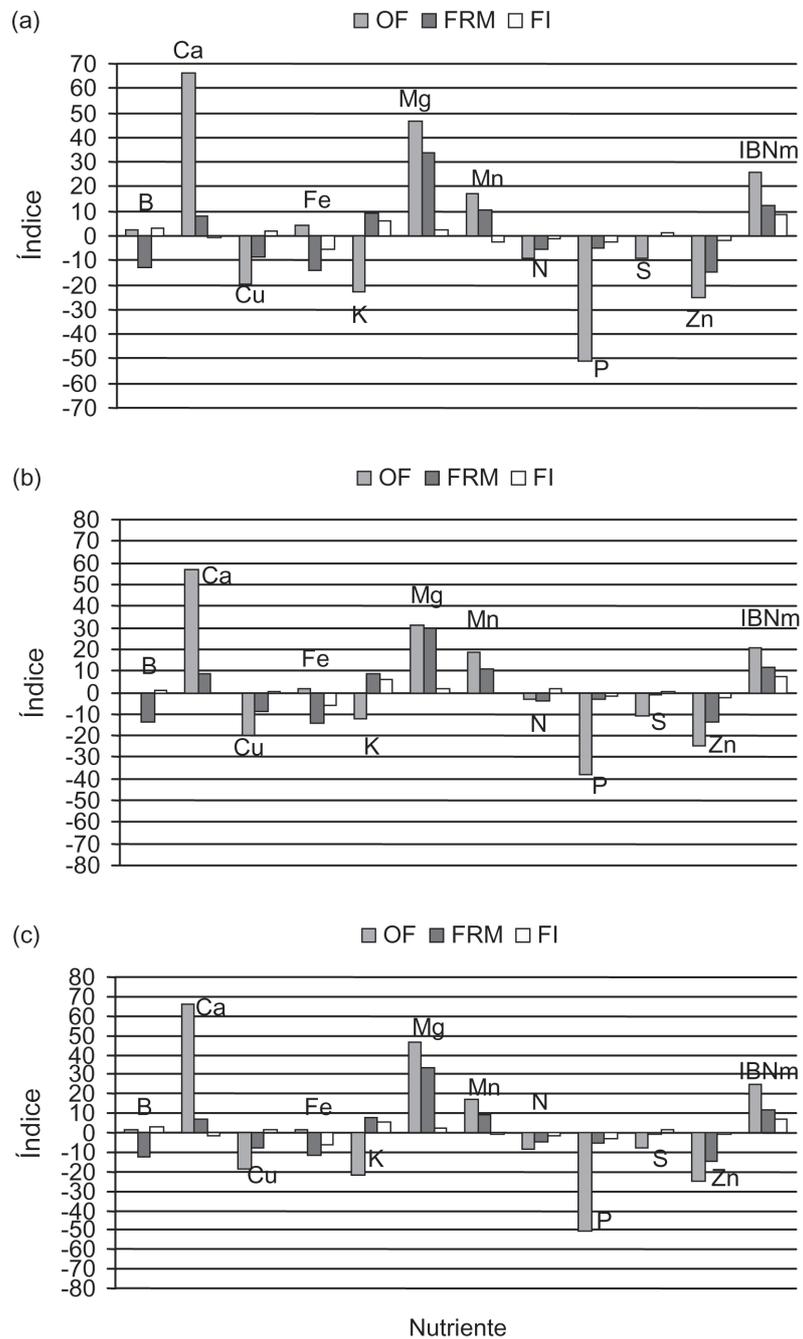


Figura 36 - Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V7eR2.

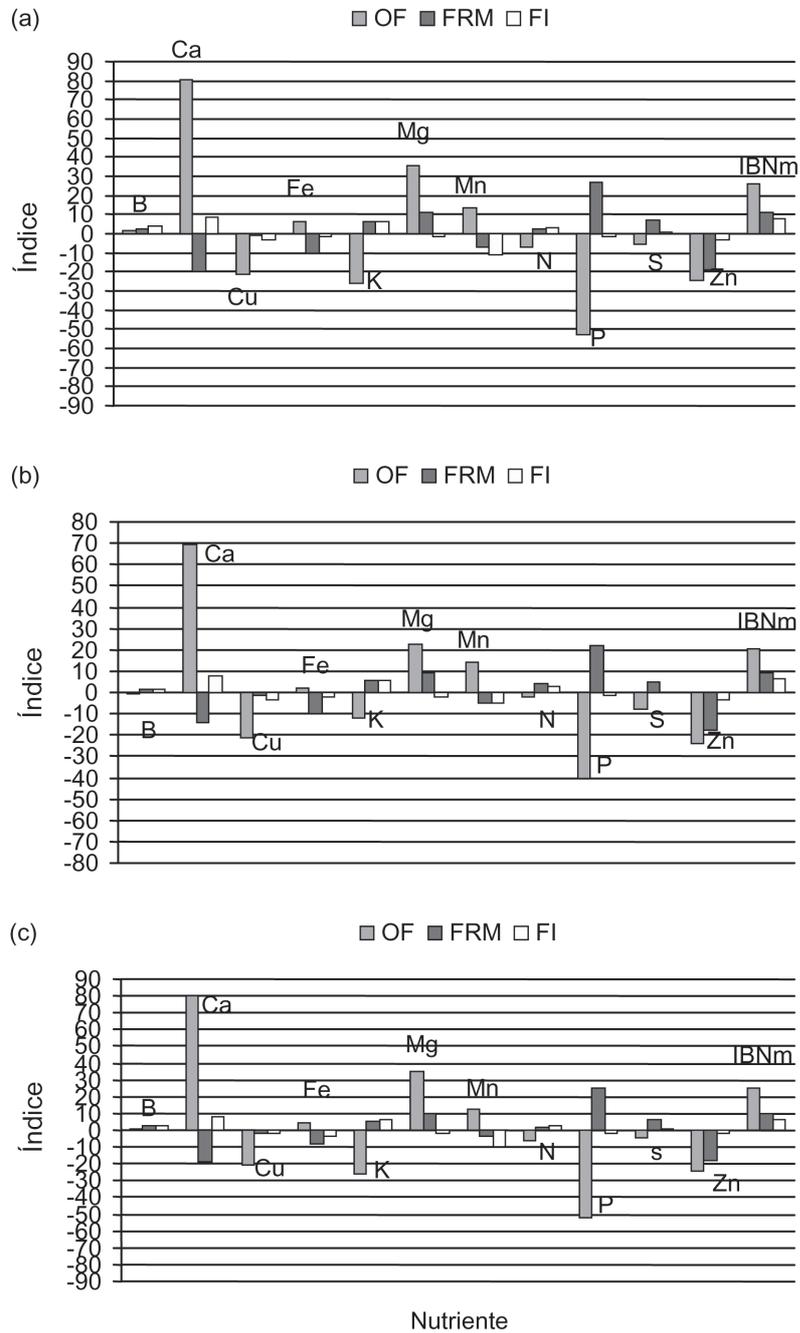


Figura 37 - Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V9 e R2.

