

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E DENSIDADE DE  
SEMEADURA EM SOJA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Daniel Uhry**

**Santa Maria/RS, Brasil,  
2010**

# **ADUBAÇÃO NITROGENADA E DENSIDADE DE SEMEADURA EM SOJA**

**por**

**Daniel Uhry**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Costa Dutra**

**Santa Maria/RS, Brasil**

**2010**

**Uhry, Daniel, 1982**

**U31a**

Adubação nitrogenada e densidade de semeadura em soja / Daniel Uhry. - 2010.

60 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

“Orientador: Prof. Dr. Luiz Marcelo Costa Dutra”

1. Agronomia 2. Soja 3. Safrinha 4. Adubação 5. Densidade de semeadura I. Dutra, Luiz Marcelo Costa II. Título

CDU: 633.34

Ficha catalográfica elaborada por  
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

---

©

2010

Todos os direitos autorais reservados a Daniel Uhry. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização do autor.

Endereço: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais, Prédio 44 (CCR II), Núcleo de Pesquisa em Práticas Culturais e Ecofisiologia (NPPCE), Sala 5333b. Av. Roraima, n.º 1000 – Bairro Camobi – Santa Maria/RS. CEP 97105 – 900. Fone: (0xx) 55 3220 8451, ramal 11 - Fax (0xx) 3220 8899.

[www.ufsm.br/nppce](http://www.ufsm.br/nppce)

Endereço eletrônico: [d\\_uhry@hotmail.com](mailto:d_uhry@hotmail.com)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de  
Mestrado

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E DENSIDADE DE SEMEADURA EM  
SOJA**

elaborada por  
**Daniel Uhry**

**como requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Agronomia**

**Comissão Examinadora:**

**Luiz Marcelo Costa Dutra, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Adilson Jauer, Dr.** (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.)

**Danton Camacho Garcia, Dr.** (UFSM)

Santa Maria/RS, 19 de Fevereiro de 2010.

Dedico este trabalho aos meus pais, que não se contentaram em me presentear apenas com a vida, mas sim em abrir as portas para o meu futuro.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ADUBAÇÃO NITROGENADA E DENSIDADE DE SEMEADURA EM SOJA**

AUTOR: DANIEL UHRY

ORIENTADOR: LUIZ MARCELO COSTA DUTRA

Local e Data: Santa Maria/RS, 19 de fevereiro de 2010

Nas cultivares com o ciclo menor de 120 dias sabe-se que existe uma relação entre a velocidade de fechamento do dossel e o rendimento de grãos. Visando a um melhor crescimento inicial e, por conseqüência um fechamento mais rápido do dossel, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de doses de arranque em cultivares transgênicas de soja semeadas na safrinha e com ciclo menor do que 120 dias. Foram realizados experimentos durante a safrinha agrícola 2009, em Santa Maria/RS. As cultivares utilizadas foram A 6001 RG, FUNDACEP 53 RR e BMX Apolo RR nas densidades de semeadura de 250 e 500 mil sementes aptas ha<sup>-1</sup>. As doses de nitrogênio aplicadas foram 0, 15 e 30 Kg de N ha<sup>-1</sup> na forma de uréia. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e quatro repetições, sendo cultivares na parcela principal e densidade de semeadura nas subparcelas e doses de nitrogênio nas subsubparcelas. Foi avaliada a taxa de cobertura do solo pela cultura da emergência até a floração, índice de área foliar em dois momentos distintos do ciclo, no florescimento pleno e enchimento de grãos, componentes do rendimento e rendimento de grãos. Não foi possível evidenciar o efeito de dose de arranque para nenhuma das cultivares nas condições testadas. Para a variável rendimento ocorreu diferenças entre populações e entre cultivares. Na média das três cultivares a população de 500.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentou melhor produtividade com 3068 kg ha<sup>-1</sup> contra 2821 kg ha<sup>-1</sup> em 250.000. Já entre as cultivares, a FUNDACEP 53RR obteve melhor rendimento, seguida da BMX Apolo RR e A 6001 RG. A escolha correta do genótipo com a densidade de semeadura mais apropriada, é primordial para que a soja possa obter rendimentos mais elevados na safrinha no Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** soja, safrinha, dose de arranque, densidade de semeadura, rendimento de grãos.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Post-Graduation Program in Agronomy  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### **NITROGEN FERTILIZATION AND PLANT POPULATION FOR SOYBEAN**

AUTHOR: DANIEL UHRY

ADVISOR: LUIZ MARCELO COSTA DUTRA

Date and place of defense: Santa Maria, February 19<sup>th</sup>, 2010

In cultivars with a cycle shorter than 120 days it is known that there is a relationship between the speed of canopy closure and the grain yield. Aiming at a better initial growing and consequently a quickest canopy closure the aim of this study was to determine the effect of starting rates in genetically modified soybean cultivars in the late sowing and with a cycle shorter than 120 days. Experiments have been performed during the 2009 late sowing in Santa Maria, RS, Brazil. The cultivars used were A 6001 RG, FUNDACEP 53RR and BMX Apolo RR in the sowing density of 250 and 500 thousand viable seeds ha<sup>-1</sup>. The applied nitrogen rates were 0, 15 and 30 kg of N ha<sup>-1</sup> as urea. The experimental design was randomized blocks with four replications with cultivars in the main plot and sowing density in the subplots and nitrogen rates in the sub-subplots. The covering rate was evaluated in two different periods of the cycle, in the full flowering and grain filling period, yield components and grains yield. It was not possible to show the effect of the starting rate for any of the cultivars in the tested conditions. For the yield variable there were differences between populations and cultivars. In the average of the three cultivars the population of 500.000 plants ha<sup>-1</sup> showed better productivity with 3068 kg versus 2821 kg ha<sup>-1</sup> in 250.000. On the other hand, among the cultivars, FUNDACEP 53RR obtained better yield followed by BMX Apolo RR and A 6001 RG. The right choice of the genotype with more suitable sowing is fundamental for soybean to obtain higher yields in the late sowing in Rio Grande do Sul.

**Keywords:** soybean, late sowing, starting rate, sowing density, grains yield.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja FUNDACEP 53RR na densidade de semeadura de 250.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	33
Figura 2 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja FUNDACEP 53RR na densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	34
Figura 3 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja BMX Apolo RR na densidade de semeadura de 250.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	34
Figura 4 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja BMX Apolo RR na densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	35
Figura 5 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja A 6001 RG na densidade de semeadura de 250.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	36
Figura 6 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja A 6001 RG na densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	36



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Rendimento de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas há) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg ha}^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	32
TABELA 2 – Número de legumes $\text{m}^{-2}$ para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas $\text{ha}^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg ha}^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	38
TABELA 3 – Número de grãos por legume para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas $\text{ha}^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg ha}^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	38
TABELA 4 – Peso de 100 grãos (g) para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas $\text{ha}^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg ha}^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	39
TABELA 5 – Índice de área foliar no início da floração para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas $\text{ha}^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg ha}^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	39
TABELA 6 – Índice de área foliar no início do enchimento de grãos para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas $\text{ha}^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg há}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	40
TABELA 7 – Estatura de plantas em R2 para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas $\text{ha}^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 $\text{Kg ha}^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	41

TABELA 8 – Estatura de plantas em R5 para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	41
TABELA 9 – Estatura de plantas em R9 para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	42
TABELA 10 – número de ramos por planta para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	43
TABELA 11 – número de nós no caule para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	44
TABELA 12 – número de nós nos ramos para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	44
TABELA 13 – Altura de inserção do primeiro legume (cm) para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha <sup>-1</sup> ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha <sup>-1</sup> ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.....	45

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Ciclo das cultivares, considerado a partir da emergência das plântulas (28/01/2009) até a maturidade fisiológica.....	57
APÊNDICE B – Temperaturas mínima, média e máxima e precipitação durante o período de condução do experimento (Janeiro/2009 a Maio/2009).....	58
APÊNDICE C – Análise de solo da área experimental.....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Importância da luz para a soja.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Luz e ciclo.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Alternativas para melhorar o aproveitamento de luz .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.1 População de plantas.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 Espaçamento entre linhas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.3 Dose de arranque de nitrogênio.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.4 Fitotônicos.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 Época de semeadura no RS.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1 Safra.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.2 Safrinha.....</b>	<b>26</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6 BIBLIOGRAFIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>7 APÊNDICES.....</b>	<b>56</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O grande impulso ao cultivo da soja no Brasil, se originou na sucessão “trigo-soja”, adotada no Rio Grande do Sul na década de 60, época em que a política governamental estimulou a expansão da cultura do trigo. No Paraná, começou a ser cultivada nas entre-ruas dos cafezais. A partir dos anos 70, com a quase erradicação do café no estado e, a abertura de novas áreas de cultivo, a soja cresceu significativamente. Também foi introduzida nas áreas centrais do Brasil, abrindo novas fronteiras no cerrado brasileiro.

A área de cultivo de soja no país cresceu consideravelmente nas últimas décadas, passou de 1,3 milhões de hectares na década de 70, para uma área de aproximadamente 20,687 milhões de hectares na safra 2006/07, ano em que obteve uma produção de 58,4 milhões de toneladas.

O incrível aumento de produção em até 30 vezes em três décadas causou um fenômeno econômico tecnológico no Brasil moderno. As transformações ocasionadas pelo cultivo da espécie no país promoveram o desenvolvimento de regiões até então pouco povoadas e pouco valorizadas, fazendo com que cidades surgissem em locais distantes e, em pouco tempo, se transformassem em centros urbanos, fenômeno bastante observado na região do cerrado, hoje com grandes cidades.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, tendo a cultura grande importância na economia nacional, pois, com base nos dados do Ministério da Agricultura, em 2007 a soja teve uma participação significativa do total exportado pelo Brasil, representando US\$ 11,4 bilhões.

Nos mais diversos setores, a economia vive um período onde a otimização dos recursos é de fundamental importância para se manter no mercado, fato que não é diferente na agricultura. Os produtores de soja devem conhecer detalhadamente seus custos de produção, podendo assim otimizar os recursos disponíveis para seu empreendimento, visando fatores que propiciem ganho no rendimento aliado a resultados econômicos satisfatórios.

Buscando este objetivo, pesquisadores tentam encontrar alternativas viáveis, como época de semeadura preferencial, população de plantas adequada, cultivares melhor adaptadas, utilização de estirpes de *Rhizobium* mais eficientes, melhorar a eficiência técnica da adubação, entre outras.

Muito já se estudou a respeito da utilização de adubação nitrogenada em soja e, hoje esta prática não é recomendada para a cultura pois, estas plantas conseguem absorver N atmosférico através da simbiose que ocorre com a bactérias do gênero *Bradyrhizobium sp*, porém, a maioria dessas pesquisas realizadas até hoje no Brasil foram com cultivares convencionais.

Nos últimos anos, surgiu à possibilidade de utilização de cultivares *Roundup Ready*<sup>TM</sup> (RR) e, assim, surgiu uma nova alternativa de manejo para a cultura da soja.

A soja transgênica (RR) foi geneticamente modificada acrescentando-se um gene que codifica a enzima EPSPS, tornando a planta tolerante a ação do glifosato. Isso significa que a soja RR continua produzindo compostos essenciais ao seu desenvolvimento, seu crescimento não sendo afetado pelos efeitos do herbicida. Com isto, pode-se utilizar herbicidas de amplo espectro de atuação, controlando vários tipos de plantas daninhas com menor número de aplicações, sem prejudicar a cultura.

Outras características associadas ao aparecimento das cultivares transgênicas são o uso de materiais conhecidos como super e hiper precoces, dos grupos de maturação IV e III, com ciclo menor do que 120 dias, e a área cada vez maior da soja semeada a partir de 10 de janeiro, também conhecida como safrinha, cuja peculiaridade é a redução do ciclo dos genótipos pelo efeito fotoperiódico.

Nas cultivares super precoces, hiper precoces, assim como os materiais que pelo atraso da semeadura reduzem o ciclo para menos de 120 dias sabe-se que existe uma relação entre a velocidade de fechamento do dossel e o rendimento de grãos.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o efeito de doses de arranque de nitrogênio e de densidades de semeadura em cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul, na safrinha.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância da luz para a soja

Um grande número de trabalhos envolvendo luz na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foram realizados nas décadas de 60, 70 e 80, pois não se tinha muito conhecimento sobre as respostas da cultura as práticas de manejo. Entre a década de 80 até o final da de 90 ocorreu um período de pouco estudo sobre este fator, pois já se previa os resultados devido às poucas mudanças na arquitetura das cultivares durante o período. Já com a entrada da soja transgênica no país no final da década de 90, esse assunto voltou a despertar o interesse dos pesquisadores, pois a entrada de genótipos com características diferentes faz com que ocorra mudanças na dinâmica desse fator (ZABOT, 2009).

A energia necessária para a realização da fotossíntese, processo que transforma o CO<sub>2</sub> atmosférico em energia metabólica, é proveniente da radiação solar (TAIZ; ZIEGER, 2009). Essa radiação pode ser caracterizada como um conjunto de ondas eletromagnéticas que incidem sobre a superfície terrestre ou pode também ser caracterizada como pacotes energéticos (fótons), cuja energia varia de acordo com o comprimento de onda e da frequência (CASAROLI et al., 2007).

