



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

**FORMAÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE  
SOJA EM FUNÇÃO DE ARRANJOS DE PLANTAS,  
GENÓTIPOS E ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**ADILAR CHAVES**

Tese apresentada ao Programa de pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal

Passo Fundo, maio de 2012

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

**FORMAÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE  
SOJA EM FUNÇÃO DE ARRANJOS DE PLANTAS,  
GENÓTIPOS E ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**ADILAR CHAVES**

**Orientador: Prof. Dr. Mauro Antônio Rizzardi**

Tese apresentada ao Programa de pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal

Passo Fundo, maio de 2012



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



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

"Formação do rendimento de grãos de soja em função  
de arranjo de plantas, genótipos e épocas de semeadura"

Elaborada por

ADILAR CHAVES

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

Aprovada em: 07/05/2012  
Pela Comissão Examinadora

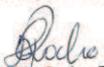
  
Dr. Mauro Antônio Rizzardi  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador

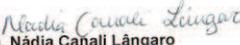
  
Dr. João Leonardo Fernandes Pires  
Embrapa Trigo

  
Dr. Mécio Luiz Strieder  
Embrapa Trigo

  
Dr. Walter Boller  
UPF/FAMV

  
Dra. Simone Meredith Scheffer Basso  
Coordenadora PPGAgro

  
Dr. Hélio Carlos Rocha  
Diretor FAMV

  
Dra. Nádia Cahali Lângaro  
UPF/FAMV

CIP – Catalogação na Publicação

---

C512f Chaves, Adilar  
Formação do rendimento de grãos de soja em função de  
arranjos de plantas, genótipos e épocas de semeadura /  
Adilar Chaves. – 2012.  
227 f. : il. ; 25 cm.

Orientação: Prof. Dr. Mauro Antônio Rizzardi.  
Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de  
Passo Fundo, 2012.

1. Soja – Melhoramento genético. 2. Soja –  
Sementes. 3. Soja – Plantio. I. Rizzardi, Mauro  
Antônio, orientador. II. Título.

CDU: 633.34(816.5)

---

Catalogação: Bibliotecária Angela Saadi Machado - CRB 10/1857

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Adilar Chaves, Licenciado em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1984), iniciou suas atividades docentes na Escola Agrotécnica de Roraima onde atuou até 1990 nas disciplinas de Culturas Anuais, Mecanização Agrícola e Agricultura I (gênese do solo). No ano de 1990 transferiu-se para a Escola Agrotécnica Federal de Sertão (atual IFRS- Câmpus Sertão) onde ministrou a disciplina de Fruticultura e Silvicultura até o ano de 2004. A partir de 2004 assumiu o Setor de Produção de Culturas Anuais passando a ministrar aulas relacionadas ao manejo dessas culturas para a 3ª série do Curso Técnico em Agropecuária. Ocupou, também, a função de Coordenador do Setor de Cursos Técnicos Especiais da Escola Agrotécnica Federal de Sertão, onde liderou diversas atividades destinadas à formação complementar dos alunos desta escola e da comunidade em geral. Como formação acadêmica, obteve os títulos de Especialista em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (1992), Especialista em Didática Aplicada à Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) (1996) e de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Produção Vegetal pela Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (2003). Atualmente é professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, em disciplinas da área de Produção Vegetal relacionadas ao manejo de plantas de lavoura.

## DEDICATÓRIA

Nossa vida e todas nossas conquistas não se constroem apenas a duas mãos... são construídas com participação de muitos... a cada dia, a cada momento... de diferentes formas.

Muitos participaram da construção deste trabalho, mas preciso destacar uma pessoa em especial. Companheirismo... motivação... amizade... compreensão... dedicação... paciência... coragem... força... garra... persistência... perdão... se fizeram presentes e se personificaram em um nome: NIZETE, minha esposa.

... Por isso dedico inteiramente a ela este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

- Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS – Câmpus Sertão) por ter viabilizado minha participação neste curso;
- Ao Professor Dr. Mauro Antônio Rizzardi, pela orientação, motivação e compreensão necessárias durante a construção deste trabalho;
- Aos demais professores do PPGAgro/UPF, pela amizade, respeito e oportunidade de convívio e crescimento;
- À Nidera Sementes do Brasil, que forneceu as sementes para a realização dos experimentos nos dois anos agrícolas;
- Ao colega Jônatas Galvan, uma mente inquieta na busca do crescimento e uma pessoa de coração aberto para novas amizades;
- Aos demais colegas do PPGAgro, cujas amizades semeadas não de ser permanentes e produzir muitos frutos;
- Aos servidores e alunos do IFRS – Câmpus Sertão e da UPF pela ajuda nas diferentes fases da instalação e condução dos experimentos, cujos nomes gostaria de citar, mas evito por questão de espaço e risco de omissão de algum;
- Aos alunos Jonas Lorençon, bolsista do Setor de Culturas Anuais do IFRS- Câmpus Sertão e Luiz Fernando de Aguiar, da Disciplina de Iniciação Científica da UPF, que participaram em todas as fases da condução dos experimentos;
- A todas as mãos, mentes e corações que de perto ou longe colaboraram e torceram para o sucesso deste trabalho;
- Aos meus filhos Rafael e Mateus, pelos dias de ajuda.

MUITO OBRIGADO.

## SUMÁRIO

|  | <b>página</b> |
|--|---------------|
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>  | ix            |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>  | xi            |
| <b>LISTA DE APÊNDICES .....</b>  | xviii         |
| <b>RESUMO .....</b>  | 20            |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | 22            |
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | 24            |
| <b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>   | 27            |
| <b>CAPÍTULO I</b>  |               |
| <b>Distribuição vertical dos componentes do rendimento em genótipos de soja submetidos a arranjos de plantas e épocas de semeadura .....</b> | 32            |
| Resumo .....   | 32            |
| Abstract .....   | 33            |
| Introdução .....   | 34            |
| Material e Métodos .....   | 37            |
| Resultados e Discussão .....   | 43            |
| Conclusões .....   | 76            |
| <b>CAPÍTULO II</b>   |               |
| <b>Componentes do rendimento em função de populações de plantas e épocas de semeadura para soja de crescimento indeterminado .....</b>       | 77            |
| Resumo .....   | 77            |
| Abstract .....   | 78            |
| Introdução .....   | 79            |
| Material e Métodos .....   | 84            |
| Resultados e Discussão .....   | 92            |

|                  |     |
|------------------|-----|
| Conclusões ..... | 112 |
|------------------|-----|

### CAPÍTULO III

|  |            |
|--|------------|
| <b>Componentes do rendimento de grãos no caule e ramos de soja no estágio R5 e na colheita em função de genótipos, populações de plantas e épocas de semeadura .....</b> | <b>113</b> |
| Resumo .....   | 114        |
| Abstract .....   | 114        |
| Introdução .....   | 115        |
| Material e Métodos .....   | 123        |
| Resultados e Discussão .....   | 128        |
| Conclusões .....   | 152        |

### CAPÍTULO IV

|  |            |
|--|------------|
| <b>Produção e partição de matéria seca em genótipos de soja em função de populações de plantas e épocas de semeadura .....</b> | <b>154</b> |
| Resumo .....   | 155        |
| Abstract .....   | 155        |
| Introdução .....   | 156        |
| Material e Métodos .....   | 161        |
| Resultados e Discussão .....   | 167        |
| Conclusões.....  | 190        |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 191        |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 192        |

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

#### **Distribuição vertical dos componentes do rendimento em genótipos de soja submetidos a arranjos de plantas e épocas de semeadura**

| Tabela   | Página |
|--|--------|
| 1 - Datas de ocorrência dos estádios fenológicos considerados críticos em relação à exigência hídrica, em dois genótipos de soja no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS..... | 44     |
| 2 - Duração do ciclo e de subperíodos de desenvolvimento dos genótipos em função das épocas de semeadura no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.....                         | 45     |

### CAPÍTULO III

#### **Componentes do rendimento de grãos no caule e ramos de soja no estágio R5 e na colheita em função de genótipos, populações de plantas e épocas de semeadura**

| Tabela   | Página |
|--|--------|
| 1- Número de nós reprodutivos no caule por planta no estágio R5, na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011) ..... | 136    |
| 2 - Número de nós reprodutivos no caule por planta na colheita, na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011) .....  | 138    |
| 3 - Número de legumes no caule da planta no estágio R5 na média das populações de plantas, em função dos genótipos e épocas de semeadura (Passo Fundo/RS, 2010/2011) .....           | 141    |
| 4 - Número de legumes no caule da planta na época da colheita, na média das populações de plantas, em função dos genótipos e épocas de semeadura (Passo Fundo/RS, .....              | 142    |

|   |     |
|---|-----|
| 2010/2011) .....  |     |
| 5 - Número de legumes por nó reprodutivo no caule da planta no estágio R5, na média das populações de plantas, em função dos genótipos e épocas de semeadura (Passo Fundo/RS, 2010/2011)..... | 147 |

#### CAPÍTULO IV

#### **Produção e partição de matéria seca em genótipos de soja em função de populações de plantas e épocas de semeadura**

| Tabela  | Página |
|---|--------|
| 1 - Matéria seca dos ramos com os pecíolos e sem os limbos foliares de plantas no estágio R5 ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011) | 169    |
| 2 - Matéria seca dos limbos foliares do caule de plantas no estágio R5 ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011).....                  | 174    |
| 3 - Matéria seca aparente de plantas no estágio R5 ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011) .....                                     | 175    |
| 4 - Matéria seca de grãos produzidos no caule ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011) .....  | 178    |
| 5 - Matéria seca de 100 grãos (g) produzidos nos ramos, na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011).....  | 179    |
| 6 - Matéria seca de resíduos do caule( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011).....  | 184    |

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### **Distribuição vertical dos componentes do rendimento em genótipos de soja submetidos a arranjos de plantas e épocas de sementeira**

| Figura |   | Página |
|--------|---|--------|
| 1-     | Estatura das plantas na média dos genótipos, em função do espaçamento entre linhas e população de plantas, com sementeira em 28 de outubro .....  | 47     |
| 2-     | Estatura das plantas na média dos genótipos e espaçamentos entre linhas em função da população de plantas, com sementeira em 15 de dezembro .....   | 47     |
| 3 -    | Altura da inserção do primeiro legume na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com sementeira em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b) .....           | 48     |
| 4 -    | Percentual de nós reprodutivos localizados no terço superior das plantas na média dos genótipos e espaçamentos, em função das populações de plantas, com sementeira em 15 de dezembro .....             | 50     |
| 5 -    | Total de nós reprodutivos por metro quadrado na média dos genótipos e espaçamentos entre linhas, em função das populações de plantas, com sementeira em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b) .....    | 51     |
| 6 -    | Número de legumes férteis por nó reprodutivo na média dos genótipos e espaçamentos entre linhas, em função das populações de plantas, com sementeira em 28 de outubro (a) e em 15 de dezembro (b) ..... | 54     |
| 7 -    | Percentagem de legumes produzidos no terço basal das plantas, na média das populações, em função dos genótipos e espaçamentos entre linhas, com sementeira em 28 de outubro .....                       | 55     |
| 8-     | Percentagem de legumes produzidos no terço médio de plantas na média dos genótipos, em função dos espaçamentos entre linhas e populações de plantas, com sementeira em 28 de outubro .....              | 56     |
| 9 -    | Número de legumes por metro quadrado na média dos   | 59     |

|      |  |    |
|------|--|----|
|      | espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b) .....  |    |
| 10 - | Número de grãos por legume no terço basal da planta, na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro .....                           | 60 |
| 11 - | Número de grãos por legume produzido no terço superior na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro .....                         | 62 |
| 12 - | Número grãos por legume produzido no terço superior da planta, na média dos espaçamentos, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro .....                             | 62 |
| 13 - | Número de grãos por legume na planta na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro .....   | 64 |
| 14 - | Número de grãos por legume na planta, na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro .....   | 64 |
| 15 - | Número de grãos por metro quadrado na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeaduras em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b) .....                   | 66 |
| 16 - | Peso de 100 grãos produzidos no terço basal da planta na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b) ..... | 68 |
| 17 - | Peso de 100 grãos produzidos no terço médio da planta, na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b).     | 69 |
| 18 - | Peso de 100 grãos produzidos no terço superior da planta, na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro .....                     | 70 |
| 19 - | Peso de 100 grãos produzidos no conjunto dos terços  | 71 |

|      |  |    |
|------|--|----|
|      | da planta, na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro .....   |    |
| 20 - | Rendimento de grãos de soja na média das populações de plantas, em função dos genótipos e espaçamentos entre linhas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, Safra 2009/2010 ..... | 74 |
| 21 - | Rendimento de grãos na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010 .....               | 75 |

## CAPÍTULO II

### Componentes do rendimento em função de populações de plantas e épocas de semeadura para soja de crescimento indeterminado

| Figura | Página   |    |
|--------|--|----|
| 1 -    | Número de legumes por planta, na média das épocas de semeadura, em função das populações de plantas e genótipos de soja no ano agrícola de 2009/2010 em Sertão/RS .....                                | 94 |
| 2 -    | Número de legumes por planta, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011 em Passo Fundo/RS .....                                   | 94 |
| 3 -    | Número de grãos por planta, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas nos anos agrícolas de 2009/2010 em Sertão/RS (a) e 2010/2011 em Passo Fundo/RS (b) ..... | 95 |
| 4 -    | Número de grãos por legume, na média dos genótipos em função das épocas de semeadura e populações de plantas nos anos agrícolas de 2009/2010 em Sertão/RS (a) e 2010/2011 em Passo Fundo/RS (b) .....  | 97 |
| 5 -    | Peso de 100 grãos na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos, no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS .....  | 99 |
| 6 -    | Peso de 100 grãos na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas, no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS .....   | 99 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 7 -  | Número de nós reprodutivos por metro quadrado, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS .....          | 103 |
| 8 -  | Número de nós reprodutivos por metro quadrado, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS .....     | 103 |
| 9 -  | Número de legumes por metro quadrado, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS .....                   | 105 |
| 10 - | Número de legumes por metro quadrado, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS .....              | 105 |
| 11 - | Número de grãos por metro quadrado, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS .....                     | 107 |
| 12 - | Rendimento de grãos na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS .....                                     | 109 |
| 13 - | Rendimento de grãos na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS (10% de probabilidade de erro) ..... | 109 |

### CAPÍTULO III

#### **Componentes do rendimento de grãos no caule e ramos de soja no estádio R5 e na colheita em função de genótipos, populações de plantas e épocas de semeadura**

| Figura | Página  |     |
|--------|---|-----|
| 1 -    | Número de ramos por planta no estádio R5, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. .... | 129 |
| 2 -    | Número de ramos por planta na colheita, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e                               | 130 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
|      | populações de plantas (7% de probabilidade de erro) .....   |     |
| 3 -  | Número de nós reprodutivos por planta na colheita em função dos genótipos e populações de plantas com sementeiras em 12/11 (a) e 14/12 (b) .....                  | 132 |
| 4 -  | Número de nós reprodutivos nos ramos por planta no estágio R5, na média das épocas de sementeira e genótipos, em função das populações de plantas .....           | 134 |
| 5 -  | Número de nós reprodutivos nos ramos por planta na colheita em função dos genótipos e populações de plantas, com sementeira em 12/11 (a) e 14/12 (b) .....        | 135 |
| 6 -  | Número de nós reprodutivos no caule por planta no estágio R5 em função dos genótipos e populações de plantas, na média das épocas de sementeira .....             | 137 |
| 7 -  | Número de nós reprodutivos no caule por planta na colheita na média dos genótipos e épocas de sementeira, em função das populações de plantas .....               | 138 |
| 8 -  | Número de legumes nos ramos por planta em R5 na média das épocas de sementeira e genótipos, em função populações de plantas .....                                 | 139 |
| 9 -  | Número de legumes nos ramos por planta na colheita, na média das épocas de sementeira, em função dos genótipos e populações de plantas.....                       | 140 |
| 10 - | Número de legumes no caule por planta no estágio R5 na média dos genótipos e épocas de sementeira, em função dos genótipos de plantas .....                       | 142 |
| 11 - | Número de legumes no caule por planta na colheita, na média dos genótipos, em função das épocas de sementeira e populações de plantas .....                       | 143 |
| 12 - | Número de legumes por nó reprodutivo nos ramos de plantas no estágio R5, na média das épocas de sementeira, em função dos genótipos e populações de plantas. .... | 145 |
| 13 - | Número de legumes por nó reprodutivo nos ramos na época da colheita, na média das épocas de sementeira e genótipos, em função das populações de plantas .....     | 146 |
| 14 - | Número de legumes por nó reprodutivo no caule das plantas em R5, na média dos genótipos e épocas de sementeira, em função das populações de plantas .....         | 147 |
| 15 - | Número de legumes por nó reprodutivo no caule na época da colheita, na média das épocas de sementeira,  | 148 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
|      | em função dos genótipos e populações de plantas .....  |     |
| 16 - | Número de grãos por legume produzido nos ramos na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas .....       | 150 |
| 17 - | Número de grãos por legume produzido no caule em função dos genótipos e populações de plantas, com semeaduras em 12/11 (a) e 14/12 (b) ..... | 151 |

#### CAPÍTULO IV

#### **Produção e partição de matéria seca em genótipos de soja em função de populações de plantas e épocas de semeadura**

| Figura | Página  |     |
|--------|---|-----|
| 1 -    | Matéria seca do caule de plantas sem os limbos foliares, em função dos genótipos e populações de plantas com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b) .....                     | 170 |
| 2 -    | Matéria seca dos ramos sem os limbos foliares de plantas no estágio R5, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas .....           | 171 |
| 3 -    | Matéria seca dos limbos foliares dos ramos, em função dos genótipos e populações de plantas com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b), (a 7% de probabilidade de erro) ..... | 173 |
| 4 -    | Matéria seca dos limbos foliares do caule, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas .....  | 174 |
| 5 -    | Matéria seca aparente de plantas no estágio R5, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas .....                                   | 176 |
| 6 -    | Matéria seca de grãos produzidos nos ramos, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas .....                                       | 177 |
| 7 -    | Matéria seca de grãos produzidos no caule, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas .....  | 179 |
| 8 -    | Matéria seca de 100 grãos produzidos nos ramos, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas .....                                   | 180 |
| 9 -    | Matéria seca de 100 grãos produzidos no caule, na média   | 181 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
|      | dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas .....  |     |
| 10 - | Matéria seca de resíduos do caule, na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas .....                          | 183 |
| 11 - | Matéria seca de resíduos dos ramos por metro quadrado, em função dos genótipos e populações de plantas com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b) ..... | 185 |
| 12 - | Rendimento de grãos de soja na média dos genótipos, em função das populações de plantas e épocas de semeadura .....                                 | 186 |
| 13 - | Rendimento de grãos na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas .....   | 187 |
| 14 - | Índice de colheita na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas .....  | 188 |

## LISTA DE APÊNDICES

| APÊNDICE  | Página |
|---|--------|
| 1- Resumo da análise de variância referente ao Capítulo I, experimento I .....  | 207    |
| 2 - Resumo da análise de variância referente ao Capítulo I, experimento II .....  | 210    |
| 3 - Resumo da análise de variância referente ao Capítulo II, experimento I .....  | 213    |
| 4 - Resumo da análise de variância referente ao Capítulo II, experimento II .....   | 215    |
| 5 - Resumo da análise de variância referente ao Capítulo III .....  | 217    |
| 6 - Resumo da análise de variância referente ao Capítulo IV .....   | 219    |
| 7 - Precipitações pluviárias verificadas por decêndio e acumuladas por mês entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Sertão/RS no ano agrícola de 2009/2010 e médias mensais históricas registradas na região segundo o CNPT/Embrapa .....      | 221    |
| 8 - Temperaturas médias mensais verificadas entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Sertão/RS no ano agrícola de 2009/2010 e médias mensais históricas registradas na região segundo o CNPT/Embrapa .....                                     | 222    |
| 9 - Precipitações pluviárias verificadas por decêndio e acumuladas por mês entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Passo Fundo/RS no ano agrícola de 2010/2011 e médias mensais históricas registradas na região segundo o CNPT/Embrapa ..... | 223    |
| 10 - Temperaturas médias mensais verificadas entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Passo Fundo, RS no ano agrícola de 2010/2011 e médias mensais históricas registradas na região .....   | 224    |
| 11 - Datas de verificação de estádios fenológicos críticos em relação à disponibilidade hídrica em função de épocas .....   | 225    |

|      |   |     |
|------|---|-----|
|      | de semeadura e genótipos no ano agrícola de 2009/2010 em Sertão/RS, e no ano agrícola de 2010/2011 em Passo Fundo/RS .....  |     |
| 12 - | Duração dos períodos de desenvolvimento da soja (dias) em função dos genótipos e épocas de semeadura no ano agrícola de 2009/2010 em Sertão/RS e no ano agrícola de 2010/2011 em Passo Fundo/RS (Passo Fundo, RS, 2011) ..... | 226 |
| 13   | Estádios fenológicos de desenvolvimento da soja segundo a escala de Fehr e Caviness (1977) .....  | 227 |

## **FORMAÇÃO DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA EM FUNÇÃO DE ARRANJOS DE PLANTAS, GENÓTIPOS E ÉPOCAS DE SEMEADURA**

ADILAR CHAVES<sup>1</sup>

**RESUMO** - A distribuição espacial das plantas na lavoura interfere diretamente no crescimento, ramificação, produção de matéria seca e rendimento de grãos em soja. O arranjo que proporciona maior rendimento varia em função do genótipo e época de semeadura. Genótipos recentemente disponibilizados para uso têm ciclo curto e hábito de crescimento indeterminado, no que diferem dos tradicionalmente cultivados no estado do Rio Grande do Sul, de ciclo médio e crescimento determinado. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o efeito de arranjos de plantas e épocas de semeadura sobre a distribuição dos componentes do rendimento e a distribuição da matéria seca no caule, ramos no estágio R5 e na colheita, de genótipos com diferentes hábitos de crescimento. No ano agrícola 2009/2010 avaliaram-se dois espaçamentos (34 e 50 cm entre linhas), cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>) em dois genótipos de soja de crescimento indeterminado (“NS 4823 RR” e “NA 5909 RG” ) em duas épocas de semeadura (28/10 e 15/12), em Sertão/ RS. No ano agrícola 2010/2011 avaliaram-se duas épocas de semeadura (12/11 e 14/12), quatro genótipos (“NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” e “BR SUL LA”, os dois últimos,

---

<sup>1</sup> Licenciado em Ciências Agrícolas, Mestre, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo, professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Sertão (IFRS - Câmpus Sertão); e-mail: adilar.chaves@sertao.ifrs.edu.br.

de crescimento determinado) e cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas  $ha^{-1}$ ) no espaçamento de 50 cm entre linhas em Passo Fundo/RS. A contribuição do terço médio vertical da planta variou pouco entre os arranjos e épocas de semeadura, enquanto a do terço basal reduziu e a do terço superior aumentou da semeadura em outubro para a de dezembro, mais no genótipo “NA 5909 RG” que no “NS 4823 RR”. O número de nós reprodutivos por área aumentou linearmente com o aumento das populações. O número de legumes e de grãos por planta e por área foi proporcional ao número de nós reprodutivos, com pequena compensação entre população de plantas e legumes por nó. O peso de 100 grãos produzidos no caule variou mais que o dos ramos em função das épocas de semeadura e populações de plantas. Os maiores rendimentos foram obtidos com semeadura em novembro e os menores rendimentos ocorreram nas semeaduras tardias com menores populações de plantas. As diferenças de rendimento em função de épocas de semeadura e arranjos de plantas se devem principalmente à ramificação resultante em cada genótipo, com pouca alteração nos componentes do rendimento localizados no caule e variam mais em função do genótipo que do hábito de crescimento.

**Palavras chave:** Matéria seca, manejo, ramificação, índice de colheita, componentes do rendimento, peso seco.

**COMPOSITION OF SOYBEAN YIELD AS A FUNCTION OF  
PLANT ARRANGEMENTS, GENOTYPES AND PLANTING  
DATES**

**ABSTRACT** - The spatial distribution of plants in the field interferes directly in the growth, branching, dry matter production and grain yield in soybean. The arrangement that provides greater yield varies according to genotype and sowing date. Genotypes recently become available for use have short cycle and indeterminate growth habit, which differ from the traditionally grown in the Rio Grande do Sul State, with medium maturity and determinate growth habit. The objective of this study was to characterize the effect of plant spacings and sowing dates on the distribution of yield components and distribution of dry matter in stems, branches in the R5 stage and at harvest, in genotypes with different growth habits. In season growth 2009/2010 were evaluated two rows spacing (34 and 50 cm), five populations (100, 170, 240, 310 and 380 000 thousand plants ha<sup>-1</sup>) in two soybean genotypes of indeterminate growth ("NS 4823 RR" and "NA 5909 RG") in two sowing dates (28/10 and 15/12), in Sertão/RS. In season growth 2010/2011 were evaluated two sowing dates (12/11 and 14/12), four genotypes ("NS 4823 RR", "NA 5909 RG", "A 6411 RG" and "BR SUL LA" the last two, with determinate growth habit) and five plant populations (100, 170, 240, 310 and 380 thousand plants ha<sup>-1</sup>) at 50 cm spacing between rows in Passo Fundo/RS. The contribution of the vertical middle third of the plant varied little between the arrangements and sowing dates, while the reduced basal third of upper and increased from October to December, in the

genotype "NA 5909 RG" more than "NS 4823 RR". The number of reproductive nodes per area increased linearly with increasing population. The number of pods and grains per plant and per area was proportional to the number of reproductive nodes, with little trade-off between plant population and vegetables per node. The weight of 100 grains produced in the stem varied more than of 100 grains produced in the branches depending on the sowing dates and plant populations. Highest yields were obtained with sowing in November and the lowest yield occurred in the late sowing with lower plant populations. The yield differences due to sowing dates and plant spacings are mainly due to branching resulting in each genotype, with little change in yield components located in the stem and vary according to genotype more than the habit of growth.

**Key words:** Dry matter, management, branch, harvest index, yield components, dry weight.

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja ocupa posição de destaque na agricultura mundial sendo a segunda maior fornecedora de óleo vegetal para alimentação humana e a principal fonte de proteínas para a alimentação animal, principalmente de suínos e aves (NUNES, 2007).

O Brasil é o 2º maior produtor mundial com 68.688 mil toneladas de grãos produzidos em 23.468 mil ha cultivados no ano agrícola de 2010/2011 (CONAB, 2012).

O rendimento de grãos aumentou significativamente em função do desenvolvimento de genótipos mais adaptados e produtivos, aumento do uso de insumos, e da eficiência no funcionamento e uso de máquinas que elevaram o padrão de manejo da cultura (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

Dentre os estados com maior produção destacam-se Mato Grosso e Paraná com 18.777 mil e 14.079 mil toneladas anuais e rendimentos de 3.015 e 3.139 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O estado do Rio Grande do Sul onde, na década de 1940 iniciou o cultivo da soja em escala comercial no Brasil, atualmente ocupa a 3ª posição em produção com 10.219 mil t de grãos ano<sup>-1</sup> e está entre os estados com menores rendimentos no país, obtendo, na safra 2010/2011, a 13ª posição entre 16 estados citados (CONAB, 2012).

As principais razões que levaram o rendimento de grãos obtido no Rio Grande do Sul ser superado são condições climáticas desfavoráveis (CUNHA et al., 2001) e baixa adoção de tecnologia em comparação com outros estados produtores. O principal limitante, entretanto, é a deficiência hídrica nos estádios reprodutivos da cultura

que pode ser minimizada com uso de genótipos adaptados às regiões e épocas de semeadura que evitem coincidência dos períodos de maior sensibilidade com os de deficiência hídrica (CUNHA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES et al., 2007). Modificações nas épocas de semeadura, entretanto, resultam em alterações na arquitetura das plantas, no número de nós e no número e comprimento dos ramos emitidos, o que afeta o número de nós reprodutivos (BOARD & SETTIMI, 1986) com consequentes alterações na distribuição dos componentes do rendimento (BOARD & SETTIMI, 1986; BOARD & HARVILLE, 1993; BOARD & HARVILLE, 1998; SMITH, 2000; ROBINSON et al., 2009).

Para que estas alterações não reduzam o rendimento de grãos é necessário adequar os arranjos de plantas a cada época de semeadura (EGLI & WARDLAW, 1980; RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES et al., 2006; RAY et al., 2008; PEDERSEN, 2011), com vistas a proporcionar índice de área foliar em torno de 3,9 e interceptação de cerca de 95% da radiação solar incidente quando a planta atinge o estágio R2 (plena floração) (BOARD & HARVILLE, 1993) associada à alta taxa de crescimento entre os estádios R1 (início da floração) e R3 (início da formação de legumes) (EGLI & ZHENWEN, 1991; BRUIN & PEDERSEN, 2009a). Estas condições permitem, sob variações de condições ambientais durante o ciclo, compensação entre componentes primários do rendimento (BERLATO & GONÇALVES, 1978; RASSINI & LIN, 1981b; PIRES et al., 2000).

Os componentes primários do rendimento de grãos na cultura da soja são o número de plantas por área, número de legumes

por planta (ou por área), número de grãos por legume e peso dos grãos (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005). Destes, o que sofre maior influência de fatores ambientais é o número de legumes por área (SCHÖFFEL et al., 2001; ROBINSON et al., 2009), que pode ser parcialmente compensado por modificações no arranjo de plantas (RAMBO, 2002), que pode ser usado também para compensar a redução do porte em semeaduras tardias (HICKS et al., 1969; RODRIGUES et al., 2006). Os arranjos ótimos variam em função da região, época de semeadura, condições hídricas, fertilidade do solo e genótipos. Bruin & Pedersen (2009a) descrevem uma resposta típica da soja às populações de plantas que se caracteriza pelo crescimento linear no rendimento com aumento da população até um teto situado entre 25 e 35 plantas  $m^{-2}$  na região do Alto Meio Oeste e entre 8 e 25 plantas  $m^{-2}$  no Sul dos EUA.