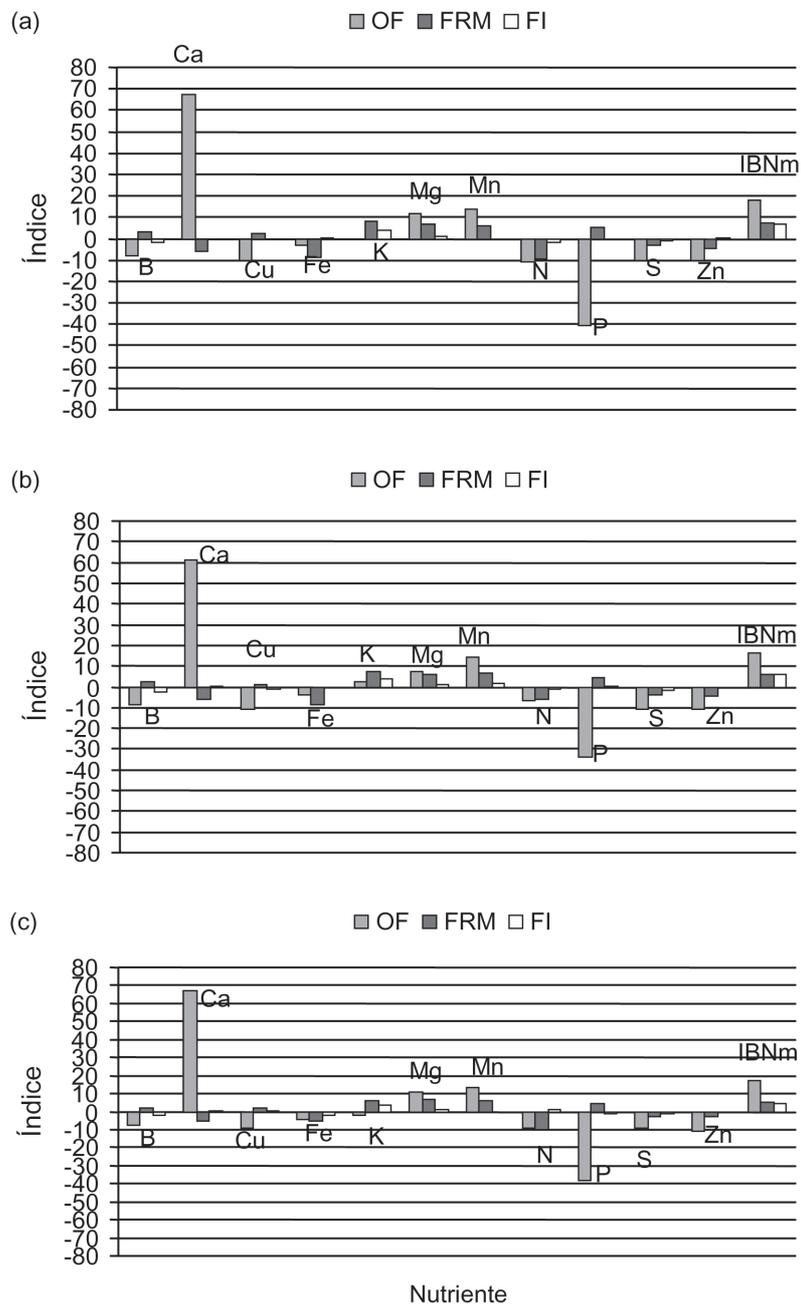


Figura 38 - Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI), nos estádios V11 e R2.

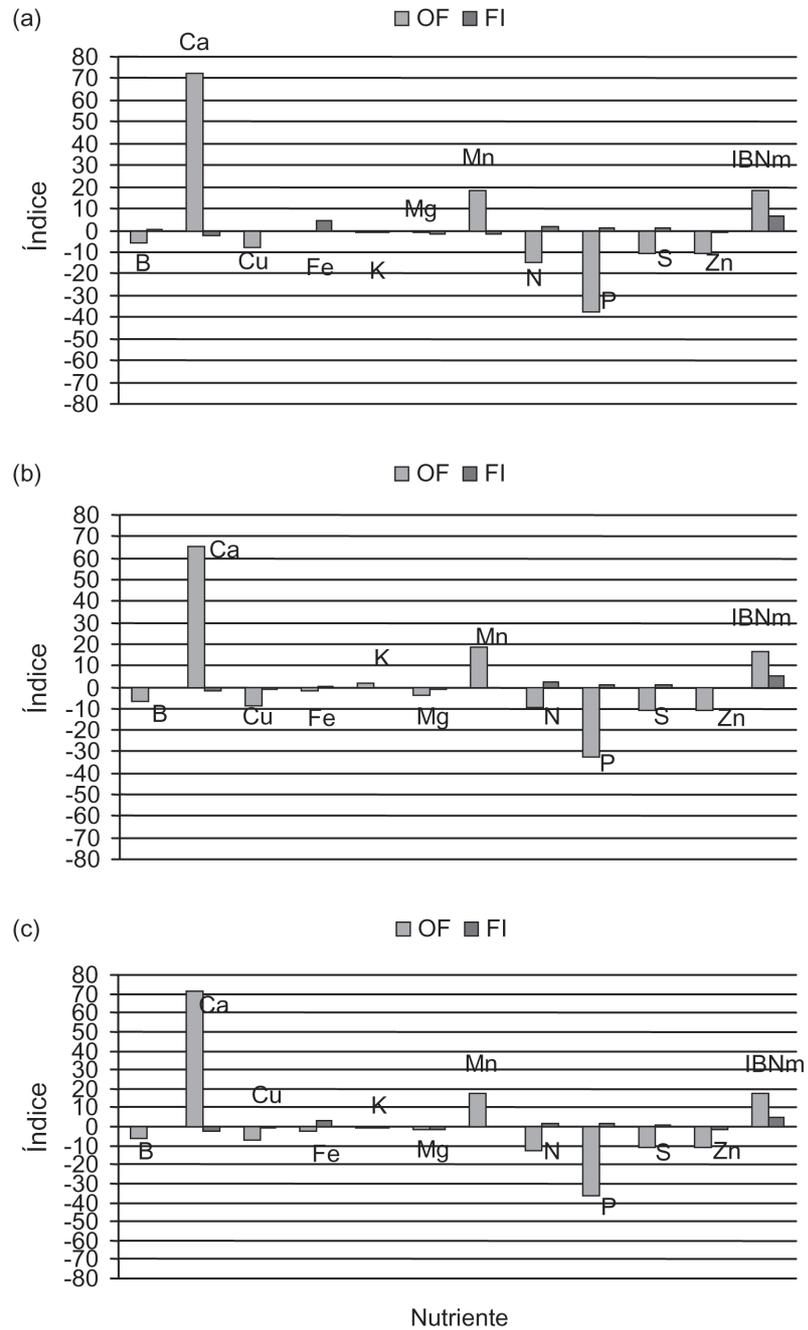


Figura 39 - Índices DRIS, obtidos com os métodos de Beaufils (a), Jones (b) e Elwali & Gasho (c), nas outras folhas (OF) e folha índice (FI), no estágio R2.

No estágio V11, as faixas dos valores dos índices de B, Fe, K e S (OF e FRM); Ca, Cu, Mg, Mn, N, P e Zn (FRM) calculados com o método de Beaufils; dos índices de B, Fe, K, Mg, N (OF e FRM); Ca, Cu, Mn, P, S e Zn (FRM) calculados com o método de Jones; B, Cu, Fe, K, N e S (OF e FRM); Ca, Mg, Mn, P e Zn (FRM) calculados com o método Elwali & Gasho, concordaram com as faixas de valores dos índices da FI (Figura 38 a,b,c).

A semelhança entre os valores dos índices obtidos no V11 (Figura 38 a,b,c) e R2 (Figura 39 a,b,c) pode ser atribuída ao curto período de tempo ocorrido entre esses estádios. Em função da época de plantio e da característica do cultivar, o estágio R2 ocorreu quatro dias após o V11.

Os resultados obtidos mostram que os índices calculados com as metodologias de Beaufils, Jones e Elwali & Gasho foram semelhantes, com todos os nutrientes analisados. Conforme mencionado anteriormente, estes índices resultaram em um mesmo diagnóstico, na maioria dos nutrientes analisados, indicando índices mais positivos (potencial excesso) ou mais negativos (potencial deficiência) (BARBOZA et al. 2006), quando utilizado o critério de variação de valores – 10 a 10, conforme Partelli et al. (2005). Assim, a concordância entre as metodologias, em relação aos resultados dos índices mais positivos dos nutrientes analisados, foi de 100%, em V4 e R2; de 77,8 % em V5, de 88,9 % em V7 e V9; e 85,7% em V11. Os índices mais negativos, por sua vez, foram concordantes em 90 %, no estágio V4, 83,3 % em R2, 80 %, em V5 e V11; e 77,8 % em V7 e V9.

Os índices concordantes entre os valores obtidos em cada

estádio em ambas folhas analisadas (FRM e OF) e R2 (FI), foram de 80% em V4 (Tabela 1), 82,3 % em V5 (Tabela 2), 92% em V7 (Tabela 3), 86,4 % em V9 (Tabela 4), 90,9 % em V11 (Tabela 5).