Por ser a fonte de energia das plantas, a disponibilidade dessa radiação vai influenciar diretamente no seu crescimento e desenvolvimento (TAIZ; ZIEGER, 2009).

Para Monteith (1965) quando as condições hídricas e a disponibilidade de nutrientes não são limitantes, a produção de fitomassa é controlada pela radiação solar disponível. A massa seca total produzida pela soja, depende da percentagem de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e da eficiência de utilização dessa energia pelo processo fotossintético (SHIBLES; WEBER, 1965). No entanto, segundo o mesmo autor apenas uma parte da radiação incidente é aproveitada pelas plantas, sendo que o índice de área foliar e o coeficiente de extinção luminosa são fatores que afetam a interceptação e o nível de atenuação da radiação.

As plantas de soja têm eficiência no uso de radiação diferenciado conforme o estágio de desenvolvimento e da atividade metabólica da cultura (SCHÖFFEL; VOLPE, 2001) e que em condições de estresse hídrico ou sombreamento tendem a aumentar a eficiência no aproveitamento dessa radiação (PEREIRA, 2002; PURCELL et al., 2002). Em contrapartida, altas intensidades de radiação solar absorvidas pelas plantas podem levá-las a saturação luminosa, diminuindo a eficiência no uso da radiação (JIANG et al., 2004; ADAMS; ADAMS, 1992).

O fotoperíodo (período luminoso), é um dos fatores ambientais que influenciam diretamente no ciclo e na produtividade da cultura, sendo que a soja é classificada como planta de dia curto, ou seja, o florescimento é induzido com a diminuição do fotoperíodo. A maioria das cultivares de soja são responsivas ao fotoperíodo, porém, alguns materiais cultivados mais próximos a linha do equador podem ter menor sensibilidade ou até serem praticamente indiferentes a duração do dia. A classificação de cultivares de acordo por ciclo deve levar em consideração o local onde este material é cultivado, pois locais com latitudes diferentes apresentam diferença no comprimento do dia, o que altera o ciclo das cultivares (MIYASAKA; MEDINA, 1981).

A soja semeada na época recomendada tem o período vegetativo em torno de 60 dias ou mais, o que proporciona um desenvolvimento adequado das plantas. Porém, em cultivares pertencentes aos grupos de maturação III e IV (menos que 120 dias de ciclo), ou em soja semeada após a época indicada, este período pode ser menor. Quando este período diminui, podem ocorrer modificações fenotípicas, como diminuição na estatura de plantas, na altura da inserção dos primeiros legumes e no rendimento de grãos (BARNI; MATZENAUER, 1985; LUDWIG et al., 2007).

## **2.2 Luz e ciclo**

O período preferencial de semeadura da soja no Rio Grande do Sul, a chamada safra, é de 01 de outubro a 31 de dezembro (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2008). Dentro do período recomendado, a escolha da data de semeadura se dá pelas condições climáticas disponíveis, visando sempre maximizar a produtividade (BERLATO; WESTPHALEN, 1971; MOTA et al., 1974; BARNI; BERGAMASCHI, 1981; BARNI et al., 1985). Semeaduras tardias tendem a



reduzir o rendimento devido à diminuição do ciclo e do inadequado crescimento vegetativo em função do florescimento precoce e da ineficiência na utilização dos recursos ambientais disponíveis, como radiação e temperatura (BONATO et al., 1998). No sul do EUA, o florescimento prematuro, induzido por fotoperíodo curto, tem sido apontado como principal fator de redução de produtividade de soja (BOARD; HALL, 1984).

A utilização inadequada de cultivares (grupos de maturação) em determinadas épocas é outro fator que pode limitar o rendimento de grãos. Pois épocas diferentes em um mesmo local tem condições ambientais distintas, o que pode afetar o crescimento, tanto vegetativo como reprodutivo, devido ao efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre a duração destes subperíodos, especialmente em cultivares de ciclo mais precoce. Nesse grupo os períodos de crescimento já são curtos e se ocorrer uma redução no tempo normal para o florescimento pode ter reflexo negativo no desenvolvimento das plantas, diminuindo a área foliar e o aproveitamento da radiação solar e fotossíntese. A eficiência na utilização da radiação por uma cultura, esta relacionada diretamente com a área foliar e com a máxima absorção da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pelos tecidos fotossintetizantes. Sendo assim, o rápido estabelecimento e manutenção de um ótimo índice de área foliar (IAF) são importantes para maximizar a interceptação da RFA e conseqüentemente, a fotossíntese no dossel (RODRIGUES et al., 2006).

### **2.3 Alternativas para melhorar o aproveitamento de luz**

As cultivares de soja com menos de 120 dias de ciclo tem pouco tempo para crescer antes que ocorra o florescimento, o que pode fazer com que ocorra um baixo aproveitamento de luz pela cultura. Em trabalho de Edwards et al. (2005), foi demonstrado que cultivares com ciclo de 80 dias até R6 (aproximadamente 95 dias de ciclo total) não conseguem atingir a absorção máxima de luz (IAF crítico) manejando apenas população de plantas, mesmo com populações tão altas quanto 100 plantas m<sup>-2</sup>. Sendo assim, é lícito pensar que estratégias para melhorar o crescimento inicial podem ser utilizadas para aumentar o aproveitamento da radiação solar e, por conseqüência, melhorar o rendimento.

Dentre as estratégias encontradas na literatura destacam-se o uso de doses de arranque de nitrogênio, doses de nitrogênio no período vegetativo, uso de produtos de ação fitotônica e aumento na densidade de semeadura e população de plantas.

### **2.3.1 População de plantas**

Muitos trabalhos com população de plantas já foram realizados para a cultura da soja, porém é uma técnica de manejo que sempre requer novos estudos, pois à medida que novas cultivares são lançadas no mercado, estas necessitam de estudos para adequar a melhor população e espaçamento com cada ecossistema.

Dutra et al. (2007), realizaram levantamento de resultados de pesquisa sobre população de plantas em soja e, observaram que o efeito do genótipo influencia diretamente na resposta a diferentes populações, tendo cultivares que aumentam o rendimento com o aumento na população de plantas, outras que mantêm o rendimento estável e algumas cultivares reduzem seu rendimento com o aumento da população de plantas.

Analisando as cultivares conjuntamente para as práticas de manejo densidade de semeadura e espaçamento entre linhas em relação ao rendimento de grãos, Zabot (2009) observou comportamento distintos entre os genótipos. Neste sentido, propôs uma classificação das cultivares em três grupos de respostas às práticas, ou seja, cultivares com plasticidade, pouco plásticas e não plásticas. Os genótipos que quando submetidos às diferentes densidade de semeadura e espaçamento entre linhas não apresentam variações em relação ao rendimento de grãos, foram considerados como cultivares com plasticidade. Já os genótipos que apresentam resposta para apenas uma das práticas (espaçamento entre linhas ou densidade de semeadura), foram ser considerados como genótipos com pouca plasticidade. E as cultivares que apresentam resposta variada tanto para espaçamento entre linhas como para a densidade de semeadura, podendo ser consideradas como plantas não plásticas.

Trabalhos com população de plantas que não demonstraram diferenças no rendimento, mesmo utilizando populações que variando entre 8 a 63 plantas m<sup>2</sup> como Rubin (1997) e Pires et al. (1998), possivelmente foram realizados apenas com

cultivares plásticas, pois para genótipos com plasticidade, a possibilidade de erro na escolha da densidade de semeadura e espaçamento entre linhas a ser utilizado é menor, quando comparado às cultivares não plásticas, que dependem da escolha de práticas culturais bastantes específicas para expressar o seu potencial produtivo como observado por Zobot (2009), Rambo et al., (2003) e Dutra et al., (2007). De acordo com COOPERATIVE... (1994), a plasticidade consiste na capacidade de a planta alterar sua morfologia e componentes do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas.

Segundo Gaudêncio et al. (1990), o excesso de plantas, mesmo nos casos em que não se observa redução no rendimento, modifica a arquitetura e o aproveitamento de luz, deixando-as mais sujeitas ao acamamento, podendo ocasionar perdas na colheita.

As Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2008/2009 indicam que a população de plantas para a cultura situa-se em torno de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, tolerando uma variação de 20% para mais ou para menos, sem alterar significativamente o rendimento de grãos. Porém no caso de algumas cultivares em particular, a população de plantas altera significativamente os rendimentos da soja em função da arquitetura da planta, da susceptibilidade ao acamamento e conseqüentes perdas na colheita, além dos prejuízos causados por doenças (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2008). Em semeadura tardia, é recomendado pelo mesmo autor o acréscimo de 20 na densidade de semeadura visando compensar a diminuição na estatura de plantas em decorrência do encurtamento do ciclo.

Trabalhos com semeadura tardia tem demonstrado melhor produtividade com o aumento da densidade de semeadura, como encontrado por PEIXOTO *et al.* (2000) e Ludwig et al. (2007). BALL *et al.* (2000), justifica este comportamento devido à melhor interceptação de luz, a qual reduz o período da emergência ao início do crescimento exponencial, melhorando o crescimento inicial e influenciando no rendimento.

### 2.3.2 Espaçamento entre linhas

O arranjo de plantas pode ser modificado pela variação na população e pelo espaçamento entre linhas, alterando a área e a forma da área disponível para cada planta, o que se reflete numa competição intra-específica diferenciada (RAMBO, 2003).

A recomendação das Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2008/2009 é que, nas épocas indicadas de semeadura, devem ser utilizados espaçamentos de 20 a 50 cm entre linhas (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2008). O mesmo autor relata que trabalhos realizados recentemente indicam melhoria no rendimento de grãos com o espaçamento de 20 cm em soja semeada no final da época indicada.

Para Egli et al. (1987), existe uma correção entre rendimento de grãos e massa seca acumulada até o enchimento de grãos, sendo que acima de 500 g m<sup>-2</sup> de massa seca nesse estágio ocorre uma estabilidade no rendimento.

Trabalhando com espaçamento entre linhas, Udoguchi; McCloud (1987), observou que a matéria seca acumulada por área pela soja aumenta com a diminuição do espaçamento entre linhas de 30 para 15 cm, quando supridas as exigências nutricionais da cultura. Resultados semelhantes também foram observados por Elmore (2004), onde o autor relata incremento na produtividade de cultivares indeterminadas de soja na maioria dos estados do norte dos EUA com redução no espaçamento entre linhas de 50 para 25 cm, em condições ideais de cultivo. Porém, em condições de estresse hídrico, o adensamento de plantas pelo menor espaçamento pode reduzir a produtividade.

Zabot (2009), trabalhando com nove cultivares de soja com 3 populações de plantas (250, 400 e 550 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e 3 densidades de semeadura (30, 45 e 60 cm entre linhas) encontrou interação entre densidade de semeadura e espaçamento entre linhas, indicando que tais práticas de manejo devem ser pensadas em conjunto, pois a ausência de critério para uma das práticas, aliado a utilização de cultivares pouco ou não plásticas podem acarretar em baixos rendimentos de grãos.

### 2.3.3 Dose de arranque de nitrogênio

O nitrogênio está presente em muitos compostos bioquímicos das plantas e, embora encontrado em vasta quantidade na biosfera (cerca de 78% do volume do ar é  $N_2$ ), não está diretamente disponível para as plantas, pois possui uma ligação tripla covalente entre os dois átomos de nitrogênio, de excepcional estabilidade. A quebra dessa ligação tripla e a transformação em  $NH_3$  ou  $NO_3^-$  é conhecida como fixação do nitrogênio, podendo ser obtida por processo industrial ou natural (TAIZ; ZIEGER, 2009). No processo industrial a transformação do  $N_2$  em amônia ( $NH_3$ ) ocorre em elevadas temperaturas ( $300^\circ$  a  $600^\circ C$ ) e altas pressões (200 a 800 atm), o que requer um grande gasto energético bastante elevado, estimado em seis barris de petróleo por tonelada de amônia sintetizada (HUNGRIA *et al.*, 2007). Já os processos naturais podem ocorrer de três maneiras: através de descargas elétricas (relâmpagos), de reações fotoquímicas e através da fixação biológica do nitrogênio (FBN), sendo que esta última responde por 90% do N fixado de forma natural (TAIZ; ZIEGER, 2009). O mesmo autor comenta que, dentre os minerais, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade, e sua disponibilidade é, freqüentemente, limitante ao crescimento das plantas. Dentre as muitas moléculas importantes para as plantas em que o nitrogênio está presente podemos citar, os aminoácidos, as proteínas estruturais e enzimáticas, ácidos nucleicos e clorofilas.