Para o estado do Rio Grande do Sul são recomendados espaçamentos de 20 a 50 cm entre linhas e média de 30 plantas  $m^{-2}$ , com variação de 20% para mais ou para menos no número de plantas sendo as maiores populações e os menores espaçamentos indicados para semeaduras tardias (REUNIÃO, 2009).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o efeito de arranjos de plantas e épocas de semeadura sobre a distribuição do rendimento de grãos e seus componentes na planta, e a distribuição da matéria seca no caule e ramos no estágio R5 e na colheita de genótipos de soja geneticamente modificadas com diferentes hábitos de crescimento.

## REVISÃO DA LITERATURA

No estado do Rio Grande do Sul ocorre algum nível de deficiência hídrica durante o ciclo da soja em nove de cada vinte anos, com diferenças de intensidade conforme o ano, local e época de semeadura (MATZENAUER et al., 2003). Essa deficiência afeta o ciclo (PORTO et al., 1979; MAEHLER et al., 2003a), o porte (RASSINI & LIN, 1981a) e os componentes do rendimento da cultura, com maior intensidade quando ocorre entre os estádios R3 (início da formação de legumes) e R5 (início do enchimento de grãos) (SIONIT & KRAMER, 1977; RASSINI & LIN, 1981a; RAMBO et al., 2002). Quando ocorre a partir do estádio R2 (plena floração) reduz o peso e o número de grãos produzidos (SALINAS et al., 1996).

Para reduzir efeitos negativos da deficiência hídrica, uma das alternativas é adotar épocas de semeadura que evitem a coincidência dos estádios de maior sensibilidade da cultura com períodos de maior ocorrência de deficiência (CUNHA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2001). Existe, entretanto, um período ótimo para a semeadura dentro do qual o rendimento de grãos é mantido relativamente estável (BONATO et al., 1998) e cujos limites são definidos por condições ambientais, principalmente temperatura e fotoperíodo, pois a ação conjunta desses fatores determina o início da floração (RODRIGUES et al., 2001).

Quando certos limites são extrapolados ocorrem alterações no número e comprimento dos ramos, número de nós, número de nós reprodutivos, número de legumes e de grãos produzidos (EGLI et al.,

1985) e no peso dos grãos (EGLI & WARDLAW, 1980) interferindo sobre o rendimento de grãos.

O rendimento de grãos resulta da interação do índice de área foliar (IAF) e duração da área foliar (RODRIGUES et al., 2006), com fatores ambientais, genéticos e de manejo. O IAF aumenta quando as temperaturas diurnas/noturnas na fase de desenvolvimento vegetativo da soja sobem de 18/13 para 33/28°C (EGLI & WARDLAW, 1980) e o aumento no fotoperíodo na fase de floração aumenta a duração da área foliar e amplia o período de enchimento de grãos (KANTOLIC & SLAFER, 2007), o que não ocorre nas condições do Rio Grande do Sul, onde a soja floresce entre janeiro e fevereiro, quando o fotoperíodo reduz. Dentro dos limites citados, temperatura noturna mais alta na fase inicial da cultura resulta em maior crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas, com aumento no rendimento de grãos e índice de colheita (SEDDIGH & JOLLIFF, 1984).

Aumentos na temperatura média diária antecipam a floração de cultivares de dias curtos (GANDOLFI et al., 1979; RODRIGUES et al., 2001) e reduzem o índice de área foliar para níveis abaixo dos mínimos necessários nesta fase para obter altos rendimentos (RODRIGUES et al., 2007), ou, ainda, ocorre o inverso nos genótipos de dias longos, onde as temperaturas altas retardam a floração (GANDOLFI et al., 1983). O efeito continua em estádios posteriores, onde elevações das temperaturas diurnas/noturnas de 18/13°C para 27/22°C aumentam a taxa de enchimento de grãos de 6,1 para 7,9 mg grão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e temperaturas de 33/28°C no período de floração e diferenciação de legumes reduzem em 36% a taxa de

crescimento dos grãos verificada a seguir (EGLI & WARDLAW, 1980). No período de enchimento de grãos, temperaturas de 33/28°C antecipam a senescência das folhas e reduzem a duração deste período em três dias em relação à de 18/13°C (EGLI & WARDLAW, 1980).

Por outro lado, aumento no fotoperíodo a partir do estágio R3 (início da formação de legumes) amplia o ciclo e aumenta o número de nós por planta e número de legumes e de grãos por área (KANTOLIC & SLAFER, 2007).

Épocas de semeadura que coincidam os estádios reprodutivos com períodos de maior luminosidade favorecem rendimentos mais elevados (ROBINSON et al., 2009).

Os efeitos da temperatura e fotoperíodo são menos significativos em plantas com a característica denominada “período juvenil longo” (RAY et al., 1995) pois estas necessitam maior período de desenvolvimento vegetativo antes de iniciar a emissão de flores, o que favorece a formação de maior número de ramos e nós reprodutivos (WILKERSON et al., 1989). Além disso, a maioria dos genótipos de soja produz grande quantidade de flores e ajusta o potencial de rendimento durante os estádios reprodutivos pela compensação entre número de nós e de legumes por nó, sem manter relação entre número de flores e de legumes produzidos (NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002b; PIRES et al., 2005). O momento e o padrão de ajuste variam entre genótipos e variam com o arranjo de plantas (PIRES et al., 2000).

Bonato et al. (1998) não verificaram diferenças de rendimento entre semeaduras em outubro e novembro para genótipos de ciclo precoce e semitardio/tardio, mas novembro foi melhor que

outubro para genótipos de ciclo médio. Na média de três genótipos de ciclo precoce, nove médios e onze semitardios/tardios, dezembro resultou em redução de 17,3%, 17,1% e 19,7%, respectivamente no rendimento de grãos em relação à semeadura de novembro.

Egli & Cornelius (2009) analisaram 27 trabalhos publicados em diferentes regiões dos EUA e constataram padrão semelhante de resposta à época de semeadura havendo um período relativamente longo onde o rendimento não é afetado e um momento crítico a partir do qual começa ocorrer decréscimo. O momento crítico variou entre regiões e as perdas foram de 1,2% dia<sup>-1</sup> no extremo sul, 1,1% dia<sup>-1</sup> no centro-sul e 0,7% dia<sup>-1</sup> no meio oeste daquele país.

Parte das perdas provocadas com mudança na época de semeadura pode ser evitada pelo ajuste das populações de plantas às épocas de semeadura e características do genótipo (GANDOLFI et al., 1979; BOARD & SETTIMI, 1986; KANTOLIC & SLAFER, 2007). Semeaduras tardias reduzem o ciclo, independente do genótipo (BOARD, 1985). Genótipos de crescimento indeterminado variam mais a estatura em função da época de semeadura e toleram mais a antecipação que os de crescimento determinado, resultando em ampliação do período indicado, mas sob temperaturas altas reduzem o período vegetativo e aumentam o reprodutivo, enquanto genótipos de crescimento determinado aumentam o crescimento no período vegetativo e reduzem no reprodutivo sob estas condições (WILCOX & FRANKERBERGER, 1987).

A eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa para produção de matéria seca também varia com as épocas de semeadura e o rendimento associa-se mais com a taxa de acúmulo que

com o total de matéria seca acumulada pela cultura (SHÖFFEL & VOLPE, 2001).

Os arranjos de plantas que proporcionam rendimentos mais elevados em geral implicam em aumento de populações (QUEIROZ & MINOR, 1977) e redução no espaçamento entre linhas (RAMBO, 2002; PEDERSEN, 2011) principalmente em semeaduras tardias e condições de deficiência hídrica (PIRES et al., 2000; PARCIANELLO et al., 2004; SEVERSIKE et al., 2009; WALKER et al., 2010; COX & CHERNEY, 2011).

No Rio Grande do Sul, a época de semeadura para soja situa-se entre o segundo decêndio de outubro e o terceiro decêndio de dezembro (REUNIÃO, 2009). Rodrigues et al. (2007) indicam espaçamento de 50 cm entre linhas e população de 30 plantas m<sup>-2</sup> para semeaduras no terceiro decêndio de outubro de genótipos desenvolvidas pela Embrapa, com hábito de crescimento determinado e ciclo médio a tardio.

Entre as décadas de 1980 e 2000, predominou o uso de genótipos com hábito de crescimento determinado no Brasil, sendo escassos os trabalhos de pesquisa realizados com genótipos de crescimento indeterminado, que podem apresentar resposta diferente ao ambiente das de crescimento determinado.

## CAPÍTULO I

### **DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO EM GENÓTIPOS DE SOJA SUBMETIDOS A ARRANJOS DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA**

**Resumo** - O rendimento de grãos na cultura da soja varia com os arranjos de plantas e genótipos nas diferentes épocas de semeadura. As cultivares atualmente em uso apresentam crescimento e ciclo diferente das tradicionalmente usadas no RS, o que interfere na distribuição dos componentes do rendimento na planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de arranjos de plantas e épocas de semeadura na distribuição vertical de componentes do rendimento em genótipos de soja de crescimento indeterminado. Utilizaram-se espaçamentos de 34 e 50 cm entre linhas, populações de 100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup> e os genótipos “NS 4823 RR” (“1”) e “NA 5909 RG” (“2”) semeados em 28/10/2009 (época I) e 15/12/2009 (época II), em Sertão/RS. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com os tratamentos arranjos em parcelas sub subdivididas, alocando-se os espaçamentos nas parcelas principais, genótipos nas sub parcelas e populações nas sub subparcelas. Na época I, os genótipos “1” e “2” apresentaram 28 e 19% dos nós no terço basal (TB), e 38 e 51% no terço médio (TM) respectivamente. Na época II, os percentuais foram de 26 e 7% no TB e 39 e 56% no TM nos genótipos “1” e “2” respectivamente. Parte dos nós localizados no TB da época I foi transferida para o terço superior (TS), com pouca variação no TM. As percentagens de legumes

variaram acompanhando o número de nós. O número de grãos por legume variou diferentemente no terços. Genótipos e épocas de semeadura afetaram mais a distribuição vertical do rendimento de grãos que arranjos de plantas e os componentes mais afetados foram o número de nós reprodutivos e de legumes. O NGL variou pouco.

**Palavras chave:** *Glycine max* (L.) Merryll; espaçamentos; população de plantas.

#### **VERTICAL DISTRIBUTION OF YIELD COMPONENTS IN SOYBEAN GENOTYPES WHICH PLANT ARRAGEMENT AND SOWING DATES USED**

**Abstract** - Soybean grain yield varies according to plant arrangement and genotypes in different sowing dates. The cultivars, in use nowadays, present different growth and cycle from the ones traditionally used in RS, which interferes in plant yielding components. The objective of this work was to evaluate the effect of plant arrangements and sowing dates in vertical distribution of yielding components in soybean genotypes of indeterminate growth. By using spacing of 34 and 50 cm among rows, populations of 100, 170, 240, 310 and 380 thousand plants ha<sup>-1</sup> and genotypes “NS 4823 RR” (“1”) and “NA 5909 RG” (“2”) sowed in 10/28/2009 (sowing date I) and 12/15/2009 (sowing date II), in Sertão/RS. The experimental design was in blocks completely randomized with the treatments arranged in sub subdivided plots, allocating the arrangements in the main plots, Genotypes in the sub plots and

populations in sub subplots. In the sowing date I, the genotypes “1” and “2” presented 28 and 19% of the nodes in the basal thirds (BT), and 38 and 51% in the medium thirds (MT) respectively. In the sowing date II, the perceptual was 26 and 7% in BT and 39 and 56% in the MT in genotypes “1” and “2” respectively. Part of the nodes localized in BT in the sowing date I was transferred to superior third (ST), with little variation in MT. The legume percentage varied following the node number. The number of grains per legume varied in different ways in the thirds. Genotypes and sowing dates affected more the vertical distribution of grain yield than plant arrangements and most affected components were the number of reproductive nodes and the legumes. O NGL varied not so much.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merryll, row spacing, plant population.

## **Introdução**

O potencial de rendimento verificado em estádios reprodutivos iniciais da soja é reduzido nos estádios seguintes devido à quantidade limitada de fotoassimilados fornecidos às estruturas reprodutivas em formação e desenvolvimento (MARCHEZAN & COSTA, 1983; MARVEL et al., 1992; JIANG & EGLI, 1993; PIRES et al., 2000; NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002a; PROULX & NAEVE, 2009).

A produção de fotoassimilados depende da radiação solar interceptada, resultado do número, tamanho e posição das folhas (JIANG & EGLI, 1993; RAKOCEVIC et al., 2010), e é limitada pela

disponibilidade hídrica (BERLATO et al., 1992), pela disponibilidade de nutrientes (BORKER et al., 1994), pelo auto sombreamento (PARCIANELLO et al., 2004), e pela duração da área foliar (KANTOLIC & SLAFER, 2007).

O ajuste do potencial de rendimento à disponibilidade de fotoassimilados ocorre inicialmente pelo número de nós, depois pelo número de flores emitidas e finalmente pela abscisão de flores e legumes (JIANG & EGLI, 1993; RAMBO, 2002). Quando a disponibilidade é alterada após a fixação de legumes, o ajuste ocorre também pelo número de grãos por legume e pelo peso dos grãos (KOLLMANN et al., 1974; PARCIANELLO et al., 2004; PROULX & NAEVE, 2009). Em genótipos de crescimento indeterminado a menor disponibilidade de fotoassimilados afeta principalmente os componentes do rendimento nos nós apicais da planta (JIANG & EGLI, 1993).

O número de grãos por área aumenta com a taxa de crescimento da cultura nos estádios reprodutivos e a taxa de enchimento de grãos reduz linearmente com aumento no número de grãos por planta, diferindo ambas entre genótipos (EGLI & ZHENWEN, 1991).

Com espaçamentos de 20 a 50 cm entre linhas e populações entre 20 e 40 plantas  $m^{-2}$ , o rendimento concentra-se no terço médio da planta (RAMBO, 2002), principalmente entre os nós seis, sete, oito e nove, contados a partir do nó cotiledonar (MARCHEZAN & COSTA, 1983).

Hansen & Shibles (1978) verificaram maior percentual de legumes maduros em relação ao número de flores e legumes formados nos nós superiores que nos nós inferiores do caule e nos ramos.

Estudos realizados com doze genótipos de soja, oriundos de regiões localizadas em latitudes entre 31° e 35° N, demonstraram que a planta apresenta três gemas em cada nó (GAI et al., 1984). A gema central origina um ramo primário nos nós basais ou um ráculo primário nos nós apicais e as gemas laterais dão origem a ramos ou ráculos secundários. Ráculos primários só se originam em nós localizados acima da inserção dos ramos primários (GAI et al., 1984).

Em sementeiras tardias, as plantas reduzem o porte (RAY et al., 2008) tornando necessário aumentar as populações para compensar as perdas no rendimento (QUEIROZ & MINOR, 1977).

Temperaturas diurnas/noturnas entre 24/19 e 30/25°C não afetam a duração do período de enchimento dos grãos, mas acima ou abaixo destes limites, reduzem o tamanho final dos mesmos (EGLI & WARDLAW, 1980). Este é um dos fatores que limita a amplitude da época de sementeira em regiões de clima temperado.

Genótipos lançados na década de 1990 apresentam maior taxa de crescimento entre os 85 e 105 dias após a emergência que os da década de 1970 (BONATO et al., 2000; BRUIN & PEDERSEN, 2009a) e os de lançamento na década de 1990 apresentam maior potencial de rendimento que os cultivados anteriormente devido à maior duração do período fotossinteticamente ativo, tolerância a populações mais elevadas e melhor resposta às tecnologias, com pouco acréscimo na eficiência fotossintética (EVANS & FISCHER, 1999).

Kahlon et al. (2011) compararam os principais componentes do rendimento de genótipos lançados entre 1953 e 1999 e concluíram que o aumento de 20 a 30 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> verificado no rendimento durante este período é explicado na maioria dos casos, pelo aumento no número de nós reprodutivos que resultou em aumento no número de legumes e de grãos por área.

A soja tolera variações significativas na população de plantas sem sofrer modificações no rendimento (QUEIROZ & MINOR, 1977) No Rio Grande do Sul, apesar das populações indicadas situarem-se entre 20 e 40 plantas m<sup>-2</sup>, muitos produtores têm obtido elevados rendimentos com populações em torno de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, em genótipos com características de maior precocidade e hábito de crescimento indeterminado.

Neste estudo avaliou-se o efeito de arranjos de plantas sobre a distribuição vertical dos componentes do rendimento em soja de crescimento indeterminado em duas épocas de semeadura.

## **Material e Métodos**

Foram conduzidos dois experimentos na área de produção e pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Sertão, no município de Sertão/RS, sob as coordenadas geográficas de 28°02'S, 52°15'W e 735 m de altitude (APOLO XI, 2009), no ano agrícola 2009/2010.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Húmico (STRECK et al., 2002) cuja análise química revelou: pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = 5,8; pH<sub>SMP</sub> = 6,1; Al<sup>+++</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>;

$\text{Ca}^{++} = 8,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++} = 2,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 9 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 238 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 12 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 2,3 \%$ .

Os experimentos foram conduzidos sob sistema de semeadura direta, em área coberta com aveia preta cujo manejo constou da aplicação prévia de glifosato a  $1080 \text{ g e. a. ha}^{-1}$  no dia 19 de outubro de 2009, quando a aveia encontrava-se no estágio de grão leitoso apresentando  $3,2 \text{ t}$  de matéria seca aparente  $\text{ha}^{-1}$ .

### *Experimento I*

Os tratamentos constaram de dois espaçamentos entre linhas (34 e 50 cm), dois genótipos (“NS 4823 RR” e “NA 5909 RG”) e cinco populações de plantas (100; 170; 240; 310 e 380 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ).

O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com quatro repetições e os tratamentos arranjados em parcelas sub subdivididas com os espaçamentos nas parcelas principais, genótipos nas subparcelas e populações nas sub subparcelas.

Cada sub subparcela constou de seis metros de comprimento e oito linhas no espaçamento de 50 cm ou 12 linhas no espaçamento de 34 cm.

Os genótipos utilizados apresentam as seguintes características: “NS 4823 RR” - ciclo de 42 dias da emergência à floração e 116 dias da emergência à colheita, estatura = 78 cm e altura do primeiro legume = 14 cm, e média capacidade de ramificação; “NA 5909 RG” - ciclo de 57 dias da emergência à floração e 124 dias da

emergência à colheita, estatura = 106 cm, altura do primeiro legume = 19 cm e alto potencial de ramificação, ambas com hábito de crescimento indeterminado (dados fornecidos pela detentora dos direitos sobre esses genótipos no Brasil).

No dia 27 de outubro de 2009, véspera da semeadura, foi realizada uma dessecação complementar com glifosato a 360 g de e. a. ha<sup>-1</sup>.

As sementes foram tratadas no dia da semeadura com fungicida carboxim + thiram (0,6 + 0,6 g i. a. kg<sup>-1</sup> de sementes), inseticida fipronil (0,5 g i. a. kg<sup>-1</sup> de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio turfoso (3 g p. c. kg<sup>-1</sup> de sementes).

A semeadura foi realizada em 28/10/2009 com semeadora/adubadora comercial marca Semeato, modelo SHM com quatro linhas de soja instaladas nos espaçamentos previstos para o experimento.

O número de sementes foi ajustado para a parcela de população máxima, considerando-se o poder germinativo mais um adicional de 20%. O ajuste da população em cada sub parcela foi realizado manualmente, quando cerca de 50% das plantas se encontravam no estágio V2 da escala de Fehr e Caviness (1977) (primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida).

A adubação constou de 4 kg de N ha<sup>-1</sup>, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 30 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, aplicados na linha, concomitante com a semeadura.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com glifosato na dose de 720 g e. a. ha<sup>-1</sup>. Plantas daninhas

remanescentes ou reinfestantes foram eliminadas manualmente conforme a necessidade.

Para o controle de pragas foi utilizado thiametoxan + lambda-cialotrina e triflumuron conforme a necessidade, seguindo as indicações para a cultura da soja.

O controle de doenças foi realizado com aplicações de azoxistrobina + ciproconazol ( $60 + 24 \text{ g ha}^{-1}$ ) e epoxiconazol + piraclostrobina ( $30 + 66,2 \text{ g ha}^{-1}$ ).

A duração dos estádios de desenvolvimento fenológico foi avaliada a partir do início da floração, por observação semanal de plantas representativas selecionadas ao acaso nas subparcelas, adotando-se a escala proposta por Fehr & Caviness (1977) (APÊNDICE 13).

A colheita do genótipo “NS 4823 RR” foi realizada no dia 16/03/2010 e do “NA 5909 RG” no dia 05/04/2010.

Para quantificar o rendimento de grãos, as amostras foram colhidas manualmente nos quatro metros centrais de seis e quatro linhas em cada sub subparcela correspondente aos espaçamentos de 34 e 50 cm entre linhas, resultando em áreas colhidas de  $8,16$  e  $8,00 \text{ m}^{-2}$ , respectivamente.

Os grãos obtidos das amostras para determinação de rendimento foram limpos, pesados e a umidade medida com determinador digital devidamente calibrado, convertendo-se os dados de rendimento para  $\text{kg ha}^{-1}$  na umidade de 13%.

O peso de 100 grãos no conjunto da planta foi determinado a partir de amostras retiradas dos grãos resultantes da determinação do rendimento, também ajustado para umidade de 13%.

Para as avaliações de estatura, altura do primeiro legume e distribuição dos componentes do rendimento em cada terço, foram utilizadas cinco plantas retiradas no dia da colheita, ao acaso das linhas restantes nas sub subparcelas, exceto as bordaduras e as usadas para determinação do rendimento de grãos.

As plantas retiradas foram cortadas com tesoura de poda rente à superfície do solo e, no galpão, realizadas as avaliações de estatura da planta e altura da inserção do primeiro legume. Considerou-se estatura a distância entre o ponto do corte e a extremidade superior do caule e como altura da inserção do primeiro legume, a distância entre o ponto do corte e o primeiro nó com presença de legume encontrado no caule ou nos ramos, independente da presença de grão neste legume.

Após, as plantas foram divididas por dois planos paralelos e equidistantes, perpendiculares à estatura, formando três estratos (terços basal, médio e superior). Para a divisão dos estratos, os ramos foram agrupados manualmente em torno do caule de cada planta, e os estratos separados pelo corte com tesoura de poda, seguindo os dois planos divisórios.

Em cada estrato foi contado o número de nós férteis e o número de legumes com grão. Considerou-se nó fértil aquele com pelo menos um legume apresentando grão normal.

De cada estrato foram separados 50 legumes com grão, que debulhados, contados e pesados foram usados para determinar o número de grãos por legume e o peso de 100 grãos produzidos no estrato.

O número de nós reprodutivos e o número de legumes por estrato foram transformados em percentagem do total apurado em cada planta, visando representar a distribuição proporcional desses componentes do rendimento entre os estratos.

O número de grãos por estrato foi obtido multiplicando-se o número de legumes pelo número de grãos por legume apurado no respectivo estrato.

O total de nós reprodutivos, número de legumes e número de grãos por metro quadrado foram obtidos somando-se os dados obtidos por planta em cada um dos estratos e multiplicando-se o total pelo número de plantas por metro quadrado.

Os dados obtidos diretamente e os derivados foram submetidos a análise de variância, e quando apresentaram diferença significativa, aos devidos desdobramentos e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e o efeito das populações foi avaliado por análise de regressão, testando-se os modelos de ajuste linear, quadrático e logarítmico. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico Sisvar da Universidade Federal de Lavras. O esquema da análise de variância realizada e os quadrados médios resultantes são apresentados no APÊNDICE 1.

### *Experimento II*

O experimento II constou dos mesmos tratamentos e avaliações descritas para o experimento I, diferindo apenas nas datas de realização. O manejo adotado para a cultura também foi semelhante, com as diferenças destacadas a seguir em função da

época, necessidades ou condições meteorológicas diferentes verificadas nesta época.

Na dessecação complementar em pré-semeadura utilizou-se glifosato a 720 g e. a. ha<sup>-1</sup>, três dias antes da semeadura.

A semeadura foi realizada em 15/12/2009 de maneira idêntica a descrita para o experimento I.

Pragas foram mantidas sob controle com lambda-cialotrina, thiametoxan + lambda-cialotrina e triflumuron conforme a necessidade e recomendações para a cultura da soja.

O controle de doenças foi realizado com Epoxiconazol + Piraclostrobrina (30 + 66,2 g ha<sup>-1</sup>). A estiagem verificada no período crítico reduziu a pressão de doenças tornando suficiente apenas uma aplicação com fungicida.

O genótipo “NS 4823 RR” foi colhido em 05/04/2010 e o “NA 5909 RG” em 30/04/2010.

Todas as demais características, avaliações e análises estatísticas realizadas seguiram os mesmos procedimentos descritos para o Experimento I. O esquema da análise de variância realizada e os quadrados médios resultantes são apresentados no APÊNDICE 2.

## **Resultados e Discussão**

Com exceção do mês de novembro de 2009, que apresentou mais de duas vezes a altura média mensal de chuvas para a região, o ano agrícola de 2009/2010 se caracterizou por chuvas abaixo da média na maior parte do ciclo da cultura, além da distribuição irregular que ocasionou restrição hídrica especialmente no terceiro

decêndio de fevereiro e primeiro decêndio de março (APÊNDICE 8), época correspondente ao período reprodutivo crítico da cultura no Experimento II (Tabela 1). Por outro lado, as temperaturas médias mensais ficaram acima da média histórica na maioria dos meses, com destaque para o mês de novembro que, associado à alta precipitação pluvial, apresentou também temperaturas elevadas (APÊNDICE 9).

Conforme mostra a Tabela 2, a semeadura em 15 de dezembro reduziu a duração do ciclo total de 139 para 111 dias no genótipo “NS 4823 RR”, e de 159 para 136 dias no “NA 5909 RG”, em relação à semeadura em 28 de outubro, com a maior redução verificada na duração do subperíodo R2-R5 em ambos os genótipos.

O genótipo “NS 4823 RR” semeado em 28 de outubro alcançou o estágio R2 mais rapidamente que o semeado em 15 de dezembro por ter recebido, já no início de dezembro, condições fotoperiódicas capazes de induzir a floração, sem que a antecipação deste estágio resultasse em encurtamento do ciclo total (Tabela 2). O subperíodo entre R2 e R5 foi alongado, possivelmente pela ocorrência de dias mais longos após o início da floração.

Tabela 1 - Datas de ocorrência dos estádios fenológicos considerados críticos em relação à exigência hídrica, em dois genótipos de soja no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS

| GENÓTIPO   | Época | Semeadura | R2       | R5       | Colheita |
|------------|-------|-----------|----------|----------|----------|
| NS 4823 RR | 1     | 28/10/09  | 07/12/09 | 04/02/10 | 16/03/10 |
|            | 2     | 15/12/09  | 01/02/10 | 18/02/10 | 05/04/10 |
| NA5909 RG  | 1     | 28/10/09  | 02/01/10 | 18/02/10 | 05/04/10 |
|            | 2     | 15/12/09  | 13/02/10 | 16/03/10 | 30/04/10 |

R2 = Pelo menos uma flor aberta em um dos quatro últimos nós com trifólio completamente desenvolvido no ápice da planta; R5 = Pelo menos um legume apresentando grão com mais de 3 mm em um dos quatro últimos nós com folha trifoliolada completamente desenvolvida no ápice da planta.

A diferença na duração do ciclo resulta do efeito do fotoperíodo na indução floral (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005; KANTOLIC & SLAFER, 2007) e também de diferenças na temperatura (GANDOLFI et al., 1979; GANDOLFI et al., 1983; RODRIGUES et al., 2001), com resposta específica de cada genótipo a estes fatores (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

Tabela 2 - Duração do ciclo e de subperíodos de desenvolvimento dos genótipos em função das épocas de semeadura no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS

| GENÓTIPO   | Data da semeadura | Duração (dias) |       |        | Ciclo total |
|------------|-------------------|----------------|-------|--------|-------------|
|            |                   | Semeadura - R2 | R2-R5 | R5-Col |             |
| NS 4823 RR | 28/10/09          | 40             | 59    | 40     | 139         |
|            | 15/12/09          | 48             | 17    | 46     | 111         |
| NA 5909 RG | 28/10/09          | 66             | 47    | 45     | 159         |
|            | 15/12/09          | 60             | 31    | 45     | 136         |

R2 = Pelo menos uma flor aberta em um dos quatro últimos nós com trifólio completamente aberto no ápice da planta; R5 = Pelo menos um legume apresentando grão com mais de 3 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós com trifólio completamente aberto no ápice da planta.

A duração do período entre R5 e a colheita tem pouco controle genético, sendo mais influenciada pelo ambiente (SALADO-NAVARRO et al., 1985), e aumenta com a ocorrência de dias longos entre o estágio R3 e a colheita (KANTOLIC & SLAFER, 2007). O genótipo “NS 4823 RR” atingiu o estágio R2 aos 14 dias antes do dia mais longo do ano na região o que explica a maior duração do subperíodo R2-R5.

Paralelamente às alterações na duração do ciclo e dos subperíodos de desenvolvimento, variaram a estatura das plantas, o rendimento de grãos e a distribuição de seus componentes.

Na semeadura de outubro, a estatura das plantas diferiu entre genótipos, com interação de populações e espaçamentos. O genótipo “NA 5909 RG” atingiu 93 cm em média, e superou o “NS 4823 RR” que atingiu 68 cm. No espaçamento de 34 cm entre linhas, a estatura das plantas aumentou linearmente e, no de 50 cm, não diferiu com o aumento das populações (Figura 1).

Na semeadura de dezembro a estatura diferiu entre genótipos e populações, sem diferenças entre espaçamentos ou interação dos fatores. O genótipo “NA 5909 RG” atingiu 67 cm de estatura, superando o “NA 4823 RR” que atingiu 51 cm. O incremento nas populações provocou aumento linear da estatura nesta época de semeadura independente do espaçamento entre linhas (Figura 2).

A semeadura de dezembro resultou em redução de 27,9% na estatura do genótipo “NA 5909 RG” e 25% na do “NS 4823 RR” em relação à de outubro.

Os resultados verificados concordam em parte com Queiroz & Minor (1977) que não verificaram diferença de estatura entre plantas do mesmo genótipo em diferentes populações com semeadura em outubro, porém com semeadura em dezembro observaram maior estatura e menores diferenças desta entre os genótipos. Estão de acordo com Hicks et al. (1969) que verificaram aumento na estatura das plantas com redução no espaçamento e aumento nas populações, principalmente nos genótipos de porte baixo.