Tabela 1 – Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V4 e R2

Metodologias	Excesso*	Deficiência*	Adequado*
Beaufils	Mg, Ca, Fe	Zn, S, P (OF), N	B, K, Mn, P (FRM)
Jones	Mg, Ca, Fe	Zn, S, P (OF)	B, Cu, K, Mn, N, P (FRM)
Elwali & Gascho	Mg, Ca, Fe	Zn, S, P (OF)	B, K, Mn, N (OF), P (FRM)
Concordância (%)	100	90	80

* Entre parênteses, a descrição do tipo de folha, cujo resultado do índice é semelhante ao da FI no R2. Quando não mencionado, considera-se outras folhas (OF) e folha recém madura (FRM).

Tabela 2 – Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V5 e R2

Metodologias	Excesso*	Deficiência*	Adequado*
Beaufils	Mg, Ca, B (OF)	Zn, S, P	Cu (FRM), Fe, K(OF), Mn, N
Jones	Mg, Ca, K (FRM)	Zn, S, P (OF), B (FRM)	B (OF), Cu (FRM), Fe, K (OF), Mn(FRM), N, P(FRM)
E. Gascho	Ca, Mg, B (OF)	Zn, S, P	Cu (FRM), Fe, K (OF), Mn, N
Concordância (%)	77,8	80	82,3

* Entre parênteses, a descrição do tipo de folha, cujo resultado do índice é semelhante ao da FI no R2. Quando não mencionado, considera-se outras folhas (OF) e folha recém madura (FRM).

Tabela 3 – Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V7 e R2

Metodologias	Excesso*	Deficiência*	Adequado*
Beaufils	Ca (OF), Mg, Mn	P(OF), Zn, K(OF)	B (OF), Ca (FRM), Cu (FRM), Fe (OF), K (FRM), N, P (FRM), S
Jones	Mg, Ca (OF), Mn	Zn, P(OF), B(FRM)	B (OF), Ca (FRM), Cu (FRM), Fe (OF), K (FRM), N, P (FRM), S (FRM)
E. Gascho	Ca (OF), Mg, Mn (OF)	Zn, P (OF), K(OF)	B (OF), Ca (FRM), Cu (FRM), Fe (OF), K (FRM), Mn (FRM), N, P (FRM), S
Concordância (%)	88,9	77,8	92

* Entre parênteses, a descrição do tipo de folha, cujo resultado do índice é semelhante ao da FI no R2. Quando não mencionado, considera-se outras folhas (OF) e folha recém madura (FRM).

Tabela 4 – Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V9 e R2

Metodologias	Excesso*	Deficiência*	Adequado*
Beaufils	Ca (OF), Mg, P (FRM)	P (OF), Zn, K(OF)	B, Cu (FRM), Fe (OF), K (FRM), N, S
Jones	Ca (OF), Mg (OF), P (FRM)	P (OF), Zn, Cu (OF)	B, Cu (FRM), Fe, K(FRM),Mg(FRM), Mn(FRM), N, S
E. Gascho	Ca (OF), Mg (OF), P (FRM)	P (OF), Zn, K (OF)	B, Cu (FRM), Fe, K (FRM), Mg (FRM), Mn (FRM), N, S
Concordância (%)	88,9	77,8	86,4

* Entre parênteses, a descrição do tipo de folha, cujo resultado do índice é semelhante ao da FI no R2. Quando não mencionado, considera-se outras folhas (OF) e folha recém madura (FRM).

Tabela 5 – Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas nos estádios V11 e R2

Metodologias	Excesso*	Deficiência*	Adequado*
Beaufils	Ca (OF), Mn (OF), Mg (OF)	P (OF)	B, Ca (FRM), Cu (FRM), Fe, K, Mg (FRM), Mn (FRM),N(FRM) S, Zn (FRM), P (FRM)
Jones	Ca (OF), Mn (OF)	P (OF), Zn(OF)	B, Ca (FRM), Cu (FRM), Fe, K, Mg, Mn (FRM), N, P (FRM), S (FRM), Zn (FRM)
E. Gascho	Ca (OF), Mn (OF)	P (OF), Zn (OF)	B, Ca (FRM), Cu, Fe, K, Mg (FRM), Mn (FRM), N, P (FRM), S, Zn (FRM)
Concordância (%)	85,7	80	90,9

* Entre parênteses, a descrição do tipo de folha, cujo resultado do índice é semelhante ao da FI no R2. Quando não mencionado, considera-se outras folhas (OF) e folha recém madura (FRM).

Nos estádios V7 e V9, houve maior concordância entre os índices dos nutrientes obtidos nas OF e nas FRM com os obtidos na FI, sendo essa concordância de 92 e 86,4 % respectivamente (Tabela 3 e 4). Assim, podem-se sugerir o estádio V7 (Figura 36) para o diagnóstico dos nutrientes B (OF), Ca (FRM), Cu (FRM), Fe (OF), K (FRM), N, P (FRM) e S, quando o DRIS é estimado pelas metodologias de Beaufils e Elwali & Gascho. O estádio V9 (Figura 37) para o diagnóstico dos nutrientes B, Cu (FRM), Fe, K (FRM), Mg (FRM), Mn (FRM). N e S, quando o DRIS é baseado nas metodologias de Jones e Elwali & Gascho. Nesses estádios, os valores dos índices DRIS obtidos com base nessas metodologias e com esses nutrientes, variaram entre -10 a 10, semelhantes aos índices obtidos em R2, com a FI. Os índices do Ca e Mn nas OF coincidiram na indicação de excesso, em V7 e o Ca em V9, já na indicação de deficiência, os índices de P e Zn nas OF, também foram coincidentes em V7. No estádio V9, o índice de Zn apontou deficiência nas OF e FRM.

No estádio R2, a FI e FRM são as mesmas folhas. Assim, houve a concordância entre os nutrientes diagnosticados da FI e das OF. Os resultados obtidos demonstram que houve semelhança entre o diagnóstico das OF e a FI, sendo a concordância de 96,9% (Tabela 6). Somente no diagnóstico do N, se observou índices diferentes, com a metodologia de Jones entre os dois tipos de folhas testadas. Essa diferença, entretanto, pode ser considerada muito pequena, pois os índices desse nutriente foram -15, -9,4 e -12,9 de acordo com a metodologia de Beaufils, Jones e Elwali & Gasho, respectivamente (Figuras 39 a, b,c).

Tabela 6 - Nutrientes considerados em excesso, deficiência ou adequados, de acordo com os índices DRIS, estimados por diferentes metodologias aplicadas ao diagnóstico de folhas de soja, coletadas no estádio R2

Metodologias	Excesso	Deficiência	Adequado
Beaufils	Ca (OF), Mn (OF)	P (OF), N (OF)	B, Ca (FRM), Cu, Fe, K, Mg, Mn (FRM), N (FRM), P (FRM), S (FRM), Zn (FRM)
Jones	Ca (OF), Mn (OF)	P (OF), Zn (OF)	B, Ca (FRM), Cu, Fe, K, Mg, Mn (FRM), N, P (FRM), S (FRM), Zn (FRM)
E. Gascho	Ca (OF), Mn (OF)	P (OF), Zn (OF)	B, Ca (FRM), Cu, Fe, K, Mg, Mn (FRM), N (FRM), P (FRM), S (FRM), Zn (FRM)
Concordância (%)	100	83,3	96,9

Os coeficientes de determinação (R^2) das correlações calculadas entre os teores de nutrientes analisados e os índices DRIS, variaram de 0,38 (Mg) a 0,98 (Cu), sendo menor que 0,7 com o Ca (Figura 40), Zn (Figura 41) e Mg (Figura 42), de 0,7 a 0,8 para P (Figura 43) e S (Figura 44), de 0,8

a 0,9 para N (Figura 45), K (Figura 46), Mn (Figura 47) e B (Figura 48) e acima de 0,9 para Fe (Figura 49) e Cu (Figura 50).

A correlação entre os valores obtidos dos índices DRIS e os respectivos teores de nutrientes ($p = 0,000$), da FI, em R2, demonstra que esse método de diagnóstico estima a concentração dos nutrientes na folha índice com um alto índice de acertos.