Os grãos de soja são muito ricos em proteínas, com um teor médio de 6,5% de N. Portanto, para produzir uma tonelada de grãos são necessários em média 65 kg de N para os grãos e cerca de mais 15 kg de N nas folhas, totalizando 80 kg de N por tonelada de soja produzida. Assim, para uma lavoura produzir  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$  é necessário o fornecimento de  $240 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , dos quais 195 são retirados da lavoura pelos grãos (HUNGRIA; BOHRER, 2000; HUNGRIA *et al.*, 2001; HUNGRIA *et al.*, 2007). De acordo com Hungria (2007), os solos brasileiros, em geral, são muito pobres em N, sendo capazes de fornecer em média apenas 10 a 15 kg de N  $ha^{-1}$ . Sendo assim, a FBN é os fertilizantes nitrogenados são as principais fontes de N necessário ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

A FBN ocorre nas plantas pertencentes à família das leguminosas (fabáceas) através de uma relação simbiótica com bactérias, onde são formados nódulos nas raízes dessas plantas, onde ocorre o processo de fixação. No caso da soja, as bactérias o estabelecimento da simbiose se dá com bactérias do gênero

*Bradyrhizobium* e das espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. O processo de formação dos nódulos ocorre através de uma comunicação entre a bactéria e a plantas hospedeira, envolvendo a ativação de vários genes e desencadeando processos específicos que permitem a bactéria penetrar na raiz, formar um cordão de infecção, induzindo o crescimento de células do córtex, até resultar em uma estrutura (o nódulo) com função de alojar a bactéria para que esta, em condições adequadas, realize a fixação biológica do N<sub>2</sub> atmosférico (HUNGRIA, 2007).

Essa FBN é bastante eficiente na soja, sendo que a ampla maioria das pesquisas indica que não há necessidade de aplicar fertilizantes nitrogenados nesta cultura, pois a demanda de nitrogênio é suprida pelo solo e pela simbiose da planta com o rizóbio já existente no solo ou fornecido mediante inoculação das sementes (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2008). Porém, de acordo com o mesmo autor, nada impede que, quando formulações contendo N forem mais econômicas do que formulações sem N, mas com o mesmo teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, estas poderão ser usadas, porém não devem ultrapassar 20 kg de N ha<sup>-1</sup>, pois acima disso afetaria muito a nodulação, podendo resultar em perdas de produtividade.

A maioria dos trabalhos envolvendo adubação nitrogenada na cultura da soja foram realizados em boas condições de cultivo, porém, quando se tem algum fator diferenciado como época de semeadura tardia, cultivares de ciclo muito curto, temperaturas baixas, estresse hídrico, entre outros, podem fazer com que a adubação nitrogenada possa ter efeito positivo sobre a produtividade, já que a FBN não inicia junto com a emergência, demorando alguns dias até ocorrer a simbiose e o desenvolvimento dos nódulos. De acordo com Hungria (2007), é possível, em condições de campo e se o estabelecimento da simbiose for bem sucedido, visualizar de quatro a oito nódulos aos 10 a 12 dias após a emergência.

Esse período geralmente não causa problemas de rendimento na lavoura, porém em soja com ciclo inferior a cem dias, com um período de crescimento vegetativo muito curto, representa uma porcentagem considerável nesse período vegetativo, o que poderia resultar em diminuição de rendimento.

Quantidades baixas de N aplicados na semeadura (até 20 kg ha<sup>-1</sup>) poderiam melhorar o crescimento inicial da cultura sem afetar, ou afetando muito pouco a nodulação. Como exemplo, Osborne; Riedell (2006) em experimentos realizados em Dakota (EUA), trabalhou com doses de 0, 8, 16, e 24 kg de N aplicados na

semeadura de soja precoce durante 3 safras (2002, 2003 e 2004) e, observou que a dose de 16 kg de N ha<sup>-1</sup> elevou a produtividade média de grãos em 6%. Já doses mais elevadas (próximas a 25 kg de N ha<sup>-1</sup>) reduziram a produtividade. Também, Crispino et al. (2001), também relata que doses acima de 30 kg de N pro ha<sup>-1</sup> não resultam em incremento na produtividade, podendo até reduzir drasticamente este fator.

Além de pesquisas com doses de arranque, a literatura apresenta trabalhos com aplicações de N durante o período vegetativo, entre V2 e V5, cujo o objetivo seria colocar nitrogênio após a formação dos nódulos, reduzindo o prejuízo à fixação de N e, ao mesmo tempo colaborando com um rápido crescimento inicial das plantas.

Condições climáticas desfavoráveis afetam diretamente o desenvolvimento da soja. Mudanças de temperatura assim como semeadura tardia, podem restringir o crescimento das plantas. Trabalhando com soja fora da época recomendada, (inverno nas cidades de Mococa, Ribeirão Preto e Votuporanga, SP), Soares Novo et al (1997) testaram as dose de 0, 50 e 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. As doses foram aplicadas durante o período vegetativo em duas épocas, sendo 1/3 aos 10 dias após a emergência e o restante 20 dias após e, através de regressão chegaram à conclusão de que o máximo rendimento de grãos seria obtido com a dose de 70,5 kg de N ha<sup>-1</sup>. Também foi observado que a massa seca de nódulos foi linear e inversamente correlacionada com a dose de nitrogênio aplicada, indicando que o aumento da dose de nitrogênio causou decréscimo no número de nódulos. Já para Giller; Wilson (1991), a adição de nitrogênio mineral não alterou o número de nódulos, mas reduziu a sua massa.

#### **2.3.4 Fitotônicos**

Efeito fitotônico é caracterizado pelas vantagens positivas no crescimento e no desenvolvimento das plantas, proporcionadas pela aplicação de algum ingrediente ativo (Castro et al., 2008). Dentre as substâncias que proporcionam efeito fitotônico, vem se destacando pelo ampla literatura produzida nos últimos anos, o Tiametoxam.

O Tiametoxam ou Thiamethoxam é um inseticida sistêmico do grupo dos Neonicotinóides recomendado tanto para o tratamento de sementes como também para aplicação foliar na cultura da soja. Sua composição é 3-(2-cloro-tiazol-5-ilmetil)-5metil-[1,3,5] oxadiazinan-4-ilideno-N-nitroamina e pertence à classe toxicológica III – mediamente tóxico. Sua fórmula química é  $C_8H_{10}ClN_5O_3S$  (GAZZONI, 2008).

Segundo o mesmo autor, o princípio ativo interfere em um receptor específico localizado no sistema nervoso dos insetos, denominado receptor nicotínico da acetilcolina não havendo registros de resistência cruzada com outras classes de inseticidas.

Para explicar o efeito fitotônico do produto, acredita-se que o Tiametoxam possa atuar como um mediador entre a planta e a bactéria fixadora de nitrogênio (rizóbio) na cultura da soja. Assim, o produto atuaria sinalizando e estimulando a planta a produzir substâncias capazes de desencadear rotas metabólicas que interfiram no crescimento e desenvolvimento das mesmas, e também, estimulando as enzimas bacterianas responsáveis pela infectividade e fixação de nitrogênio (DENARDIN, 2008). O mesmo autor avaliando a ação do Tiametoxam sobre a fixação biológica do nitrogênio, observou uma ação positiva ocasionada pelo produto, sendo que o produto demonstrou ser um agente modulador, induzindo e/ou estimulando a produção de proteínas responsáveis pela fixação do nitrogênio.

Avaliando o efeito do produto aplicado no tratamento de sementes na cultivar 'Monsoy' de soja, TAVARES et al. (2008), observou aumento na área foliar, estatura de plantas e no volume radicular. Também se verificou incremento na massa seca de raízes e parte aérea. Com isso concluiu que, melhorando o desenvolvimento de raízes pode-se aumentar a absorção de água e nutrientes, aumentando a área foliar e o vigor nas plantas de soja.

CATANEO (2008), em estudos realizados em laboratório, observou que o produto Tiametoxam aplicado em sementes de soja promove aceleração da germinação por estimular a atividade da peroxidase e induz maior desenvolvimento do eixo embrionário, minimizando os efeitos negativos em situações de presença de alumínio, salinidade e deficiência hídrica.

Devido aos efeitos fitotônicos relatados, o tiametoxam poderia ser uma alternativa para melhorar o crescimento inicial de soja semeada após a época indicada. Porém DA SILVA, *et al.* (2008), trabalhou avaliando produtividade da soja em função de épocas de semeadura e ação do Tiametoxam e observou que o



inseticida alterou a população de plantas e o seu crescimento inicial, mas estas modificações não influenciaram a produtividade de grãos, independente da época de semeadura.

## **2.4 Época de semeadura no RS**

### **2.4.1 Safra**

Pesquisas realizadas no Brasil, demonstram que a época de semeadura é a variável que produz maior impacto sobre o rendimento da cultura da soja. Para as condições brasileiras, a melhor época de semeadura varia em função do cultivar, da região de cultivo e das condições ambientais do ano agrícola, afetando de modo acentuado, a arquitetura e o comportamento da planta, podendo causar variação drástica no rendimento, bem como no porte das plantas (NAKAGAWA et al., 1983; MARCHIORI et al., 1999).

Segundo Verneti (1983), o zoneamento climático da cultura da soja tem a finalidade de indicar as regiões e a época onde as condições de clima são mais favoráveis, sendo estas regiões classificadas em aptas, marginais e inaptas. A frequência e a intensidade de fenômenos adversos é menor nas regiões preferenciais e maior nas marginais, podendo chegar a níveis intoleráveis nas regiões inaptas.

Ao optar por uma determinada época de semeadura, o produtor está escolhendo uma certa combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos elementos do clima na região de produção, que poderá resultar em elevado ou reduzido rendimento (PEIXOTO *et al*, 2000).

O período preferencial de semeadura da soja no Rio Grande do Sul, a chamada safra, é de 01 de outubro a 31 de dezembro (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2008).

Provavelmente, nenhuma prática cultural isolada é mais importante para a soja do que a época de semeadura. A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, promovendo variações no rendimento e afetando outras características agrônômicas. As condições que mais afetam o desenvolvimento da soja são as que

envolvem variações dos fatores meteorológicos: temperatura, umidade do solo e principalmente fotoperíodo (CÂMARA, 1991).

#### **2.4.2 Safrinha**

Existe grande variabilidade entre os cultivares com relação à sensibilidade a época de semeadura e à mudanças na região de cultivo (latitudes). Essa característica é muito importante nos casos em que o produtor necessite semear mais cedo ou mais tarde. O excesso ou falta de umidade, subdimensionamento do parque de máquinas ou o atraso na liberação do crédito, fazem com que todos os anos uma percentagem variável da lavoura seja implantada após o término do período preferencial (safra), no período classificado como safrinha (janeiro e fevereiro) (LUDWIG et al., 2007).

O período luminoso, ou também chamado fotoperíodo, é um dos fatores ambientais que influenciam diretamente no ciclo e na produtividade da cultura, sendo que a soja é classificada como planta de dia curto. A maioria das cultivares de soja são responsivas ao fotoperíodo. Alguns materiais cultivados mais próximos a linha do equador podem ter menor sensibilidade ou até serem praticamente indiferentes a duração do dia. A classificação de cultivares de acordo com o ciclo deve estar relacionado com a latitude de onde este material é cultivado, devido a diferença no comprimento do dia entre locais com latitudes diferentes (MIYASAKA; MEDINA, 1981), alterando assim o ciclo da cultura.

Vários autores verificaram redução na altura das plantas de soja, devido à menor duração do período vegetativo, relacionada a atrasos na semeadura (SEDIYAMA et al., 1972; TRAGNAGO; BONETTI, 1984; MARCOS FILHO, 1986; BHERING, 1989; CÂMARA, 1991).

Sanches; Yuyama (1979) estudando o comportamento de dois cultivares de soja em oito épocas de semeadura verificaram que o atraso no plantio causou diminuição no ciclo da planta (vegetativo ou reprodutivo), sendo isto, uma consequência do fotoperíodo. Com a redução do ciclo houve diminuição na altura da planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e, conseqüentemente, redução na produção.

A duração normal do período vegetativo da soja é de 60 dias, ou mais proporcionando um desenvolvimento adequado das plantas. Quando este período diminui há também diminuição na estatura das plantas, na altura da inserção dos primeiros legumes e no rendimento de grãos BARNI et al. (1978). Em trabalho realizado por BONATO (1993), semeaduras no final de dezembro tenderam a reduzir o rendimento se comparadas com semeaduras em novembro, para as cultivares precoces e médias em 11% e 15%, respectivamente, e em 20% para as cultivares semitardias e tardias. Já RODRIGUES et al. (2003) observaram reduções entre 60 e 70% no rendimento para as cultivares semeadas em 17 de Janeiro.

Para minimizar este problema, BALL et al. (2000), relatam que o aumento da densidade de plantas com o atraso da semeadura melhorou a interceptação de luz, reduzindo o período da emergência ao início do crescimento exponencial, influenciando no rendimento, independente do espaçamento utilizado. ANDRADE *et al.* (2002) confirmam estas informações, explicando que o aumento da interceptação de luz é a principal causa do aumento da taxa de crescimento da cultura, a qual permite maior fixação de legumes e que melhorar a interceptação de luz é uma alternativa para semeaduras tardias.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na safrinha agrícola de 2009 em área experimental pertencente ao Departamento de Fitotecnia, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria – RS, região climática da Depressão Central, a uma altitude de 95 m, latitude 29<sup>o</sup> 42' 24" S e longitude 53<sup>o</sup> 48' 42" W.

O clima de Santa Maria, segundo a classificação de KÖEPPEN é do tipo Cfa – temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e subtropical do ponto de vista térmico (MORENO, 1961). A temperatura normal do mês mais quente ocorre em janeiro (24,6<sup>o</sup> C) e, a do mês mais frio em junho (12,9<sup>o</sup> C). A temperatura média das máximas é de 30,4<sup>o</sup> C (janeiro) e de 19,2<sup>o</sup> C em junho. A média das temperaturas mínimas do mês mais quente é 18,7<sup>o</sup> C em dezembro e 9,3<sup>o</sup> C a do mês mais frio em junho (BRASIL, 1992).