A altura da inserção do primeiro legume diferiu entre genótipos e populações, sem diferença entre espaçamentos ou interação dos fatores, em ambas as épocas de semeadura. Foi de 20,0 e 21,4 cm no genótipo “NA 5909 RG” e de 10,3 e 8,6 cm no “NS 4823

RR” nas semeaduras de outubro e dezembro, respectivamente. Nas duas épocas de semeadura cresceu linearmente com o aumento das populações de plantas (Figura 3a e 3b).

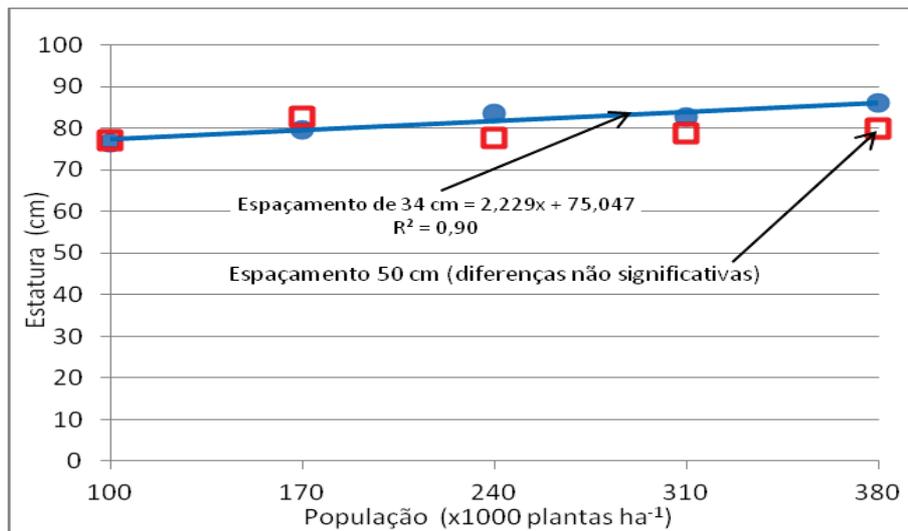


Figura 1- Estatura das plantas na média dos genótipos, em função do espaçamento entre linhas e população de plantas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

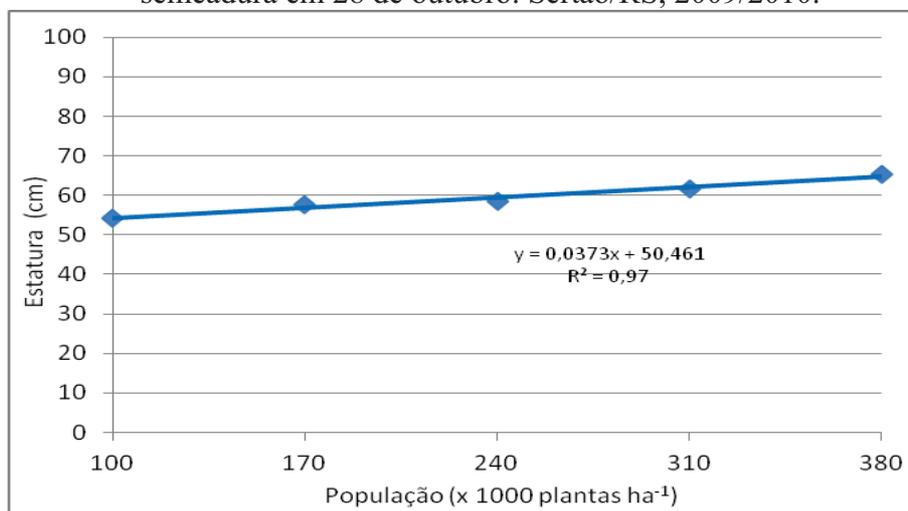


Figura 2 - Estatura das plantas na média dos genótipos e espaçamentos entre linhas em função da população de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010.

No genótipo “NS 4823 RR”, sob população de 100 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  e semeadura em dezembro, a altura do primeiro legume foi 7,0 cm, com riscos de perda de grãos na colheita mecanizada.

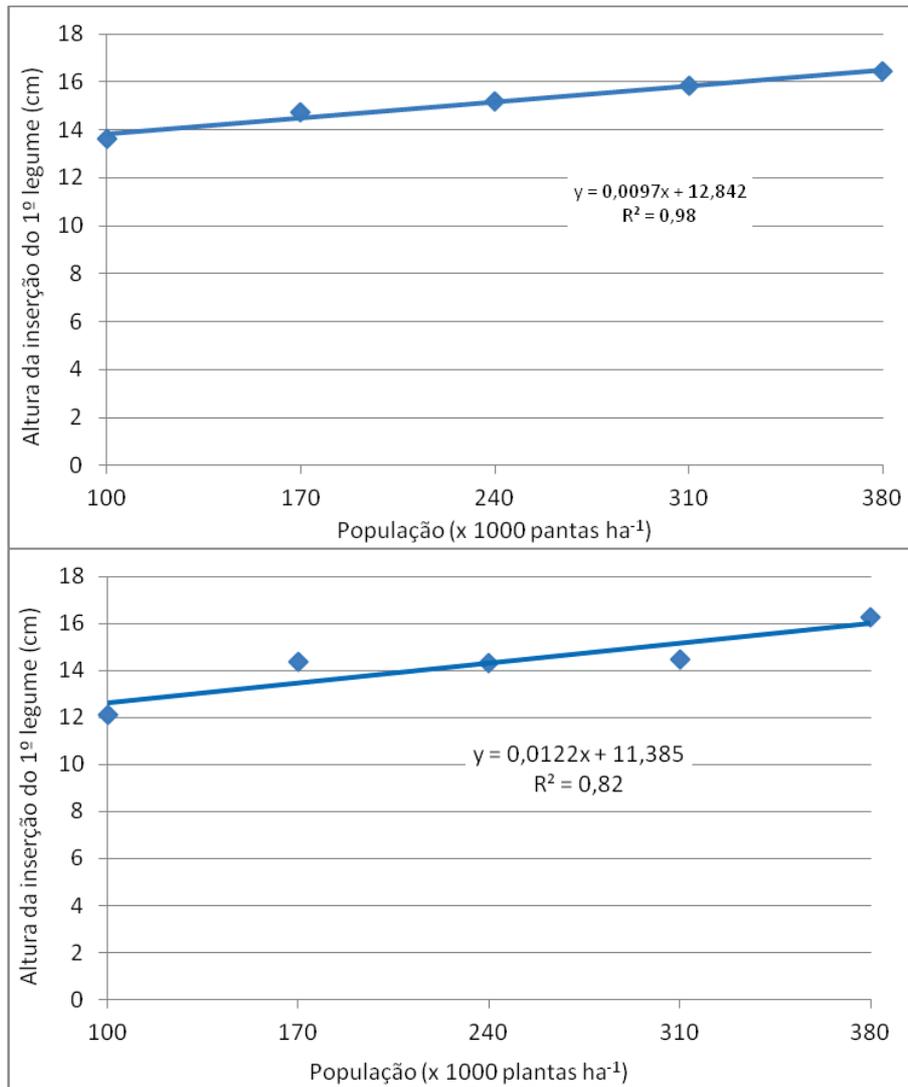


Figura 3 - Altura da inserção do primeiro legume na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

Os percentuais de nós reprodutivos nos terços basal e médio diferiram entre genótipos e não foram influenciados pelos espaçamentos entre linhas e populações de plantas na semeadura de outubro. Na média dos espaçamentos e populações, 27,7 % dos nós se localizaram no terço basal e 38,4% no terço médio no genótipo “NS 4823 RR”. No “NA 5909 RG” 19,4% no se localizaram terço basal e 51,4% no terço médio.

No terço superior, o percentual de nós reprodutivos do genótipo “NS 4823 RR” superou o do “NA 5909 RG” com 33,6 e 29,2% dos nós respectivamente, sem diferenças entre espaçamentos e populações de plantas.

Com semeadura em dezembro, os percentuais de nós reprodutivos dos terços basal e médio diferiram entre genótipos, sem diferença entre espaçamentos e populações. No genótipo “NS 4823 RR”, 26,4 % foram localizados no terço basal e 39,1% no terço médio. No “NA 5909 RG”, 6,6% se localizaram no terço basal e 55,6 % no médio. Observa-se que parte dos nós reprodutivos do terço basal na semeadura de outubro foi transferida para o terço superior, e, em menor escala para o terço médio, na semeadura de dezembro no genótipo “NA 5909 RG”.

No terço superior, o percentual de nós reprodutivos reduziu linearmente com o aumento das populações de plantas (Figura 4) e não diferiu entre espaçamentos e genótipos na semeadura de 15/12.

O total de nós reprodutivos por metro quadrado diferiu entre espaçamentos e genótipos e aumentou linearmente com as populações de plantas sem interação dos fatores na semeadura de outubro (Figura 5a). Na média das populações e genótipos, foi maior no espaçamento

de 50 cm (804) que no de 34 cm (752) e na média das populações e espaçamentos, o genótipo “NA 5909 RG” superou o “NS 4823 RR” com 864 e 692 nós reprodutivos  $m^{-2}$ , respectivamente.

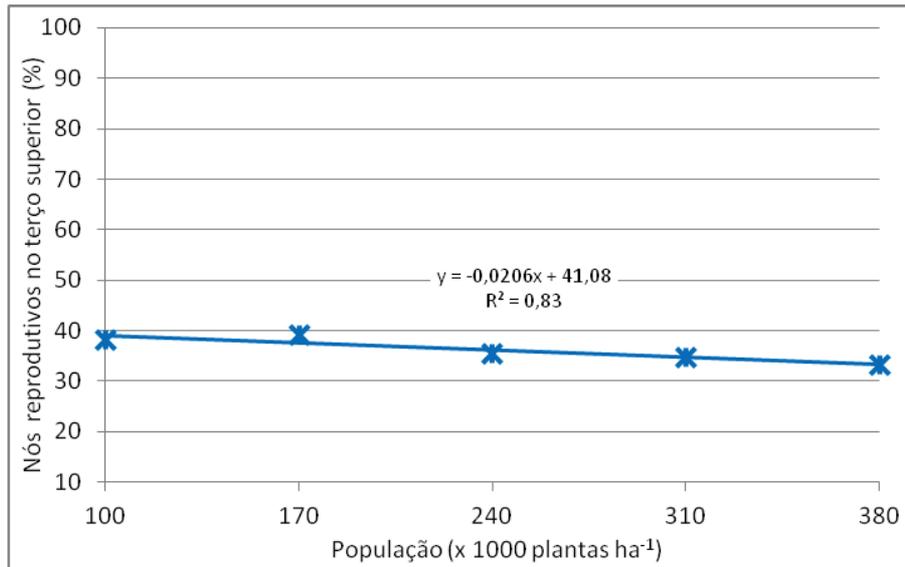


Figura 4 - Percentual de nós reprodutivos localizados no terço superior das plantas na média dos genótipos e espaçamentos, em função das populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010.

Com semeadura em 15 de dezembro os genótipos não diferiram, e os espaçamentos de 50 e de 34 cm resultaram em 710 e 667 nós reprodutivos  $m^{-2}$ , respectivamente, diferindo estatisticamente. O incremento no número de plantas aumentou linearmente o número de nós reprodutivos  $m^{-2}$  (Figura 5b).

Os resultados obtidos discordam de Board & Harville (1998) que relatam maior número de nós  $m^{-2}$  com o uso de espaçamentos menores nas semeaduras tardias.

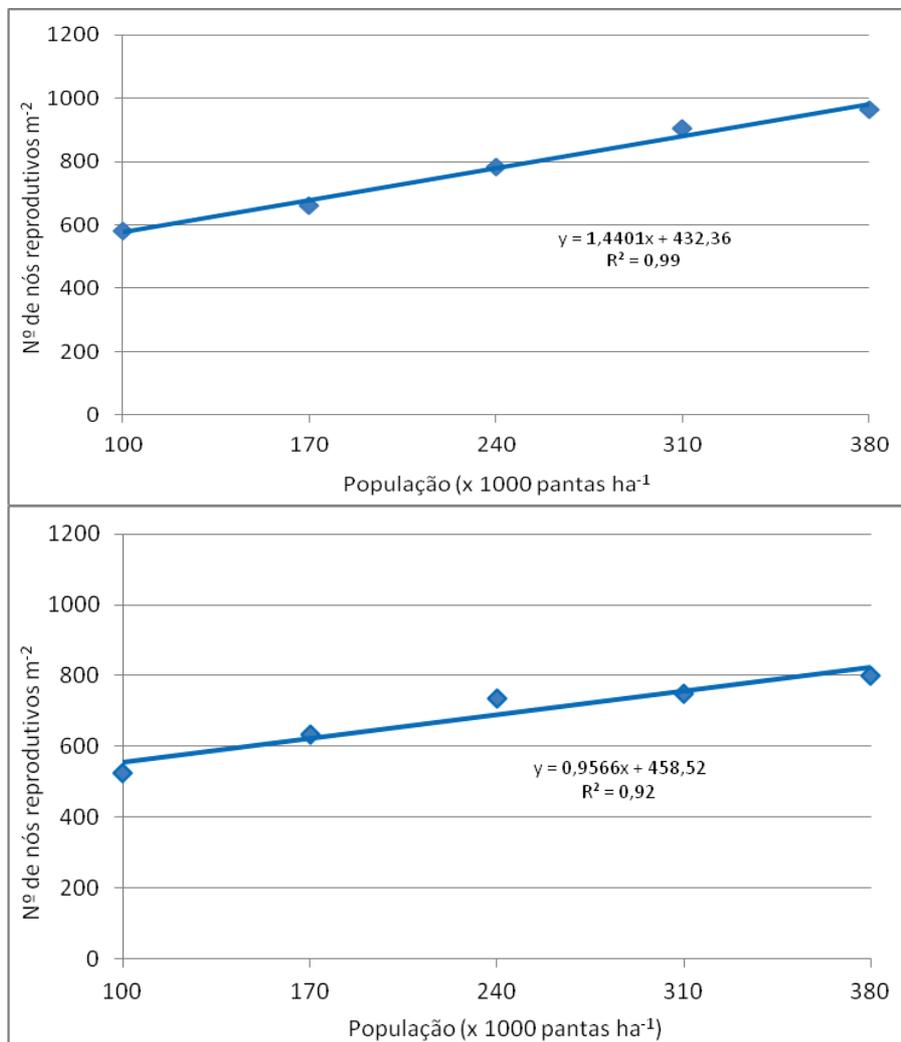


Figura 5 - Total de nós reprodutivos por metro quadrado na média dos genótipos e espaçamentos entre linhas, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

Diferem também de Rambo (2002) que verificou redução linear no número de nós reprodutivos, legumes e grãos m<sup>-2</sup> com o aumento de 20 para 40 plantas m<sup>-2</sup>, em genótipos com hábito de crescimento determinado sob espaçamento de 34 cm entre linhas. As

diferenças podem estar associadas às condições hídricas, uma vez que Rambo (2002) utilizou irrigação, ao contrário dos resultados aqui apresentados, obtidos em ano com altura de chuvas abaixo da média nos meses de janeiro e fevereiro (APÊNDICE 8) que limitaram o crescimento das plantas, e por consequência, o auto sombreamento mesmo nas populações mais elevadas.

Na comparação das épocas de semeadura, o número de nós reprodutivos  $m^{-2}$  variou de forma diferente entre genótipos. Na semeadura de outubro diferiu entre genótipos e aumentou linearmente com incremento das populações, sem diferenças entre espaçamentos. Na semeadura de dezembro, não houve diferença entre genótipos, o que indica que este componente varia diferentemente entre estes em resposta à época de semeadura.

O aumento linear no número de nós reprodutivos por metro quadrado com o incremento das populações em ambos os genótipos e espaçamentos (Figura 5) indica que as populações não atingiram o limite capaz de causar auto competição e limitar o número de nós emitidos por área em nenhuma das épocas de semeadura.

O maior número de nós reprodutivos verificado na semeadura de outubro concorda com Wilcox & Frankenberger (1987) que relatam redução do número de nós reprodutivos nos genótipos de hábito de crescimento indeterminado com semeaduras em épocas tardias.

O número de legumes por nó reprodutivo no conjunto da planta diferiu entre genótipos e populações de plantas e não foi afetado pelos espaçamentos. Na média dos espaçamentos e populações, foi maior no genótipo “NS 4823 RR” (2,05) que no “NA

5909 RG” (1,82) e reduziu linearmente com aumento das populações nas duas épocas de semeadura (Figuras 6a e 6b). O número de legumes por nó, entretanto, exerce menor influência sobre o rendimento que o número de nós reprodutivos por área (BOARD & MARICHERLA, 2008).

Os resultados concordam com Pires et al. (2000) que constataram diferenças entre genótipos no padrão de ajuste do rendimento durante a ontogenia.

Com semeadura em outubro, o percentual de legumes produzido no terço basal foi influenciado pela interação de genótipos e espaçamento (Figura 7), sem diferir entre populações de plantas. Na semeadura de dezembro, o percentual de legumes não diferiu entre espaçamentos e populações. O genótipo “NS 4823 RR” superou o “NA 5909 RG” com 23,36% e 4,80% dos legumes neste terço, respectivamente.

O percentual de legumes no terço médio do genótipo “NA 5909 RG” superou o do “NS 4823 RR” com 52,9 e 44,8%, respectivamente, e com interação de população e espaçamento na semeadura de outubro. No espaçamento de 50 cm não diferiu entre populações, e no de 34 cm aumentou em função quadrática até a população de 216 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 8). Em menores populações, o espaçamento de 34 cm permitiu maior penetração de luz para camadas inferiores do dossel, incrementando a interceptação da luz, a atividade fotossintética e a fixação de legumes neste terço com aumento das populações. A partir de 216 mil plantas ha<sup>-1</sup> este efeito foi neutralizado.

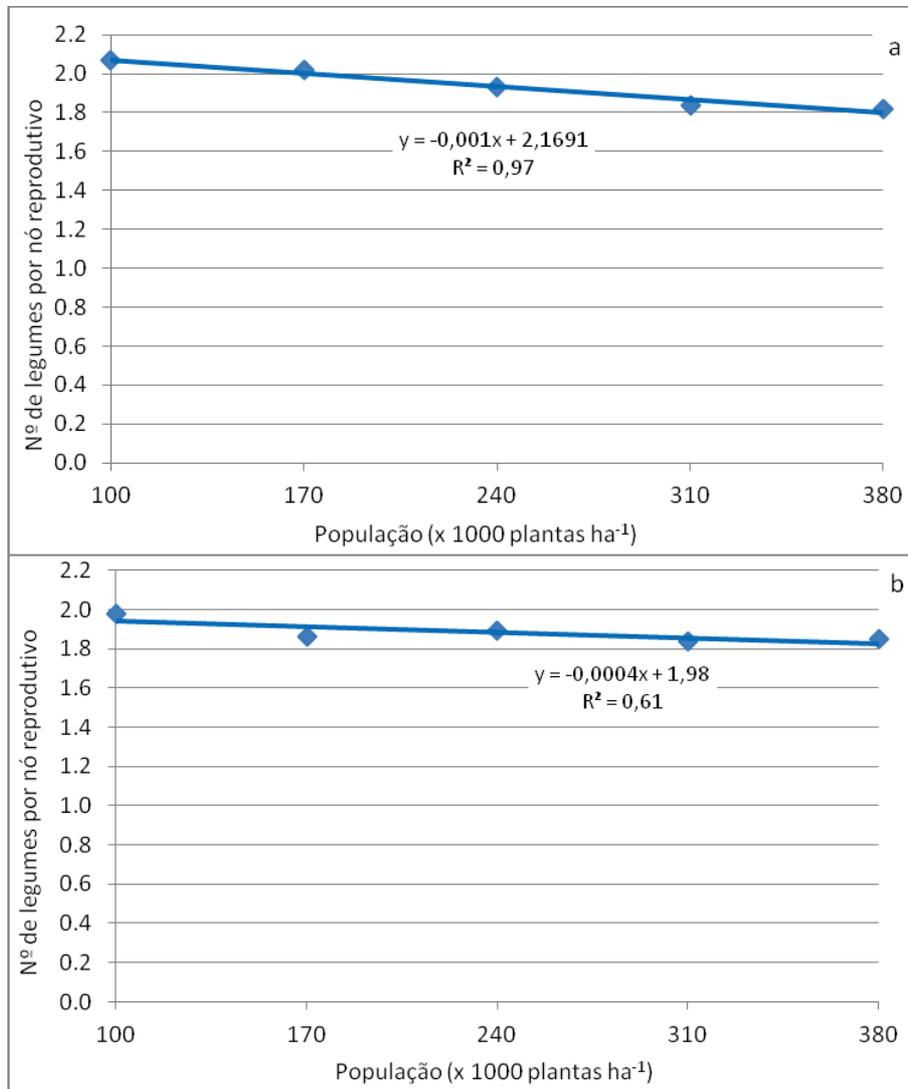
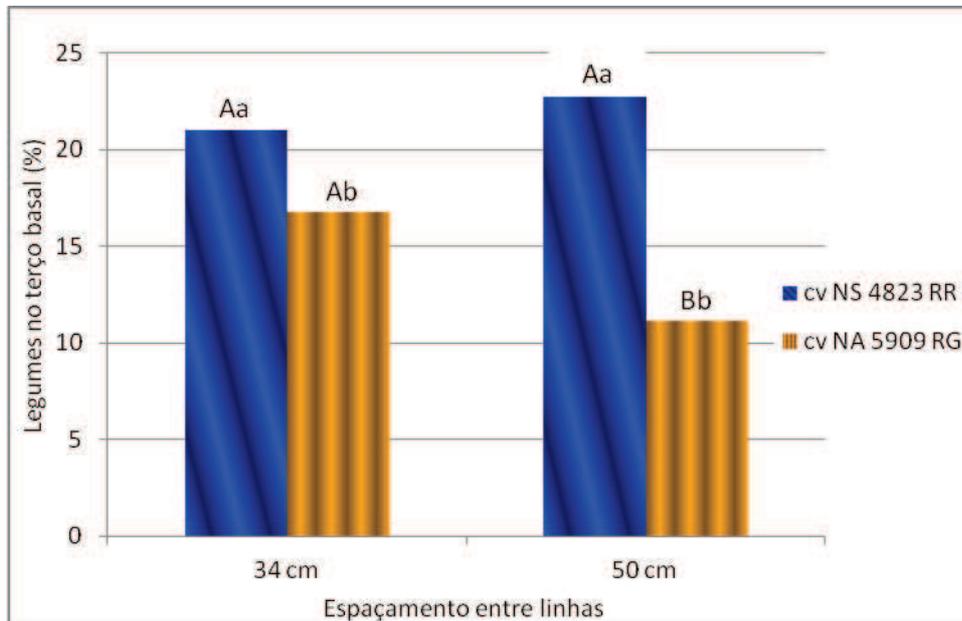


Figura 6 - Número de legumes férteis por nó reprodutivo na média dos genótipos e espaçamentos entre linhas, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e em 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

Na semeadura de dezembro, o genótipo “NA 5909 RG” produziu 53,6% dos legumes no terço médio superando o “NS 4823

RR” que produziu 41,6% sem diferenças entre espaçamentos e populações de plantas.



Letras maiúsculas comparam espaçamentos dentro de um mesmo genótipo e letras minúsculas comparam genótipos dentro do espaçamento; letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Figura 7 - Percentagem de legumes produzidos no terço basal das plantas, na média das populações, em função dos genótipos e espaçamentos entre linhas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

O percentual de legumes no terço superior não variou com nenhum dos fatores em nenhuma época de semeadura. Os resultados obtidos estão de acordo com Hicks et al. (1969) que constataram maior número de legumes próximo à superfície do solo nos genótipos de menor estatura.

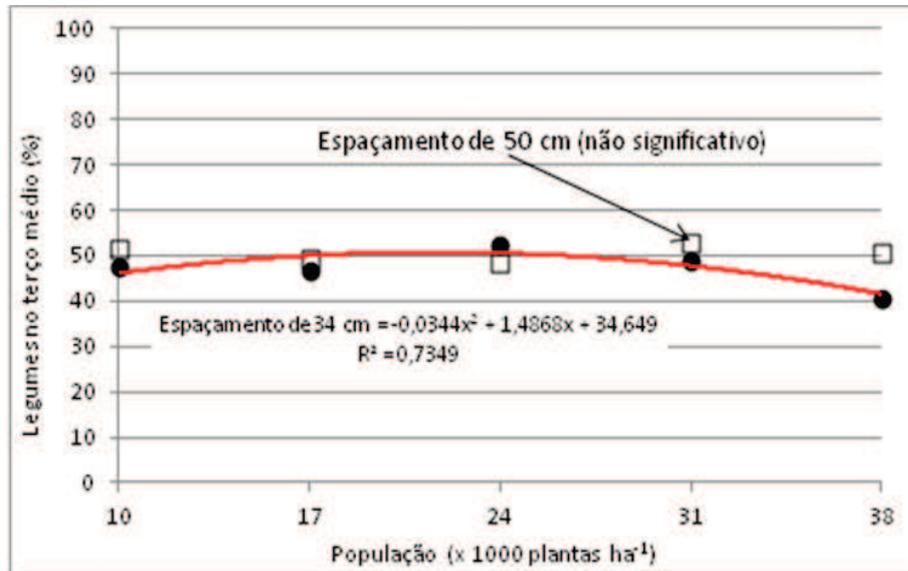


Figura 8 - Percentagem de legumes produzidos no terço médio de plantas na média dos genótipos, em função dos espaçamentos entre linhas e populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

A diferença entre genótipos na distribuição dos legumes entre os terços resulta do nível de sombreamento proporcionado pelas características de crescimento em associação com a distribuição das plantas na área. No genótipo “NA 5909 RG”, de maior estatura, possivelmente o sombreamento provocado pelo maior número de plantas dentro da linha no espaçamento de 50 cm, tenha reduzido a brotação e induzido maior crescimento dos entre nós basais com consequente redução no percentual de legumes do terço inferior. No espaçamento de 34 cm, onde a disposição mais equidistante das plantas permite maior penetração de luz em camadas inferiores do dossel, aumenta a ramificação e reduz o comprimento dos inter nós (SMITH, 2000), com consequente aumento no número de nós e

legumes no terço basal como ocorreu no genótipo “NS 4823 RR”, de menor estatura.

Possivelmente a melhor penetração de luz no espaçamento de 34 cm foi potencializada pelos baixos volumes de precipitação pluvial verificados durante a condução do experimento, que não permitiram crescimento suficiente para provocar sombreamento em nenhuma das populações utilizadas, diferindo dos resultados obtidos por Rambo (2002) com genótipos de crescimento determinado. O autor relata redução no número de legumes no terço inferior da planta com aumento da população de 20 para 40 plantas  $m^{-2}$  sob espaçamento de 20 cm entre linhas e boa disponibilidade hídrica em todo o ciclo da cultura.

Egli et al. (1985), avaliando genótipos de hábito de crescimento determinado e indeterminado de grupos de maturação entre II e V, verificaram aumento constante no número de legumes com grão em enchimento até um número máximo de grãos característico para cada genótipo, nó e posição ser atingido, independente da época de semeadura, o que indica a existência de um número de legumes e de grãos em cada posição da planta, característico para cada genótipo. Esta característica também pode ter contribuído para as diferenças na distribuição dos legumes entre os estratos nos genótipos.

Marchezan & Costa (1983) relatam maior número de legumes nos nós seis, sete, oito e nove contados a partir do nó cotiledonar, em genótipos de crescimento determinado no arranjo de 50 cm entre linhas e 20 plantas  $m^{-1}$ . Os referidos nós correspondem aproximadamente ao terço médio da planta desenvolvida nas

condições ambientais predominantes no Rio Grande Sul, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

A diferença na distribuição dos legumes entre os terços acompanhou a distribuição dos nós reprodutivos nas épocas de semeadura, indicando que o número de legumes por nó varia pouco em função da época.

Com semeadura em dezembro o genótipo “NA 5909 RG” reduziu o número de nós e de legumes no terço inferior mais que o “NS 4823 RR” em relação à semeadura de outubro. O percentual de legumes do terço médio se manteve praticamente inalterado nos dois genótipos e a redução verificada no terço inferior do “NA 5909 RG” foi transferida para o terço superior onde o percentual de legumes aumentou significativamente da semeadura em outubro para a de dezembro.

O número de legumes por metro quadrado não diferiu entre genótipos e espaçamentos e aumentou linearmente com as populações de plantas em ambas as épocas de semeadura (Figuras 9a e 9b). Board & Maricherla (2008) verificaram, a partir da análise de diferentes trabalhos realizados nos Estado Unidos, que este componente aumenta de forma quadrática até 400 e se estabiliza a partir de 600 nós reprodutivos  $m^{-2}$ , o que não foi constatado no presente estudo.

As diferenças de resultados podem estar relacionadas ao fator local e às condições hídricas verificadas durante a safra, pois segundo Cunha et al. (2001) a fase mais crítica da cultura da soja em relação à deficiência hídrica situa-se entre os estádios R2 e R6, quando ocorre a fixação de legumes, formação e enchimento de grãos,

condição verificada no presente estudo (APÊNDICE 8). Momen et al. (1979) afirmam que deficiência hídrica nos estádios imediatamente após o início da floração e até 22 dias após reduz o número de legumes fixados, e a partir dos 36 dias após o início da floração reduz o tamanho dos grãos..