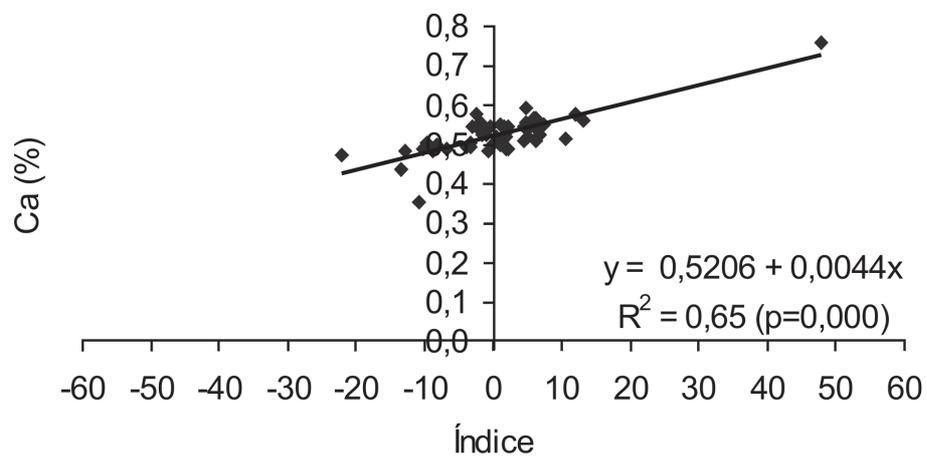


Figura 40 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de cálcio (Ca) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

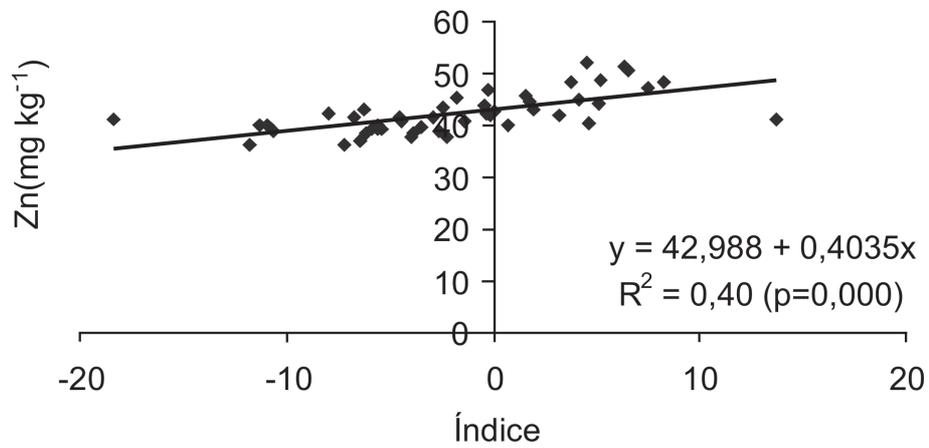


Figura 41 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de zinco (Zn) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

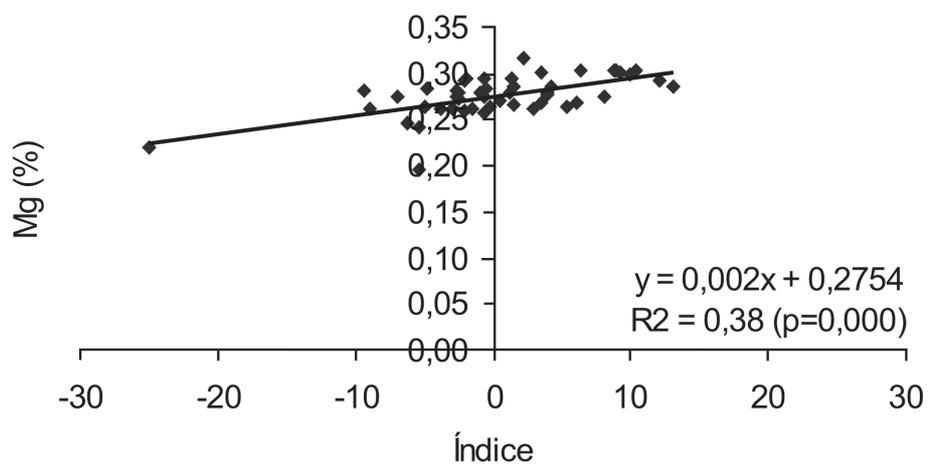


Figura 42 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de magnésio (Mg) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

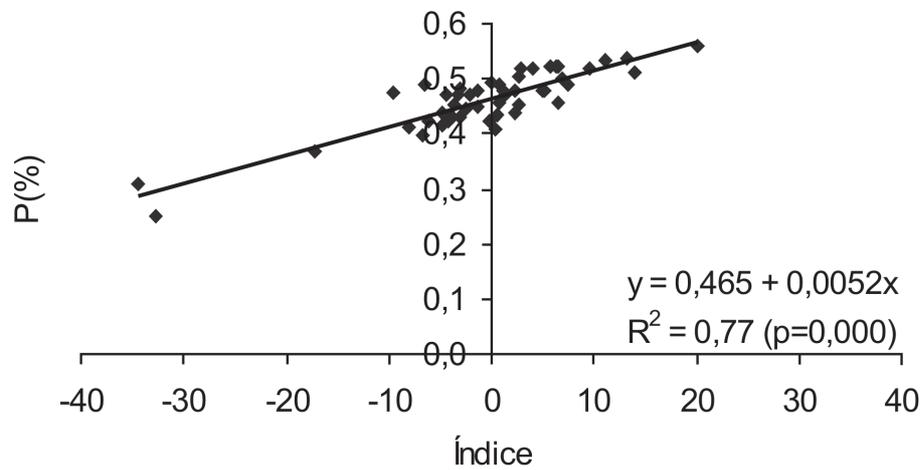


Figura 43 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de fósforo (P) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

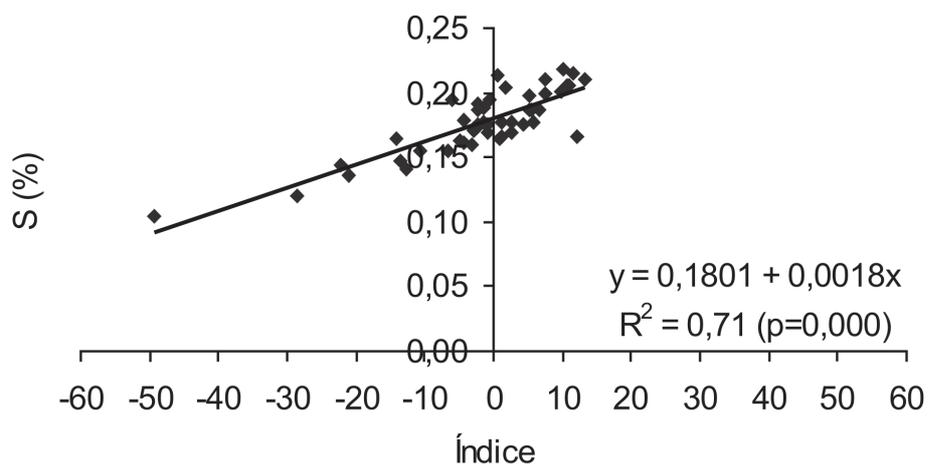


Figura 44 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de enxofre (S) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

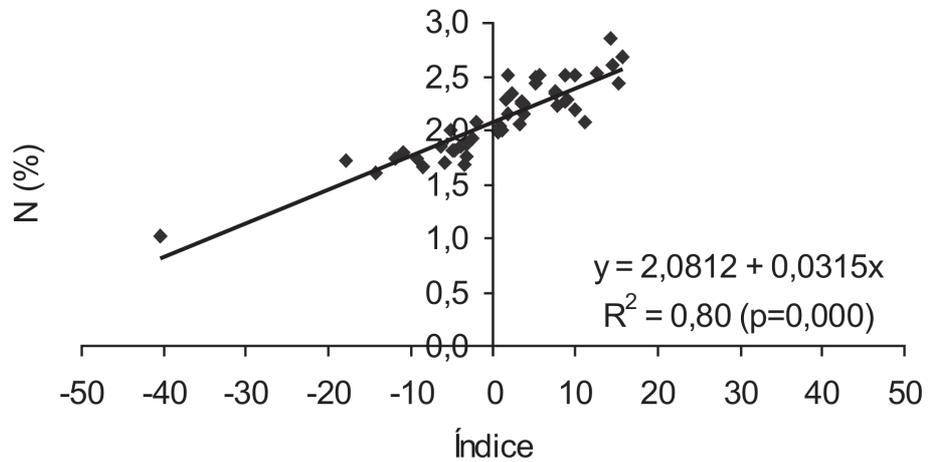


Figura 45 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de nitrogênio (N) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