O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Argissolo Vermelho Distrófico Arénico (EMBRAPA, 1999). A correção do solo e a adubação da área foram feitas de acordo com os resultados de análise do solo, em concordância com as recomendações de ROLAS (1998) para a cultura da soja, utilizando-se 350 kg da formulação 0-20-20 por ha na semeadura.

As cultivares utilizadas para o desenvolvimento dos trabalhos foram: A 6001 RG, FUNDACEP 53RR, e BMX Apolo RR.

As densidades de semeadura utilizadas foram 250 e 500 mil sementes ha<sup>-1</sup>. Para a obtenção de populações de plantas semelhantes às densidades de semeaduras propostas no trabalho, cada cultivar foi submetida ao teste padrão de germinação e, a densidade de semeadura foi corrigida de acordo com o poder germinativo das sementes acrescido de 5%. para atingir as densidades desejadas. A semeadura foi realizada com semeadora de disco alveolar e, todas as sementes foram tratadas com inoculante comercial e de acordo com as recomendações do fabricante.

O experimento foi semeado no dia 20 de janeiro de 2009 e foram avaliadas, além das populações de plantas, as doses de 0, 15 e 30 Kg de nitrogênio por ha na

forma de uréia. Os tratamentos foram aplicados, a lanço, logo após a semeadura. Foram utilizadas as 3 cultivares de soja transgênica, com ciclo inferior 130 dias, A 6001 RG, FUNDACEP 53RR e BMX Apolo RR.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subsubdivididas e quatro repetições, sendo cultivares na parcela principal e densidade de semeadura nas subparcelas e doses de nitrogênio nas subsubparcelas. As subsubparcelas foram compostas por 5 linhas de 5 metros, onde as duas linhas laterais e 1 metro de cada extremidade foram considerados como bordadura. Das três linhas centrais duas foram utilizadas para análise do rendimento e, a outra linha central, para a coleta de 0,4 m linear para a análise de crescimento e avaliação dos componentes do rendimento.

O cultivo antecedente foi composto por consórcio de aveia e azevém. A área já havia sido dessecada anteriormente, sendo que foi realizada uma aplicação de herbicida glifosato, na dosagem de 4,0 L ha<sup>-1</sup> um dia após a semeadura. Foi realizado o controle das plantas invasoras remanescentes, quando necessário, com a aplicação do herbicida glifosato na mesma dosagem.

Foi avaliada a taxa de cobertura do solo pela cultura (da emergência até o florescimento pleno e/ou atingir acima de 95% de cobertura), índice de área foliar em dois momentos distintos do ciclo, no florescimento pleno e enchimento de grãos, componentes do rendimento e rendimento de grãos.

As amostras necessárias para determinar o índice de área foliar foram coletadas em dois momentos distintos do ciclo, no florescimento pleno (R2) e enchimento de grãos (R5) (os estádios fenológicos foram avaliados conforme a escala proposta por Costa; Marchezan, 1982). Para as determinações, em cada amostragem, foram coletadas plantas em 0,40 m por parcela, separando 25 folíolos, de onde foram destacados 50 discos com um perfurador de 0,8 cm de diâmetro. Os discos, com área conhecida, os folíolos, caules + ramos e legumes foram desidratados separadamente a 65° C, até peso constante. Foram determinados o Índice de Área Foliar {IAF = m<sup>2</sup> de folhas / m<sup>2</sup> de solo}. As determinações foram realizadas segundo metodologia proposta por Benincasa (1988) e adaptada por Zobot et al., (2004).

Para análise do rendimento de grãos, as plantas da área útil foram colhidas e, posteriormente, trilhadas em trilhadeira estacionária. Após a limpeza dos grãos, os mesmos foram pesados e a determinação do teor de umidade foi realizada por meio

do aparelho Gehaka Moisture Tester G600. Após estes procedimentos, foi calculado o rendimento de grãos em  $\text{kg ha}^{-1}$ , com uniformização do peso para a umidade de 13%.

Para os componentes do rendimento para cada tratamento, por ocasião da colheita, foram amostradas plantas em 0,40m em umas das linhas centrais da área útil para as determinações. Foram medidas estatura das plantas, a altura de inserção do primeiro legume em relação ao solo, número de nós no caule, número de ramos, número de nós nos ramos, número de legumes na haste principal, número de legumes nos ramos, número de grãos por legume, matéria seca, índice de colheita aparente (peso de grãos/ peso da palha sem as raízes+peso de grãos em R8), peso de 100 grãos, rendimento de grãos e rendimento biológico aparente (peso da palha sem as raízes+peso de grãos em R8) e índice de colheita (peso de grãos/peso da palha sem as raízes) (ZABOT, 2009).

Foram realizadas todas as práticas culturais recomendadas para obtenção do máximo controle de insetos moléstias e plantas daninhas, garantindo que o experimento ocorresse com a mínima interferência desses fatores.

A análise estatística dos resultados foi realizada através de análise da variância para verificar a significância da interação e dos efeitos principais e da interação entre os fatores (STORCK et al., 2004). Nas análises complementares os tratamentos qualitativos foram submetidos aos testes de médias e, para os quantitativos foram realizadas as análises de regressões utilizando o método dos polinômios ortogonais para obter-se o ajuste das equações, com auxílio do programa de análises estatísticas SANEST (ZONTA et al., 1984).

Os dados de temperatura e precipitação do período em que o experimento estava sendo conduzido foram obtidos junto a Estação Meteorológica do Setor de Climatologia do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (apêndice B)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do termo “densidade de sementeira” explica-se pelo experimento ter sido semeado com o auxílio de uma semeadora, simulando o mais possível as condições de lavoura, enquanto o conceito “população de plantas” pressupõe, normalmente, a sementeira manual ou mecânica em excesso, com posterior desbaste. Em condições de lavoura podem ocorrer perdas de plantas por fatores diversos, como danos mecânicos na semente ocasionados pela semeadora que podem diminuir a taxa de emergência, danos causados pelo tráfego de máquinas, entre outros (WILLES, 2002) o que muitas vezes fazem com que, mesmo levando-se em conta o poder germinativo das sementes, a densidade de sementeira não seja igual a população de plantas.

Zabot (2009) considerou que variações de 10% ao redor do número de plantas desejado seria aceitável para os seus experimentos executados sem o uso de desbaste. A análise da variância do número de plantas por metro quadrado na colheita, estimado a partir da área ocupada pelo tamanho da amostra retirada da área útil para determinação dos componentes do rendimento, revelou efeito significativo para cultivar e densidade de sementeira.

Entre as cultivares (Tabela A), mais importante do que as diferenças entre as médias é observar que as cultivares FUNDACEP 53RR e BMX Apolo RR apresentaram uma variação no número de plantas menor do que os 10% considerados com aceitáveis pelo autor supra mencionado. No entanto, a 6001 apresentou o número de plantas médio inferior em 35% ao desejado.

Entre as densidades, a diferença entre o desejado (densidade) e o obtido (número de plantas) foi de -12% para 500.000 sementes aptas por hectare e -3% para 250.000 sementes aptas por hectare, o que ainda pode ser considerado aceitável para uma espécie com tanta plasticidade, cujas indicações técnicas (REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 2008) consideram equivalentes populações variando 20% ao redor da população desejada. A A 6001 RG, ainda que não tenha conseguido estabelecer um número de plantas próximo do desejado, atingiu populações cuja proporção é de aproximadamente dois para um, e por este motivo foi mantida na análise geral dos dados.

Na tabela 1 são mostrados os resultados obtidos da interação cultivares x densidades de semeadura para rendimento de grãos.

**Tabela 1 - Rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	3393 a A	3449 a A	3420
BMX Apolo RR	2696 a B	3225 a A	2960
A 6001 RG	2376 b A	2531 b A	2453
Média	2821	3068	2944
C.V. (%)			11,26

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

De acordo com os resultados obtidos não foi possível evidenciar efeito significativo de doses de arranque para nenhuma das cultivares nas condições do experimento, mesmo com teor de matéria orgânica do solo baixo, conforme análise do solo da área (anexo C). Um efeito significativo da aplicação de nitrogênio como dose de arranque se justificaria pelo aumento da velocidade de cobertura do solo, em cultivares com ciclo insuficiente para absorver a quantidade de luz necessária para atingir seu máximo potencial de rendimento. (EDWARDS et al., 2005)

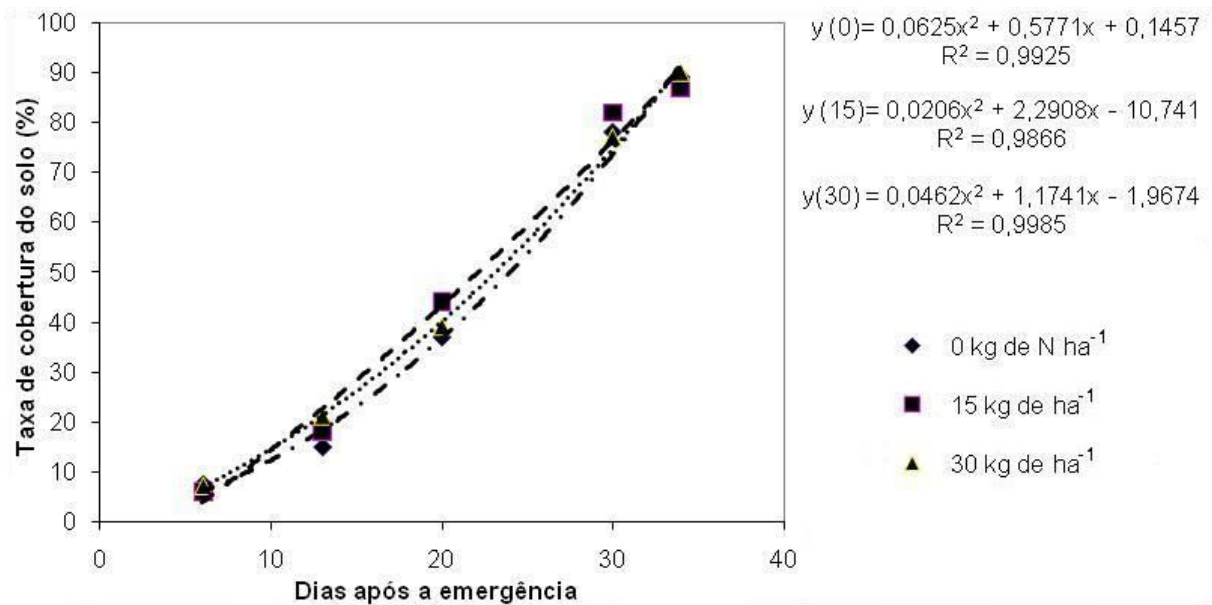
Também, de acordo com resultados obtidos por Edwards et al (2005), a quantidade mínima de dias, da emergência até a maturação fisiológica, que permitiria a soja atingir o seu máximo potencial de rendimento, sem depender da velocidade de cobertura do solo, seria em torno de 125 dias. No presente experimento para as cultivares testadas, (BMX Apolo RR, A 6001 RG e FUNDACEP 53RR), tiveram um ciclo de 94, 94 e 97 dias, respectivamente. Isto, provavelmente, indica que as dose de arranque isoladamente, dentro dos limites testados, não foi capaz de melhorar o desempenho da soja mesmo sob condições de ciclo menor do que 120 dias.

Dados de ciclo semelhantes foram obtidos por Zabot (2009) em Santa Maria, e, indicaram para as cultivares A 6001 RG e FUNDACEP 53RR, na safra 2008-2009 com semeadura em dezembro, ciclos de 119 e 132 dias respectivamente. A redução de ciclo aqui observada, provavelmente, deveu-se ao atraso na semeadura,



realizada em 20/01/2009, época em que se realiza a semeadura da safrinha de soja no Rio Grande do Sul.

Analisando as equações ajustadas para a variável taxa de cobertura do solo (figuras 1 a 6), observa-se que para as cultivares FUNDACEP 53RR e BMX Apolo RR, nas duas densidades de semeadura testadas e, nas três doses de nitrogênio (figuras 1; 2; 3; 4), estas apresentaram, aproximadamente, 40% de cobertura do solo aos 20 dias após a emergência, enquanto que para a cultivar A 6001 RG esse valor, no mesmo período, situou-se em torno de 30%.