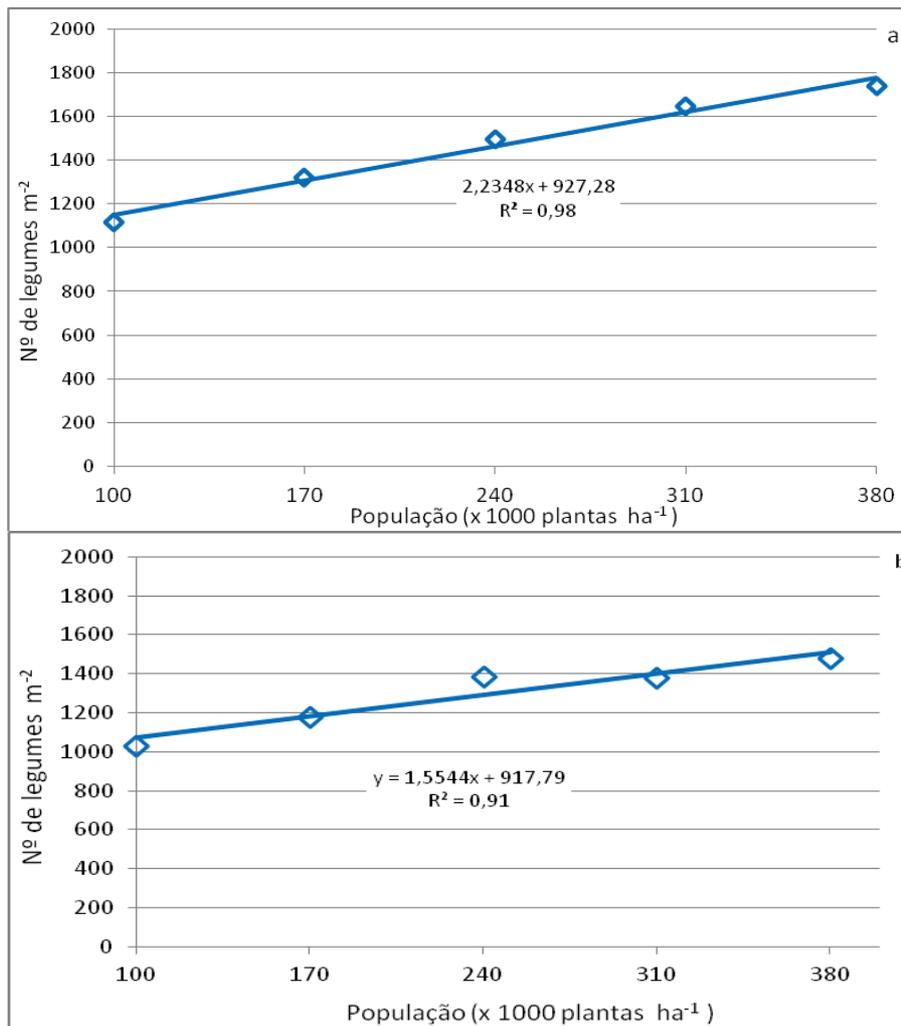


Figura 9 - Número de legumes por metro quadrado na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

Porto et al. (1979) respaldam esta teoria ao relatarem que o uso de irrigação aumenta o número de legumes por planta, independente do número de nós.

O número de grãos por legume no terço basal não diferiu entre os genótipos e espaçamentos e reduziu em escala logarítmica com aumento da população de plantas (Figura 10) na semeadura de outubro. Esta redução, possivelmente, se explica pela menor oferta de fotoassimilados devido à redução da fotossíntese em função do auto-sombreamento nos estádios reprodutivos mais avançados.

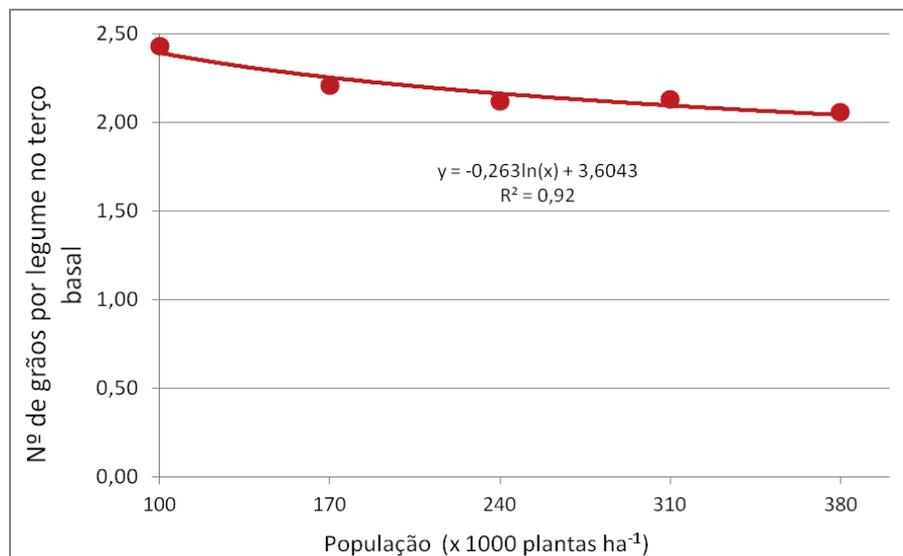


Figura 10 - Número de grãos por legume no terço basal da planta, na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

A igualdade de números de legumes neste terço entre as populações descarta a possibilidade de efeito de sombreamento em estádios anteriores. Rambo (2002) relata maior participação do terço basal na composição do potencial de rendimento no estádio R5 que

em R8, evidenciando a possibilidade do sombreamento limitar o aporte de fotoassimilados para o desenvolvimento de estruturas reprodutivas neste terço apenas em estádios reprodutivos mais avançados.

Na semeadura de dezembro o genótipo “NS 4823 RR” produziu 2,14 grãos por legume no terço basal sem diferir do “NA 5909 RG” com 2,19. Espaçamentos e populações de plantas também não diferiram.

O genótipo “NS 4823 RR” produziu mais grãos por legume no terço basal na semeadura de dezembro que na de outubro, enquanto o “NA 5909 RG” produziu menos grãos por legume na semeadura de dezembro.

O número de grãos por legume no terço médio não foi influenciado pelas populações e espaçamentos, e o genótipo “NS 4823 RR” superou o “NA 5909 RG” com produção de 2,49 e 2,28 grãos por legume, respectivamente, na semeadura de outubro. Na semeadura de dezembro, genótipos, espaçamentos e populações não diferiram, com média geral de 2,30 grãos por legume.

No terço superior, o número de grãos por legume foi maior no genótipo “NS 4823 RR” que no “NA 5909 RG” e reduziu linearmente com aumento das populações, sem diferenças entre espaçamentos ou interação dos fatores na semeadura de outubro (Figura 11). Com semeadura em dezembro os espaçamentos não diferiram e houve interação de genótipos e população de plantas. O genótipo “NA 5909 RG” reduziu linearmente enquanto o “NS 4823 RR” não diferiu com aumento das populações (Figura 12).

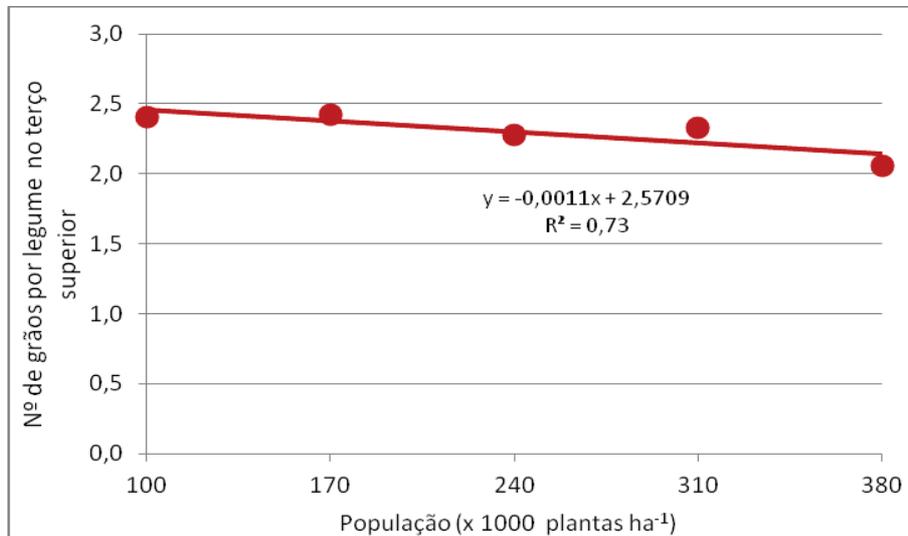


Figura 11 - Número de grãos por legume produzido no terço superior na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

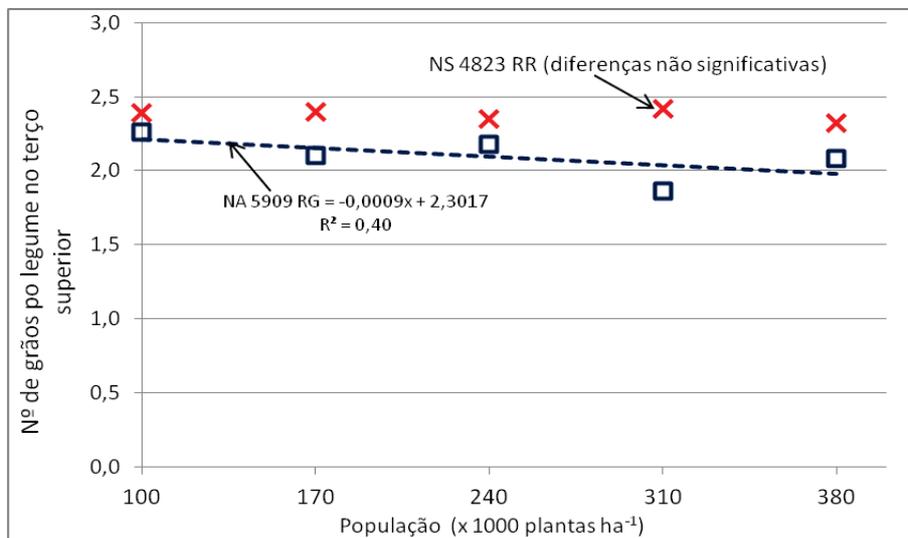


Figura 12 - Número grãos por legume produzido no terço superior da planta, na média dos espaçamentos, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010.

Estes resultados possivelmente estão mais associados à disponibilidade hídrica nos momentos críticos para os genótipos que ao sombreamento. O volume de chuvas se manteve abaixo da média histórica em diferentes estádios do desenvolvimento em cada genótipo e época de semeadura (APÊNDICES 7 e 11), o que afetou de forma diferenciada a fixação de legumes e formação de grãos.

Elevadas populações de plantas demandam maior volume de água aumentando a deficiência e o consequente aborto de grãos, que foi mais grave no genótipo “NA 5909 RG” por ter atingido o estágio R5 em 18 de fevereiro, início de um período superior a 20 dias sem ocorrência de chuvas significativas. O genótipo “NS 4823 RR”, atingiu este estágio no dia 04 de fevereiro, cujo decêndio seguinte apresentou precipitação pluvial normal.

Com semeadura em outubro, o número de grãos por legume no conjunto da planta foi maior no genótipo “NS 4823 RR” que no “NA 5909 RG” que produziram 2,44 e 2,21 grãos por legume, respectivamente. O aumento das populações reduziu linearmente o número de grãos por legume, sem diferenças entre espaçamentos ou interação de fatores (Figura 13).

Com semeadura em dezembro os espaçamentos não afetaram o número de grãos por legume no conjunto da planta, e os genótipos interagiram com populações de plantas. No genótipo “NS 4823 RR” este não diferiu enquanto no “NA 5909 RG” reduziu linearmente com aumento das populações (Figura 14).

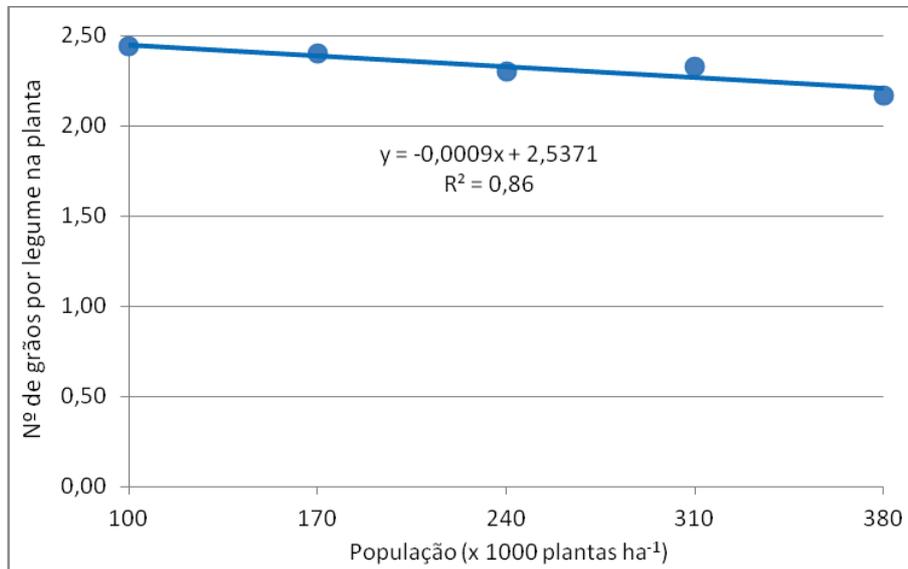


Figura 13 - Número de grãos por legume na planta na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

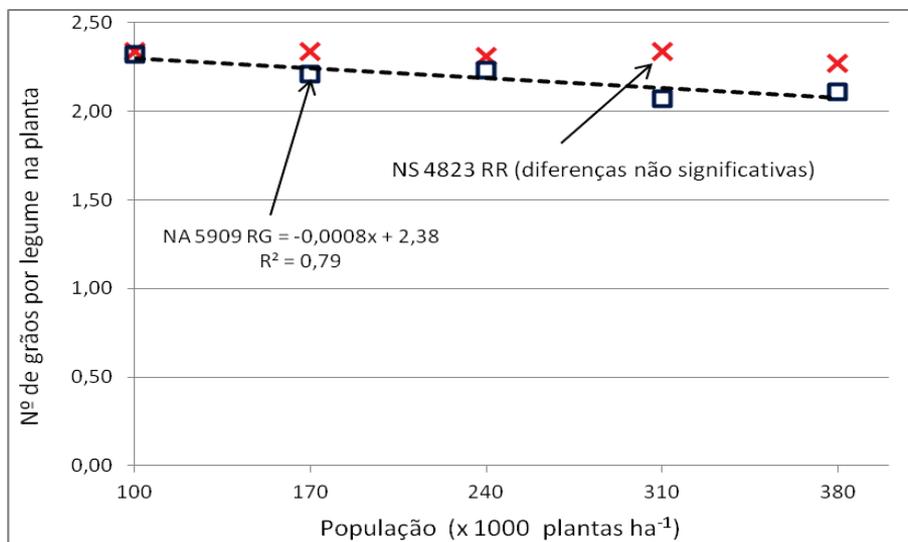


Figura 14 - Número de grãos por legume na planta, na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010.

Os resultados obtidos concordam com Maehler et al. (2003b) que não constataram efeito do espaçamento entre linhas sobre os componentes do rendimento. Concordam também com Board & Maricherla (2008) que verificaram redução de 12% no número de grãos por legume quando o número de legumes  $m^{-2}$  aumentou de 200 para 1600. Navarro Junior & Costa (2002a), também constataram relação inversa entre número de legumes e número de grãos por legume.

O conjunto de resultados relatados converge para a competição por fotoassimilados como causa para redução do número de grãos por legume. No genótipo “NA 5909 RG” o aumento da população de plantas, resultou em maior competição por água e agravou a deficiência hídrica limitando a oferta de fotoassimilados na fase de fixação dos legumes e definição no número de grãos por legume.

O número de grãos  $m^{-2}$  acompanhou o número de legumes crescendo linearmente com aumento nas populações sem diferir entre genótipos e espaçamentos em nenhuma época de semeadura (Figuras 15a e 15b).

Estes resultados concordam com Board & Maricherla (2008) que constataram relação entre número de grãos e de legumes por área com pouca influência do número de grãos por legume, e com relatos de Pires (2002) que verificou pequena diferença no número de grãos por legume ao comparar componentes do rendimento em plantas localizadas em pontos com diferentes potenciais produtivos na área.

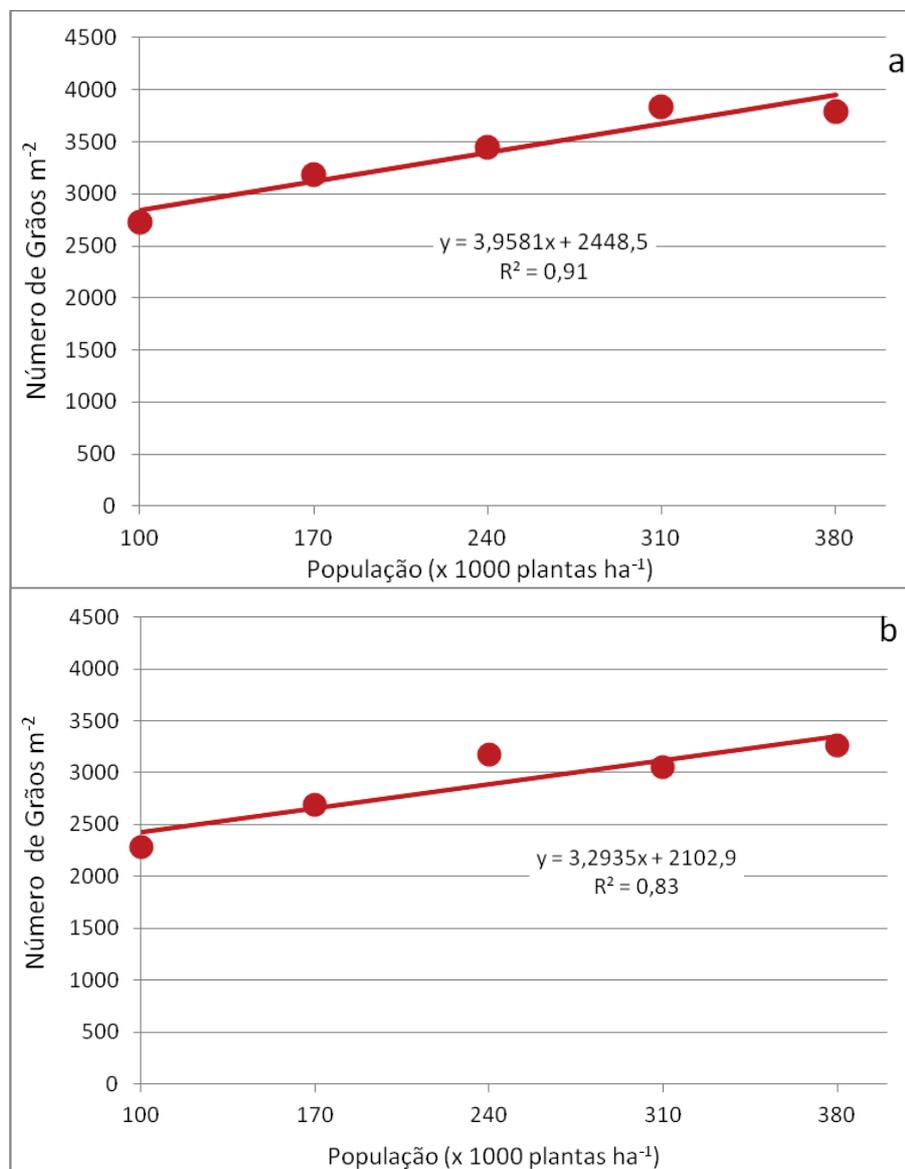


Figura 15 - Número de grãos por metro quadrado na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeaduras em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

O aumento linear no número de legumes e de grãos por área com aumento das populações indica que a população ideal para o número máximo de grãos em ambos os genótipos, arranjos de plantas e épocas de semeadura está acima dos limites utilizados neste experimento. Este comportamento pode ser consequência do regime hídrico verificado durante o ano agrícola, que não proporcionou à planta, condições hídricas ideais no período de crescimento vegetativo, e limitou o número de legumes e grãos produzidos por planta.

O peso de 100 grãos produzidos no terço basal não diferiu entre espaçamentos e sofreu efeito da interação de genótipos e populações de plantas na semeadura de outubro. O genótipo “NS 4823 RR” não diferiu, enquanto o “NA 5909 RG” aumentou o peso de 100 grãos no terço basal em função quadrática com aumento das populações até 290 mil plantas  $ha^{-1}$  (Figura 16a). Na semeadura de dezembro o genótipo “NS 4823 RR” novamente não sofreu efeito do aumento das populações, enquanto o “NA 5909 RG” aumentou linearmente o peso de 100 grãos no terço basal (Figura 16b).

O peso de 100 grãos produzidos no terço médio também não diferiu entre os espaçamentos e sofreu efeito da interação de genótipos e populações na semeadura de outubro. No genótipo “NA 5909 RG” aumentou em função quadrática até 335 mil plantas  $ha^{-1}$ , enquanto no “NS 4823 RR” não diferiu com o aumento das populações (Figura 17a). Com semeadura em 15 de dezembro, não diferiu entre espaçamentos e houve interação de genótipos e populações de plantas. No genótipo “NA 5909 RG” aumentou em função quadrática até a população de 305 mil plantas  $ha^{-1}$ , enquanto

no “NS 4823 RR” não diferiu com aumento das populações (Figura 17b).

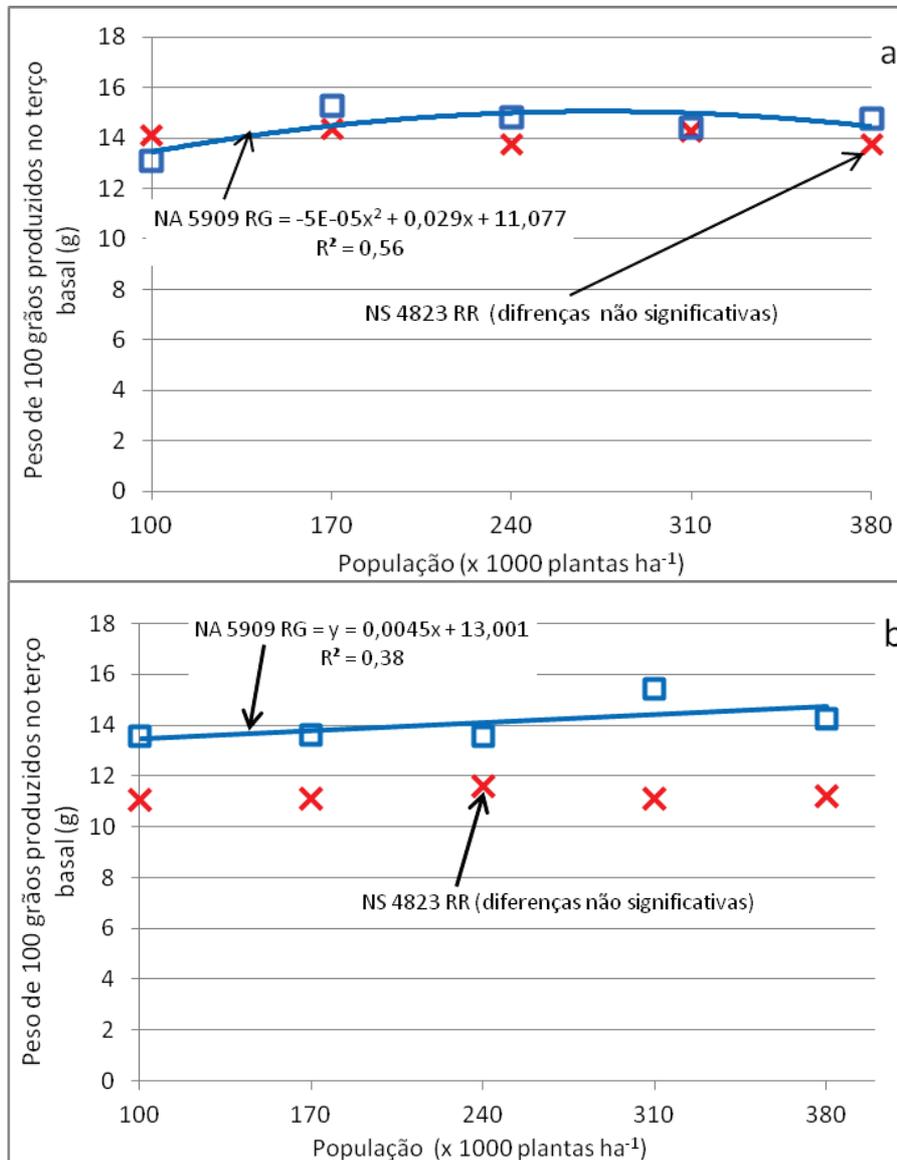


Figura 16 - Peso de 100 grãos produzidos no terço basal da planta na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

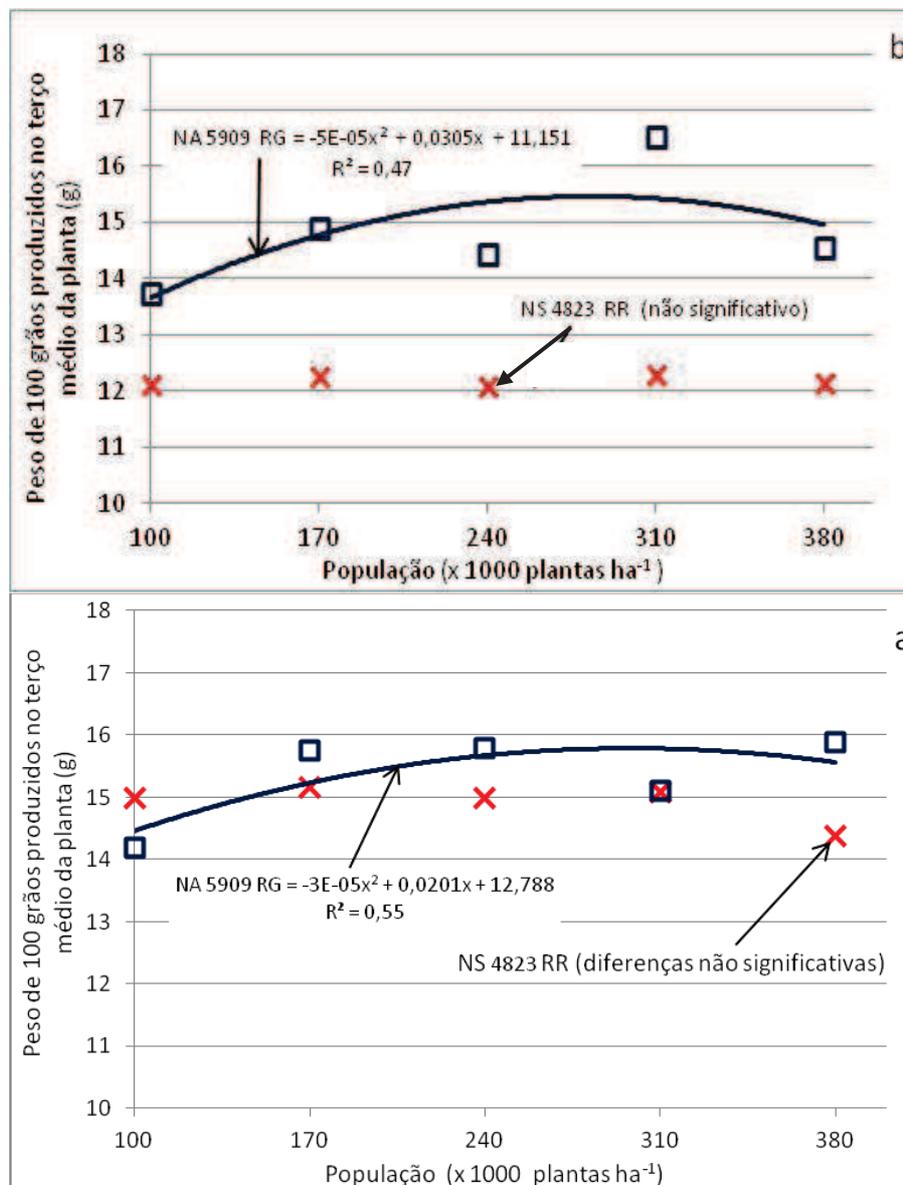


Figura 17 - Peso de 100 grãos produzidos no terço médio da planta, na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro (a) e 15 de dezembro (b). Sertão/RS, 2009/2010.

O peso de 100 grãos produzidos no terço superior foi de 15,67 g na média dos genótipos, espaçamentos e populações e não diferiu entre os fatores na semeadura de outubro. Com semeadura em dezembro, não diferiu entre espaçamentos e interagiu com genótipos e populações de plantas. O genótipo “NA 5909 RG” aumentou o peso de 100 grãos em função quadrática até 284 mil plantas  $ha^{-1}$  enquanto o “NS 4823 RR” aumentou linearmente com o aumento das populações (Figura 18).

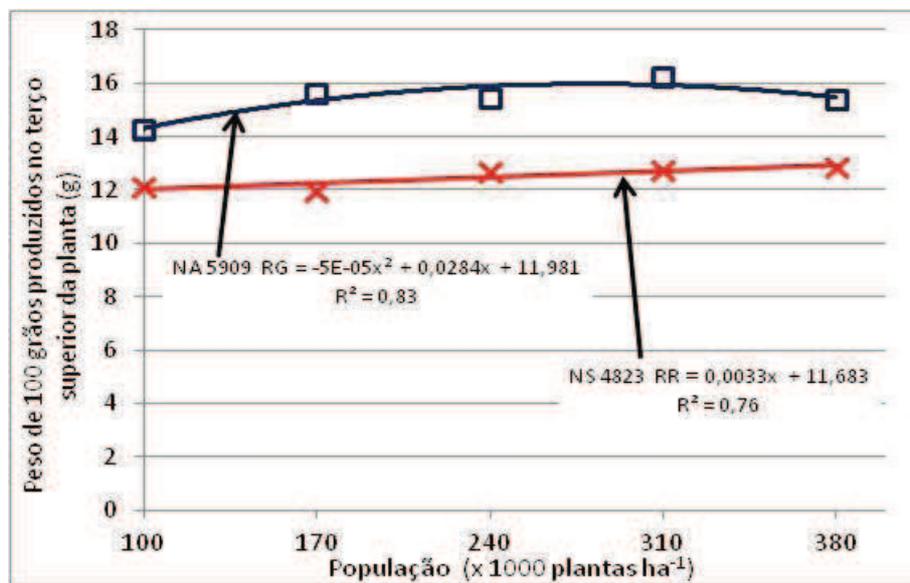


Figura 18 - Peso de 100 grãos produzidos no terço superior da planta, na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010.

Uma possível redução no peso de 100 grãos no terço superior esperada no genótipo “NS 5909 RG” em função da deficiência hídrica, pode ter sido compensada pelo menor número de grãos por legume, pois segundo Egli et al. (1983) pequenas reduções

no número de grãos por legume podem ser compensadas pelo aumento no peso dos grãos.