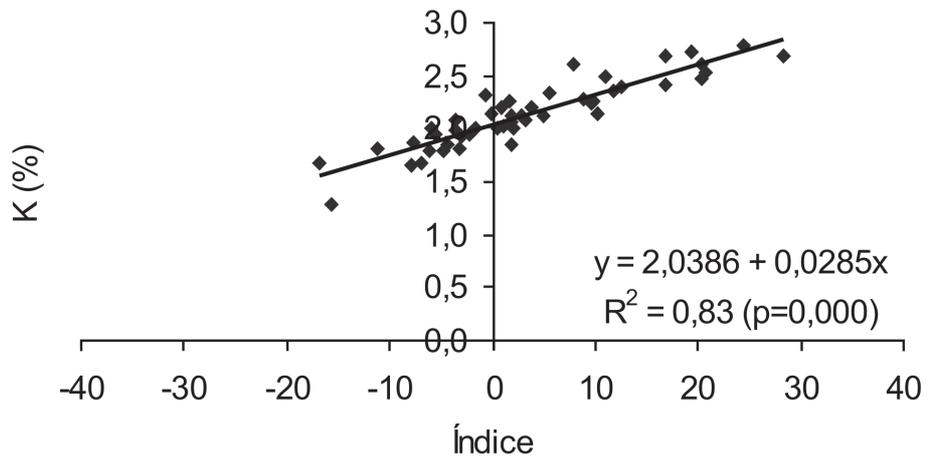


Figura 46 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de potássio (K) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

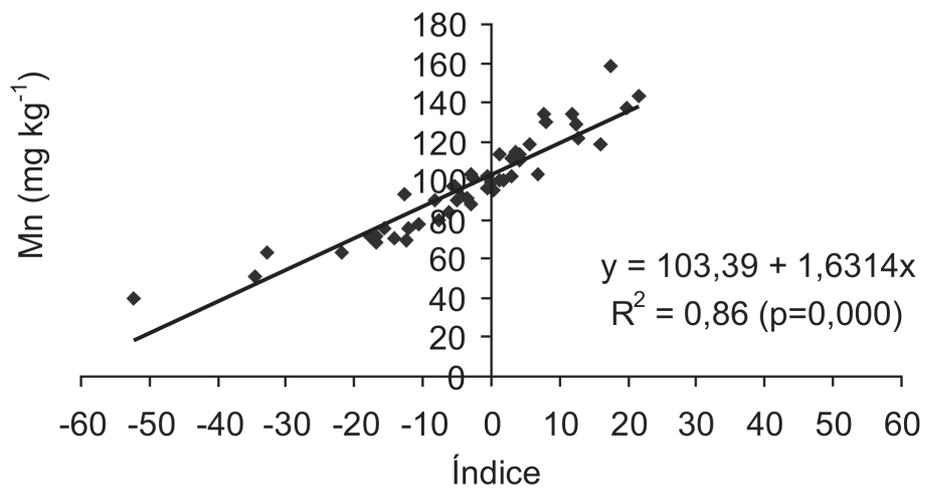


Figura 47 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de manganês (Mn) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

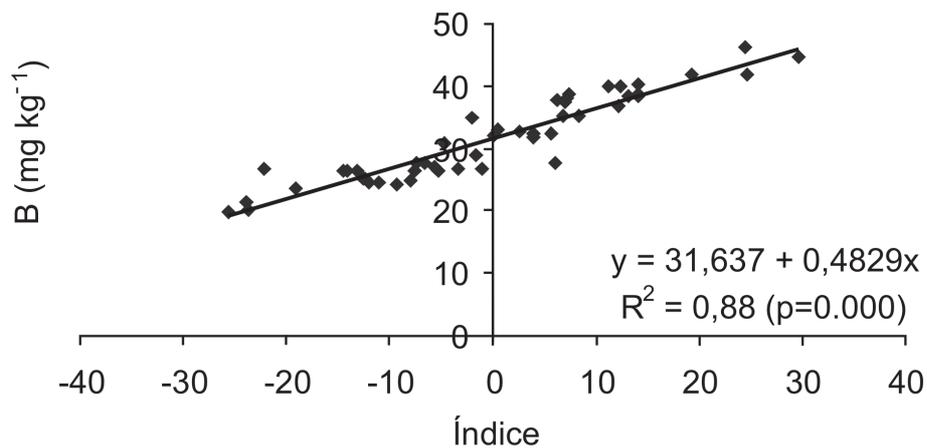


Figura 48 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de boro (B) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

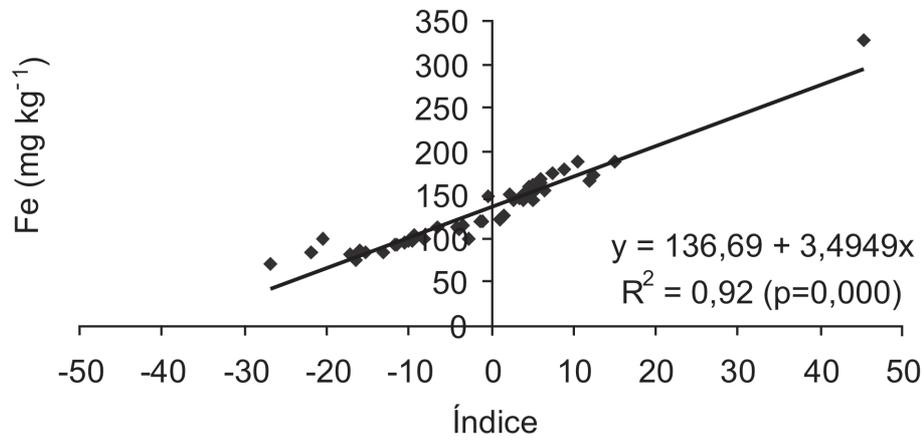


Figura 49 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de ferro (Fe) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

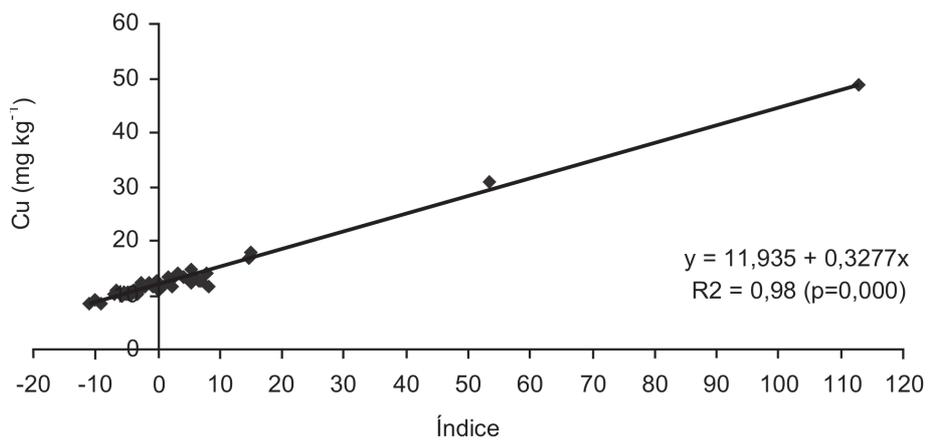


Figura 50 - Correlação entre o teor e o índice DRIS de cobre (Cu) obtido na folha índice, estágio R2 na cultura da soja.

Reis Jr. et al. (2002b) e Reis Jr & Monnerat (2003) demonstraram que os índices DRIS de todos os nutrientes analisados, a semelhança do que ocorreu nesse trabalho, aumentaram com seus respectivos teores de nutrientes. Assim, esses autores sugerem a utilização dos índices DRIS para a realização do diagnóstico nutricional, quando existir correlação positiva entre teor de nutrientes e esses índices. Esses autores, ainda, afirmam que quando o valor do índice de um determinado nutriente for igual a zero, considerando que a idade do tecido é a mesma entre a amostra e o padrão, o índice pode ser usado para avaliar o estado nutricional da cultura, indicando o teor nutricional adequado, de forma semelhante ao nível crítico. Assim, quando o valor do índice é zero, o teor foliar correspondente é o que potencializa a capacidade produtiva da planta. Quando o valor do índice for zero, o teor de um determinado nutriente que corresponde a esse índice é considerado adequado, pois a cultura apresentando teores foliares inferiores ou superiores a esse teor ótimo, apresentaria índices DRIS positivos ou negativos, indicando excesso e deficiência, respectivamente (REIS Jr et al. 2002b).

