

CRESCIMENTO E QUALIDADE NUTRITIVA DA PLANTA DE SOJA (*Glycine* *max* (L.) Merrill) ^{1/}

Osmar Souza dos Santos ^{2/}
Clibas Vieira ^{3/}

1. INTRODUÇÃO

A soja constitui uma das espécies mais cultivadas no Brasil. Apesar disso, ela tem sido pouco utilizada na alimentação animal, na forma de forragem. Isto se deve, principalmente, ao desconhecimento de seu potencial de produção de forragem e sua qualidade nutritiva.

MASCARENHAS (5) constatou uma produção de 16.084 kg de matéria seca/ha para a variedade 'Pelícano', em Ribeirão Preto, SP, ao final do seu ciclo.

MELOTTI e VELLOSO (6) verificaram que a variedade 'Santa Maria', cortada no início da formação de vagens, possuía 13,42% de proteína bruta e 39,70% de fibra bruta, ao passo que JOHRI *et alii* (3) encontraram para a variedade 'E.C. 5246', no estádio de planta verde, 15,75% de proteína bruta e 29,48% de fibra bruta.

Por sua vez, SANTOS e VIEIRA (8), utilizando as variedades 'Hardee', 'Santa Rosa' e 'UFV-1', cortadas durante o período de crescimento vegetativo, encontraram, em média, 17,30% de proteína bruta e 29,87% de fibra bruta.

Neste estudo, objetiva-se determinar o crescimento, acúmulo de massa verde e matéria seca da soja, ao longo do seu ciclo, e sua qualidade nutritiva em diversas épocas de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Instalou-se o experimento em Santa Maria, RS, em solo da unidade de mapea-

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como um dos requisitos do Curso de Doutorado em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 1.º/12/1981.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da UFSM — 97100 Santa Maria, RS.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da UFV — 36570 Viçosa, MG.

mento Santa Maria, Brunizem Hidromórfico, em 19 de outubro de 1977.

Aplicou-se a adubação corretiva 0-80-40 e a adubação de manutenção 0-75-50, tendo como fontes dos elementos o superfosfato triplo e o cloreto de potássio.

Seguiu-se o esquema fatorial 2x9, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram as variedades 'Hardee' e 'Santa Rosa' e nove épocas de corte, rente à superfície do solo: 23, 44, 58, 82, 106, 124, 145, 163 e 182 dias após a emergência das plantas.

A parcela constou de quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 60 cm, considerando-se, para avaliação das características estudadas, as duas fileiras centrais, das quais se eliminaram 50 cm em cada extremidade. A densidade de semeadura foi corrigida para proporcionar uma população equivalente a 400.000 plantas/ha.

As características estudadas encontram-se no Quadro 1, sendo os estádios vegetativos (V) ou reprodutivos (R) descritos segundo a metodologia de FEHR e CAVINESS (1).

A altura da planta foi determinada mediante amostra formada por 10 plantas/parcela. Os valores de massa verde foram determinados por pesagem da massa obtida na parcela, após o corte, e os valores de matéria seca foram calculados a partir de amostra de cerca de 200g de massa verde, secada em estufa a 67-70°C, até peso constante.

Os teores de proteína bruta, extrato etéreo, extrativo não-nitrogenado, fibra bruta, cinzas, cálcio e fósforo foram determinados segundo os métodos descritos por HARRIS (2).

As relações haste/folha/vagem foram calculadas com base nos pesos de matéria seca desses componentes, mediante amostragem de 12 plantas. O peso das vagens incluiu as sementes, quando presentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se no Quadro 1 e nas Figuras 1, 2 e 3.

As plantas cresceram até o início do período reprodutivo (estádio R₁) e, daí em diante, houve uma estabilização. O decréscimo em altura apresentado pela variedade 'Santa Rosa', nos estádios mais avançados, não foi significativo.

Ainda que a interação variedades x épocas tenha sido significativa ($P < 0,01$) para altura de planta, as duas variedades mostraram comportamento típico de variedade de hábito de crescimento determinado, isto é, paralisaram o crescimento após o início da floração.

As duas variedades comportaram-se da mesma maneira quanto à produção de massa verde e de matéria seca.