O peso de 100 grãos no conjunto da planta não diferiu entre genótipos e espaçamentos, e aumentou em função quadrática até 302,5 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  com semeadura em outubro (Figura 19). Com semeadura em dezembro, diferiu apenas entre genótipos, onde o “NA 5909 RG” obteve 14,44 g 100 grãos $^{-1}$ , com diferença significativa para o “NS 4823 RR” que obteve foi 12,14 g 100 grãos $^{-1}$ .

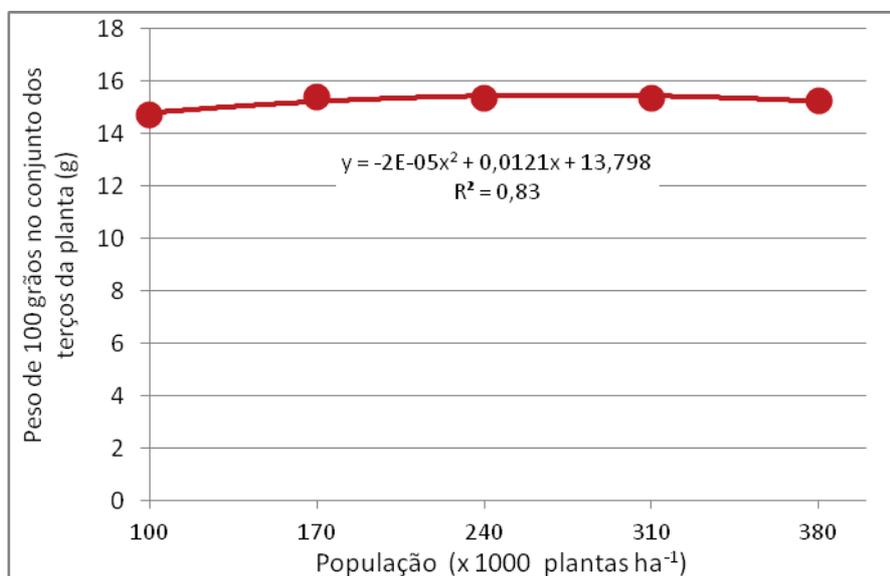


Figura 19 - Peso de 100 grãos produzidos no conjunto dos terços da planta, na média dos espaçamentos entre linhas e genótipos, em função das populações de plantas, com semeadura em 28 de outubro. Sertão/RS, 2009/2010.

O comportamento quadrático observado no peso dos grãos na semeadura de outubro, entretanto, pode ser explicado pelo número de ramos emitidos pela planta, que é maior em menores populações, resultando em competição por água e nutrientes e, na fase de

enchimento dos grãos, limita a disponibilidade de fotoassimilados para cada grão.

A redução no peso dos grãos verificada nas populações mais elevadas no presente trabalho também pode resultar da deficiência hídrica, pois Queiroz & Minor (1977) não verificaram diferença no peso de 100 grãos com o uso de diferentes populações de plantas e Egli et al. (1983) avaliando o efeito de estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento, constataram que deficiências antes do estágio R5 resultam em diminuição no número de legumes e de grãos e pequeno aumento no peso dos grãos, e após este estágio provocam redução no peso dos grãos.

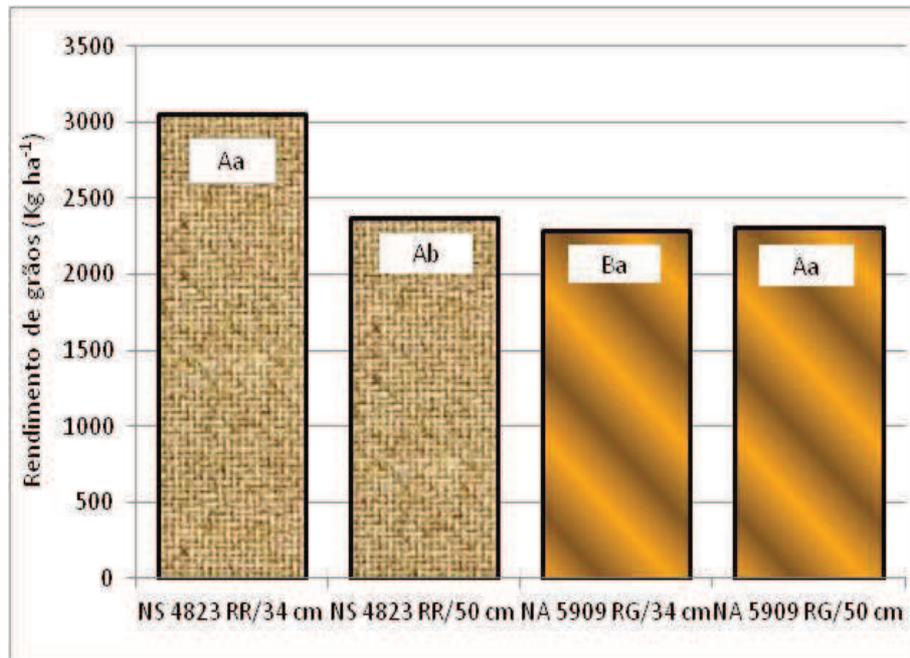
Os resultados obtidos diferem dos relatados por Rambo (2002), que obteve maior peso de 100 grãos nos três terços da planta no espaçamento de 20 cm que de 40 cm entre linhas e, no de 20 cm, com as menores populações de plantas. Por outro lado, estão de acordo com Board et al. (1995) que não verificaram diferença no peso de 100 grãos em função de diferentes níveis de sombreamentos artificiais impostos sobre plantas entre os estádios R1 e R5.

As diferenças de resultado também podem ser devido condições ambientais presentes e passadas, pois o enchimento de grãos resulta da fotossíntese corrente e da realocação de reservas da haste, pecíolos e limbos que pode compensar pequenas reduções da atividade fotossintética na fase de enchimento de grãos quando a planta apresenta grande volume de reservas (BOARD & HARVILLE, 1998).

O rendimento de grãos variou diferente nas épocas de semeadura. Com semeadura em outubro, genótipos e espaçamentos

diferiram entre si, sem efeito significativo das populações. Na média dos espaçamentos e populações, o genótipo “NS 4823 RR” produziu 4.273 Kg ha<sup>-1</sup> de grãos e diferiu do “NA 5909 RG” que produziu 3.831 kg ha<sup>-1</sup>. Na média das populações e genótipos, o espaçamento de 34 cm rendeu 4.313 kg ha<sup>-1</sup>, superior ao de 50 cm que rendeu 3.790 kg ha<sup>-1</sup>.

Na semeadura de dezembro, genótipos, espaçamentos e populações de plantas diferiram, com interação de genótipos e espaçamentos (Figura 20) e de genótipos e populações (Figura 21). O rendimento de grãos foi maior no genótipo “NS 4823 RR” sob espaçamento de 34 cm na média das populações, e aumentou linearmente com aumento destas, independente do espaçamento entre linhas neste genótipo. No “NA 5909 RG” o rendimento de grãos não diferiu entre espaçamentos e reduziu em função quadrática até a população de 231,4 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 21). Estes resultados concordam em parte com Rambo (2002), que verificou interação de espaçamentos e populações de plantas e obteve maior rendimento de grãos no espaçamento de 20 cm entre linhas e com 20 plantas m<sup>-2</sup>, sob condições de boa disponibilidade hídrica em todo o ciclo da cultura. Concordam também com Parcianello et al. (2004) que obtiveram, rendimentos 21% superiores no espaçamento de 20 cm em relação ao de 40 cm. Discordam de Pires et al. (2000) que não constataram diferença entre as populações no espaçamento de 40 cm, ao avaliar o potencial de rendimento em diferentes estádios reprodutivos da soja sob espaçamentos de 20 e 40 cm e populações de 30 e 40 plantas m<sup>-2</sup> para genótipos de crescimento determinado.



Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre genótipos dentro do mesmo espaçamento e letras minúsculas diferentes indicam diferença entre espaçamentos dentro da mesma genótipo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Figura 20 - Rendimento de grãos de soja na média das populações de plantas, em função dos genótipos e espaçamentos entre linhas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, Safra 2009/2010.

Ambos os genótipos reduziram o rendimento de grãos com semeadura em dezembro em relação a outubro, o que está de acordo com Bonato et al. (1998). Concorda também com Queiroz & Minor (1977) que verificaram aumento no rendimento de grãos com o incremento das populações de plantas nas semeaduras tardias e alertam para a necessidade de estabelecer populações e espaçamentos específicos para os diferentes genótipos e épocas de semeadura. Concordam, ainda, com Seversike et al. (2009) que indicam, para anos agrícolas com deficiência hídrica na fase de crescimento vegetativo e

início da fase reprodutiva e boa disponibilidade hídrica na fase reprodutiva mais adiantada, populações mais elevadas (até 40 plantas  $m^{-2}$ ) para que os melhores rendimentos sejam obtidos.

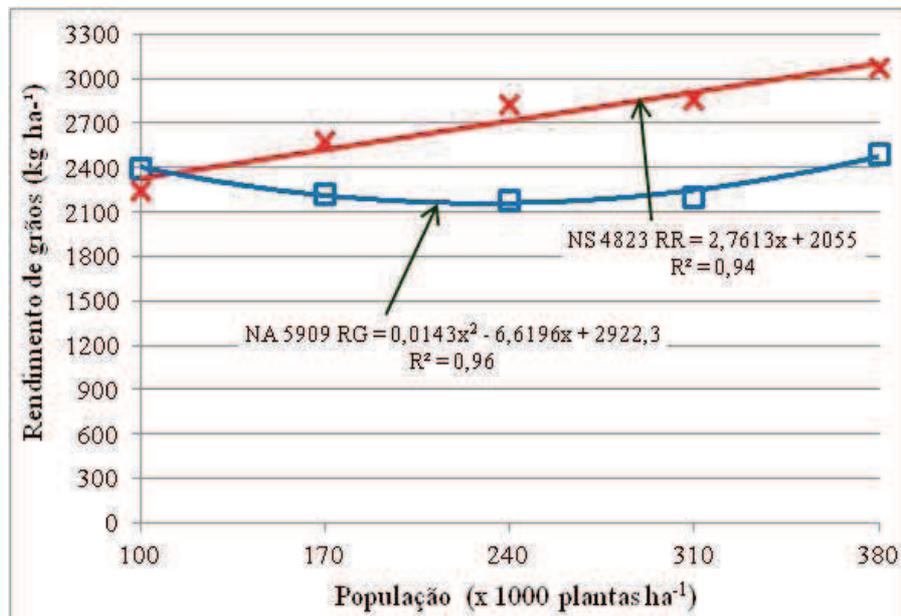


Figura 21 - Rendimento de grãos na média dos espaçamentos entre linhas, em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 15 de dezembro. Sertão/RS, 2009/2010.

Os resultados discordam, entretanto, de Rodrigues et al. (2007) que indicam, para genótipos de ciclo médio a tardio e com hábito de crescimento determinado, 30 plantas  $m^{-2}$  e espaçamento de 50 cm entre linhas como o melhor arranjo de plantas para a semeadura em outubro no Rio Grande do Sul.

## **Conclusões**

A distribuição vertical dos componentes do rendimento varia em função dos genótipos e épocas de semeadura e é pouco afetada pelo espaçamento entre linhas. O maior percentual encontra-se no terço médio, independente do arranjo, genótipo e época de semeadura.

Para o genótipo “NS 4823 RR”, o espaçamento de 34 cm entre linhas proporciona maior rendimento de grãos que o de 50 cm, independente da população de plantas e época de semeadura. O rendimento do genótipo “NA 5909 RG” não varia entre os espaçamentos de 34 e 50 cm.

A semeadura no final de outubro resulta em maior rendimento de grãos que a de dezembro independente do genótipo. Na semeadura de dezembro, o genótipo “NS 4823 RR” aumenta o rendimento de grãos com populações até 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

## CAPÍTULO II

### COMPONENTES DO RENDIMENTO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA PARA SOJA DE CRESCIMENTO INDETERMINADO

**Resumo** - Os componentes do rendimento de grãos em soja são o número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por legume e o peso dos grãos. Neste trabalho avaliou-se, em dois anos agrícolas, o efeito de cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>), duas épocas de semeadura em cada safra (28/10 e 15/12 em 2009 e 12/11 e 14/12 em 2010), em dois genótipos de soja de hábito de crescimento indeterminado (“NS 4823 RR” e “NA 5909 RG”) sobre o rendimento de grãos e seus componentes. O número de legumes por planta interagiu com genótipos e populações sem diferenças entre épocas de semeadura no ano agrícola de 2009/2010 e no de 2010/2011, foi maior na semeadura de 12/11 que na de 14/12 sem diferir entre genótipos e populações. O número de grãos por metro quadrado foi proporcional ao número e legumes com pequena compensação entre população de plantas e número de legumes por nó, independente da época de semeadura e genótipo. O rendimento de grãos se correlacionou diretamente com o número de nós reprodutivos por área, não variou com as populações de plantas nas semeaduras precoces e aumentou linearmente com o aumento das populações nas semeaduras tardias. Em semeaduras entre outubro e início de novembro, é possível reduzir as densidades de semeadura no estado do RS.

**Palavras chave:** *Glycine max* (L.) Merrill, densidades, arranjos de plantas.

**YIELD COMPONENTS AS FUNCTION OF PLANT  
POPULATION PLANTING DATES FOR INDETERMINATE  
SOYBEAN GROWTH**

**Abstract** - The components of yield in soybeans are the number of plants per area, number of pods per plant, number of grains per pod and grain weight. The number of pods is directly correlated with the number of reproductive nodes and varies with the distribution of plants in the area and sowing time to affect the growth of main stem and branches. During the cycle, the plant adjusts the yield compensating components as conditions environmental and management. In this work were evaluated in two years, the effect of five plant populations (100, 170, 240, 310 and 380 000 plants ha<sup>-1</sup>), two planting dates in each year (28 Oct and 15 Dec./2009 and 12 Nov and 14 Dec./ 2010) in two soybean Genótipos of indeterminate growth (“NS 4823 RR” and “NA 5909 RG”) on grain yield and its components. The number of pods per plant was lower in the genótipos “NS 4823 RR” in low populations and among Genótipos equaled the highest populations in the year 2009/2010 with no differences in time planting. In the year 2010/2011 was greater in the sowing on 12 November than 14 December and did not differ between Genótipos. The number of grains per plant decreased in a logarithmic scale with increasing populations and did not differ among Genótipos and

seasons in both years. The number of grains per pod and weight of 100 grain varied differently in the years and planting dates. The number of nodes reproductive per square meter increased linearly with increasing populations in both times of sowing in the agricultural year 2009/2010 and at 2010/2011, increased with plant populations in the sowing of 12/11 and did not differ between those in the 14/12. The number of grains per square meter was proportional to the number of reproductive nodes and pods with small trade-off between plant population and number of pods per node, regardless of planting date and GENÓTIPO. The yield was higher and did not vary with the population of plants in the earlier sowings. In 2009/2010 harvest, water deficit during plant growth, increased linearly with increasing populations in the later sowing. The yield is directly correlated with the number of reproductive nodes per area and increases linearly with the increase of population in the later sowings in years of low rainfall. In most of the early sowings, populations of plants interact with the genotypes. With sowing in October and early November, it is possible to reduce seeding rates in the Rio Grande do Sul State.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merrill, density, plant arrangement.

## **Introdução**

Os principais componentes do rendimento de grãos em soja são o número de plantas por área, número de legumes por planta (ou por área), número de grãos por legume e peso dos grãos (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

O rendimento de grãos resulta da capacidade da planta interceptar, absorver e utilizar a radiação fotossinteticamente ativa para produzir e fornecer fotoassimilados à formação, fixação e desenvolvimento de estruturas reprodutivas (MARCHEZAN & COSTA, 1983; EGLI et al., 1985; JIANG & EGLI, 1993; EGLI & CORNELIUS, 2009; PROULX & NAEVE, 2009) e se correlaciona linearmente com o número de grãos por área. O número de legumes por área influencia mais o rendimento de grãos que o número de grãos por legume (BOARD & HARVILLE, 1994; BOARD & MARICHERLA, 2008).

A maior eficiência produtiva da soja ocorre quando no estágio de desenvolvimento R2 (plena floração), cerca de 95% da radiação incidente é interceptada pelo dossel, em associação com índice de área foliar em torno de 3,9 (BOARD & HARVILLE, 1993). Estes valores estão associados com as características do genótipo (SEVERSIKE et al., 2009), o arranjo de plantas (BOARD & SETTIMI, 1986; LIMA et al., 2000; MENDONÇA et al., 2002), a época de semeadura (SMITH, 2000) e o regime hídrico (CUNHA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2007).

A planta ajusta o potencial de rendimento durante o ciclo conforme a disponibilidade de fotoassimilados, inicialmente pelo número de nós, depois pelo número de flores emitidas, pela abscisão de flores e legumes (JIANG & EGLI, 1993; RAMBO, 2002) e, em estádios reprodutivos finais, pelo peso dos grãos produzidos (SALINAS et al., 1996). O estágio de desenvolvimento no qual o rendimento é ajustado varia em função das condições ambientais (MOMEN et al., 1979), arranjos de plantas (PIRES et al., 2000;

MAEHLER et al., 2003b) e genótipos (NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002b; PIRES et al., 2005) .

Menor produção de fotoassimilados entre os estádios R4 e R6 reduz o rendimento de grãos mais pela redução do número de legumes por nó do que pelo número de grãos por legume (BOARD & HARVILLE, 1993). Para Mundstock & Thomas (2005) o número de grãos por legume varia entre 1 e 4, sendo mais frequente a ocorrência de 2 a 3.

No Rio Grande do Sul o principal limitante para altos rendimentos de grãos é a deficiência hídrica nos estádios reprodutivos (CUNHA et al., 2001). Uma das alternativas para evitar a coincidência do período crítico da cultura com períodos de deficiência hídrica é a alteração na época de semeadura (BERLATO et al., 1992; RODRIGES et al., 2001).

A época de semeadura, entretanto, afeta o número de nós e em consequência o número de legumes e de grãos produzidos (BOARD, 1985). Semeaduras antes da época ideal aumentam o ciclo da cultura (WILCOX & FRANKENBERGER, 1987) e reduzem o percentual de nós férteis e, após a época ideal, reduzem o total de nós produzidos e aumentam o peso dos grãos (ROBINSON et al., 2009).

Kantolic & Slafer (2007) verificaram aumento no período entre R3 e a colheita e no número de nós, legumes e grãos por área quando aumentaram o fotoperíodo entre R3 e R6 para genótipo de soja de crescimento indeterminado pertencente ao grupo de maturação V. Esta pode ser uma das consequências da alteração na época de semeadura.

Reduções no número de legumes e de grãos são parcialmente compensadas por aumentos no peso dos grãos (BOARD & HARVILLE, 1998), mas quando a fonte de fotoassimilados é reduzida em função de sombreamento no início do período reprodutivo, o número de grãos por área é reduzido sem alterar o peso dos grãos (EGLI & ZHEN-WEN, 1991).

Genótipos lançados na década de 1990 tem maior potencial de rendimento em relação aos lançados em décadas anteriores em função de alterações introduzidas pelo melhoramento, com destaque para o aumento na duração do período fotossinteticamente ativo, redução no porte, tolerância a populações mais elevadas e melhor resposta às altas tecnologias. O acréscimo na eficiência fotossintética foi pouco significativo (EVANS & FISCHER, 1999).

Genótipos precoces lançados na década de 90 tem maior desenvolvimento inicial em relação aos lançados até a década de 70, reduzindo com isso a desvantagem do baixo porte verificado nas semeaduras em outubro (BONATO et al., 1998). Bruin & Pedersem (2009a) relatam maior taxa de crescimento entre 85 e 105 dias após a emergência nos genótipo de soja lançadas após o ano 2000 em relação aos lançados em décadas anteriores.

Kahlon et al. (2011) compararam os principais componentes do rendimento de genótipos lançadas entre 1953 e 1999 e verificaram aumento de 20 a 30 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no rendimento durante este período em Baton Rouge/EUA, explicado pelo aumento no número de nós reprodutivos, legumes e grãos produzidos por área.

Em densidades de semeadura elevadas, a soja promove um auto ajuste nas populações de plantas de acordo com as condições ambientais, e mantém baixa correlação entre as populações iniciais e o rendimento de grãos. As populações que proporcionam maior rendimento dependem do espaçamento entre linhas (WALKER et al., 2010).

O peso de 100 grãos aumenta com a redução das populações de 40 para 20 plantas m<sup>-2</sup> (RAMBO et al., 2004). Maehler et al. (2003a) verificaram que a irrigação aumenta o número de grãos por legume em genótipos com hábito de crescimento indeterminado.

Zhe et al. (2010) testaram 68 genótipos de soja em diferentes regiões do estado de Wisconsin/EUA e constataram interação de genótipos, ambientes e anos. Os genótipos transgênicos variaram mais o rendimento de grãos em função de diferenças ambientais.

A época de semeadura que proporciona maiores rendimentos varia com o genótipo e região (CUNHA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2001; RODRIGUES et al., 2007) e interage com populações de plantas (NOGUEIRA et al., 1983; NOGUEIRA et al., 1984; PEDERSEN, 2011).

Observa-se atualmente no Rio Grande do Sul tendência para o uso de semeaduras precoces e genótipos de ciclo curto, com hábito de crescimento indeterminado cujo padrão de resposta às condições ambientais e de manejo difere dos de crescimento determinado, tradicionalmente usados (MAEHLER et al., 2003a).

Neste trabalho avaliou-se o efeito de épocas de semeadura e populações de plantas sobre os componentes do rendimento em dois

genótipos de soja de hábito de crescimento indeterminado, geneticamente modificados, com indicação para cultivo no estado do Rio Grande do Sul.

### **Material e Métodos**

Foram conduzidos dois experimentos, um no ano agrícola de 2009/2010 (Experimento I) e outro no de 2010/2011 (Experimento II).

#### *Experimento I*

Conduzido na área de produção e pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Sertão (IFRS-Câmpus Sertão), município de Sertão/RS sob as coordenadas geográficas de 28°02'S e 52°15'W e 735 m de altitude (APOLO XI, 2009).

Foram testados dois genótipos (“NS 4823 RR” e “NA 5909 RG”), duas épocas de semeadura (28/10 e 15/12/2009) e cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

O delineamento experimental adotado em blocos completamente casualizados com arranjo dos tratamentos em parcelas sub subdivididas, e quatro repetições. A época de semeadura foi alocada na parcela principal, o genótipo na subparcela e as populações de plantas nas sub subparcelas. Cada sub subparcela consistiu de oito linhas com 5 m de comprimento, distanciadas 50 cm entre si.

Os genótipos utilizados apresentam as seguintes características: “NS 4823 RR” - ciclo de 42 dias da emergência à floração e 116 dias da emergência à colheita, estatura = 78 cm, altura

do primeiro legume = 14 cm e médio potencial de ramificação; “NA 5909 RG” - ciclo de 57 dias da emergência à floração e 124 dias da emergência à colheita, estatura = 106 cm, altura do primeiro legume = 19 cm e alto potencial de ramificação, ambos com hábito de crescimento indeterminado (dados fornecidos pela detentora dos direitos sobre esses genótipos no Brasil).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Húmico (STRECK et al., 2002) e apresentou as seguintes características químicas em análise realizada antes da instalação dos experimentos:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,8$ ;  $\text{pH}_{\text{SMP}} = 6,1$ ;  $\text{Al}^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{++} = 8,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++} = 2,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 9 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 238 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 12 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 2,3 \%$ .

O experimento foi instalado sob sistema de semeadura direta em solo com cobertura de aveia preta apresentando  $3,2 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca aparente. O manejo da cobertura consistiu de duas aplicações de glifosato. A primeira realizada no dia 19 de outubro/2009 em toda a área do experimento ( $1.080 \text{ g e. a. ha}^{-1}$ ), quando a aveia se encontrava no estágio de grão leitoso e a segunda no dia 27/10/2009 ( $360 \text{ g de e. a. ha}^{-1}$ ) nas parcelas correspondentes a época de semeadura I e, no dia 12/12/2009 ( $720 \text{ g de e. a. ha}^{-1}$ ) nas parcelas correspondentes à época de semeadura II.

As sementes utilizadas em cada época foram tratadas no dia da semeadura com fungicida carboxim + thiram ( $0,6 + 0,6 \text{ g i. a. kg}^{-1}$  de sementes), inseticida fipronil ( $0,5 \text{ g i. a. kg}^{-1}$  de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio turfoso ( $3 \text{ g p. c. kg}^{-1}$  de sementes).

A semeadura foi realizada em 28/10/2009 (época I) e em 15/12/2009 (época II) com semeadora/adubadora comercial marca Semeato, modelo SHM com 4 linhas de soja instaladas no espaçamento de 50 cm entre linhas.

O número de sementes foi ajustado para as subparcelas de população máxima corrigida pelo poder germinativo mais um adicional de 20%. A população em cada subparcela foi ajustada por raleio manual quando as plantas se encontravam no estágio V2 (primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida).

A adubação constou de 4 kg de N, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, aplicados na linha, concomitante com a semeadura.

Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizada aplicação de glifosato a 720 g e. a. ha<sup>-1</sup> em 23/11/2009 nas parcelas referentes à época I, e em 05/01/2010 nas parcelas referentes à época II. Plantas daninhas remanescentes ou reinfestantes foram eliminadas manualmente conforme a necessidade.

As pragas foram mantidas sob controle utilizando-se os inseticidas thiametoxan + lambda-cialotrina e triflumuron conforme a necessidade.

Para o controle de doenças, nas parcelas correspondentes à época I, foi realizada uma aplicação com azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g ha<sup>-1</sup>) em 15/01/2010 e outra com epoxiconazol + piraclostrobina (30 + 66,2 g ha<sup>-1</sup>) em 18/02/2010. Nas parcelas correspondentes à época II foi realizada apenas uma aplicação com epoxiconazol + piraclostrobina (30 + 66,2 g ha<sup>-1</sup>) em 18/02/2010. A estiagem verificada no período crítico (APÊNDICES 7 e 11) reduziu a pressão de doenças eliminando a necessidade de novas aplicações.

Os estádios de desenvolvimento fenológico foram avaliados a partir do início do período reprodutivo, mediante observações semanais de plantas representativas escolhidas ao acaso nas subparcelas, adotando-se a escala de Fehr & Caviness (1977) (APÊNDICE 13).

Para as aplicações de herbicida, inseticida ou fungicida não foi considerada a diferença de ciclo ou estágio de desenvolvimento dos genótipos, aplicando-se no mesmo dia em toda a parcela referente à cada época de semeadura.

Nas parcelas semeadas em 28/10/2009 (época I), o genótipo “NS 4823 RR” foi colhido em 16/03/2010 e o “NA 5909 RG” em 05/04/2010.

Com semeadura em 15/12/2009 (época II), as colheitas dos genótipos “NS 4823 RR” e “NA 5909 RG” ocorreram em 05/04 e 30/04/2010, respectivamente.

Para determinação do rendimento de grãos, as amostras foram colhidas manualmente nos quatro metros centrais de quatro linhas em cada sub subparcela, totalizando oito m<sup>-2</sup> de área colhida.

Os grãos obtidos destas amostras foram limpos, pesados e a umidade medida com determinador digital devidamente calibrado, convertendo-se os dados de rendimento para kg ha<sup>-1</sup> à umidade de 13%.

Para a determinação do peso dos grãos foram utilizadas amostras de 100 grãos obtidas daquelas usadas na determinação do rendimento, sendo os resultados também convertidos à umidade de 13%.

Para as demais avaliações foram utilizadas cinco plantas representativas, retiradas ao acaso no dia da colheita, das linhas restantes na sub subparcela exceto as bordaduras, cortando-se cada planta com tesoura de poda, rente à superfície do solo.

Nas plantas retiradas foram avaliados:

- número de legumes com pelo menos um grão por planta;
- número de grãos por legume, determinados a partir de 100 legumes retirados de diferentes alturas da planta;
- número de nós férteis por metro quadrado, considerado como fértil, o nó com presença de pelo menos um legume com grão; e
- número de legumes com pelo menos um grão por metro quadrado.

Os dados por metro quadrado foram obtidos a partir da média por planta multiplicada pelo número de plantas por metro quadrado.

Os dados obtidos diretamente e os derivados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram diferença significativa, aos devidos desdobramentos, e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e o efeito das populações foi avaliado por análise de regressão testando-se os modelos de ajuste linear, quadrático e logarítmico, ambos com auxílio do programa estatístico Sisvar da Universidade Federal de Lavras. O esquema da análise de variância realizada e os quadrados médios resultantes estão no APÊNDICE 3.

### *Experimento II*

Conduzido na área experimental do Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária - Cepagro/UPF, município de Passo Fundo/RS sob as coordenadas 28°21'S e 52°39'W e 687 m de altitude (APOLO XI, 2009), durante o ano agrícola de 2010/2011, com características semelhantes ao experimento I.

Foram utilizados o mesmo espaçamento, genótipos, e populações de plantas do experimento I.

Cada sub subparcela consistiu de sete linhas distanciadas de 50 cm entre si e com 5 m de comprimento.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Húmico (STRECK et al., 2002) e apresentou as seguintes características químicas em análise realizada antes da instalação dos experimentos:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 6,0$ ;  $\text{pH}_{\text{SMP}} = 6,2$ ;  $\text{Al}^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{++} = 9,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++} = 4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 27,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 238 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 13 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 3,3 \%$ .

O experimento foi instalado sob sistema de semeadura direta em solo com cobertura de  $4,2 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca aparente de aveia preta.

O manejo da cobertura consistiu de uma aplicação de glifosato a  $1.080 \text{ g e. a. ha}^{-1}$  no dia 19 de outubro/2010 em toda a área do experimento, quando a aveia se encontrava no estágio de grão leitoso. Como manejo complementar de plantas daninhas em pré-semeadura foi realizada uma aplicação com diurom + dicloreto de paraquate ( $200 + 400 \text{ g de i. a. ha}^{-1}$ ), no dia 11/11/2010 nas parcelas

correspondentes a época de semeadura I e, no dia 11/12/2010 nas parcelas correspondentes à época de semeadura II.