**Figura 1 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja FUNDACEP 53RR na densidade de semeadura de 250.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

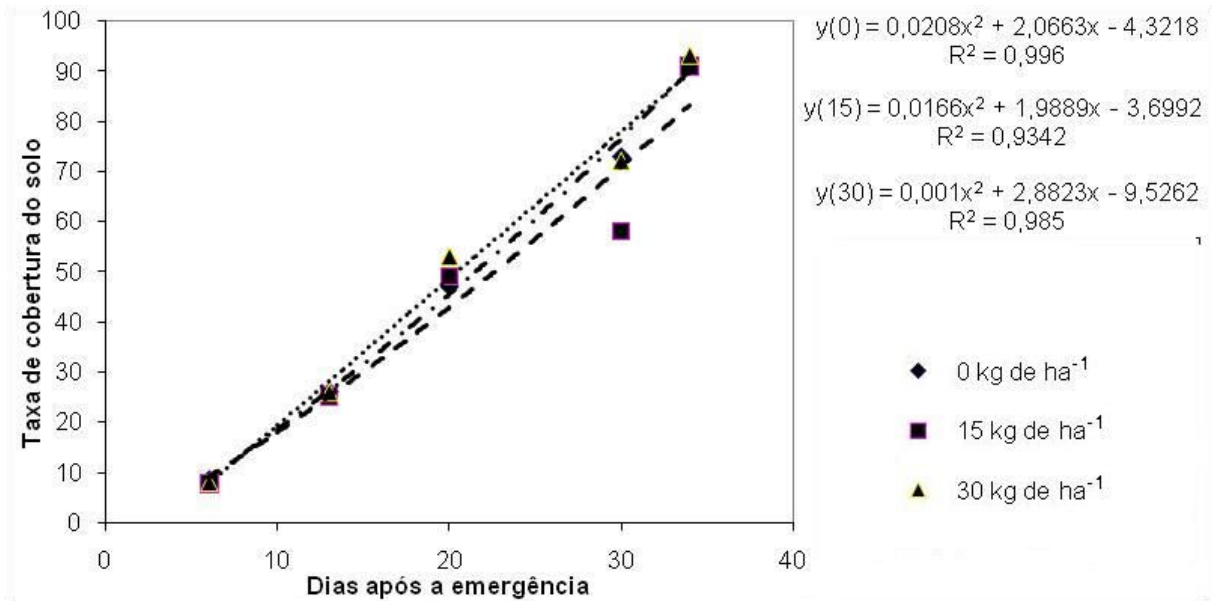


Figura 2 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja FUNDACEP 53RR na densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safreinha de 2009.

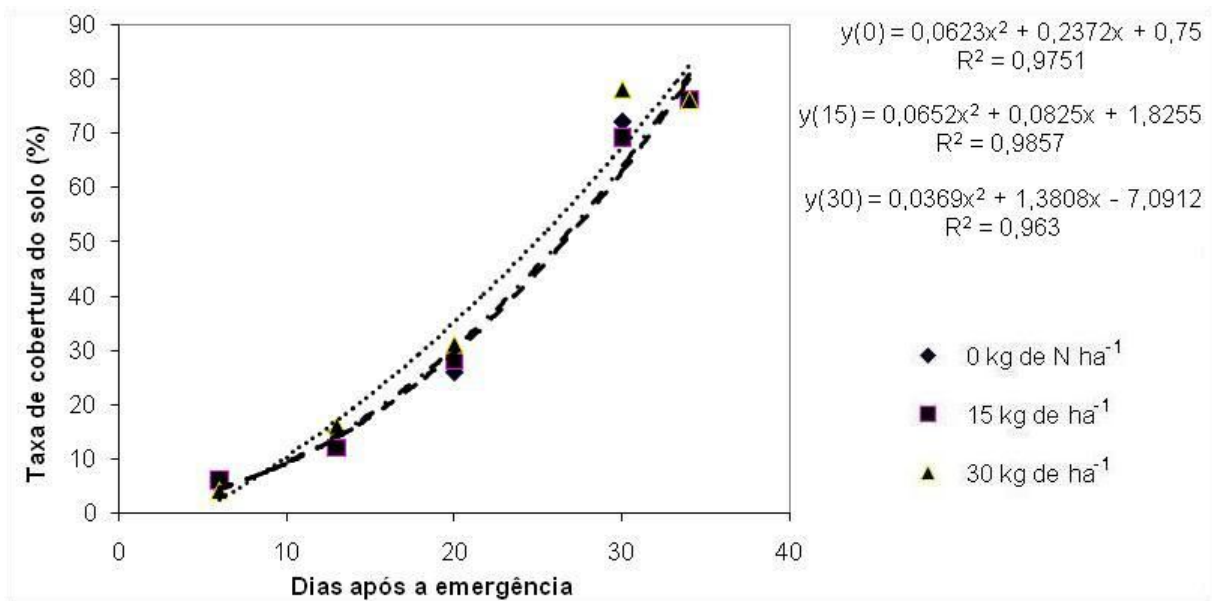
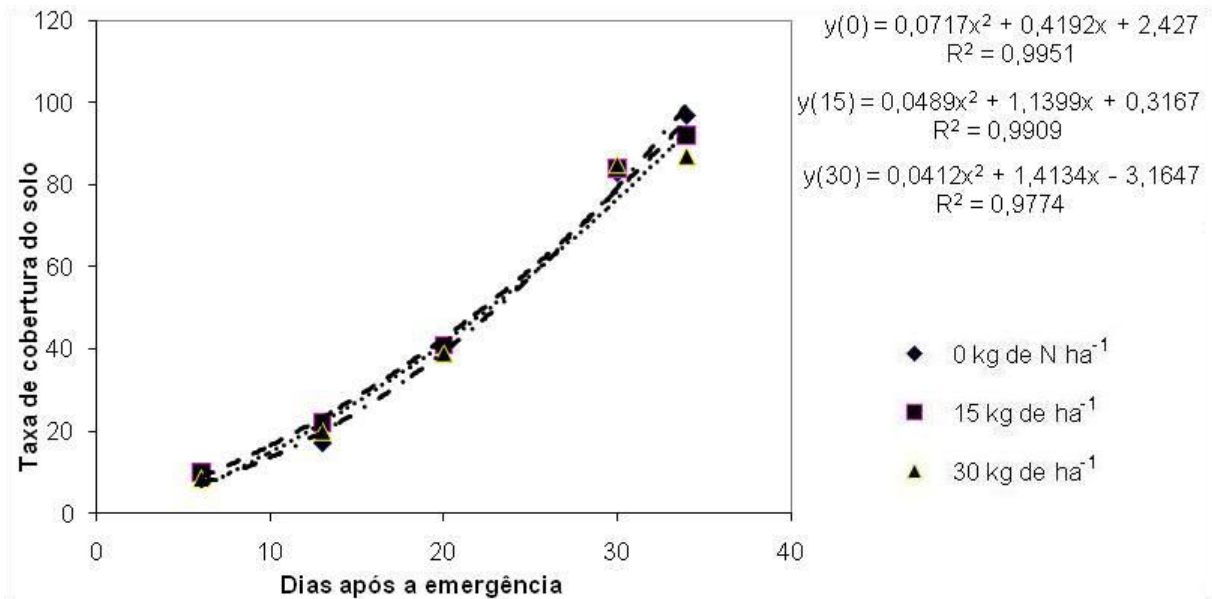


Figura 3 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja BMX Apolo RR na densidade de semeadura de 250.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safreinha de 2009.



**Figura 4 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja BMX Apolo RR na densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safreinha de 2009.**

Por outro lado, para a cultivar A 6001 RG, na densidade de semeadura de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>, com 30 kg de N ha<sup>-1</sup> (figura 5; 6), não foi possível alcançar um índice de 80% de cobertura do solo aos 30 DAE. O fato do número de plantas por unidade de área ter sido em torno de 35% menor do que o desejado pode ajudar a explicar este resultado. Também, as doses de nitrogênio avaliadas no experimento não melhoraram o desempenho da soja em acelerar a cobertura do solo e, pelo menos no caso citado, aparentemente piorou. Ainda que a análise da variância tenha detectado todas as interações significativas possíveis entre os fatores, para esta característica, pode-se observar que estas diferenças não foram capazes de gerar diferenças biológicas a ponto de interferir de modo significativo para o aumento do rendimento de grãos.

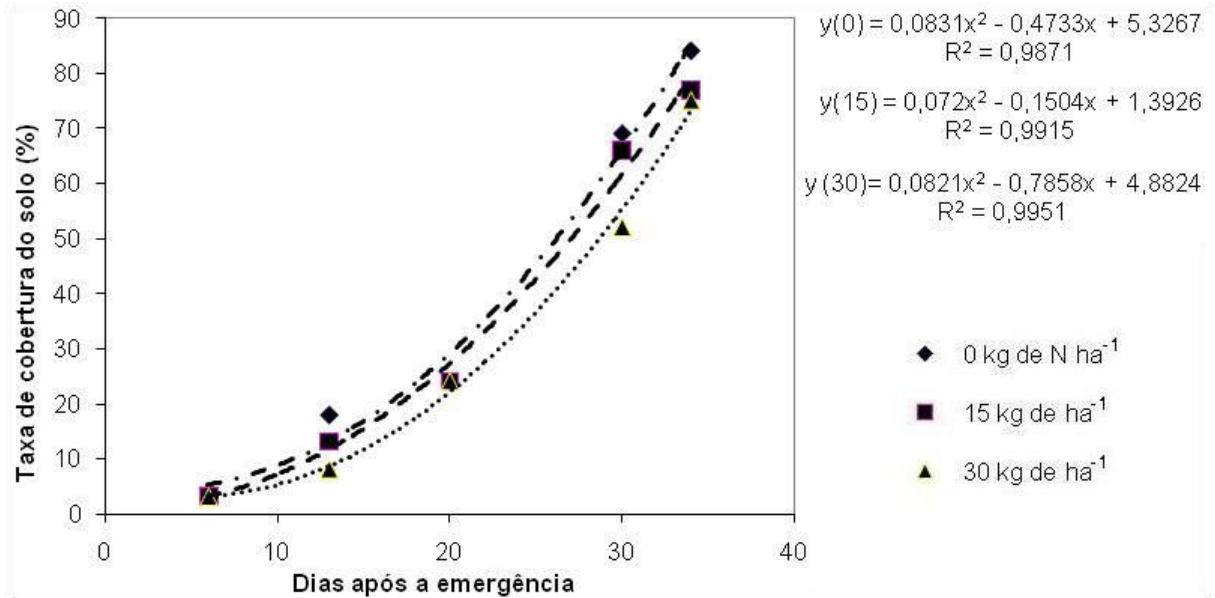


Figura 5 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja A 6001 RG na densidade de semeadura de 250.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safreinha de 2009.

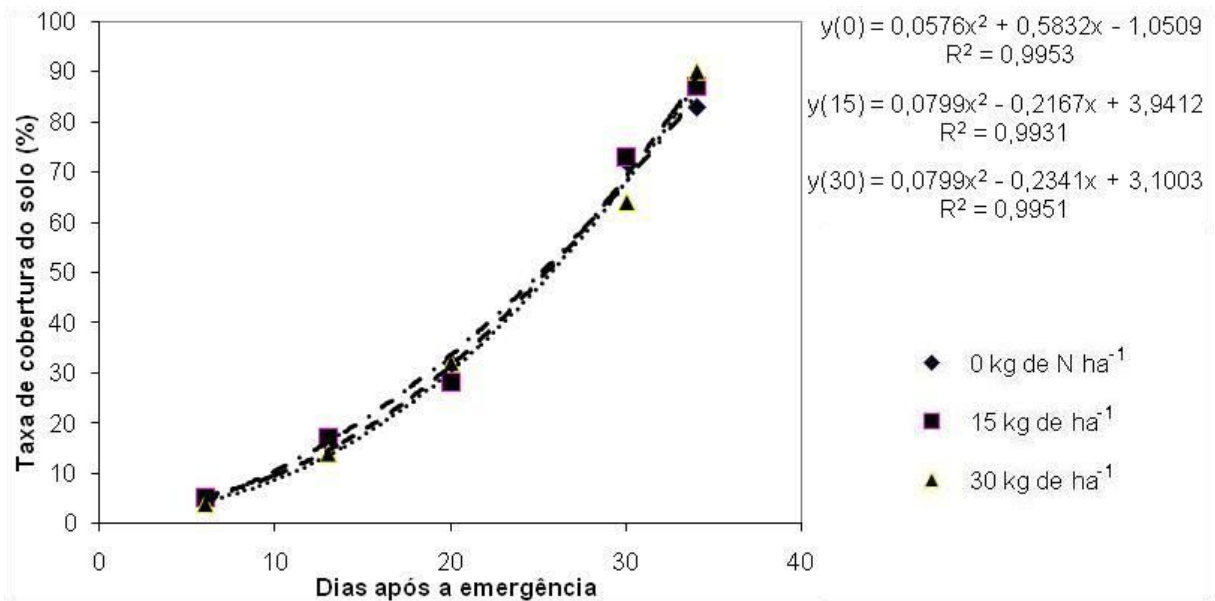


Figura 6 - Taxa de cobertura do solo para a cultivar de soja A 6001 RG na densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safreinha de 2009.

Os resultados obtidos no experimento também evidenciam uma interação significativa entre os fatores densidade de semeadura e cultivares para a variável rendimento de grãos (tabela 1). Dentro de 250 e 500 mil sementes ha<sup>-1</sup>, a cultivar A 6001 RG obteve o pior desempenho, com 2376 e 2531kg de grãos ha<sup>-1</sup> respectivamente. Entre as populações, para as cultivares FUNDACEP 53RR e A

6001 RG, estas não apresentaram diferenças significativas, enquanto a cultivar BMX Apolo RR apresentou um rendimento de 3225 kg ha<sup>-1</sup> em uma densidade de semeadura de 500 mil sementes e, significativamente superior aos 2696 kg ha<sup>-1</sup> obtidos com 250 mil sementes por ha<sup>-1</sup>.