Com base nessa premissa, o teor de nutrientes na folha índice, coletada em R2, considerado adequado para a cultivar em estudo, foi 2,08% de N, 0,46% de P, 2,03% de K, 0,52% de Ca, 0,27% de Mg, 0,18% de S, 42,99 mg kg⁻¹ de Zn, 11,93 mg kg⁻¹ de Cu, 136,69 mg kg⁻¹ de Fe, 31,64 mg kg⁻¹ de B e 103,39 mg kg⁻¹ de Mn (Figuras 40 a 50).

4 CONCLUSÕES

É possível aplicar a metodologia DRIS, em estádios de desenvolvimento anteriores ao florescimento da soja. Para tal, é necessário considerar o tipo de folha e o estágio de coleta, além do nutriente analisado.

No estágio V7, o diagnóstico nutricional de B e Fe com o DRIS, pode ser realizado utilizando-se todas as folhas da soja, exceto a recém madura. Já o diagnóstico de Ca, Cu, K, P pode ser realizado com a análise desse último tipo de folha, enquanto o de N e o de S pode ser efetuado em todas as folhas.

No estágio V9, o DRIS pode ser realizado para avaliação dos nutrientes K, Mg, Cu e Mn, utilizando a folha recém madura, ou dos nutrientes N, S, B e Fe, utilizando essa folha ou as outras folhas avaliadas neste trabalho.

No estágio V11, o DRIS pode ser realizado para avaliação dos macronutrientes e dos micronutrientes analisados. A folha utilizada neste estágio depende do método de cálculo dos índices DRIS. Para fins práticos, a antecipação do diagnóstico para este estágio possibilitou antecipar poucos dias (quatro dias) da época de coleta do estágio R2.

Os teores dos nutrientes analisados na folha índice da soja (estádio R2) que corresponderam a melhor condição de equilíbrio nutricional, com base no DRIS, foram: 2,08% de N, 0,46% de P, 2,03% de K, 0,52% de Ca, 0,27% de Mg, 0,18% de S, 42,99 mg kg⁻¹ de Zn, 11,93 mg kg⁻¹ de Cu, 136,69 mg kg⁻¹ de Fe, 31,64 mg kg⁻¹ de B e 103,39 mg kg⁻¹ de Mn.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se que este experimento seja repetido, incluindo solos e cultivares com variabilidade de nutrientes, pois isso possibilitaria verificar a consistência do diagnóstico nutricional antecipado. Além disso, recomenda-se segmentar as outras folhas (OF). Esse processo facilitaria o estudo da dinâmica dos nutrientes analisados em mais cultivares, com diferentes ciclos e épocas de semeadura. A segmentação sugerida baseia-se na separação da folha recém madura (FRM), folha recém madura menos um e menos dois (FRM -1 e FRM - 2), tendo em vista comparar com o diagnóstico nutricional obtido na folha índice, em R2.

Como princípio auxiliar, recomenda-se utilizar o critério baseado na variação dos índices nutricionais entre -10 a + 10, para determinação e atualização das faixas de suficiência das cultivares de soja, do estado do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Amostragem de solo e de plantas para análise. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. *Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas*. 1. ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 49-60.

BARBOSA, D.H.S.G.; VIEIRA, H.D.; PARTELLI, F.L.; SOUZA, R.M. Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do cafeeiro arábica na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 6, v. 36, p. 1717-1722, 2006.

BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, cultivar Santa Rosa. *Bragantia*, Campinas, v. 35, n. 21, p. 237 – 247, jul. 1976.

BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, A. A. *Absorção de nutrientes pela soja*. Campinas: Instituto Agronômico, 1977. (Boletim Técnico, 41).

BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. dos. Diagnose visual e análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação Cargill, 1992. p. 369 – 393.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. dos. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ V.V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, 1996. p. 647-660.

BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; SANTOS, W. R.; ABREU, M. F. Diagnose nutricional do cafeeiro pelo DRIS variando-se a constante de sensibilidade dos nutrientes de acordo com a intensidade e frequência de resposta na produção. *Bragantia*, Campinas, n. 2, v. 63. 2004. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 15 de março de 2005.

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. *Soil Science Bulletin*, Pietermaritzburg, n. 1, 132 p., 1973.

CARDOSO, K.J.B.N.; NAVARRO, R.B.; NOGUEIRA, M.A. Absorção e translocação de manganês por plantas de soja micorrizadas, sob doses crescentes deste nutriente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 415 – 423, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Custos de produção safra de verão*. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/download/safra/CustodeProducao - SafradeVerao.pdf](http://www.conab.gov.br/download/safra/CustodeProducao%20SafradeVerao.pdf)20Lessandra-%20Medeiros.pdf. Acesso em: 30 de março de 2007.

COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F.; MORAES, R. M. A. *Soja: resultados de pesquisa 2005/2006*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2006. 271 p. (EMRAPA-CNPT. Documentos, 68).

ELWALI, A.M.O.; GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analyses, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, Madison, v. 76, p. 466 – 470, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. *Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas*. 2 ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.

EVENHUIS, B.; WAARD, P.W.F. *Principles and practices in plant analysis*. In: FAO, *Soils*. Rome: FAO, 1980. p. 152 – 163 (FAO. Bulletin, 38/1).

FEHR, W.; CAVINESS, C.E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University, 1977. 12p.

FURLANI, A.M.C.; TANAKA, R.T.; TARALLO, M.; VERDIAL, M.F.; MASCARENHAS, H.A.A. Exigência de boro em cultivares de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 25, p. 929 – 937, 2001.

HOOPERHEIDE, H. C.; DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Avaliação do estado nutricional da soja pelo DRIS na região sul do Maranhão e sudoeste do Piauí. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30., 2005, Recife. *Anais...* Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

JONES, W.W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. *Communications in Soil Science and Plant Analyses*, New York, v. 12, n. 8, p. 785-794, 1981.

KURIHARA, C. H. *Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional*. 2004. Tese (Doutorado em Agronomia / Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

LONERAGAN, J.R. The availability and absorption of trace elements in plant. In: NICHOLAS, D.J.D; EGAN, A. R. *Trace elements in soil-plant-animal systems*. London: Academic Press, 1975. p. 109-134.

MACHADO, M.E.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLEIN, V.A.; CERINI, J.B. Toxidez de manganês em soja. In: Reunião Sul – Brasileira de Ciência do Solo, 6., 2006. Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: SBCS, 2006. 1 CD-ROM.

MAEDA, S.; RONZELLI JR., P.; LUCCHESI, L.A.C. Valores de referência do DRIS para a soja, cv. CD 202, para a região sul do Mato Grosso do Sul. *Scientia Agrária*, v. 5, n. 1-2, p. 35-42, 2004.

MAEDA, S.; RONZELLI JR, P. Valores de referência do DRIS para a soja, cultivares Embrapa 59 e BR 37, em Carambeí (PR). *Scientia Agrária*, v. 5, n. 1-2, p. 21-28, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARTINS, L.A.; FIORETTO, R.A.; FONSECA, I.C.B.; CARNEIRO, C.E.A. Monitoramento nutricional do trigo através do índice de balanço nutricional – DRIS. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 4, p. 455 – 462, out / dez. 2005.

MASCARENHAS, H.A.A. *Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos na soja, durante o seu ciclo vegetativo*. 1972. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

MOURÃO FILHO, F. A. A.; AZEVEDO, J. C.; NICK, J. A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranjeira valência. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 2, p. 185-192, fev. 2002.

NACHTIGALL, G. R. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil*. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 15 de março de 2005.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional da macieira em resposta a adubação fosfatada. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. *Anais...* Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; COSTA, A.N. Diagnóstico nutricional de cafeeiro conilon orgânico e convencional no Espírito Santo, utilizando o DRIS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1456 – 1460, nov-dez, 2005.

PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H.; VIANA, A.P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, p. 443-451, 2006.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. 1. ed. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

REIS JR., R. A.; MONNERAT, P. H. Diagnose nutricional da cana-de- açúcar em Campos dos Goytacazes (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 1, p 367-372, jan/mar, 2002.