As sementes utilizadas em cada época foram tratadas no dia da semeadura com fungicida carboxim + thiram (0,6 + 0,6 g i. a.  $\text{kg}^{-1}$  de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio líquido na dose de 3 mL de p. c.  $\text{kg}^{-1}$  de sementes.

A semeadura foi realizada em 12/11/2010 (época I) e em 14/12/2010 (época II) com semeadora/adubadora comercial marca Kuhn Metasa, modelo PDM com sete linhas para semeadura de soja instaladas no espaçamento 50 cm.

A adubação constou de 13 kg de N, 64 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 64 kg de  $\text{K}_2\text{O}$   $\text{ha}^{-1}$ , aplicados na linha, concomitante com a semeadura.

Para controle de plantas daninhas em pós-emergência nas parcelas referentes à época de semeadura I foi realizada uma aplicação de glifosato a 1000 g e. a.  $\text{ha}^{-1}$  em 09/12/2010. Devido a ocorrência de reinfestação, foi realizada outra aplicação de glifosato em pós-emergência a 864 g de e. a.  $\text{ha}^{-1}$  em 23/12/2010. Nas parcelas referentes à época II, as aplicações ocorreram em 05/01/2011 e em 28/01/2011, com doses iguais às utilizadas nas parcelas da época I. Plantas daninhas remanescentes ou reinfestantes após a segunda aplicação foram eliminadas manualmente conforme a necessidade.

O controle de pragas foi realizado utilizando-se tiametoxan e triflumuron, conforme a necessidade seguindo as indicações técnicas para a cultura da soja.

Para o controle de doenças foram realizadas duas aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina (30 + 66,2 g  $\text{ha}^{-1}$ ) nos

dias 14/01/2011 e 11/02/2011 nas parcelas referentes à Época I, e em 11/02/2011 e 09/03/2011 nas parcelas referentes a Época II.

As datas de ocorrência dos estádios fenológicos foram determinadas a partir do início da floração, por observações semanais realizadas em cinco plantas escolhidas ao acaso em cada subparcela, adotando-se a escala de Fehr & Caviness (1977) (APÊNDICE 13).

As avaliações realizadas obedeceram aos seguintes procedimentos:

Numerando-se as linhas de plantas de um a sete conforme a ordem de posição nas sub subparcelas, as linhas um, três e sete foram consideradas bordaduras.

Na maturação, foram eliminadas as plantas das extremidades das linhas quatro, cinco e seis utilizando-se os quatro metros centrais ( $6 \text{ m}^{-2}$  de área útil) para as determinações de rendimento.

A colheita foi realizada mecanicamente com colhedora apropriada para parcelas experimentais e os grãos obtidos, foram limpos, pesados e a umidade medida com determinador digital devidamente calibrado, convertendo-se os dados de rendimento para  $\text{kg ha}^{-1}$  à umidade de 13%.

Todos os demais procedimentos de condução do experimento, amostragens, avaliações e análise estatística foram idênticos aos descritos para o experimento I.

O esquema da análise de variância realizada e os quadrados médios resultantes deste experimento estão no APÊNDICE 4.

## **Resultados e Discussão**

Com exceção do mês de novembro de 2009 que apresentou volume de chuvas superior a duas vezes a média histórica mensal para a região, o período da safra 2009/2010 se caracterizou por chuvas abaixo da média na maior parte do ciclo da cultura, especialmente no terceiro decêndio de fevereiro e primeiro decêndio de março (APÊNDICE 7) que coincide com o período reprodutivo crítico da cultura semeada na Época II (APÊNDICE 11).

Por outro lado, as temperaturas médias mensais ficaram acima da média histórica na maioria dos meses, com destaque para o mês de novembro que, associado ao maior volume de chuvas, apresentou temperaturas também elevadas (APÊNDICE 8).

No ano agrícola de 2010/2011 o volume de chuvas se manteve próximo ou acima das médias mensais históricas durante o período de condução do experimento, mas a distribuição foi irregular. Novembro apresentou baixas precipitações nos primeiros decêndios antes da semeadura da época I, mas no final do segundo e no terceiro decêndios, estas estiveram próximas a média para o período. Entre dezembro e fevereiro, as precipitações mantiveram-se acima das médias mensais e a distribuição permitiu bons níveis de compensação entre os decêndios evitando períodos prolongados de deficiência hídrica aparente grave. Março foi o mês mais crítico e, apesar de apresentar precipitações acima da média para o mês, esta foi concentrada apenas no final do segundo e no terceiro, registrando um período de estiagem entre o primeiro e o segundo decêndios (APÊNDICE 9).

As temperaturas médias mensais também se mantiveram próximo às médias históricas para a região, com exceção de janeiro que apresentou temperatura em torno de 1°C acima da média histórica, e abril, que também apresentou temperaturas acima da média (APÊNDICE 10).

O número de legumes por planta (NLP) variou de forma diferente nos anos agrícolas. Em 2009/2010, as épocas de semeadura não diferiram entre si e houve interação de genótipos e populações de plantas. O genótipo “NS 4823 RR” produziu menor NLP nas populações mais baixas e se igualou ao “NS 5909 RG” em populações acima de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup> independente da época de semeadura. O aumento das populações reduziu o NLP em escala logarítmica em ambos os genótipos (Figura 1).

Em 2010/2011, o NLP diferiu entre épocas de semeadura e populações de plantas, sem diferenças entre genótipos ou interação de fatores. A semeadura de 12/11 superou a de 14/12, com 72,6 e 68,0 legumes por planta na média dos genótipos, respectivamente. Com o aumento das populações o NLP reduziu em escala logarítmica na média das cultivares (Figura 2).

A redução no NLP com aumento das populações concorda com relatos de resultados obtidos por Hicks et al. (1969) em genótipos com diferentes hábitos de crescimento, Queiroz & Minor (1977) sob o espaçamento de 60 cm entre linhas, Rambo (2002) nos espaçamentos de 20 e 40 cm entre linhas e Kuss et al. (2008), sob diferentes sistemas hídricos.

O número de grãos por planta (NGP) reduziu em escala logarítmica com o aumento das populações de plantas e não diferiu

entre genótipos e épocas de semeadura nos anos agrícolas de 2009/2010 (Figura 3a) e 2010/2011 (Figura 3b).

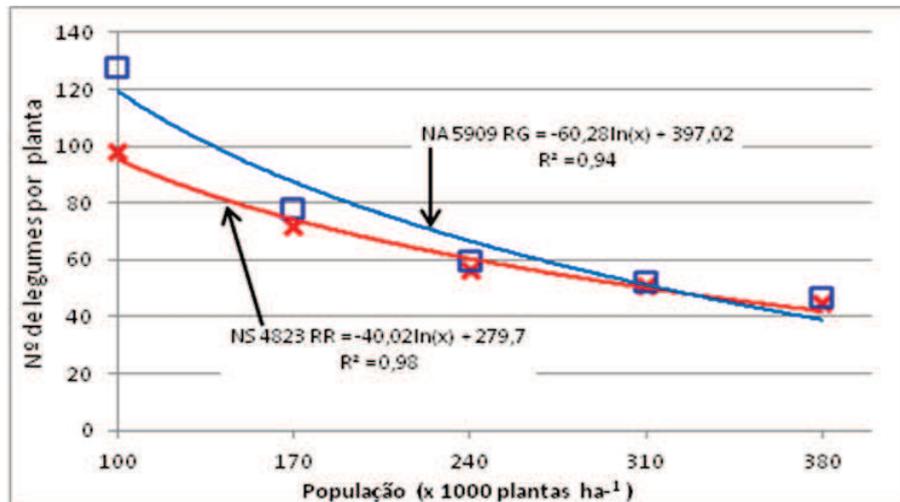


Figura 1- Número de legumes por planta, na média das épocas de semeadura, em função das populações de plantas e genótipos de soja no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.

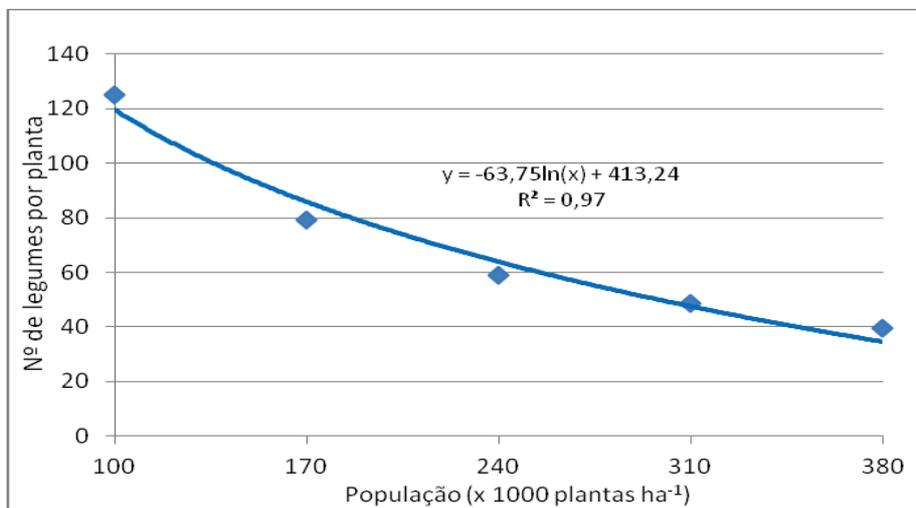


Figura 2 - Número de legumes por planta, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS.

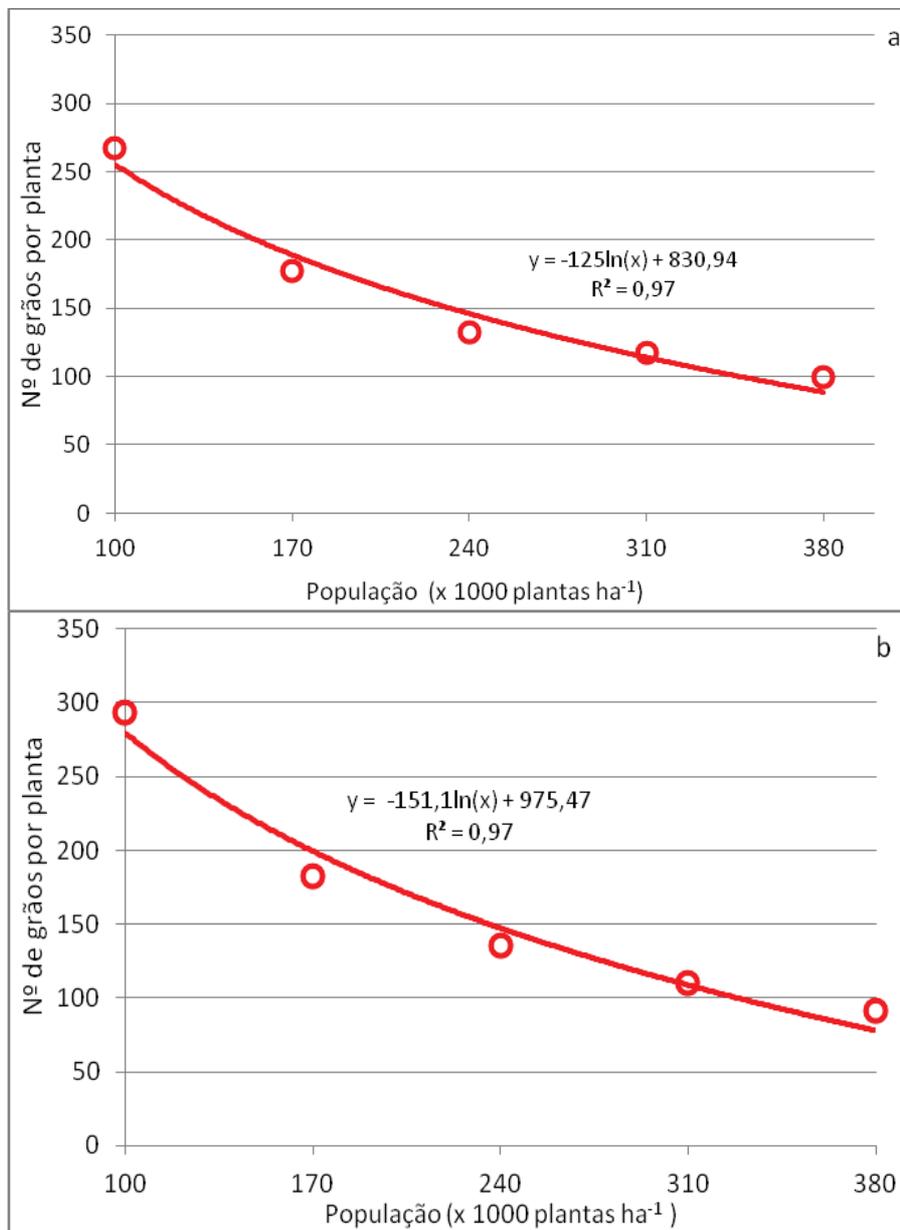


Figura 3 - Número de grãos por planta, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS (a) e no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS (b).

Os resultados discordam de Board (1985) que verificou redução no número de legumes e de grãos por área em sementeiras tardias com iguais populações de plantas o que se explica pela redução da radiação interceptada por cada planta (BOARD et al., 2010).

O número de grãos por legume (NGL) diferiu entre genótipos e apresentou interação de populações de plantas e épocas de semeadura em ambos os anos agrícolas, discordando de relatos de Board (1985) que não verificou diferença no NGL em função das épocas de semeadura.

No ano agrícola de 2009/2010 o NGL reduziu linearmente com o aumento das populações em ambas as épocas de semeadura, sendo a redução mais intensa na semeadura de 15/12 que na de 28/11 (Figura 4a). Na média das populações e épocas de semeadura, o genótipo “NS 4823 RR” com 2,38 grãos por legume superou o “NA 5909 RG” que produziu 2,19 grãos por legume.

No ano agrícola de 2010/2011, o NGL reduziu em função quadrática na semeadura de 12/11, atingindo o mínimo em populações de 287,3 mil plantas  $ha^{-1}$  enquanto na semeadura de 14/12 não diferiu entre as populações (Figura 4b). Neste ano agrícola, o genótipo “NS 4823 RR” superou o “NS 5909 RG” com 2,39 e 2,23 grãos por legume, respectivamente, na média das épocas de semeadura e populações.

O NGL variou de forma independente do número de legumes, diferindo dos resultados relatados por Schöffel et al. (2001) e Navarro Junior & Costa (2002b) que observaram efeito de compensação entre o número de legumes e de grãos por legume

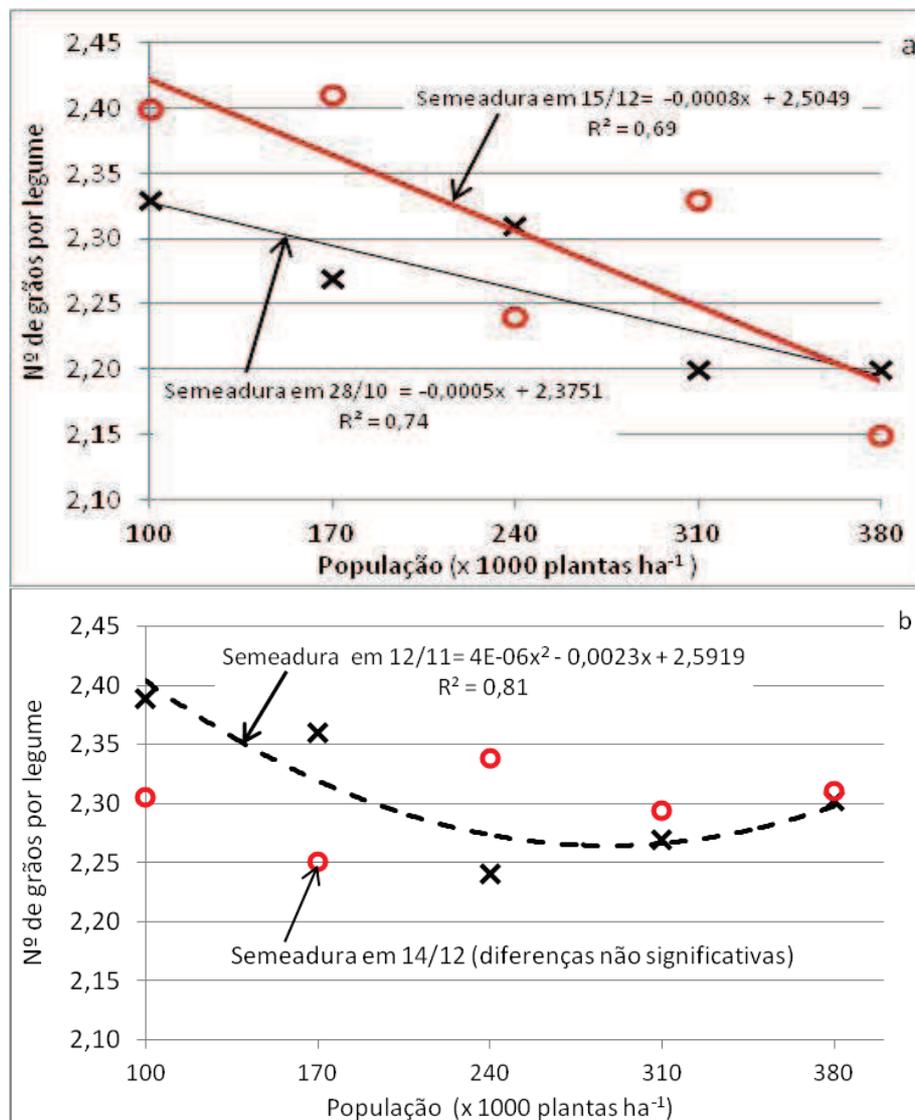


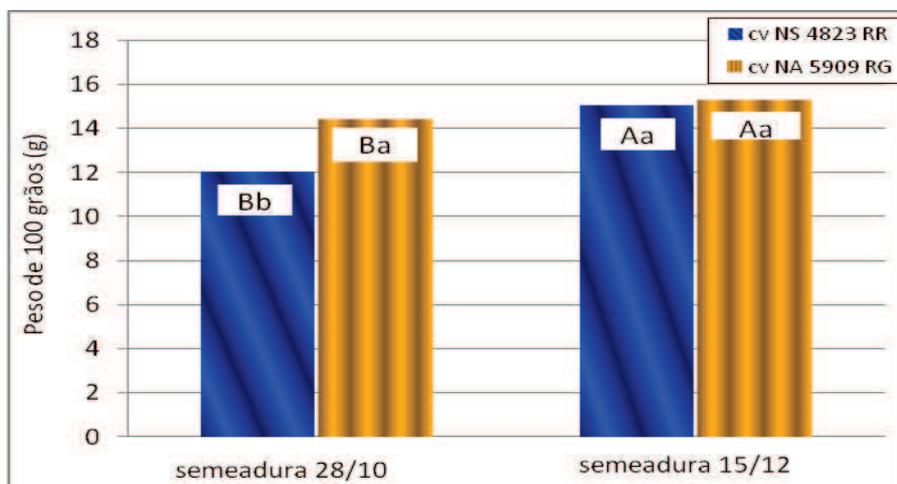
Figura 4 - Número de grãos por legume, na média dos genótipos em função das épocas de sementeira e populações de plantas nos anos agrícolas de 2009/2010 em Sertão/RS (a) e 2010/2011 em Passo Fundo/RS (b).

Os resultados diferem também de Board & Maricherla (2008) que relatam pequena influência do NGL na definição do número de grãos por área. Estas diferenças podem ser explicadas pelo

hábito de crescimento dos genótipos que, no experimento em questão são de crescimento indeterminado, enquanto as utilizadas pelos autores citados tinham crescimento determinado.

As diferenças no NGL entre épocas de semeadura e entre os anos agrícolas, verificadas de forma independente da variação do número de legumes por planta resultam, também, da influência do ambiente (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005), demonstrando que esta influência pode ser significativa, apesar deste ser o componente do rendimento com maior herdabilidade (SHARMA & LAY, 1990). Porto et al. (1979) verificaram que a boa disponibilidade hídrica proporcionada pela irrigação aumenta o número de legumes e resulta em redução no NGL e Maehler et al. (2003a) relatam aumento no NGL em genótipos de hábito de crescimento determinado em função da irrigação.

O peso de 100 grãos (PCG) variou entre os anos agrícolas. Em 2009/2010, apresentou interação de genótipos e épocas de semeadura sem diferir entre populações de plantas. Na semeadura de 28/10, o genótipo “NA 5909 RG” apresentou maior PCG que o “NS 4823 RR”, enquanto na semeadura de 15/12, não houve diferença entre genótipos (Figura 5). No ano agrícola de 2010/2011, diferiu entre épocas de semeadura e apresentou interação de populações de plantas e épocas de semeadura, sem diferir entre genótipos. Na semeadura de 12/11, reduziu linearmente, enquanto na de 14/12 aumentou linearmente com o aumento das populações de plantas (Figura 6).



Letras maiúsculas comparam épocas dentro do mesmo genótipo e letras minúsculas comparam genótipos dentro da mesma época; ns – diferença não significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figura 5 - Peso de 100 grãos na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e populações, no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.

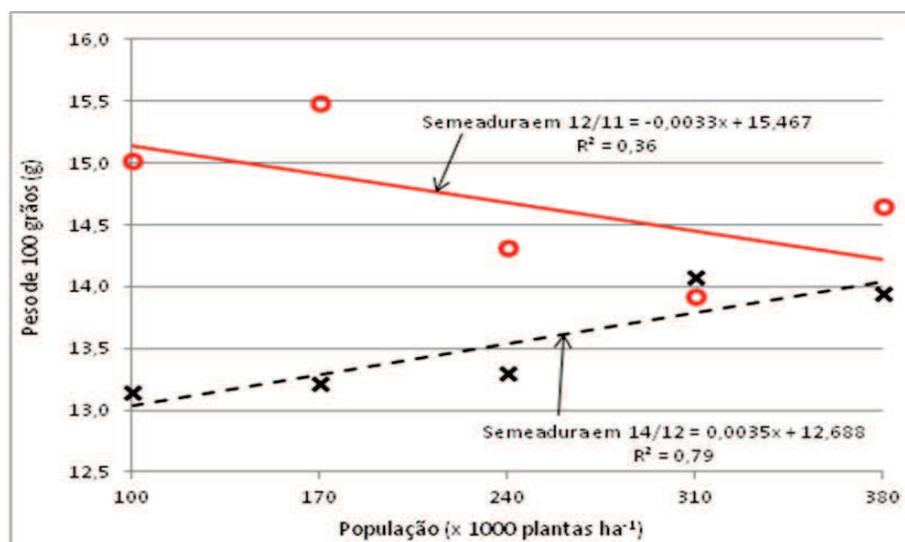


Figura 6 - Peso de 100 grãos na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas, no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS.

O menor PCG verificado no genótipo “NS 4823 RR”, com semeadura em 28/10 em 2009/2010 é explicado pelo volume de chuvas que ficou abaixo da média histórica para a região durante o período de enchimento de grãos, em oposição à semeadura de 15/12 que coincidiu o menor volume de chuvas com a floração e fixação de legumes e chuvas próximas à média no período de enchimento de grãos.

Os comportamentos inversos do PCG verificados entre as épocas de semeadura no em 2010/2011 em função das populações (Figura 6) pode ser efeito secundário das populações de plantas cujo aumento implica em maior consumo de água com consequente limitação do crescimento do grão. Com semeadura em 12/11, a melhor disponibilidade hídrica no período reprodutivo inicial permitiu fixação de maior número de legumes que, com a deficiência verificada na fase posterior, foi compensada pela redução do PCG.

Com semeadura em 14/12, houve efeito inverso, com baixa disponibilidade hídrica na floração e fixação dos legumes e melhor disponibilidade no enchimento de grãos, resultando em maior peso dos grãos. Esta teoria é respaldada por Proulx & Naeve (2009) que verificaram aumento em escala quadrática no PCG quando removeram diferentes percentuais de legumes das plantas, mas o rendimento reduziu em escala linear e por Board et al. (1995) que, ao reduzirem em 28% a relação fonte/dreno por meio de diferentes mecanismos de controle e verificaram redução de 12% no rendimento por legume, sendo 7,7% da redução atribuída ao número de grãos e 4,5% devido ao tamanho do grão. Queiroz & Minor (1977) e Cox & Cherney (2011) não verificaram alterações no PCG em função das

populações indicando diferenças de respostas que podem ser devidas a outras fontes de variação.

Sionit & Kramer (1977) verificaram redução no PCG quando aplicaram estresse hídrico sobre plantas no período de enchimento dos grãos. Momen et al. (1979) constataram que estresse aplicado a partir de 36 dias após a floração reduz o tamanho dos grãos e estresses anteriores reduzem o número de legumes podendo aumentar o tamanho dos grãos. Egli et al. (1983) obtiveram pequeno aumento no PCG quando a soja foi submetida à deficiência hídrica antes do estágio R5; quando o estresse foi aplicado entre R5 e a maturação fisiológica, houve efeito inverso.

Maehler et al. (2003b) obtiveram maior percentagem de grãos classificados como grandes quando irrigaram a cultura em todo o ciclo em comparação com a ausência de irrigação ou irrigação até os estádios reprodutivos iniciais. Kuss et al. (2008) constataram maior PCG na população de 400 que na de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e nas parcelas sem irrigação em um ano em que houve pequena deficiência hídrica apenas no início do período reprodutivo.

Bruns (2011) relata redução de 23% no peso dos grãos sem diferença entre populações de 20 e 50 plantas m<sup>-2</sup> e nem entre linhas simples e linhas pareadas espaçadas de 102 cm e 25 x 102 cm, respectivamente, em um ano quente e seco na fase reprodutiva.

Egli & Zhen-Wen (1991) não verificaram variações no PCG em função de sombreamentos artificiais de 30 e 60% em Kentucky/EUA e de sombreamento provocado por espaçamentos reduzidos na China.

As diferenças entre épocas de semeadura também podem resultar do efeito da temperatura. Egli & Wardlaw (1980) obtiveram redução de 200 para 151 mg grão<sup>-1</sup> quando submeteram plantas de soja entre a floração e a fixação de legumes à temperaturas diurnas/noturnas de 18/13°C ou 33/28°C em relação às plantas mantidas entre 24/19 e 30/25°C.

O número de nós reprodutivos por metro quadrado (NRepMQ) variou diferentemente nos anos agrícolas. No de 2009/2010, o genótipo “NS 5909 RG” superou o “NS 4823 RR”, respectivamente com 830 e 684 NRepMQ, que aumentaram linearmente com as populações de plantas e sem diferir entre épocas de semeadura (Figura 7). Em 2010/2011 houve interação de populações de plantas e épocas de semeadura, sem diferença entre genótipos. Na semeadura de 12/11, aumentou linearmente com o incremento das populações e foi maior que na semeadura de 14/12, quando não variou entre as populações (Figura 8). A variação foi maior entre populações e nas populações mais elevadas no ano agrícola de 2009/2010 que no de 2010/2011.

Os resultados do ano agrícola de 2010/2011, sob condições meteorológicas mais próximas à média histórica da região, concordam com os obtidos por Wilcox & Frankenberger (1987) e Settimi & Board (1988) que relatam redução do número de nós por planta como efeito da redução no fotoperíodo logo após o início do período reprodutivo, resultante de semeaduras tardias nos genótipos de crescimento indeterminado (KANTOLIC & SLAFER, 2007).

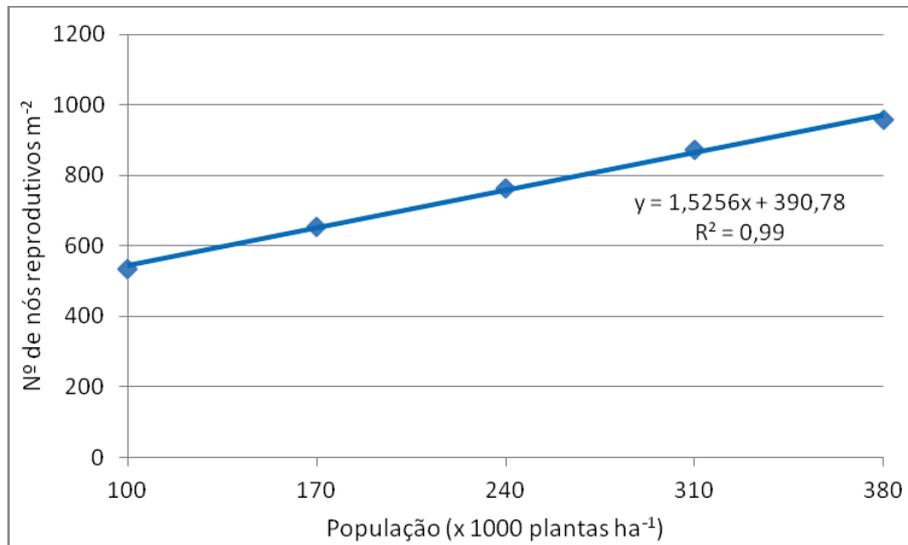


Figura 7 - Número de nós reprodutivos por metro quadrado, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.

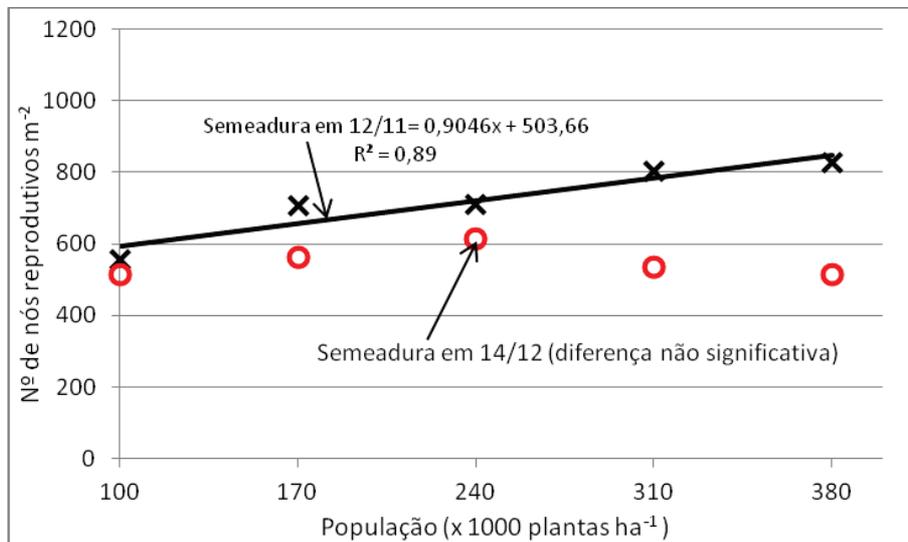


Figura 8 - Número de nós reprodutivos por metro quadrado, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS.