A produção de massa verde aumentou até os estádios R₂-R₃ (floração a início de formação de vagens), estimando-se que o máximo rendimento de massa verde, 35.587 kg/ha (média das duas variedades), ocorreu aos 115 dias após a emergência (Figura 1). A partir daí, ocorreu decréscimo na produção de massa verde por causa da queda acentuada das folhas.

A produção de matéria seca mostrou comportamento similar, aumentando até o estádio R₇ (maturação fisiológica), estimando-se que o máximo rendimento de matéria seca, 9.184 kg/ha (média das duas variedades), ocorreu aos 179 dias após a emergência (Figura 2). Daí em diante, houve pequena redução até a colheita, em consequência, provavelmente, da queda de hastes e das folhas.

O máximo rendimento de massa verde ocorreu mais cedo que o de matéria seca porque foi ocasionado pela produção de hastes e, principalmente, folhas, ao passo que o máximo rendimento de matéria seca se deveu, principalmente, ao

QUADRO 1 - Resultados obtidos nos cortes das plantas de soja, realizados em diferentes épocas, em Santa Maria.^{1/}

| Varie- dade | Época de corte ^{2/} | Estádio ^{3/} | Altura da planta (cm) | Massa seca (kg/ha) | Materia Próteina (%) | Extrato etéreo (%) | Ext. não nitrrog. (%) | Fibra bruta (%) | Cin- zas (%) | Cál- cio (%) | Fosf- o- ro (%) | Relação ^{4/} folha folha |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 23 | V ₅ | 16,3 c | 1.224 e | 235 e | 23,74 | 2,37 | 45,20 | 16,70 | 11,99 | 0,92 | 0,31 | 0,38 |
| 44 | V ₁₀ | 45,8 c | 7,995 d | 1.379 e | 18,56 | 2,29 | 42,41 | 25,69 | 11,05 | 0,92 | 0,25 | 0,78 |
| 58 | V ₁₃ | 84,3 b | 20,625 c | 3,456 d | 17,94 | 3,10 | 40,76 | 28,60 | 9,60 | 0,97 | 0,26 | 1,28 |
| 82 | V ₁₉ | 101,5ab | 29,349 b | 5,247 c | 14,31 | 2,03 | 39,48 | 35,29 | 8,89 | 0,93 | 0,24 | 1,52 |
| 'Hardee' | R ₂ | 115,3a | 34,531a | 7,334 b | 13,30 | 1,67 | 41,65 | 35,28 | 7,10 | 0,75 | 0,23 | 2,22 |
| | R ₄ | 118,8a | 36,042a | 8,483ab | 14,31 | 1,28 | 41,30 | 36,25 | 6,86 | 0,72 | 0,24 | 3,02 |
| 145 | R ₅ | 112,5a | 32,760a | 8,753a | 13,65 | 2,48 | 43,00 | 34,55 | 6,32 | 0,78 | 0,25 | 2,91 |
| 163 | R ₆ | 115,8a | 26,823 b | 8,488a | 16,45 | 4,63 | 35,38 | 37,82 | 5,72 | 0,56 | 0,29 | 5,28 |
| 182 | R ₈ | 113,3a | 10,885 d | 9,212a | 17,14 | 4,77 | 33,56 | 39,20 | 5,33 | 0,48 | 0,25 | - |
| | V ₅ | 18,0 d | 1,510 e | 293 e | 22,61 | 2,95 | 45,57 | 17,11 | 11,76 | 0,92 | 0,29 | 0,42 |
| 44 | V ₁₀ | 53,8 c | 10,234 d | 1,790 e | 18,05 | 2,09 | 43,58 | 25,24 | 11,04 | 1,00 | 0,29 | 0,88 |
| 58 | V ₁₃ | 87,3 b | 19,195 c | 3,535 d | 16,21 | 2,12 | 40,63 | 32,67 | 8,37 | 0,86 | 0,24 | 1,34 |
| 82 | V ₁₉ | 112,3 b | 30,755 b | 5,962 c | 13,05 | 1,54 | 42,09 | 36,25 | 7,07 | 0,90 | 0,22 | 1,80 |
| 'Santa Rosa' | R ₁ | 163,8a | 34,427a | 6,982 b | 12,89 | 1,79 | 39,60 | 38,72 | 7,00 | 0,70 | 0,22 | 2,92 |
| | R ₃ | 161,3a | 34,531a | 7,934ab | 13,03 | 1,52 | 58,59 | 40,21 | 6,65 | 0,70 | 0,22 | 5,44 |
| 145 | R ₅ | 159,5a | 36,615a | 9,034a | 14,28 | 2,25 | 38,76 | 38,69 | 6,02 | 0,74 | 0,23 | 3,47 |
| 163 | R ₆ | 144,5a | 31,354 b | 9,424a | 14,37 | 4,75 | 40,45 | 34,54 | 5,89 | 0,60 | 0,22 | 3,20 |
| 182 | R ₈ | 142,0a | 11,719 d | 9,012a | 16,53 | 7,00 | 33,14 | 38,21 | 5,12 | 0,35 | 0,26 | - |
| C. V. % | | 11,9 | 13,4 | 15,9 | - | - | - | - | - | - | - | 1,17 |