REIS JR, R.A.; CORRÊA, J.B.; CARVALHO, J.G.; GUIMARÃES, P.T.G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região sul de Minas Gerais: normas DRIS e teores foliares adequados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 801 – 808, 2002b.

REIS JR, R.A.; MONNERAT, P.H. DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 3, p. 379 – 385, mar. 2003.

RODRIGUEZ, V.; BAUTISTA, D.; DIAZ, O.R.L. Relación entre el balance nutricional y la biometría del plátano (Musa AAB subgrupo plátano cv. Hartón) y su efecto sobre el rendimiento. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, v. 16, p. 425- 432, 1999. Disponível em: www.revfacagronluz.org.ve/v16_4/v164z003.html. Acesso em: 18 de agosto de 2006.

SANTOS, A. L.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A. J. C. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, n. 2, v. 26, ago. 2004. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 15 de março de 2005.

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F.; CAMPO, R. J.; BORKERT, C. M. *Soja: nutrição mineral, adubação e calagem*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1986. 51p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 17).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 1. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.

TISDALE, S. M.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. *Soil fertility and fertilizers*. New Jersey: Prentice Hall, 1993. p. 405-426

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análise de solo, plantas e outros minerais*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.

SILVA, E.B.; NOGUEIRA, F.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 247 – 255, 2003.

SILVA, M.A.C.; NATALE, W. Metodologia de cálculo do DRIS para o algodoeiro no Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife. *Anais...* Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

SILVA, G.G.C.; NEVES, J.C.L., ALVAREZ, V.H., LEITE, F.P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, p. 755 – 761, 2005a.

SOUZA, P.I.M.; CARVALHO, L.J.C.B. Nutrição mineral de plantas. In: GOEDERT, W.J. *Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo*. 1. ed. Planaltina: EMBRAPA – CNPAF, 1985. p. 75 – 98.

SUMNER, M.E. Application of Beaufils Diagnostic índices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant and Soil*, The Hague, v. 8, p. 359 – 369, 1977.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL 2006. Sistemas de Produção 6. Londrina: Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), 2006. 239p.

TEIXEIRA, L. A. J.; SANTOS, W. R.; BATAGLIA, O. C. Diagnose nutricional para nitrogênio e potássio em bananeira por meio do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) e de níveis críticos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, n. 2, v 24, ago. 2002. Disponível em: www.scielo.br. Acesso em: 15 de março de 2005.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVEZ, M.C.; MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1421 – 1428, set. 2006.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R. F.; ALVARES, V. H.; FONSECA, S.; BARROS, N. F. Três métodos de cálculo do DRIS para avaliar o potencial de resposta a adubação de árvores de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, n. 4, p 661-666, jan/mar 1998.

WADT, P.G.S. *DRIS em soja: usando a tecnologia tupiniquim*. Piracicaba: POTAFÓS, 1999. (Informações Agronômicas, 87).

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações. In: *Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas*. Piracicaba: POTAFOS, 1999. pág. 1-18.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; DIAS, L.E. Variações no estado nutricional de eucaliptos por influência do material genético e da idade da árvore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1797 – 1803, out. 1999b.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Advances in soil science*, New York, v.6, p.149-185, 1987.

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. *Fósforo na Agricultura Brasileira*. 1. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 2004. 726 p.

APÊNDICES

Apêndice A - Atributos químicos do solo, amostrados no estádio R2, da cultura da soja.

P	K	S	B	Mn	Zn	Cu	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC
.....mg.dm ⁻³ .....						.....cmolc.dm ⁻³					
33,9	241,7	15,3	0,5	13,6	0,8	1,2	0,5	3,6	2,0	7,4	13,6
pH	SMP	Saturação por bases		Saturação por Al		Saturação por K		Argila	MO		
.....%											
5,2	5,6	45,4		8,4		4,6		37,5	3,4		

Apêndice B - Teor de nitrogênio em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice	Média
.....%				
V4	2,16 ns	2,08 ns	2,05 ns	2,10 ns
V5	2,41	2,09	2,13	2,21
V7	2,28	2,15	2,08	2,17
V9	2,21	2,52	2,17	2,30
V11	1,96	2,11	2,01	2,03
R2	1,83	2,18	2,18	2,06
Media	2,14 ns	2,18	2,10	

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância.

Apêndice C - Quantidade extraída de nitrogênio em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
		.....mg folha ⁻¹	
V4	e 18,32 AB	b 7,29 B	ns 23,80 A
V5	d 42,58 A	ab 11,19 B	24,90 B
V7	c 73,38 A	ab 14,00 B	23,96 B
V9	a 131,36 A	ab 22,34 B	25,48 B
V11	b 102,30 A	ab 19,95 B	22,64 B
R2	c 79,81 A	a 25,38 B	25,38 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice D - Teor de fósforo em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
	%.....	
V4	a 0,51 AB	bc 0,54 A	ns 0,46 B
V5	ab 0,44 A	c 0,47 A	0,46 A
V7	bc 0,36 B	bc 0,52 A	0,45 A
V9	c 0,35 C	a 0,72 A	0,47 B
V11	bc 0,36 C	b 0,58 A	0,46 B
R2	bc 0,38 B	c 0,47 A	0,47 A

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice E - Quantidade extraída de fósforo em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....mg folha ⁻¹			
V4	e 4,38 A	c 1,85 B	ns 5,36 A
V5	d 7,83 A	c 2,48 C	5,35 B
V7	c 11,78 A	bc 3,37 B	5,14 B
V9	a 20,46 A	a 6,26 B	5,48 B
V11	ab 18,96 A	ab 5,50 B	5,22 B
R2	b 16,43 A	ab 5,54 B	5,54 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice F - Teor de potássio em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....%.....			
V4	a 2,65 A	a 2,93 A	ns 2,18 B
V5	a 2,43 A	a 2,72 A	2,05 B
V7	bc 1,97 B	a 2,68 A	2,21 B
V9	c 1,89 B	a 2,52 A	2,23 AB
V11	ab 2,36 AB	a 2,69 A	2,15 B
R2	abc 2,31 A	b 2,03 A	2,03 A

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice G - Quantidade extraída de potássio em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....mg folha ⁻¹			
V4	e 22,22 A	b 10,18 B	ns 25,23 A
V5	d 42,1 A	ab 14,39 B	23,92 B
V7	c 64,41 A	ab 17,49 B	25,20 B
V9	ab 109,17 A	ab 22,10 B	26,21 B
V11	a 121,11 A	a 25,61 B	24,10 B
R2	b 100,92 A	ab 23,60 B	23,60 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice H - Teor de enxofre em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....%.....			
V4	ns 0,18 A	ab 0,20 A	ns 0,17 A
V5	0,19 A	c 0,15 B	0,16 B
V7	0,20 AB	ab 0,21 A	0,18 B
V9	0,20 AB	a 0,22 A	0,18 B
V11	0,18 A	ab 0,20 A	0,18 A
R2	0,18 A	b 0,19 A	0,19 A