Evidencia-se deste modo que, para as cultivares avaliadas, a densidade de semeadura de 500.000 sementes aptas por hectare foi aquela que permitiu o maior rendimento ou foi igual ao menor rendimento, mas em nenhuma das situações apresentou o pior rendimento.

Pesquisa conduzida por Zobot (2009), também detectou estabilidade de rendimento para as cultivares A 6001 RG e FUNDACEP 53RR, variando desde 250 a 550 mil sementes por ha<sup>-1</sup>, sendo que, para a cultivar A 6001 RG, a mesma rendeu em média 3342 kg ha<sup>-1</sup> enquanto para a cultivar FUNDACEP 53RR o rendimento médio situou-se em cerca de 3350 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que as duas cultivares não diferiram significativamente entre si. O mesmo autor também observou que a cultivar CEP 54 RR apresentou comportamento semelhante ao obtido para BMX Apolo RR, reduzindo deste modo o rendimento com o aumento significativo da densidade de semeadura. Concluiu afirmando que as diferenças obtidas entre as cultivares se devem, principalmente, a variações que ocorrem na distribuição percentual do rendimento de grãos nos extratos das plantas de soja.

A média do experimento (tabela 1) foi de 2945 kg ha<sup>-1</sup>, o que pode ser considerado satisfatório, considerando que a produtividade média do Brasil na safra 2008-2009, segundo a CONAB, foi de 2.629 Kg/ha (EMBRAPA, 2010), o qual demonstra as boas condições de cultivo, mesmo considerando-se que a data de semeadura foi fora do período convencional.

Os dados obtidos para a variável número de legumes m<sup>-2</sup> (tabela 2) observa-se que ocorreu uma interação significativa entre os fatores densidade de semeadura e cultivares. Em 250.000 sementes ha<sup>-1</sup> as três cultivares avaliadas não diferiram entre si, com média de 1237 legumes por m<sup>2</sup>.

Dentro de 500.000 sementes por ha<sup>-1</sup>, a cultivar A 6001 RG com 1681 legumes por m<sup>2</sup> foi significativamente superior as demais, e superior a sua produção com 250.000 sementes por ha<sup>-1</sup>. As demais cultivares não apresentaram diferenças variando a densidade de semeadura.

Tabela 2 – Número de legumes  $m^{-2}$  para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas  $ha^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg  $ha^{-1}$ ), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	1278 a A	1134 b A	1206
BMX Apolo RR	1095 a A	1182 b A	1139
A 6001 RG	1338 a B	1681 a A	1509
Média	1237	1332	1285
C.V. (%)			21,37

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Com relação a variável número de grãos por legume (tabela 3) detectou-se que apenas ocorre diferenças significativas entre as cultivares, sendo a BMX Apolo RR com 2,38 superior aos genótipos FUNDACEP 53RR e A 6001 RG, com 2,09 e 1,98 grãos por legume, respectivamente, que não diferiram entre si.

Tabela 3 – Número de grãos por legume para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas  $ha^{-1}$ ) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg por há), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	2,10	2,08	2,09 b
BMX Apolo RR	2,40	2,35	2,38 a
A 6001 RG	1,99	1,97	1,98 b
Média	2,16 A	2,13 A	2,15
C.V. (%)			7,58

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Os dados obtidos para o Peso de 100 grãos (Tabela 4) também detectou apenas diferenças significativas entre as cultivares, sendo que FUNDACEP 53RR apresentou maior peso com 17,9g, enquanto A 6001 RG o menor, com 14,3g.

A falta de relação entre os componentes do rendimento e o rendimento de grãos se explica, provavelmente, por ser este resultado obtido da multiplicação entre si daqueles. Neste caso, valores sem significância estatística, ao se multiplicarem podem produzir resultados com significância, o que pode ter acontecido no presente estudo.

Tabela 4 – **Peso de 100 grãos (g) para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	17,39	18,50	17,95 a
BMX Apolo RR	15,79	16,60	16,19 b
A 6001 RG	14,69	14,10	14,39 c
Média	15,95	16,40	16,18
C.V. (%)			9,09

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Nas duas épocas avaliadas, o florescimento e o início do enchimento de grãos, foi detectado efeito significativo de cultivares e densidades de semeadura para a variável IAF (Tabelas 5; 6).

Na primeira época, entre as cultivares avaliadas, os resultados obtidos para FUNDACEP 53RR foram superiores às demais que não diferiram entre si, com o

Tabela 5 – **Índice de área foliar no início da floração para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	2,26	2,51	2,38 a
BMX Apolo RR	1,42	2,22	1,82 b
A 6001 RG	1,55	1,88	1,71 b
Média	1,74 B	2,20 A	1,97
C.V. (%)			22,70

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

valor de 2,4. A BMX Apolo RR e a A 6001 RG apresentaram respectivamente 1,8 e 1,7. Entre as densidades, 500.000 sementes ha<sup>-1</sup> com valor de 2,2 foi superior a 250.000 com valor de 1,7.

No início do enchimento de grãos as cultivares FUNDACEP 53RR e A 6001 RG não diferiram entre si com os valores de 3,46 e 3,19, respectivamente, sendo ambas superiores a BMX Apolo RR com 2,3. Nesse período, entre as densidades, 500.000 sementes ha<sup>-1</sup>, com valor de 3,29 foi superior a 250.000 com valor de 2,68.

Tabela 6 – Índice de área foliar no início do enchimento de grãos para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	3,15	3,77	3,46 a
BMX Apolo RR	2,02	2,58	2,30 b
A 6001 RG	2,86	3,52	3,19 a
Média	2,68 B	3,29 A	2,98
C.V. (%)			25,02

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Nas duas avaliações, a maior densidade de semeadura proporcionou maior valor de IAF, o que é consistente com o comportamento da soja, já relatados anteriormente por diversos autores como Hicks et al. (1969), Lehman; Lambert (1960), Shaw, R.H.; Weber, C.R (1967).

Também, Dermody et al. (2006) encontraram valores de IAF em torno de 6 próximo ao florescimento enquanto Board (2004) detectaram valores de IAF variando de 3,45 a 5,32 em R6. Todos estes valores são superiores aos encontrados neste experimento. Dados mais antigos como os do IPAGRO, safra 1976/1977, citados por Müller (1981), relatam que a cultivar Bragg, na formação de legumes apresentou IAF em torno de 9. Estes valores demonstram detalhes do progresso que ocorreu na soja, que evolui para genótipos com IAF cada vez menor, associados neste experimento a uma redução natural pela época de semeadura (safrinha).

Kumudini (2002) pesquisando o rendimento e outras características de cultivares de soja desde 1945 até 2000 obtidos nos Estados Unidos e Canadá, demonstrou que a tendência do rendimento de grãos foi linear e crescente durante o período observado, sendo que, para as cultivares mais recentes, estas conseguem este desempenho graças a manutenção do IAF durante o período reprodutivo. Estas cultivares apresentaram valores em torno de 2,5, próximos dos valores encontrados neste trabalho já no florescimento.

Shibles e Weber (1965) determinaram que os valores de IAF necessários para interceptar 95% da radiação incidente, também chamado de IAF crítico, varia na soja de 3,1 a 4,5. Os valores encontrados no início do enchimento de grãos para



FUNDACEP 53RR e A 6001 RG encontram-se dentro desta faixa, enquanto a BMX Apolo RR apresenta 74% do valor considerado mínimo por aqueles autores.

Em vista disso, é lícito inferir que os valores de IAF crítico para cultivares recentes de soja mereçam ser reestudados, incorporando-se outros conceitos como densidade de plantas, espaçamento entre linhas (ZABOT, 2009) coeficiente de extinção de luz (SAKAMOTO; SHAW, 1967), distribuição de luz por estrato (ZABOT, 2009; BERGAMASCHI *et al.*, 1981), partição dos fotossintatos por estrato (ZABOT, 2009; DUTRA, 1984), volume de folhas acima do ponto de compensação (SHAW; WEBER, 1967), caracterização do dossel (HOMMERTZEIN, 1979; apud DUTRA, 1984).

Os dados obtidos para a variável estatura de plantas (tabela 7) demonstra que nas três épocas avaliadas (início do florescimento, início do enchimento de grãos, e maturação fisiológica) ocorreram diferenças significativas para as cultivares e densidades de semeadura dentro de cada época. Nas três épocas,

**Tabela 7 – Estatura de plantas em R2 para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	31.58	34.28	32.93 a
BMX Apolo RR	24.01	26.76	25.39 b
A 6001 RG	28.97	33.17	31.07 a
Média	28.18 B	31.40 A	29.79
C.V. (%)			13.44

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 8 – Estatura de plantas em R5 para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	47.13	57.34	52.23 a
BMX Apolo RR	49.04	55.13	52.09 a
A 6001 RG	36.45	39.36	37.90 b
Média	44.21 B	50.61 A	47.41
C.V. (%)			13.34

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 9 – Estatura de plantas em R8 para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	48,31	56,40	52,35 a
BMX Apolo RR	53,41	57,15	55,28 a
A 6001 RG	42,85	49,01	45,93 b
Média	48,19 B	54,18 A	51,19
C.V. (%)			10,31

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

FUNDACEP 53RR e BMX Apolo RR apresentaram maior estatura de planta, diferindo significativamente de A 6001 RG.

No início do florescimento FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG apresentaram para esta característica 33, 31 e 25 cm, respectivamente. No início do enchimento de grãos, 52, 52, e 44 cm, respectivamente. E na maturação fisiológica, 52, 55, 45 cm. Entre densidades de semeadura, 500.000 proporcionou maior estatura, que 250.000 sementes ha<sup>-1</sup> nas três épocas avaliadas. No início do florescimento 250.000 e 500.000 apresentaram para esta característica 28 e 31 cm, respectivamente. No início do enchimento de grãos 44 e 51 cm, respectivamente. E na maturação fisiológica, 48 e 54 cm.

Na média os resultados obtidos para as três cultivares, observa-se que entre o florescimento e início do enchimento de grãos, ocorreu um aumento de 58% na estatura média, demonstrando que as três cultivares, apesar de serem determinadas, apresentaram um grau relevante de indeterminância, o que lhes permitiu este ganho em estatura no período observado.

Zabot (2009), trabalhando com nove cultivares de soja transgênicas, observou crescimento vegetativo variável entre as cultivares analisadas, das quais constam a FUNDACEP 53RR e a A 6001 RG. Também determinou que o aumento da densidade de semeadura até 550.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup> acarretou um aumento significativo da estatura de plantas.

Os resultados obtidos para o número de ramos por planta (tabela 8), demonstram ocorrer diferenças significativas entre cultivares e entre populações de plantas. Entre as cultivares, a A 6001 RG apresentou o maior valor, com 5,1 ramos por planta, FUNDACEP 53RR obteve um valor intermediário com 3,5, e a cultivar

BMX Apolo RR obteve o menor número de ramos com 1,3 ramos planta<sup>-1</sup>. Aparentemente, o número de ramos por planta “*per se*” não é determinante no rendimento para todas os genótipos, visto que a A 6001 RG apresentou, em relação a FUNDACEP 53RR e BMX Apolo RR, 149 e 300% a mais no número de ramos, respectivamente, mas rendeu a menos na média de todas as situações 24 e 27 %, respectivamente.

No entanto, o menor número de ramos da BMX Apolo RR , possivelmente, possa explicar porque esta cultivar rendeu mais com 500.000 do que com 250.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 10 – Número de ramos por planta para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	4,79	2,25	3,52 b
BMX Apolo RR	1,97	0,55	1,26 c
A 6001 RG	5,91	4,40	5,15 a
Média	4,22 A	2,40 B	3,31
C.V. (%)			33,00

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Entre as densidades avaliadas, 250.000 plantas foi superior com média de 4,2 ramos planta<sup>-1</sup> em comparação a 500.000 que apresentou 2,4.

Kriedemann, et al (1964) apud Müller (1981), analisando as cultivares da época determinou que o número de ramificações de primeira ordem para cultivares determinadas varia de 3 a 5, demonstrando que as materiais avaliados neste trabalho, mesmo com as variações detectadas, tiveram ramos em quantidade dentro da média da espécie.

Os parâmetros nós no caule (tabela 9) e nós nos ramos por planta (tabela 10), apresentaram interação entre cultivares e entre populações. Para nós no caule dentro de 250.000 plantas ha<sup>-1</sup>, a FUNDACEP 53RR apresentou a maior média, com 12,7, diferindo da BMX Apolo RR e A 6001 RG com 11,7 e 11,3, respectivamente. Já em 500.000 plantas BMX Apolo RR e FUNDACEP 53RR não diferiram entre si (13,5 e 13,0, respectivamente) sendo superiores a cultivar A 6001 RG com 11,7.

Tabela 11 – Número de nós no caule para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	13,07 a A	12,71 a A	12,89
BMX Apolo RR	13,50 a A	11,74 b B	12,62
A 6001 RG	11,75 b A	11,35 b A	11,55
Média	12,77	11,93	12,35
C.V. (%)			5,64

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Para o número de nós nos ramos por planta (tabela 10), dentro de 250.000 plantas ha<sup>-1</sup> a cultivar A 6001 RG apresentou o melhor resultado com 26,3, seguida da FUNDACEP 53RR com 20,3 e da A 6001 RG com 6,2. Com 500.000 plantas a sequência é a mesma, com 15,9, 7,6 e 1,2 para A 6001 RG, CEP53 e BMX Apolo RR, respectivamente.