^{1/} Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.^{2/} Dias após a emergência das plantas, ocorrida em 26/10/1977.^{3/} Segundo a classificação de FEEH e GAVINESS (1).^{4/} Cálculo com base nos pesos de matéria seca.

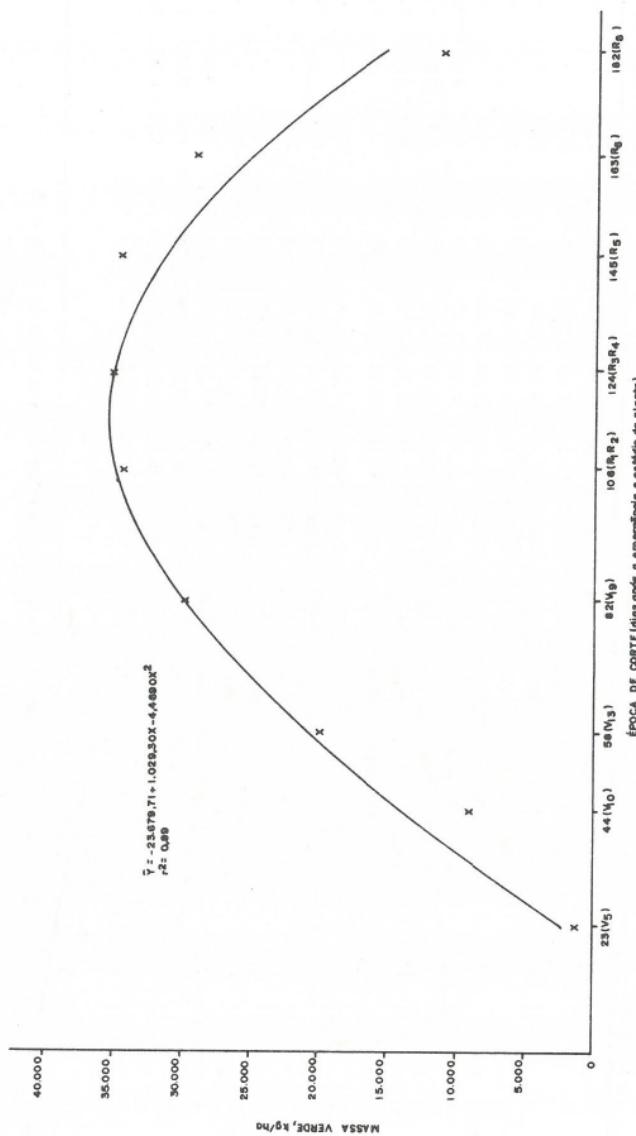


FIGURA 1 - Rendimento de massa verde da soja em diferentes épocas de corte (média das variedades 'Hardee' e 'Santa Rosa'), em Santa Maria.