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice I - Quantidade extraída de enxofre em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
	.....mg folha ⁻¹		
V4	f 1,52 AB	b 0,69 B	ns 2,01 A
V5	e 3,42 A	b 0,81 C	1,9 B
V7	d 6,49 A	ab 1,35 B	2,05 B
V9	a 11,78 A	a 1,94 B	2,12 B
V11	b 9,5 A	a 1,9 B	1,99 B
R2	c 7,79 A	a 2,16 B	2,16 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice J - Teor de cálcio em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
%.....		
V4	c 0,92 A	a 0,78 B	ns 0,52 C
V5	ab 1,08 A	a 0,77 B	0,52 C
V7	ab 1,12 A	a 0,68 B	0,51 C
V9	a 1,18 A	b 0,50 B	0,57 B
V11	b 1,05 A	b 0,57 B	0,52 B
R2	b 1,06 A	b 0,51 B	0,51 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice K - Quantidade extraída de cálcio em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....mg folhas ⁻¹			
V4	f 7,83 A	ns 2,75 B	ns 6 AB
V5	e 19,2 A	4,13 B	6,05 B
V7	d 36,49 A	4,45 B	5,87 B
V9	a 68,87 A	4,41B	6,68 B
V11	b 54,23 A	5,46 B	5,88 B
R2	c 46,01 A	5,96 B	5,96 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice L - Teor de magnésio em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....%			
V4	a 0,51 A	a 0,47 B	ns 0,27C
V5	a 0,51 A	a 0,46 B	0,28 C
V7	a 0,51 A	a 0,44 B	0,28 C
V9	b 0,45 A	b 0,35 B	0,27 C
V11	c 0,37 A	b 0,35 A	0,28 B
R2	c 0,33 A	c 0,27 B	0,27 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice M - Quantidade extraída de magnésio em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....mg folha ⁻¹			
V4	e 4,37 A	ns 1,66 B	ns 3,19 AB
V5	d 9,07 A	2,45 B	3,27 B
V7	bc 16,52 A	2,89 B	3,17 B
V9	a 26,75 A	3,02 B	3,23 B
V11	b 19 A	3,28 B	3,14 B
R2	c 14,16 A	3,17 B	3,17 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice N - Teor de boro em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
.....mg kg ⁻¹			
V4	bc 34,04 A	ab 33,79 A	ns 29,79 A
V5	a 47,39 A	c 24,28 B	30,01 B
V7	b 39,26 A	bc 30,04 B	32,48 B
V9	bc 37,28 A	ab 36,54 A	33,69 A
V11	c 31,39 B	a 38,56 A	30,88 B
R2	bc 32,09 A	ab 32,28 A	32,28 A

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice O - Quantidade extraída de boro em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
	.....ug folhas ⁻¹		
V4	e 28,51 A	c 11,64 B	ns 34,68 A
V5	d 82,94 A	c 12,85 C	34,95 B
V7	c 127,05 A	bc 19,48 C	37,37 B
V9	a 218,12 A	ab 31,94 B	39,5 B
V11	b 162,41 A	A 36,63 B	34,67 B
R2	c 139,46 A	A 37,66 B	37,66 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice P – Teor de ferro em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
	.....mg kg ⁻¹		
V4	a 256,91 A	a 256,35 A	ns 134,06 B
V5	ab 197,19 A	b 149,60 AB	121,91 B
V7	b 176,66 A	b 107,74 B	117,59 B
V9	b 181,13 A	b 115,84 B	130,03 AB
V11	b 138,65 A	b 122,01 A	134,79 A
R2	b 147,83 A	b 158,13 A	158,13 A

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas

Apêndice Q - Quantidade extraída de ferro em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
	.....ug folha ⁻¹		
V4	d 220,89 A	ns 92,41 B	ns 156,88 AB
V5	d 351,59 A	80,63 B	141,35 B
V7	c 575,06 A	70,3 B	135,16 B
V9	a 1042,73 A	101,87 B	152,32 B
V11	b 715,27 A	115,85 B	151,4 B
R2	bc 639,87 A	182,01 B	182,01 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice R - Teor de manganês, nos estádios de desenvolvimento da soja, em função da adubação, (média das OF, FRM, FI) em 4 repetições, e estádio e tipo de folha analisada, média de 4 repetições (a). Teor de manganês em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições (b).

(a)

Estádio	Sem adubo			Com Adubo			Média*	
	OF	FRM	FI	OF	FRM	FI		
	Média*			Média*				
	mg kg ⁻¹							
V4	110,76	101,02	80	97,26B	180,94	150,64	111,09	147,55A
V5	114,6	102,94	93,11	103,54B	200,19	141,46	112,99	151,54A
V7	141,84	139,66	90,53	124,01B	210,22	152,83	101,55	154,86A
V9	153,15	98,95	98,21	116,77A	161,07	95,34	72,97	109,79A
V11	143,51	134,17	115,01	130,89A	163,57	138,95	97,28	133,26A
R2	168,93	100,95	100,95	123,60A	160,15	101,53	101,53	121,06A
Tipo de Folha	Sem Adubo			Com Adubo				
OF	a 138,8B			a 179,4A				
FRM	b 112,9B			b 130,1A				
FI	c 96,3A			c 99,6A				

* Média (Outras folhas (OF), folha recém madura (FRM) e folha índice (FI))

(b)

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém	
		Madura	Folha Índice
	mg kg		
V4	ns 145,85 A	ab 125,83 B	ns 95,54 C
V5	157,39A	ab 122,89 B	103,04 B
V7	176,02A	a 146,24B	96,03 C
V9	157,11A	b 97,14 B	85,59 B
V11	153,53A	a 136,55B	106,14 B
R2	164,54A	b 101,23 B	101,23 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice S - Quantidade extraída de manganês em diferentes tipos de folhas e estágio de desenvolvimento de plantas de soja e em função da adubação. Média de 4 repetições para parte da planta e adubação e 8 repetições para Estádio e parte da planta.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice
.....ug folha ⁻¹			
V4	e 124,8 A	ns 44,21 A	ns 111,09 A
V5	d 276,61 A	64,93 B	121,19 B
V7	c 565,24 A	94,97 B	110,83 B
V9	a 907,95 A	84,96 B	100,49 B
V11	ab 787,51 A	130,75 B	119,06 B
R2	b 717,98 A	117,97 B	117,97 B
Adubo	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice
Sem Adubo	b 514,92 A	a 84,03 B	a 110,26 B
Com Adubo	a 611,78 A	a 95,24 B	a 116,62 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice T - Teor de zinco em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice	Média
	.....mg kg ⁻¹			
V4	39,97	40,09	40,20	40,0857 c
V5	38,56	41,57	43,43	41,1844 bc
V7	41,75	42,94	41,28	41,9937 bc
V9	40,81	39,67	41,61	40,698 bc
V11	44,64	48,27	43,48	45,4646 a
R2	44,60	43,77	43,77	44,0485 ab
Média	41,72 ns	42,72	42,29	

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice U - Quantidade extraída de zinco em diferentes tipos de folhas e estádio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice
	.....ug folha ⁻¹		
V4	e 34,29 AB	b 14,03 B	ns 46,8 A
V5	d 68,05 A	ab 22,18 B	50,59 A
V7	c 136,33 A	ab 28,13 B	47,13 B
V9	a 239,56 A	ab 34,83 B	48,83 B
V11	a 232,07 A	a 46,03 B	48,85 B
R2	b 193,72 A	a 51,11 B	51,11 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice V - Teor de cobre em diferentes tipos de folhas e estádios de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice	Média
.....mg kg ⁻¹				
V4	13,77	14,87	16,19	14,94 a
V5	9,96	13,85	13,95	12,58 ab
V7	10,35	11,54	12,17	11,35 b
V9	9,64	13,30	11,10	11,35 b
V11	11,09	14,78	11,95	12,61ab
Flor	11,71	12,34	12,34	12,13 ab
Media	11,0885 B	13,447 A	12,9501 AB	

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice X - Quantidade extraída de cobre em diferentes tipos de folhas e estádio de desenvolvimento de plantas de soja. Média de 8 repetições.

Estádio	Outras Folhas	Folha Recém Madura	Folha Índice
..... ug folha ⁻¹			
V4	c 11,66 AB	ns 5,01 B	ns18,75 A
V5	c 17,62 A	7,36 B	15,99 A
V7	b 33,66 A	7,55 B	13,97 B
V9	a 56,44 A	11,66 B	13,03 B
V11	a 57,93 A	14,05 B	13,4 B
R2	a 50,54 A	14,33 B	14,33 B

Médias comparadas por Tukey a 0,05 de significância. Letras maiúsculas comparam linhas e minúsculas colunas.

Apêndice Y - Precipitação pluvial no município de Passo Fundo – RS em mm dia⁻¹, nos meses de Dezembro (2005), Janeiro e Fevereiro (2006).

Dia	Dezembro (2005)	Janeiro (2006)	Fevereiro (2006)
	.....	mm dia ⁻¹	.....
1		43,7	
2		0,2	
3		0,3	
4			
5			
6	16		20,8
7			2,3
8			
9			
10			
11	0,2	0,1	
12			1
13		0,4	
14		7,5	
15			46
16	5,4		8,4
17	21,6	12,1	0,5
18			
19		2,4	
20	5,8	32,9	
21			8,2
22		5,3	
23		2,7	
24	28,9	5,9	18,3
25		5,1	1,5
26		9,6	4
27			0,1
28		4,1	
29			
30			
31	3,7		
Total	81,6	132,3	111,1