Resultados diferentes são reportados por Robinson et al. (2009), que não constataram diferenças no número de nós  $m^{-2}$  quando semearam soja em seis épocas sob o mesmo arranjo de plantas.

O número de legumes  $m^{-2}$  aumentou linearmente com o aumento nas populações de plantas, sem diferenças entre genótipos ou épocas de semeadura no ano agrícola de 2009/2010 (Figura 9). No de 2010/2011, diferiu entre épocas de semeadura, com interação de população de plantas e épocas de semeadura. Aumentou linearmente com as populações na semeadura de 12/11 e não diferiu entre estas na de 14/12 (Figura 10). Os genótipos não diferiram entre si.

No ano agrícola de 2010/2011, a semeadura de 12/11, com precipitações pluviais próximas ao normal para a região, proporcionou maior crescimento inicial antes do início da competição intraespecífica permitindo o desenvolvimento normal de nós mesmo nas maiores populações.

Na semeadura de 14/12, temperaturas mais altas permitiram rápido desenvolvimento inicial nas populações mais baixas que ramificaram mais igualando o número de nós das populações mais elevadas (SMITH, 2000) e, as populações elevadas tiveram aumento no número de nós limitado pela falta de chuvas que reduziu o crescimento na fase reprodutiva.

O aumento linear verificado no número de legumes  $m^{-2}$  com o aumento das populações, discorda de Board & Maricherla (2008) que a partir da análise de diversos trabalhos publicados, citam aumento em função quadrática no número de legumes com o aumento para até 400 nós  $m^{-2}$ .

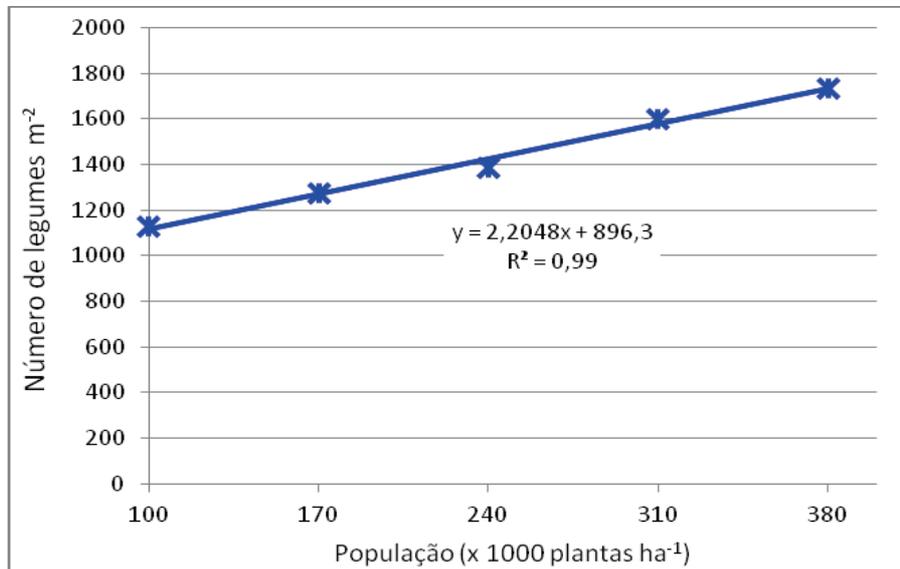


Figura 9 - Número de legumes por metro quadrado, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.

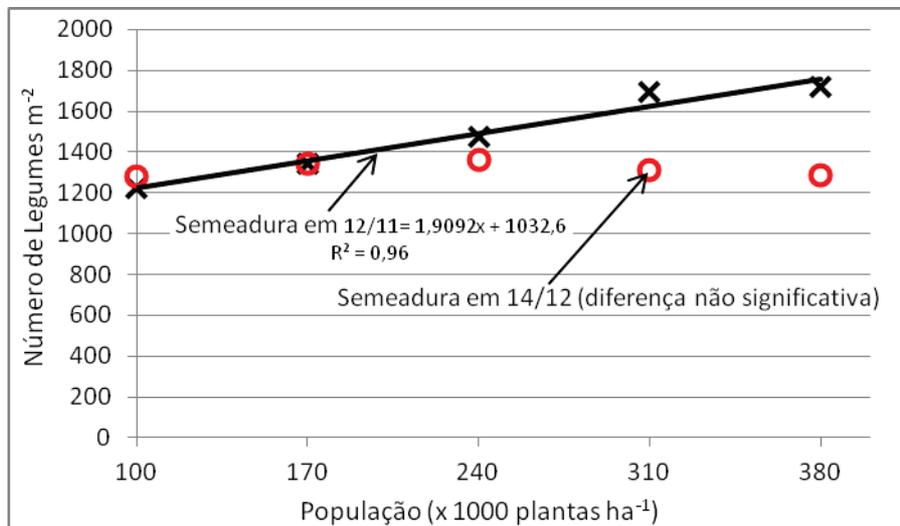


Figura 10 - Número de legumes por metro quadrado, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS.

A partir deste nível, o aumento no número de legumes vai reduzindo até se tornar nulo a partir de 800 nós  $m^{-2}$ . De forma indireta, entretanto, concorda com parte dos relatos destes autores que verificaram maior variação no número de nós reprodutivos e de legumes por área que no número de legumes por nó.

Cox & Cherney (2011) testaram populações entre 321 mil e 469 mil plantas  $ha^{-1}$  e espaçamentos entre 19 e 76 cm entre linhas para genótipos pertencentes aos grupos de maturação I e II no estado de Nova Iorque/EUA e não constataram diferença no número de legumes  $m^{-2}$  entre as populações em nenhum dos genótipos, porém houve interação de genótipos e espaçamentos, onde um genótipo reduziu linearmente o número de legumes  $m^{-2}$  e outro apresentou comportamento quadrático.

O maior número de legumes com semeadura em 12/11 no ano agrícola de 2010/2011 está de acordo com Board (1985) que constatou redução do número de legumes por área em genótipos pertencentes a diferentes grupos de maturação semeados antes e após o período ideal e associou este resultado à redução no número de nós reprodutivos em ambas as situações.

O número de grãos  $m^{-2}$  aumentou linearmente com as populações de plantas e não diferiu entre épocas de semeadura e genótipos no ano agrícola de 2009/2010 (Figura 11). Em 2010/2011 diferiu entre épocas de semeadura, sem diferença entre genótipos e populações de plantas. Na média dos genótipos e populações, a semeadura de 12/11 superou a de 14/12 com 3.449 e 3.021 grãos  $m^{-2}$ , respectivamente.

Estes resultados demonstram que o número de grãos acompanha o número de nós e de legumes por área e concordam com os obtidos por Board (1985) que verificou redução no número de grãos por área com as semeaduras antes e após a época ideal, principalmente devido à redução do número de nós reprodutivos.

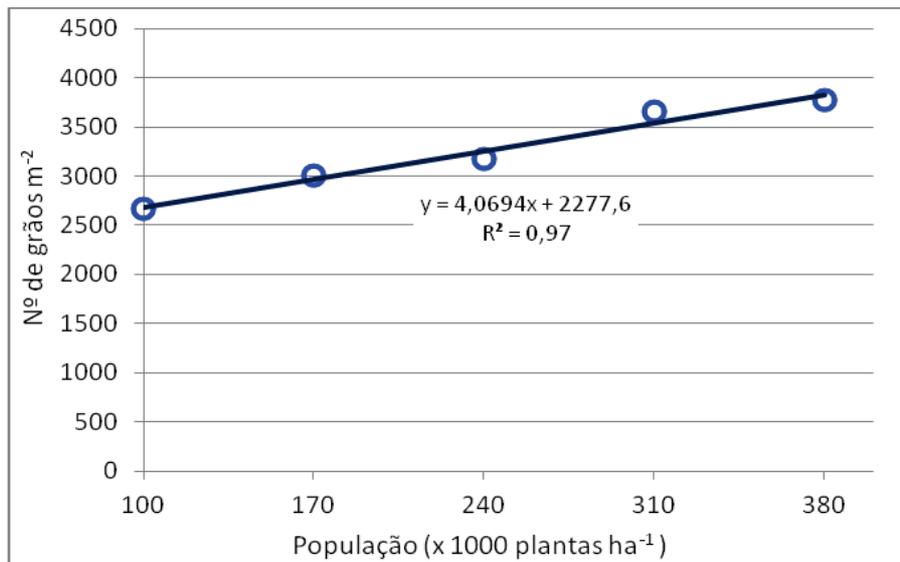


Figura 11 - Número de grãos por metro quadrado, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.

O aumento linear no número de grãos com aumento das populações no ano 2009/2010 indica que a faixa de populações testadas não atingiu o limite suficiente para causar sombreamento e limitar o número de grãos. Egli & Zhen-Wen (1991) verificaram redução no número de grãos por área quando submeteram plantas de dois genótipos de soja a 30 e 60% de sombreamento artificial a partir do estágio R1 no Estado de Kentucky/EUA e a sombreamento por uso

de espaçamentos reduzidos na China. Segundo estes autores, o número de grãos por área aumenta linearmente com a taxa de crescimento da cultura na fase reprodutiva.

O rendimento de grãos variou diferentemente nos dois anos agrícolas. Em 2009/2010, diferiu entre épocas de semeadura e aumentou linearmente com o aumento das populações sem diferir entre os genótipos (Figura 12). Na média dos genótipos e populações, a semeadura de 28/10 superou em 61% a de 15/12 com produção de 3.790 e 2.341 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em 2010/2011, diferiu apenas entre épocas de semeadura. Os maiores rendimentos foram obtidos com semeadura em 12/11 (4.120 kg ha<sup>-1</sup>), que superou em 23,68% os obtidos com semeadura em 14/12 (3.331 kg ha<sup>-1</sup>).

Apesar de não ser constatada ao nível de 5%, quando admitido o limite de 10% de probabilidade de erro, constata-se interação de épocas de semeadura e populações de plantas. Na média dos genótipos, as populações não afetaram o rendimento com a semeadura em 12/11 e, com a semeadura em 14/12 houve aumento em função quadrática até 267,2 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 13).

A amplitude das diferenças verificadas entre épocas de semeadura nos dois anos agrícolas sofreu interferência das condições climáticas, mas revela comportamento consistente para obtenção de rendimentos maiores com semeaduras em novembro, em concordância com as indicações técnicas para a cultura da soja (REUNIÃO, 2009).

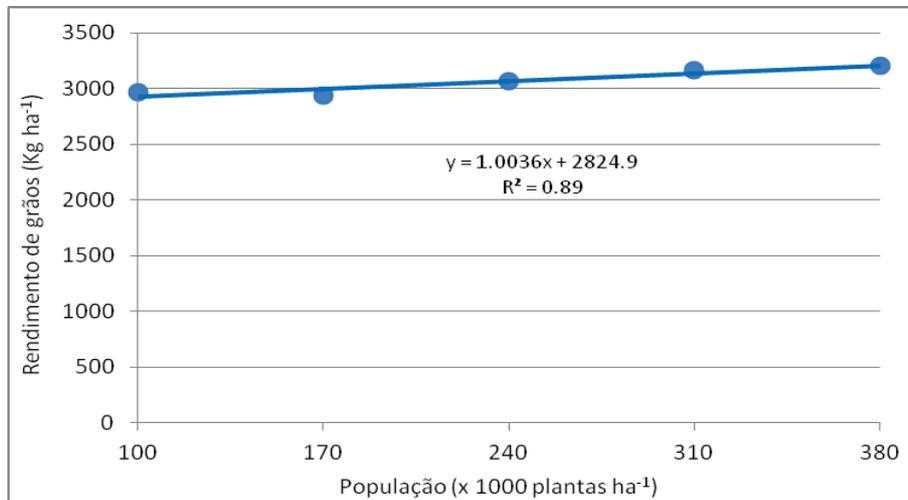


Figura 12 - Rendimento de grãos na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas no ano agrícola de 2009/2010, em Sertão/RS.

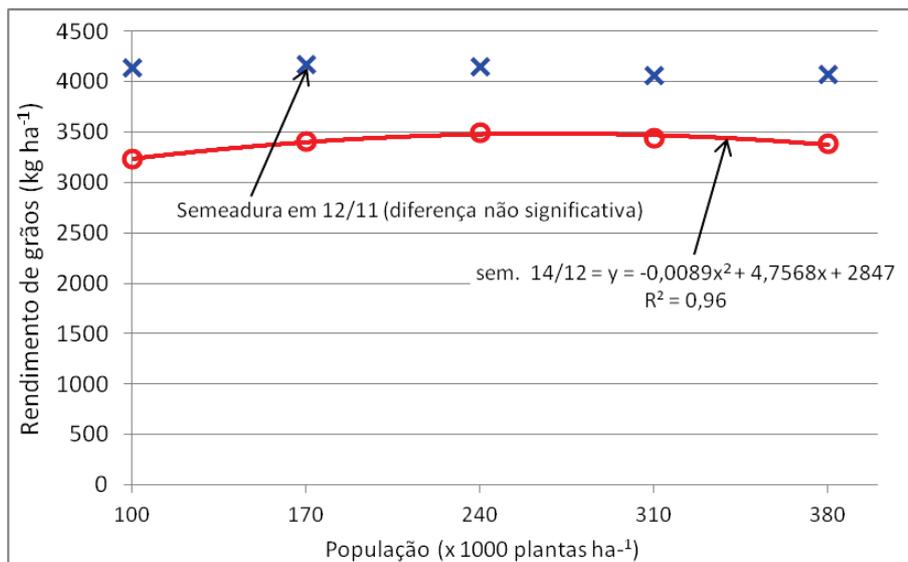


Figura 13 - Rendimento de grãos na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas no ano agrícola de 2010/2011, em Passo Fundo/RS (10% de probabilidade de erro)

Os resultados obtidos na semeadura em 28/10 (ano agrícola 2009/2010) e 12/11 (ano agrícola 2010/2011) demonstram capacidade de compensação em ampla faixa de populações de plantas quando a semeadura é feita dentro da época indicada. Em semeaduras tardias esta capacidade reduz, exigindo melhor ajuste das populações, pois ocorre redução do ciclo (APÊNDICE 12), porte, número de nós e legumes por planta (WILCOX & FRANKENBERGER, 1987; SETTIMI & BOARD, 1988) e conseqüentemente da capacidade de ajuste do rendimento em diferentes populações.

A resposta ao aumento das populações verificada na semeadura de dezembro, em ambos os anos agrícolas, pode estar relacionada à evolução da disponibilidade hídrica registrada durante o ciclo da cultura. Segundo Berlato et al. (1992) o consumo relativo de água, obtido pela relação entre evapotranspiração real/evapotranspiração potencial, explica 86 e 89% das diferenças de rendimento de grãos nos genótipos de ciclo médio e precoce, respectivamente.

Seversike et al. (2009), testaram populações entre 5 e 80 plantas  $m^{-2}$  para genótipos com três e sete folíolos, em Favetteville/EUA (36°05'N e 94°10'W), e obtiveram maior rendimento de grãos com 40 plantas  $m^{-2}$  em ano com deficiência hídrica na fase de crescimento, enquanto em outro, com boa disponibilidade na fase de crescimento e deficiência na fase reprodutiva, o melhor rendimento foi obtido com 16 plantas  $m^{-2}$ .

Bruin & Pedersen (2009b), analisaram trabalhos publicados em diferentes épocas nos EUA e constataram que a produção individual das plantas de genótipos modernos não difere dos

genótipos antigos e o aumento no potencial de rendimento dos genótipos modernos se deve à maior tolerância às altas populações, sendo esta condição fundamental para que estes se expressem. Zhe et al. (2010) classificam o rendimento como a característica agrônômica da soja com maior susceptibilidade aos efeitos das condições ambientais.

O aumento linear no rendimento de grãos com o aumento da população de plantas na semeadura de 15/12 em 2009/2010 pode estar relacionado à maior interceptação de radiação obtida nas maiores populações. Bruin & Pedersen (2009b) constataram aumento de cerca de 40% na CIPAR utilizada entre R1 e R6 quando aumentaram a população de plantas de 4,9 para 44,5 plantas  $m^{-2}$  e segundo Bruin & Pedersen (2009a) a produção de grãos aumenta com a matéria seca acumulada até um limite de 1.200  $g m^{-2}$  no estágio R2 raramente obtido com baixas populações de plantas em semeaduras tardias.

Egli & Cornelius (2009) analisaram 27 trabalhos realizados em diferentes regiões dos Estados Unidos e constataram padrão definido de redução no rendimento que chegou a 1,2%  $dia^{-1}$  de atraso no plantio no extremo Sul, 1,1%  $dia^{-1}$  no meio sul, e 0,7%  $dia^{-1}$  no meio oeste daquele país.

No Brasil não há estudos claros quantificando as perdas, mas Cunha et al. (2001), Rodrigues et al. (2001) e Rodrigues et al. (2007) citam redução no rendimento com semeaduras tardias.

Board (1985) relata redução no rendimento de grãos independente do grupo de maturação dos genótipos com retardo da época de semeadura para período além do considerado ideal e atribui a redução ao menor número de ramos e nós emitidos nas semeaduras

tardias. Em sementeiras antes do período ideal, genótipos com período juvenil longo reduzem menos o rendimento que aqueles sem esta característica.

### **Conclusões**

Populações de plantas e épocas de sementeira interagem na definição do número de nós reprodutivos por área.

O número de grãos por planta e de grãos  $m^{-2}$  é proporcional ao de nós reprodutivos e de legumes, com pequena compensação entre população de plantas e número de legumes por nó.

A melhor época para sementeira dos genótipos “NS 4823 RR” e “NA 5909 RG” é o mês de novembro e as populações de plantas atualmente indicadas para o Rio Grande do Sul podem ser reduzidas na sementeira desta época, sem prejuízos ao rendimento de grãos.

### CAPÍTULO III

#### COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GRÃOS NO CAULE E RAMOS DE SOJA NO ESTÁDIO R5 E NA COLHEITA EM FUNÇÃO DE GENÓTIPOS, POPULAÇÕES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

**Resumo** - O potencial de rendimento da soja é ajustado durante o ciclo, inicialmente pelo número de nós emitidos, depois pelo número de legumes, número de grãos por legume e peso dos grãos. O número de nós varia com o número de ramos. Neste trabalho, objetivou-se caracterizar a participação do caule e dos ramos na formação do rendimento de genótipos de soja com diferentes hábitos de crescimento, em função de épocas de semeadura e populações de plantas. Utilizaram-se os genótipos “NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” e “BR SUL LA”, com semeaduras em 12/11 (época I) e 14/12 (época II), em populações de 100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>, na Universidade de Passo Fundo, RS. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados, e os tratamentos arranjados em parcelas sub subdivididas. O nº de ramos férteis foi maior em R5 que na colheita. O nº de nós reprodutivos nos ramos em R5 foi maior na época I que na II com interação de genótipos e populações na época 2. Os componentes do rendimento verificados nos ramos e no caule em R5 diminuíram entre este estágio e a colheita. As maiores reduções ocorrem nos ramos, em baixas populações de plantas e em semeaduras mais tardias, com interação do genótipo e população, independente do hábito de crescimento.

**Palavras chave:** *Glycine max* (L.) Merrill, ramificação, legumes, nós reprodutivos, arranjos.

**YIELD COMPONENTS IN THE STEM AND BRANCHES OF  
SOYBEAN GENÓTIPOS AFFECTED BY PLANT  
POPULATIONS AND SOWING DATES**

**Abstract** - Soybean yielding potential is adjusted during the cycle, initially by the emission of node numbers, later by the number of legumes, number of grains per legume and weight of grains. The number of nodes will vary with the number of branches. The objective of this work was to characterize stem and branch participation in the formation of yielding soybean genotypes with different growth habit, as for the sowing date and plant populations. By using Genotypes “NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” and genotype BR SUL LA, with sowing dates em 12/11 (sowing date I) and 14/12 (sowing date II), in populations of 100, 170, 240, 310 and 380 thousand plants ha<sup>-1</sup>, at Universidade de Passo Fundo, RS. The experimental design was in completely randomized blocks, and the treatments arranged in subplots. The number of fertile branches was bigger in R5 than in the harvest. The number of reproductive nodes in the branches in R5 was bigger in sowing date I than II with interaction of genotypes and populations in sowing date 2. The yielding components checked in the branches and stem in R5 are decreased between this stage and the harvest. The biggest reductions occurred in the branches, in low

populations of plants and in late sowing dates, with genotype and population interaction, independent of growth habit.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merrill, branching, pods, reproductive nodes, arrangements.

### **Introdução**

Rendimento potencial é o máximo rendimento possível para um genótipo em condições ideais de ambiente e manejo durante todo o ciclo, enquanto potencial de rendimento é o máximo rendimento possível a partir das condições apresentadas pelas plantas em determinado momento de seu desenvolvimento (EVANS & FISCHER, 1999).

O potencial de rendimento é ajustado durante o ciclo da cultura da soja conforme as condições ambientais e de manejo (PIRES et al., 2000; NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002a; NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002b MAEHLER et al., 2003a; PIRES et al., 2005). O ajuste se dá inicialmente pelo número de ramos e de nós, depois pelo número de flores emitidas e a seguir pela abscisão de flores e legumes (JIANG & EGLI, 1993). Em estádios mais avançados de desenvolvimento, o ajuste ocorre pelo número e tamanho do grão (KOLLMANN et al., 1974).

Rendimentos elevados são obtidos quando a cultura apresenta entre os estádios R1 e R5 (início da floração e início do enchimento de grãos, respectivamente) taxa de crescimento de  $15 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e peso total acumulado de matéria seca (MS) no estágio R8

(maturação de colheita) em torno de  $800 \text{ g m}^{-2}$  (BOARD & HARVILLE, 1994). Segundo esses autores, para cada  $100 \text{ g}$  de MS acumulada em R8, até  $600 \text{ g m}^{-2}$ , são produzidos 200 legumes. Entre  $600$  e  $800 \text{ g de MS m}^{-2}$  o aumento é de 135 legumes para cada  $100 \text{ g}$  de MS. Estes índices variam com as populações de plantas (SEVERSIKE et al., 2009), épocas de semeadura, características do genótipo (SALINAS et al., 1996; RODRIGUES et al., 2001), temperatura nos estádios iniciais de crescimento (SEDDIGH & JOLLIFF, 1984; SETTIMI & BOARD, 1988; RODRIGUES et al., 2006) e disponibilidade hídrica (SIONIT & KRAMER, 1977; RASSINI & LIN, 1981a; RODRIGUES et al., 2007).

No sul do Brasil, o maior limitante para obtenção de elevados rendimentos de grãos é a disponibilidade hídrica (THOMAS & COSTA, 2010). Deficiência hídrica no período reprodutivo provoca redução no número de legumes, número de grãos e tamanho dos grãos quando ocorre a partir dos 4, 22 e 36 dias após a floração, respectivamente (MOMEN, et al., 1979). Deficiência antes do estágio R1 (início da floração) reduz o desenvolvimento vegetativo e o número de nós por planta, mas os maiores prejuízos ao rendimento ocorrem com deficiência entre os estádios R3 (início da formação de legumes) e R6 (máximo enchimento de grãos) (RASSINI & LIN, 1981b).

As perdas podem ser diminuídas com semeaduras em épocas que evitem a coincidência das fases de maior sensibilidade da cultura com períodos de déficit hídrico (RODRIGUES et al., 2007; THOMAS et al., 2010). A época de semeadura, entretanto, interfere nas características agronômicas da cultura.

Em sementeiras precoces, dentro do período tolerado pelo genótipo, o ciclo aumenta permitindo maior número de ramos, nós reprodutivos nos ramos (SETTIMI & BOARD, 1988; KANTOLIC & SLAFER, 2007), e legumes por planta (ROBINSON et al., 2009), mas aumentam a estatura das plantas e o risco de acamamento nos genótipos de porte alto (RAY et al., 2008). Sementeiras após a época ideal resultam em menor número de ramos, nós reprodutivos, legumes e grãos por planta, e menores rendimentos que sementeiras na época ótima, independente do genótipo (BOARD, 1985).

Os genótipos respondem diversamente à época de sementeira (LIMA et al., 2000; MENDONÇA et al., 2002). Lima et al. (2000) identificaram genótipos com estabilidade de rendimento em ampla época de sementeira e outros com potencial mais elevado para a sementeira em época específica.

A concentração da sementeira em uma época aumenta os riscos de oscilações de rendimento entre safras, e pode ser inviável em função de limitações ambientais ou de disponibilidade de máquinas (THOMAS et al., 2010).

Em sementeiras tardias, o aumento da população de plantas compensa o menor crescimento nos estádios iniciais (QUEIROZ & MINOR, 1977). Genótipos com hábito de crescimento indeterminado reduzem mais o porte em sementeiras tardias que os de crescimento determinado (WILCOX & FRANKENBERGER, 1987).

A definição de arranjos de plantas específicos para cada genótipo e época de sementeira permite obter rendimentos mais elevados. O melhor arranjo é aquele que proporciona área foliar suficiente para interceptar 64 a 88% da radiação solar incidente

quando a planta atinge o estágio R1 (plena floração) (BOARD & HARVILLE, 1994).

A planta de soja apresenta três gemas em cada nó do caule. Da gema central se origina um ramo primário nos nós basais, ou um rácemo primário nos nós localizados acima da inserção dos ramos primários. Das gemas laterais se originam ramos ou rácemos secundários (GAI et al., 1984). O número e crescimento dos ramos variam em função da radiação solar incidente e do sombreamento resultante da competição inter ou intraespecífica (SMITH, 2000).

Genótipos modernos apresentam rendimentos mais altos em relação aos mais antigos por produzirem maior número de nós reprodutivos, legumes e grãos por área (KAHLON et al., 2011) e tolerarem populações mais elevadas, restando dúvidas se o maior rendimento é devido à maior interceptação da radiação, uma vez que genótipos modernos e antigos apresentam um teto semelhante de rendimento em resposta ao total de radiação interceptada (BRUIN & PEDERSEN, 2009b).

As populações ideais variam em função do espaçamento entre linhas (WALKER et al., 2010). Em semeaduras tardias, espaçamentos reduzidos podem proporcionar maior número de nós reprodutivos por área, com rendimentos mais elevados que os obtidos nos espaçamentos tradicionais (BOARD & HARVILLE, 1993; THOMAS et al., 2010).

O número de ramos por planta reduz linearmente com aumento nas populações, e é o principal mecanismo de compensação do rendimento quando as populações variam; o índice de área foliar e a matéria seca acumulada por área até o estágio R5 estão mais

relacionados com espaçamento entre linhas que com população de plantas (COX & CHERNEY, 2011). Os efeitos da competição intraespecífica aparecem a partir do estágio R2 e são mais evidentes na parte aérea que no sistema radicular (MARVEL et al., 1992).

Marchezan & Costa (1983) constataram diferenças entre genótipos de soja na percentagem de fixação e na distribuição dos legumes entre o caule e os ramos, quando submetidos às mesmas populações e espaçamentos entre linhas. No início da floração, genótipos precoces apresentam menor número de nós no caule que genótipos tardios (JIANG & EGLI, 1993).

Plantas com período juvenil longo apresentam maior número e comprimento dos ramos que as pertencentes aos grupos de maturação V, VI e VII, e cerca de 65% do comprimento dos ramos se desenvolve entre os estádios R1 e R5, havendo pouco crescimento entre R5 e R8 (BOARD & SETTIMI, 1986).

O número de ramos, número de nós e o balanço entre desenvolvimento do caule e ramos é determinado pela quantidade e qualidade da luz que atinge as diferentes partes da planta. Menor luminosidade induz maior crescimento vegetativo e maior número de folhas (SMITH, 2000). A contribuição dos ramos para o rendimento de grãos é maior em espaçamentos maiores, mas espaçamentos menores proporcionam rendimentos mais elevados (SANTOS FILHO et al., 1976).

A expansão da folha individual é mais controlada pela temperatura que pela população de plantas, mas em menores populações há maior alocação de fotoassimilados para os ramos, aumentando a área foliar por planta (BRUIN & PEDERSEN, 2009b).

O número de folhas é menor sob temperaturas diurnas/noturnas consideradas intermediárias (24/24°C) e aumenta em temperaturas mais altas (30/24°C) ou mais baixas (24/18°C) (GANDOLFI et al., 1983). Em temperaturas mais altas aumenta também a diferença de estatura entre genótipos (GANDOLFI et al., 1979). Os maiores índices de área foliar são obtidos com sementeiras em épocas intermediárias (SCHÖFFEL & VOLPE, 2001).

Dybing (1994) não constatou relação entre número de folhas, matéria seca de folhas e número de flores emitidas com o rendimento de grãos e destaca a necessidade de considerar diversas variáveis para prever o rendimento a partir de características observadas no período de floração da soja. Para Board & Harville (1993), entretanto, a redução no número de folhas entre R1 e R5 resulta em redução similar no número de legumes quando a desfolha ocorre próximo ao estágio R1, ou redução no tamanho do grão quando a desfolha se aproxima do estágio R6, ambas reduzindo o rendimento de grãos. Desfolhamento antes da quarta semana após o início do enchimento de grãos reduz o número de grãos, em menor proporção nos desfolhamentos menos intensos ou mais tardios (BOARD et al., 2010).

O número de legumes por planta reduz linearmente com aumento das populações (HICKS et al., 1969; KUSS et al., 2008). Quando a população é elevada para níveis capazes de provocar autossombreamento, ocorre redução no número de grãos produzidos por área, sem afetar o peso dos grãos (EGLI & ZHEN-WEN, 1991). Proulx & Naeve (2009), entretanto, verificaram redução no peso dos grãos em escala linear com o aumento nos níveis de sombreamento

artificial aplicados no estágio R5 da cultura, o que indica redução no peso dos grãos quando o sombreamento ocorre em estádios reprodutivos mais avançados.

Redução no número de legumes sem redução na área foliar provoca pequeno aumento no número de grãos por legume e no tamanho dos grãos (NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002a) e, redução na radiação incidente entre R1 e R5 reduz o número de nós no caule, e, nos ramos, reduz o número de nós reprodutivos e o número de legumes por nó (BOARD et al., 1995).