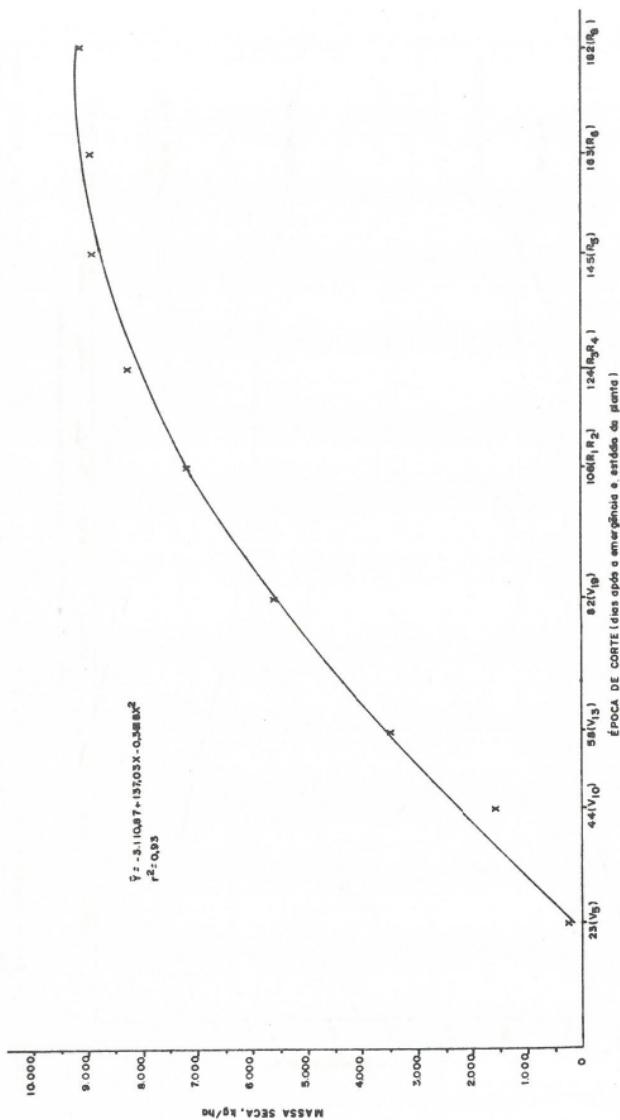


FIGURA 2 - Rendimento de matéria seca da soja em diferentes épocas de corte (médias das variadas 'Härdee e 'Santa Rosa'), em Santa Maria.