Tabela 12 – número de nós nos ramos para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	20,32 b A	7,60 b B	13,96
BMX Apolo RR	6,20 c A	1,22 c B	3,71
A 6001 RG	26,30 a A	15,90 a B	21,10
Média	17,61	8,24	12,92
C.V. (%)			37,97

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Altura de inserção do primeiro legume (tabela 11), demonstrou haver diferenças significativas entre as cultivares, sendo a FUNDACEP 53RR com 17 cm o maior valor e a A 6001 RG, com 11 cm, o menor valor, enquanto a BMX Apolo RR com 13 cm situou-se intermediariamente. Entre densidade de semeadura (tabela 12), 500.000 plantas ha<sup>-1</sup>, com valor de 15 cm foi significativamente superior a 250.000 com 12 cm. A altura de inserção do primeiro legume não é uma característica genética e pode ser facilmente modificado por práticas de manejo,

como densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, época de plantio, entre outros (ZABOT, 2009; LUDWIG, et al., 2007). Esse fator tem correlação com o aproveitamento de luz na camada inferior do dossel, ou seja, quanto mais luz chegar na camada inferior do dossel, mais baixa será o nó do primeiro legume e, por conseqüência, a altura de inserção do primeiro legume (ZABOT, 2009).

**Tabela 13 – Altura de inserção do primeiro legume (cm) para três cultivares de soja (FUNDACEP 53RR, BMX Apolo RR e A 6001 RG), em duas densidades de semeadura (250.000 e 500.000 sementes aptas ha<sup>-1</sup>) e três doses de arranque de N (0, 15 e 30 Kg ha<sup>-1</sup>), em Santa Maria-RS, na safrinha de 2009.**

Cultivares	Densidade de semeadura		Média
	250.000	500.000	
FUNDACEP 53RR	14,80	18,48	16,64 A
BMX Apolo RR	10,94	15,12	13,03 B
A 6001 RG	10,16	11,97	11,06 C
Média	11,96 b	15,19 a	13,58
C.V. (%)			14,76

Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Os dados seguem a tendência da estatura de plantas, porém a discriminação entre cultivares ocorreu provavelmente pelas diferenças intrínsecas de cada genótipo. Considerando que a barra de corte da maioria das colhedoras situa-se aproximadamente a 10 cm do solo, pode-se inferir que nas condições do experimento não haveria perdas de colheita devido a problemas de altura de inserção do primeiro legume, de acordo com Willes (2002).

Não foi possível detectar diferenças significativas para rendimento biológico aparente e índice de colheita aparente, sendo a média geral do experimento para estes parâmetros de 733 g m<sup>-2</sup> e 0,60, respectivamente.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições do experimento, doses de arranque de nitrogênio não influenciaram o rendimento da soja.

A escolha correta do genótipo com a densidade de semeadura mais apropriada é primordial para que a soja possa obter rendimentos mais elevados na safrinha no Rio Grande do Sul.

## 6 BIBLIOGRAFIAS

ADAMS, D.B.; ADAMS, W.W.N. Photoprotection and other responses of plants to high light stress. **Annual Reviews Plant Physiology. Plant Molecular Biology**, v.43, p.599-626, 1992.

ANDRADE, F.H. et al. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, p.975-980, 2002.

BALL, R.A.; PURCELL, L.C.; VORIES, E.D. Optimizing soybean plant population for a short-season production system in the southern USA. **Crop Science**, Madison, v.40, p.757-764, 2000.

BARNI, N. A.; BERGAMASCHI, H. Alguns princípios técnicos para a semeadura. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. cap. 10, p. 476-480.

BARNI, N.A.; GOMES, J.E. de S.; GONÇALVES J.C. Efeito de época de semeadura, espaçamento e população de plantas sobre o desenvolvimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em solo hidromórfico. **Agronomia Sulriogradense**, Porto Alegre, n.21, p.245-296, 1978.

BARNI, N. A.; GOMES, J. E. de S.; HILGERT, E. R.; ZANOTELLI, V. Épocas de semeadura de cultivares de soja para o Rio Grande do Sul. **Ipagro Informa**, v. 28, p. 25-30, set. 1985.

BARNI, N.A.; MATZENAUER, R. Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distritos ambientes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.189-203, 1978.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento**; noções básicas. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1988. 42 p.

BERGAMASCHI, H. et al. Perfis de radiação em uma comunidade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em dois estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p. 173-178.

BERLATO, M.; WESTPHALEN, S. Resultados preliminares do ensaio ecológico de soja: período 1967/68 – 1970/71. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA DA SOJA, 15., 1971, Porto Alegre. **Súmula dos trabalhos fitotécnicos na cultura da soja**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1971. p. 87-122.

BHÉRING, M.C. **Influência de épocas de plantio sobre algumas características agrônômicas e qualidade das sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 1989. 57f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

BOARD, J.E.; HALL, W. Premature flowering in soybean yield reductions at no optimal planting dates as influenced by temperature and photoperiod. **Agronomy journal**, Louisiana, v. 76, n. 4, p. 700-704, 1984.

BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; IGNACZAK J.C. Análise conjunta dos ensaios de cultivares de soja recomendadas para o Rio Grande do Sul. II. Ensaios realizados em três épocas de semeadura 1992/1993. In: XXI Reunião de pesquisa da soja da Região Sul. 1992/1993. 1993, **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.72-88.

BONATO, E.R. et al. Desempenho de cultivares de soja em três épocas de semeadura, no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.6, p.879-884, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Oitavo Distrito de Meteorologia – 8º DISME. **Normais Climatológicas Obtidas com Dados do Período 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

CÂMARA, G.M.S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 1991. 266p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CASAROLI, D. et al.. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja - Uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.14, p. 102-120, 2007.

CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral et al . Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, Out. 2008.



CATANEO, A.C.. Ação do Tiametoxam (Thiamethoxam) sobre a Germinação de Sementes de Soja (*Glycine max*, L.): Enzimas Envolvidas na Mobilização de Reservas e na Proteção contra Situações de Estresse (Deficiência Hídrica, Salinidade e Presença de Alumínio). In: GAZZONI, D.L.. **TIAMETOXAM Uma revolução na agricultura brasileira**. 1ª ed. São Paulo: Vozes, 2008. cap. 6.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames : Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fund. Cargill, 1982. 30p.

COSTA VAL, W.M. ET AL. Efeito do espaçamento entre fileiras sobre a produção e outras características agrônômicas da soja. **Experientiae**, v.12, n.12, p.431-474, 1971.

CRISPINO, C. C. et al. **Adubação nitrogenada na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 6p (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 75).

DA SILVA, M.T.B., STECKLING, C., BIANCHI, M.A.. Produtividade da Soja em Função de Épocas de Semeadura, de Cultivares e do Inseticida Tiametoxam. in: GAZZONI, D.L.. **TIAMETOXAM Uma revolução na agricultura brasileira**. 1ª ed. São Paulo: Vozes, 2008. cap. 12.

DENARDIN, N.D. Ação do tiametoxam sobre a fixação biológica do nitrogênio e na promoção de ativadores de crescimento vegetal. In: GAZZONI, D.L.. **TIAMETOXAM Uma revolução na agricultura brasileira**. 1ª Ed. São Paulo: Vozes, 2008. cap. 11.

DERMODY O.; LONG S.P.; DELUCIA E.H.. How does elevated CO<sub>2</sub> or ozone affect the leaf area index of soybean when applied independently?. **New Phytologist**, v. 169, p. 145–155, 2006.

DUTRA, L. M. C.; et al. População de plantas em soja. In. REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 35., 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, p. 95.

EDWARDS, J.T.; PURCELL, L.C.; KARCHER, D.E. Soybean Yield and Biomass Responses to Increasing Plant Population among Diverse Maturity Groups: II. Light Interception and Utilization. **Crop Science**, Madison, v.45, p.1778-1785, 2005.

EGLI, D.B., GUFFY, R.B., HEITHOLD, J.J. Factors associated with reduced yields of delayed planting of soybeans. **Journal Agronomy & Crop Science**, Lexington, v.159, n. 3, p.176-185, 1987.

ELMORE, R. W. **Soybean seeding rates**. Lincoln: Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2004. 4 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 1996/97**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo. 1996. 149p. (Documentos, 88).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA: Produção de Informações; Brasília: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. **Soja em números** (safra 2008/2009). Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=294&cod\\_pai=16](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=16)> Acesso em: 05 fev. 2010.

GAUDÊNCIO, C. et al. População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o centro-sul do Estado do Paraná. **Comunicado Técnico do Centro Nacional de Pesquisa de Soja**, n.47, p.1-4, 1990.

GILLER, K.E.; WILSON, K.J. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. CAB: Wallingford, 1991. p.51-66.

GAZZONI, D.L.. Características técnicas do tiametoxam. In: GAZZONI, D.L.. **TIAMETOXAM Uma revolução na agricultura brasileira**. 1ª ed. São Paulo: Vozes. 2008. cap. 1.

HICKS, D. R. et al. Response of soybean plant types to planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v.61, p.290-293, 1969.

HUNGRÍA, M.; BOHRER, T.R.J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. **Biology and Fertility of Soils**, v.31, p.45-52, 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35).

HUNGRIA, M., CAMPO, R.J., MENDES, I.C.. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa soja: Embrapa Cerrados, 2007.

JIANG, A.C.D. et al. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect young soybean leaves against high irradiance in field. **Environmental and Experimental Botany**, p.1-10, 2004.

KUMUDINI, S. Trials and tribulations: a review of the role of assimilate supply in soybean genetic yield improvement. **Field Crop Research**, Saint Louis, v. 75, p. 211-222, 2002.

LEHMAN W.F., LAMBERT J.W. Effects of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. **Agronomy Journal**, v. 52, p. 84-86, 1960.

LUDWIG, M.P. et al. Efeito da densidade de semeadura e genótipos no rendimento de grãos e seus componentes na soja semeada após a época indicada. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiiana, v.14, n.2, p. 13-22, 2007.

MARCHIORI, L.F.S., et al. Desempenho vegetativo de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] em épocas normal e safrinha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86p.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C.. **A soja no Brasil**. 1. ed. São Paulo: ITAL, 1981. p. 1, 205.

MONTEITH, J.L. Light distribution and photosynthesis in field crops. **Annals of Botany**, v.29, p.17- 37, 1965.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura. Diretoria de terras e colonização, seção de geografia, 1961. 43 p.

MOTA, F. S. da et al. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: IPEAS, 1974. v. 2. (IPEAS. Circular, 50).

MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C., (Eds). **A soja no Brasil**. 1. ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 73-108.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura de soja: I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.11, p.1187-1198, 1983.

Natural Resources Cooperative Extension. Disponível em: <<http://cropwatch.unl.edu/archives/2004/crop04-5.htm>>. Acesso em: 10 out. 2006.

OSBORNE, S.L.; W. E. RIEDELL, W.E. Starter Nitrogen Fertilizer Impact on Soybean Yield and Quality in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, v.98, p.1569-1574, 2006.

PEIXOTO, C.P. et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, mar. 2000.

PEIXOTO, C.P. et al. Época de semeadura e densidade de plantas de soja, I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p. 89-96, 1999.

PEREIRA, C.R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2002. 282p.

PIRES, J. L.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 183-188, fev. 1998.

PURCELL, L.C. et al. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. **Crop Science**, v.42, p.172-177, 2002.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 405-411, maio/junho 2003.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2008-2009 / **36º Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul**, Porto Alegre, RS, 29 a 31 de julho de 2008. Porto Alegre: Fepagro, 2008. 144 p.

RODRIGUES O. et al. Rendimento de Grãos de Soja em Resposta à Época de Semeadura. Disponível em: <<http://www.cntp.embrapa.br/biblio>>. Acesso em: 01 set. 2003.

RODRIGUES, O. et al. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 27 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 33). Disponível em: <[http://www.cntp.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp33.htm](http://www.cntp.embrapa.br/biblio/bp/p_bp33.htm)>. Acesso em 05 jan. 2010.

ROLAS. Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo do RS e SC. (ROLAS) 1998 – **Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA: CMPT, [19--?]. 223 p.

RUBIN, S. A. L. Comportamento da cultivar “FEPAGRO-RS 10” em seis densidades de semeadura ano planalto médio riograndense. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 25., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA, 1997. p. 187.

SANCHES, A.L.; YUYAMA, K. Época de plantio na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivares "Santa Rosa" e "Viçoja" em Jaboticabal, SP. **Científica**, v.7, n.2, p.225-234, 1979.

SCHÖFFEL, E.R.; VOLPE, C.A. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela soja para produção de fitomassa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, n.2, v.9, p.241-249, 2001.

SAKAMOTO, C. M.; SHAW, R. M. Light distribution in field soybean canopies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 15, n. 1, p. 07-09, jan./fev., 1967.

SEDIYAMA, C.S. et al. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, v.14, n.5, p.117-141, 1972.

SHAW, R.H.; WEBER, C.R. Effects of canopy arrangements on light interception and yield of soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.59, n.2, p.155-159, 1967.

SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. Leaf area, solar radiation interception, and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.6, p.575-577, 1965.

SOARES NOVO, M.C.S, et al. Effects of lateseason nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition. **Journal of Production Agriculture**, v.11, n.3, p.331-336, 1997.

STORCK, L., LOPES, S.J.; LÚCIO, A.D.C.. **Experimentação II**. 2. ed. Santa Maria: UFSM: CCR: Departamento de Fitotecnia, 2004. 205p.

TAVARES, S. et al. Avaliação dos Efeitos Fisiológicos de Tiametoxam no Tratamento de Sementes de Soja. In: GAZZONI, D.L.. **TIAMETOXAM Uma revolução na agricultura brasileira**. 1ª ed. São Paulo: Vozes. 2008. cap. 7.

TRAGNAGO, J.L.; BONETTI, L.P. Diferentes épocas de semeadura no rendimento e outras características de alguns cultivares de soja no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. **Anais...** Londrina: EMBRAPA: CNPSo, 1984. p. 57-69.

TAIZ, L; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Atmed, 2009. 819p.

UDOGUCHI, A., McCLOUD, D.E.. Relationship between vegetative dry matter and yield of three soybean cultivars. **Soil and Crop Science Society of Florida**, Gainesville, v 46, p.75-79, 1987.

VERNETTI, F. de J. **Produção de sementes de soja. I. Caracterização de cultivares**. Pelotas: EMBRAPA/UFPel, 1983. 36p. (EMBRAPA/UEPAE, Pelotas, Circular Técnica, 16). 1983.

WILLES, J. A. **Análise da adaptação de semeadoras adubadoras às novas indicações técnicas para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2001. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

ZABOT, L. et al. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brillhante em quatro densidades de semeadura, cultivada na safrinha em Santa Maria-RS. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.3, n.2, p.105-115, 2004.

ZABOT, L.. **Caracterização agrônômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST- Sistema de análise estatística para microcomputadores**.pelotas, RS, 1984.

## **7 APÊNDICES**

---



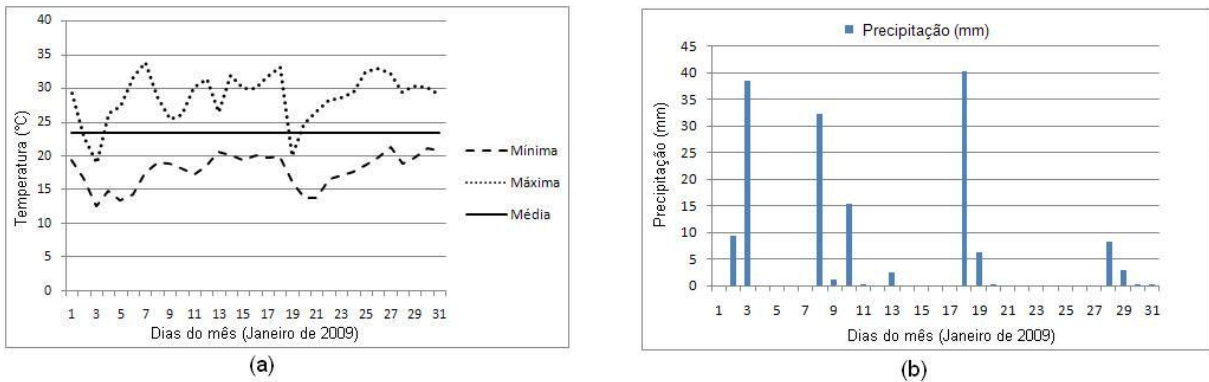
**Apêndice A – Ciclo das cultivares, considerado a partir da emergência das plântulas (28/01/2009) até a maturidade fisiológica.**

Cultivar	Jan.	Fev.	Mar.	Abril	Maio	Ciclo total (dias)
<b>BMX APOLO RR</b>	04	28	31	30*	04**	<b>93</b>
<b>FUNDAFUNDACEP 53RR</b>	04	28	31	30	04* **	<b>97</b>
<b>A 6001 RG</b>	04	28	31	30*	04**	<b>93</b>

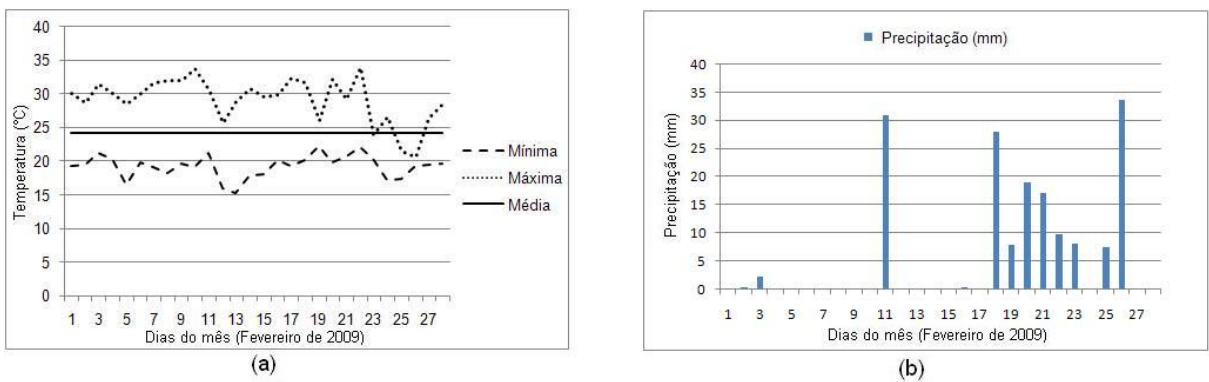
\* Maturidade fisiológica

\*\* Colheita.

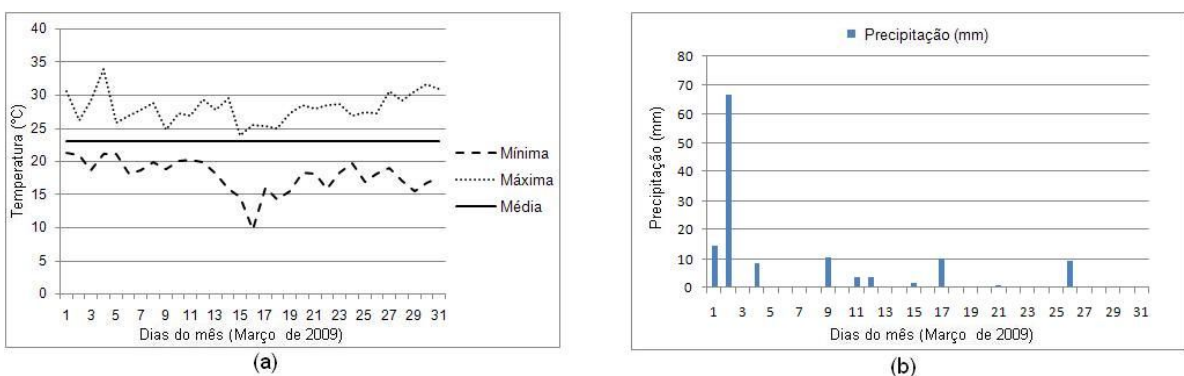
**Apêndice B – Temperaturas mínima, média e máxima e precipitação durante o período de condução do experimento (Janeiro/2009 a Maio/2009).**



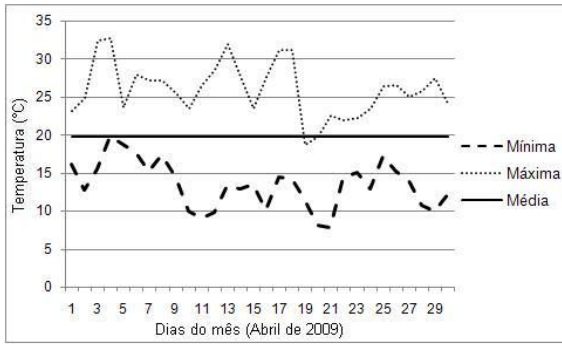
**Figura 1 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (° C) (a) e total de precipitação diária (mm) durante o mês de Janeiro de 2009. Santa Maria/RS (b).**



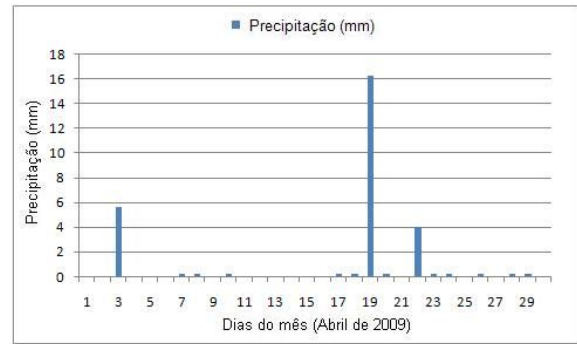
**Figura 2 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (° C) (a) e total de precipitação diária (mm) durante o mês de Fevereiro de 2009. Santa Maria/RS (b).**



**Figura 3 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (° C) (a) e total de precipitação diária (mm) durante o mês de Março de 2009. Santa Maria/RS (b).**

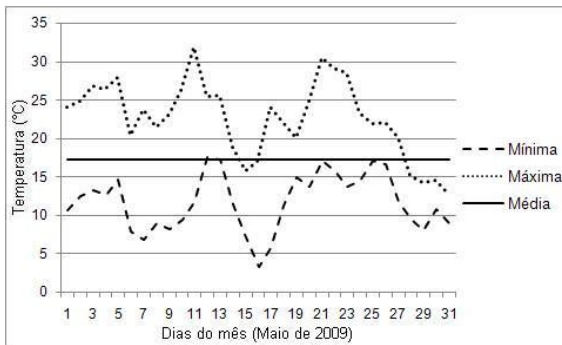


(a)

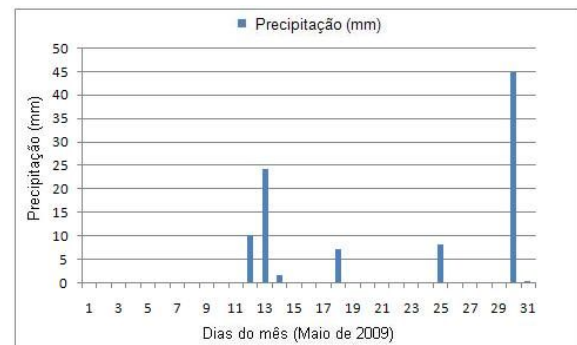


(b)

**Figura 4 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (° C) (a) e total de precipitação diária (mm) durante o mês de Abril de 2009. Santa Maria/RS (b).**



(a)



(b)

**Figura 6 – Temperaturas mínimas, médias e máximas (° C) (a) e total de precipitação diária (mm) durante o mês de Maio de 2008. Santa Maria/RS (b).**

## Apêndice C – Análise de solo da área experimental.

	<b>MEC - Universidade Federal de Santa Maria</b> <b>Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos</b>	
	Santa Maria/RS Cep: 97105-900 Fone/Fax: (55)3220-8153 http://www.ufsm.br/solos <b>Laudo de Análise de Solo</b>	

Nome: DANIEL UHRY  
 Município: SANTA MARIA  
 Localidade:

Solicitante: LUIZ MARCELO COSTA DUTRA  
 Endereço:  
 Entrada: 4/9/2008 Emissão: 20/9/2008

Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georref.
17588	C24	16	QUADRO SOJA		Plantio Direto	0 - 10 cm	
17589	C24	17	PROXIMO GALPAO		Plantio Direto	0 - 10 cm	
17590	C24	18	PROXIMO ESTRADA		Plantio Direto	0 - 10 cm	
17591	C24	19	ÁREA LATERAL		Plantio Direto	0 - 10 cm	

## Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol/dm <sup>3</sup>					Al	Bases	
17588	5,2	3,0	1,2	0,2	1,7	4,6	4	72	6,8
17589	5,2	2,6	1,2	0,2	2,2	4,5	4	65	6,6
17590	5,6	3,8	1,5	0,0	1,4	5,8	0	80	7,0
17591	5,0	2,4	1,3	0,7	2,8	4,7	15	58	6,4

## Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	P-resina	K	CTC pH7	K
	m/v	m/v		mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	
17588	2,0	14	4	3,6	44,6	--X--	0,19	6,1	76
17589	2,1	13	4	5,4	33,4	--X--	0,45	6,5	176
17590	2,1	14	4	3,6	42,0	--X--	0,47	7,2	184
17591	2,2	16	4	5,4	26,9	--X--	0,26	6,8	100

## Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	mg/dm <sup>3</sup>						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg) <sup>1/2</sup>
17588	1,0	2,1	0,2	--X--	--X--	--X--	2,5	21,6	0,095
17589	1,1	1,1	0,3	--X--	--X--	--X--	2,2	8,5	0,231
17590	0,9	1,2	0,3	--X--	--X--	--X--	2,5	11,3	0,204
17591	0,7	1,0	0,3	--X--	--X--	--X--	1,8	14,5	0,133

## Vinculado à ROLAS-RS/SC

Busca  
 N  
 1ª Via



PESQUISA  
 ESTE LAUDO NÃO VALE  
 P/ FINANCIAMENTO BANCÁRIO

Responsável Técnico  
 Eng. Agr. Sandro José Giacomini  
 CREA: 100472