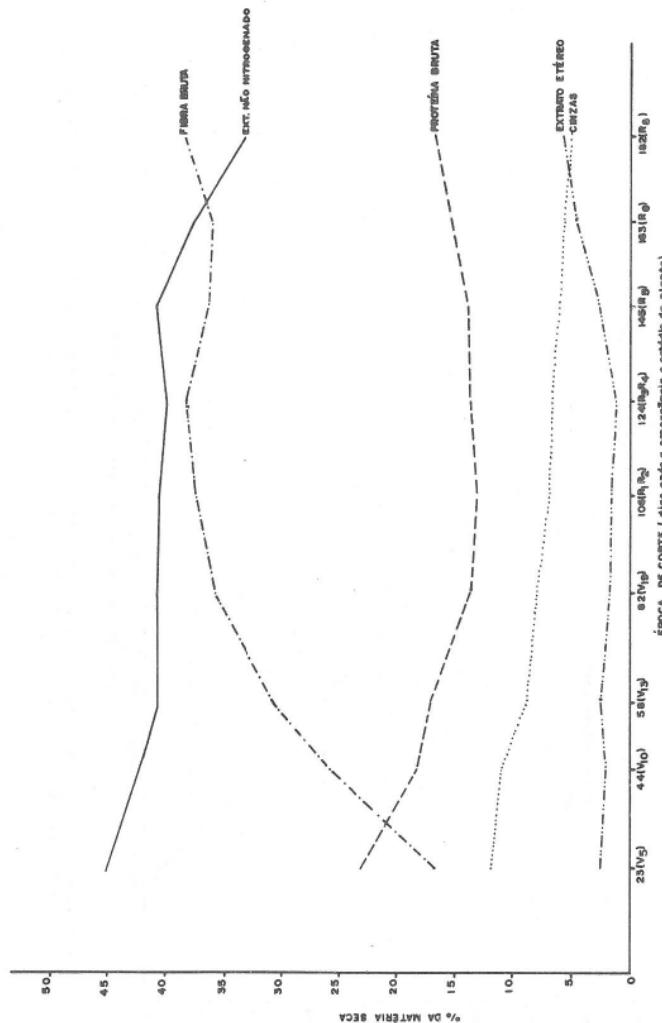


FIGURA 3 - Porcentagens de proteína bruta, extrato éterico, extrativo não-nitrogenado fibra bruta e cinzas na matéria seca da parte aérea da planta de soja, em diferentes épocas de corte (médias das variedades 'Hardee' e 'Santa Rosa'), em Santa Maria.

seu acúmulo nas vagens e grãos. Estes aspectos são evidenciados pela relação haste/folha/vagem.

Até o estádio V₁₀ (44 dias) as plantas possuíam maior quantidade de matéria seca nas folhas que nas hastes e, daí em diante, passaram a predominar as hastes até o final do ciclo, quando foram superadas, em peso de matéria seca, pelas vagens com grãos (estádio R₈). Deve-se ressaltar a importância dessas relações na composição da forragem, uma vez que as folhas são bem aceitas pelos animais e, em se tratando de fenação, propiciam uma secagem mais rápida e homogênea do material.

MASCARENHAS (5) verificou uma produção de 16.084 kg de matéria seca/ha para a variedade 'Pelícano', em Ribeirão Preto, SP, valor bem superior ao verificado por este trabalho.

Os dados de qualidade nutritiva apresentaram boa aproximação aos encontrados, em estádios correspondentes, por SANTOS e VIEIRA (8), em cortes aos 60 dias após a emergência (estádio V₁₂), e por MELOTTI e VELLOSO (6) em cortes na fase inicial de formação das vagens (estádio R₃).

Os valores encontrados por JOHRI *et alii* (3) mostraram-se um pouco diferentes dos verificados neste trabalho, porém é necessário considerar que esses autores não definem com precisão o estádio em que a soja foi cortada.

Observou-se que os maiores valores de proteína bruta ocorreram na fase inicial de crescimento até 58 dias após a emergência (estádio V₁₃) e na fase final do ciclo (estádios R₆ a R₈), por causa do elevado teor de proteína dos grãos (Figura 3). Também por causa do alto teor de óleo dos grãos, os maiores valores de extrato etéreo foram encontrados no final do ciclo (estádios R₆ a R₈).

Teor de fibra superior a 15% normalmente restringe a forragem à alimentação de ruminantes, visto que os não-ruminantes são incapazes de desdobrar os componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina, principalmente). Em todos os estádios foram obtidos valores de fibra superiores a 15%, mas os teores mais baixos foram encontrados até o estádio V₁₃ (58 dias após a emergência).

Tendência de certa forma inversa à da fibra bruta apresentaram os teores de cinzas, cálcio e fósforo, cujos maiores valores foram encontrados no início do crescimento, até os estádios V₁₃-V₁₉.

Estes aspectos demonstram que forragens de melhor qualidade nutritiva foram obtidas na fase inicial de crescimento, até 58 dias, e na fase final do ciclo (estádios R₆ a R₈), com nítidas vantagens para as forragens da fase inicial.

A soja cortada aos 23 dias (estádio V₅), apesar de apresentar alta qualidade nutritiva, proporcionou rendimentos de massa verde e matéria seca muito baixos.

Já a soja cortada entre 44 e 58 dias (estádios V₁₀ a V₁₃) apresentou, em média, 17,69% de proteína bruta, 2,40% de extrato etéreo, 41,85% de extrativo não-nitrogenado, 28,05% de fibra bruta, 10,02% de cinzas, 0,34% de cálcio e 0,26% de fósforo. Esses valores aproximam-se da composição da alfafa: 19,20% de proteína bruta, 3,20% de extrato etéreo, 41,80% de extrativo não nitrogenado, 26,10% de fibra bruta, 9,70% de cinzas, 1,43% de cálcio e 0,26% de fósforo (7), e da soja-perene: 19,60% de proteína bruta, 2,69% de extrato etéreo, 31,61% de extrativo não-nitrogenado, 31,67% de fibra bruta e 6,99% de cinzas (4).

As diferenças principais localizam-se nos teores algo menores de proteína bruta e extrato etéreo apresentados pela soja, que também possui um pouco mais de fibra bruta que a alfafa e menos que a soja-perene.

A semelhança da qualidade nutritiva da soja, obtida nos cortes realizados entre 44 e 58 dias, com a da alfafa e da soja-perene, fornece ao feno de soja alta qualidade para a nutrição animal, principalmente de ruminantes, e para a composição de rações, nas quais a alfafa é utilizada, notadamente nas regiões em que esta cultura tem limitações de ordem agronômica.

Em qualidade nutritiva, a variedade 'Hardee' mostrou-se um pouco superior à 'Santa Rosa', por ter, em média, teores mais altos de proteína bruta, cinzas, cálcio e fósforo e menos fibra bruta.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Um experimento conduzido em Santa Maria, RS, permitiu avaliar o crescimento da planta, acúmulo de massa verde e matéria seca e qualidade nutritiva da forragem obtida das variedades de soja 'Hardee' e 'Santa Rosa', por cortes em diversos estádios das fases vegetativa e reprodutiva. Os cortes foram realizados rente à superfície do solo.

Dos resultados obtidos, podem-se tirar as seguintes conclusões:

1. O máximo crescimento em altura ocorre no estádio R₁ (início da floração) para as variedades 'Hardee' e 'Santa Rosa', ambas de hábito de crescimento determinado.
2. A máxima produção de massa verde dá-se nos estádios R₂ – R₃ (floração e início da formação de vagens).
3. A máxima produção de matéria seca verifica-se no estádio R₇ (maturação fisiológica).
4. As forragens de melhor qualidade são obtidas nos cortes efetuados da emergência das plantas até o estádio V₁₃ (58 dias) e assemelham-se ao feno de alfafa e da soja-perene, quanto à qualidade nutritiva.
5. A variedade 'Hardee' produz forragem de melhor qualidade nutritiva que a 'Santa Rosa'.

5. SUMMARY

The nutritive values of dry and green hay of 'Hardee' and 'Santa Rosa' soybean cultivars were evaluated at Santa Maria, State of Rio Grande do Sul. Cuttings were made during the vegetative and reproductive stages, the plants cut just above the soil surface.

The maximum plant height was observed at stage R₁; the maximum green matter yield occurred at stages R₂ and R₃; and the maximum hay yield was obtained at stage R₇.

The best hay quality was obtained from cuttings made from seedling emergence to the V₁₃ stage, and was nutritionally similar to alfalfa hay.

6. LITERATURA CITADA

1. FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. *Stages of soybean development*. Ames, Iowa State University, 1977. 12 p. (Special Report 80).
2. HARRIS, L.E. *Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos*. Gainesville, University of Florida, Center for Tropical Agriculture, 1970. n.p.
3. JOHRI, C.B.; KULSHRESTHA, S.K.; SAXENA, J.S. Chemical composition and nutritive value of green soyabean and soyabean straw. *Indian Veterinary Journal*, 48:938-940, 1971.
4. LIMA, C.R. & SOUTO, S.M. Valor nutritivo do feno proveniente de diferentes estádios de crescimento da cultura da soja perene (*Glycine javanica*). *Pesq. Agropec. Bras.*, Sér. Zootec., 7:59-62, 1972.

5. MASCARENHAS, H.A.A. *Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos durante o ciclo vegetativo da soja.* Campinas, Instituto Agronômico, 1973. 48p. (Boletim Técnico n.º 6).
6. MELOTTI, L. & VELLOSO, L. Determinação do valor nutritivo do feno de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) var. Santa Maria, através de ensaio de digestibilidade (aparente) com carneiros. *Boletim de Indústria Animal*, 27/28:197-205, 1970-71.
7. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of domestic animals.* Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1973. 57p.
8. SANTOS, O.S. & VIEIRA, C. Cultivo da soja com duplo propósito: forragem e grãos. *Revista Centro Ciências Rurais*, 7:321-326, 1977.