A oferta de fotoassimilados determina o número de legumes que se desenvolve até a maturação em cada nó, havendo pouca compensação entre diferentes nós, e a abscisão dos legumes excedentes ocorre antes que estes atinjam 1,6 cm de comprimento (HEITHOLT et al., 1986). Hansen & Shibles (1978) verificaram maior percentual de legumes maduros em relação ao número de flores e legumes formados, nos nós superiores que nos nós inferiores do caule e nos ramos.

Segundo Board & Harville (1993) a redução da interceptação da radiação entre R4 e R6 reduz o rendimento de grãos principalmente por diminuir o número de legumes, pois o número de grãos por legume e o peso dos grãos não são afetados. Para estes autores, o número de nós e de nós reprodutivos variam pouco, sendo a maior diferença verificada no número de legumes por nó.

O número de legumes por área aumenta em função quadrática com o aumento para até 400 nós reprodutivos  $m^{-2}$ ; a partir de 600 nós, não há acréscimo no número de legumes e no rendimento; o número de grãos é mais influenciado pelo número de legumes por

área que pelo número de grãos por legume (BOARD & MARICHERLA, 2008).

Bruin & Pedersen (2009a) citam o estágio R5.5 como momento crítico para definição do número de grãos por área e afirmam que o maior rendimento em genótipos modernos é explicado pelo maior acúmulo de matéria seca na fase vegetativa, que promove a fixação de maior número de legumes e grãos com consequente manutenção do dreno ativo e da atividade fotossintética por mais tempo. Genótipos modernos apresentam maior rendimento de grãos devido à maior produção por planta e a maior tolerância à altas densidades que genótipos mais antigos (BRUIN & PEDERSEN, 2009b).

Nas condições do Rio Grande do Sul, os ajustes mais significativos nos potenciais de rendimento ocorrem entre os meses de janeiro, fevereiro e março, quando as condições meteorológicas demonstram maiores níveis de correlação com os resultados da safra (FONTANA et al., 2001). As maiores perdas de rendimento ocorrem com deficiência hídrica em janeiro e diminuem com as deficiências em fevereiro e março (KRÜGER et al., 2007).

Thomas et al. (2010) destacam a importância de caracterizar os componentes secundários do rendimento (número de ramos, número de nós reprodutivos e número de legumes por nó) como conhecimento básico necessário ao aperfeiçoamento de técnicas de manejo para a cultura da soja.

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar a participação do caule e dos ramos na formação do rendimento de genótipos de soja

de diferentes hábitos de crescimento em função de épocas de semeadura e populações de plantas.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária - Cepagro/UPF, município de Passo Fundo/RS sob as coordenadas 28°21'S e 52°39'W e 687 m de altitude (APOLO XI, 2009), no ano agrícola de 2010/2011.

Foram utilizadas duas épocas de semeadura (12/11 e 14/12 de 2010), quatro genótipos (“NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” e “BR SUL LA”) e cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados com quatro repetições e os tratamentos arrançados em parcelas sub subdivididas com a época de semeadura na parcela principal, os genótipos nas subparcelas e as populações de plantas nas sub subparcelas. Cada sub subparcela constou de sete linhas distanciadas de 50 centímetros entre si e com cinco metros de comprimentos.

Os genótipos utilizados apresentam as seguintes características: “NS 4823 RR” - ciclo de 42 dias da emergência à floração e 116 dias da emergência à colheita, hábito de crescimento indeterminado, porte médio e médio potencial de ramificação; “NA 5909 RG” - ciclo semiprecoce, hábito de crescimento indeterminado e alto potencial de ramificação; “A 6411 RG” - ciclo semiprecoce,

hábito de crescimento determinado aspecto semiereto e alto potencial de ramificação; genótipo “BR SUL LA” - ciclo semiprecoce, hábito de crescimento determinado (em fase de estudos de adaptação para as condições do Rio Grande do Sul) (dados fornecidos pela detentora dos direitos sobre esses genótipos no Brasil).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Húmico (STRECK et al., 2002) e apresentou as seguintes características químicas em análise realizada antes da instalação do experimento:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 6,0$ ;  $\text{pH}_{\text{SMP}} = 6,2$ ;  $\text{Al}^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{++} = 9,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++} = 4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 27,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 238 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 13 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 3,3 \%$ .

O experimento foi instalado em sistema de semeadura direta em solo com cobertura de  $4,2 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca aparente de aveia preta.

O manejo da cobertura consistiu da aplicação de glifosato a  $1.080 \text{ g e. a. ha}^{-1}$ , 24 dias antes da primeira semeadura, em toda a área do experimento, quando a aveia se encontrava no estágio de grão leitoso. Dessecação complementar foi realizada nas parcelas correspondentes às épocas de semeadura I e II nos dias 11/11/2010 e 11/12/2010, respectivamente, com diurom + dicloreto de paraquate na dose de  $200 + 400 \text{ g de i. a. ha}^{-1}$ .

As sementes utilizadas em cada época foram tratadas no dia da semeadura com carboxim + thiram ( $0,6 + 0,6 \text{ g i. a. kg}^{-1}$  de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio líquido ( $3 \text{ mL de p. c. kg}^{-1}$  de sementes).

A semeadura foi realizada em 12/11/2010 (época I) e 14/12/2010 (época II), ambas com semeadora/adubadora comercial

marca Kuhn Metasa, modelo PDM com sete linhas instaladas para semeadura de soja no espaçamento 50 cm. O número de sementes foi ajustado para as parcelas de população máxima corrigido para o poder germinativo das sementes mais um adicional de 20%. O ajuste da população em cada sub parcela foi realizado por desbaste manual quando as plantas se encontravam no estágio V2 (primeira folha trifoliolada totalmente desenvolvida).

A adubação constou de 13 kg de N, 64 kg de  $P_2O_5$  e 64 kg de  $K_2O$   $ha^{-1}$ , aplicados na linha, concomitante com a semeadura.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com glifosato (1000 g e. a.  $ha^{-1}$ ) em 09/12/2010 e 05/01/2011, nas parcelas correspondentes às épocas de semeadura I e II, respectivamente. Devido o alto índice de reinfestação foi realizada outra aplicação de glifosato (864 g de e. a.  $ha^{-1}$ ) em 23/12/2010 e 28/01/2011 nas parcelas correspondentes às épocas de semeadura I e II, respectivamente. Plantas daninhas remanescentes ou reinfestantes foram eliminadas manualmente conforme a necessidade.

O controle de pragas em ambas as épocas de semeadura foi realizado conforme a necessidade utilizando-se tiametoxan e triflumuron, seguindo as recomendações para a cultura da soja.

Para o controle de doenças foram realizadas aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina (30 + 66,2 g  $ha^{-1}$ ) em 14/01/2011 e 11/02/2011 nas parcelas referentes à Época I, e em 11/02/2011 e 09/03/2011 nas parcelas referentes a Época II.

A evolução dos estádios fenológicos foi avaliada segundo a escala de Fehr e Caviness (1977) (APÊNDICE 13) realizando-se

observações semanais a partir do início da floração em dez plantas por parcela. Os dados obtidos encontram-se nos APÊNDICES 11 e 12.

Cada linha de plantas recebeu um número entre um e sete, conforme a ordem de localização na sub subparcela. As linhas um, três e sete foram consideradas bordaduras.

Quando as plantas atingiram o estágio R5 (pelo menos um legume apresentando grão com mais de 3 mm de comprimento em um dos últimos quatro nós com trifólio completamente desenvolvido no ápice da planta), foram selecionadas na linha dois, cinco plantas em sequência, regularmente distribuídas de forma representativa da população correspondente à sub subparcela.

As plantas selecionadas foram cortadas com tesoura de poda, rente ao solo e recolhidas para posterior avaliação.

Das plantas recolhidas, os ramos foram separados do caule e avaliados:

- Número de ramos com mais de um nó visível;
- Número de nós reprodutivos (nós apresentando pelo menos um legume ou flor aberta) nos ramos;
- Número de legumes com mais de 1,2 cm nos ramos;
- Número de nós reprodutivos (nós apresentando pelo menos um legume ou flor aberta) no caule; e
- Número de legumes com mais de 1,2 cm no caule;

No dia da colheita de cada genótipo, foram colhidas outras cinco plantas localizadas em sequência na linha dois, posicionadas de forma representativa da população correspondente à sub subparcela e respeitando-se a o mínimo de 50 cm de distância das posições das plantas usadas na avaliação do estágio R5.

Das plantas selecionadas na colheita, os ramos foram separados do caule e avaliados:

- Número de ramos com pelo menos um nó fértil (nó apresentando pelo menos um legume);
- Número de nós reprodutivos por planta;
- Número de nós reprodutivos (nós com pelo menos um legume) nos ramos;
- Número de legumes com um, dois, três e quatro grãos, nos ramos;
- Número de nós reprodutivos (apresentando pelo menos um legume) no caule;
- Número de legumes com um, dois, três e quatro grãos no caule; e
- Número de grãos por legume no caule e nos ramos, obtido pela aplicação da seguinte equação em cada caso:

$$\text{NGL} = \frac{(\text{L1G} \times 1) + (\text{L2G} \times 2) + (\text{L3G} \times 3) + \text{L4G} \times 4}{\text{L1G} + \text{L2G} + \text{L3G} + \text{L4G}}$$

Onde:

NGL = número de grãos por legume;

L1G = número de legumes com um grão;

L2G = número de legumes com dois grãos;

L3G = número de legumes com tres grãos;

L4G = número de legumes com quatro grãos.

O número de nós reprodutivos por planta foi obtido pela soma do número de nós reprodutivos nos ramos ao número de nós reprodutivos no caule.

Para o número de legumes por nó reprodutivo, dividiu-se o número de legumes pelo número de nós reprodutivos.

Os dados obtidos diretamente e os derivados foram submetidos a análise de variância, e quando apresentaram diferença significativa, aos devidos desdobramentos e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e o efeito das populações foi avaliado por análise de regressão, testando-se os modelos de ajuste linear, quadrático e logarítmico, ambos com auxílio de programa estatístico Sisvar da Universidade Federal de Lavras. O esquema da análise de variância realizada e os quadrados médios resultantes estão no APÊNDICE 5.

### **Resultados e Discussão**

As precipitações pluviais mantiveram-se próximo ou acima das médias mensais durante o período do experimento, mas a distribuição foi irregular. Novembro apresentou pouca precipitação no primeiro e no início do segundo decêndio, antes da semeadura da época I, mas no final do segundo e no terceiro decêndios estas estiveram próximas à média para o período. Entre dezembro e fevereiro, a precipitação se manteve acima das médias mensais e a distribuição permitiu bons níveis de compensação entre os decêndios evitando períodos prolongados com baixa precipitação. Em março, apesar das precipitações acima da média para o mês, estas se concentraram apenas no final do segundo e no terceiro decêndio, ocorrendo um período de estiagem entre o primeiro e o segundo decêndios (APÊNDICE 9).

As temperaturas também se mantiveram próximas às médias mensais, com exceção de janeiro que apresentou temperatura

em torno de 1°C acima da média histórica, e do mês e abril que também apresentou temperaturas acima da média (APÊNDICE 10).

O número de ramos por planta (NRP) no estádio R5 diferiu entre genótipos e populações, sem diferenças entre épocas de semeadura ou interação dos fatores. O genótipo “NA 5909 RG” apresentou maior número de ramos (8,01) neste estádio, seguido pelo “A 6411 RG” (6,05) e pelo “BR SUL LA” (5,84) que não diferiram entre si e superaram o “NS 4823 RR” (4,18). O aumento das populações reduziu linearmente o NRP (Figura 1).

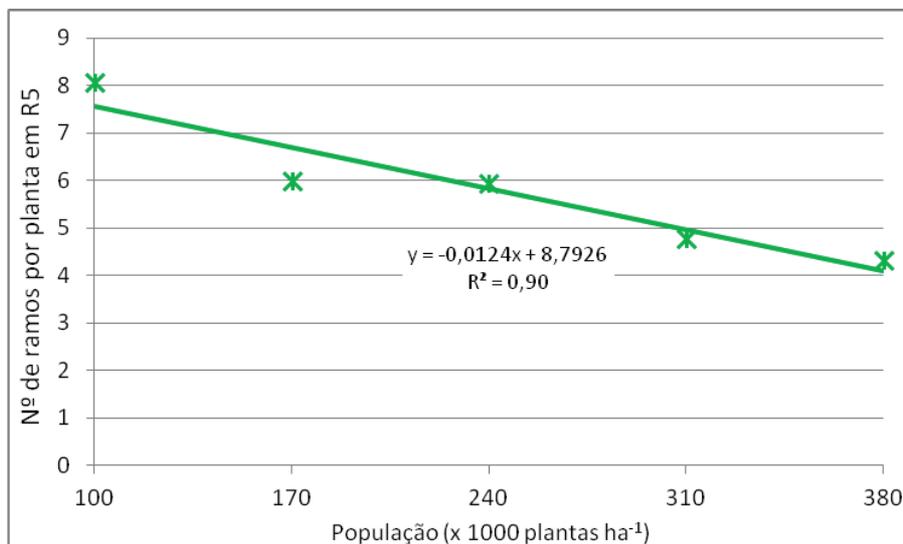


Figura 1 - Número de ramos por planta no estádio R5, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Na colheita, o NRP diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas sem interação dos fatores. A semeadura de 12/11 proporcionou maior NRP (5,44) que a de 14/12 (4,84). Na média das épocas de semeadura e populações, o maior NRP

foi do genótipo “NA 5909 RG” (6,5) seguido pelo “A 6411 RG” (5,49), “BR SUL LA” (4,94) e “NS 4823 RR” (3,62) com diferença entre todos. Nas duas épocas de semeadura o aumento das populações reduziu em escala logarítmica o NRP na colheita, porém a redução foi maior na semeadura de dezembro, cuja diferença é detectada ao nível de 7% de probabilidade de erro, onde se constata interação de épocas de semeadura e populações de plantas (Figura 2).

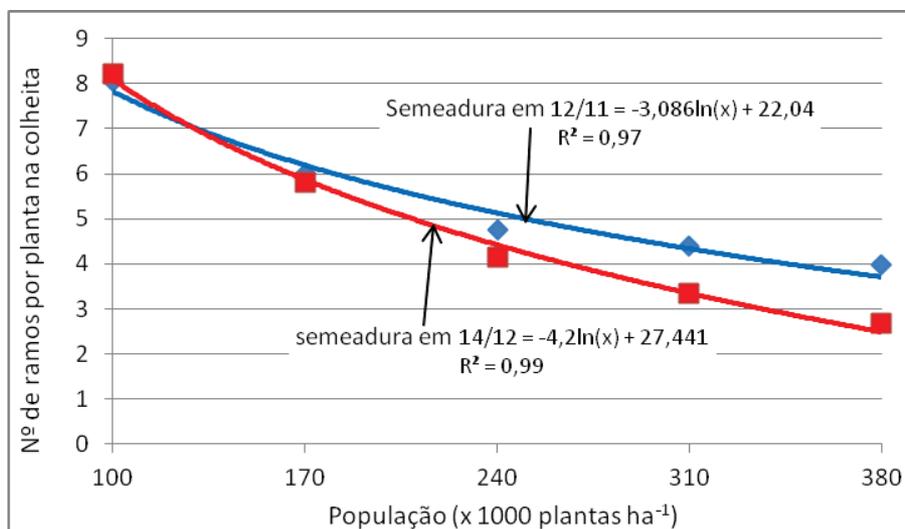


Figura 2 - Número de ramos por planta na colheita, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas (7% de probabilidade de erro). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Os resultados obtidos concordam com Ludwig et al. (2010) que observaram interação de genótipos, populações e épocas de semeadura. Concordam também com Board (1985) que observou redução no NRP com semeaduras tardias.

Diferenças entre populações estão de acordo com Cox & Cherney (2011) que observaram redução linear no NRP com aumento nas populações independente dos espaçamentos entre linhas.

O número de nós reprodutivos por planta na colheita diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, com interação dos fatores. Em ambas épocas de semeadura, reduziu em escala logarítmica com aumento das populações em todos os genótipos. Não diferiu entre estes nas menores populações na semeadura de 12/11 e reduziu mais no “BR SUL LA” que nos demais genótipos com aumento das populações (Figura 3a). Na semeadura de 14/12, foi maior nos genótipos “NA 5909 RG” e “NS 4823 RR”, de hábito de crescimento indeterminado, nas menores populações e se igualou entre os genótipos em populações mais elevadas (Figura 3b).

A redução do número de nós por planta com semeadura tardia em genótipos de hábito de crescimento indeterminado concorda com Wilcox & Frankerberger (1987) e a interação de genótipos e populações está de acordo com Ludwig et al. (2010).

Bruns (2011), entretanto, não observou diferença no número total de nós por planta ao testar populações entre 20 e 50 plantas  $m^{-2}$ , o que pode indicar diferença de resposta dos genótipos ou que as populações afetam mais a percentagem de nós férteis que o número total de nós por planta.

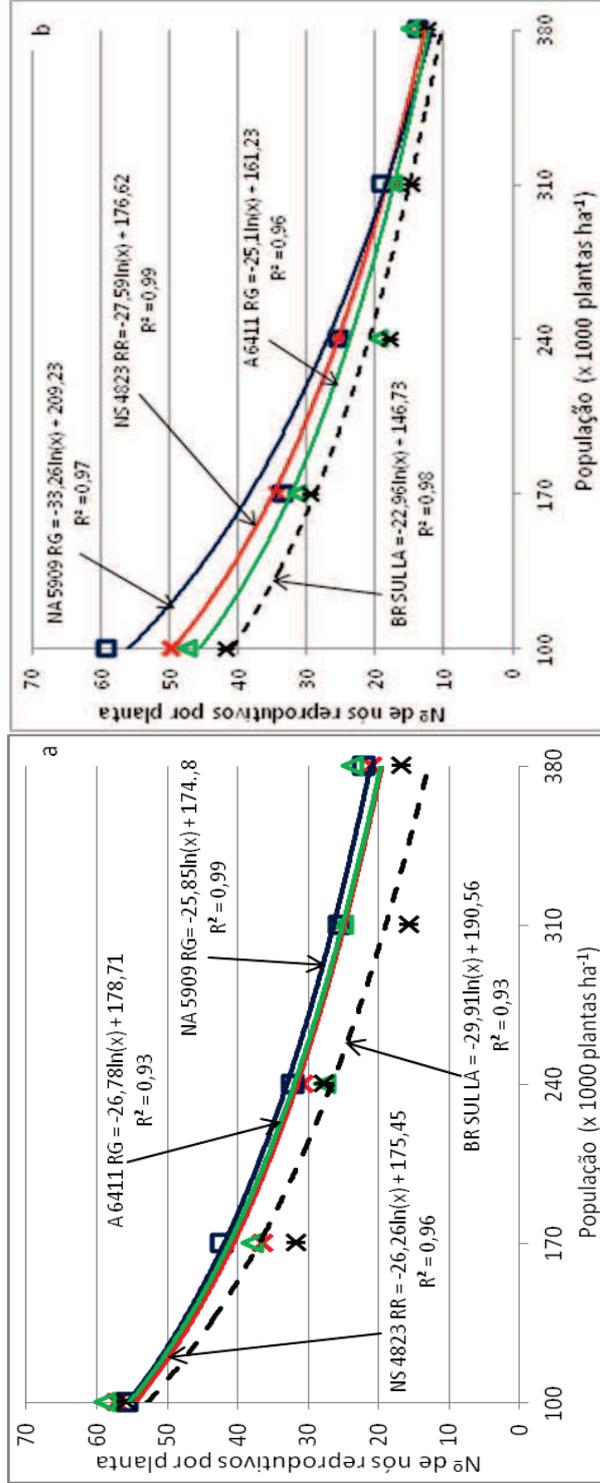


Figura 3 - Número de nós reprodutivos por planta na colheita em função dos genótipos e populações de plantas com semeaduras em 12/11 (a) e 14/12 (b). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

O número de nós reprodutivos nos ramos por planta em R5 (NRepRP-R5) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, sem interação dos fatores. As semeaduras de 12/11 e 14/12 resultaram em 27 e 22 NRepRP-R5, diferindo entre si. Na média das épocas, os genótipos “NA 5909 RG” e “A 6411 RG” não diferiram entre si e superaram o “NS 4823 RR” e o “BR SUL LA”, que também não diferiram entre si com 30, 28, 20 e 21 NRepRP-R5, respectivamente. O aumento das populações resultou em redução do NRepRP-R5 em escala logarítmica (Figura 4).

O número de nós reprodutivos nos ramos por planta na colheita (NRepRP-C) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, com interação dos fatores. Na semeadura de 12/11, todos os genótipos reduziram o NRepRP-C em escala logarítmica (Figura 5a), enquanto na de 14/12, o genótipo “NS 4823 RR” reduziu linearmente e os demais mantiveram redução em escala logarítmica com o aumento nas populações (Figura 5b).

Na semeadura de 12/11, o genótipo “NA 5909 RG” desenvolveu mais nós reprodutivos nos ramos que os demais genótipos em todas as populações (Figura 5a), enquanto na de 14/12, se igualou ao “A 6411 RG” em populações superiores a 310 mil plantas  $ha^{-1}$  (Figura 5b). O número total de nós reprodutivos por planta esteve associado ao genótipo, independente do hábito de crescimento.

Os resultados obtidos estão de acordo com Board (1985) que observou redução no número de nós férteis por planta, devido à diminuição no número e comprimento dos ramos e na proporção de nós férteis com semeadura fora do período ideal, com diferença de resposta entre genótipos.

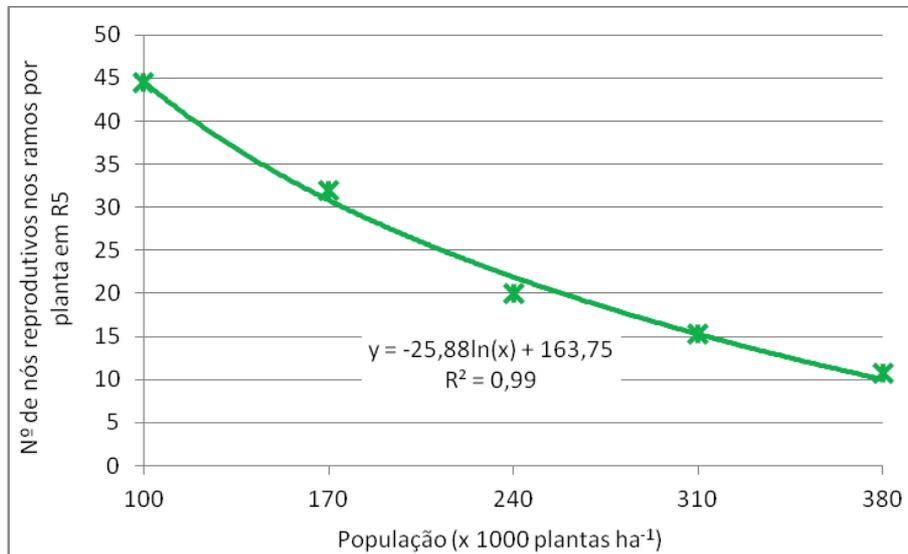


Figura 4 - Número de nós reprodutivos nos ramos por planta no estágio R5, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

As diferenças entre épocas de semeadura concordam com Settini & Board (1988) que verificaram maior comprimento e número de nós nos ramos com semeadura em época intermediária que em época tardia, e com Kantolic & Slafer (2007) que observaram aumento no número de nós no caule e nos ramos do genótipo “A 6411 RG” com aumento do fotoperíodo entre os estádios R3 e R6, situação similar à da semeadura em 12/11 em relação à de 14/12.

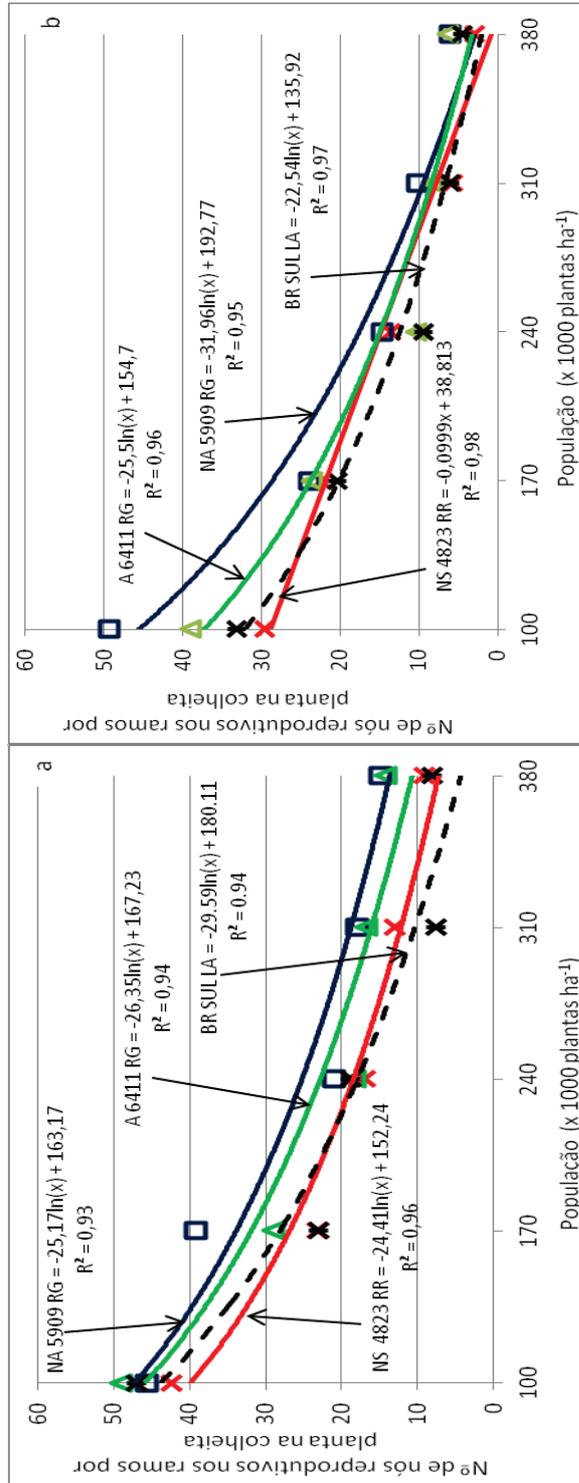


Figura 5 - Número de nós reprodutivos nos ramos por planta na colheita em função dos genótipos e populações de plantas, com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

O número de nós reprodutivos no caule no estágio R5 (NRepC-R5) apresentou interação de épocas de semeadura e genótipos e de populações de plantas e genótipos. O genótipo “NA 5909 RG” semeado em 12/11 apresentou menos NRepC-R5 que o semeado em 14/12. Os demais genótipos responderam inversamente, com mais NRepC-R5 na semeadura de 12/11 que na de 14/12 (Tabela 1). Na média das épocas de semeadura, o genótipo “NS 4823 RR” reduziu linearmente o NRepC-R5 enquanto os demais não diferiram com o aumento das populações (Figura 6).

Na colheita, o número de nós reprodutivos no caule (NRepC-C) diferiu entre populações de plantas e entre genótipos com interação de genótipos e épocas de semeadura. O genótipo “NA 5909 RG” apresentou maior NRepC-C com semeadura em 14/12 que em 12/11 e o “NS 4823 RR” comportou-se de forma inversa, com mais NRepC-C na semeadura de 12/11. Os genótipos “A 6411 RG” e “BR SUL LA”, não diferiram entre épocas (Tabela 2).

Tabela 1 - Número de nós reprodutivos no caule por planta no estágio R5, na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |           |
|------------|--------------------|-----------|
|            | 12/11              | 14/12     |
| NS 4823 RR | A 13,32 a          | B 12,17 a |
| NA 5909 RG | B 8,27 c           | A 9,65 b  |
| A 6411 RG  | A 10,27 b          | B 9,12 b  |
| BR SUL LA  | A 10,67 b          | B 8,75 b  |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

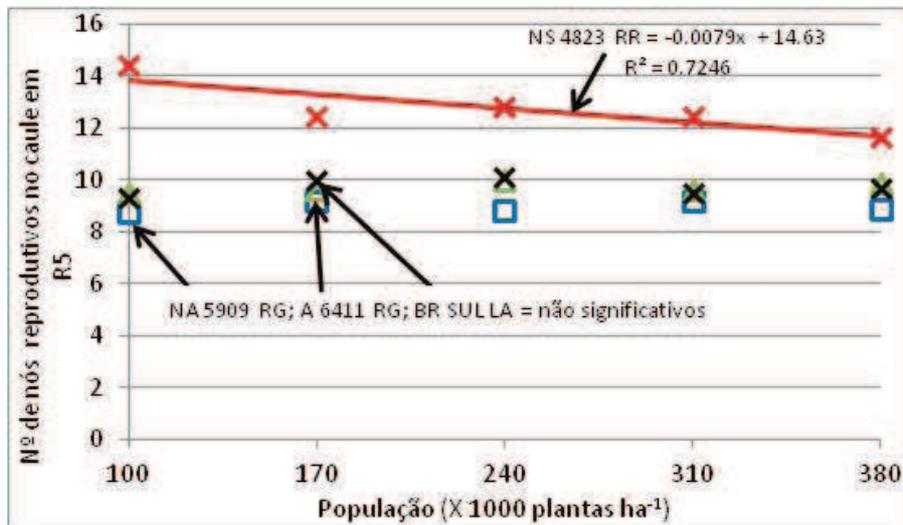


Figura 6 - Número de nós reprodutivos no caule por planta no estágio R5 em função dos genótipos e populações de plantas, na média das épocas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Os resultados estão de acordo com Nogueira et al. (1983) que observaram diferenças no número de nós por planta entre genótipos e épocas de semeadura, com o máximo sendo obtido nas semeaduras entre 05/10 e 14/11 variando com o genótipo. Concordam também com Nogueira et al. (1984) que consideram número de nós e o número de legumes por planta como os componentes do rendimento que mais variam com as épocas de semeadura.

O aumento das populações de plantas provocou redução linear no NRepC-C sem interação dos fatores (Figura 7).

Os resultados concordam, também, em parte com Egli et al. (1985) que verificaram maior número de nós no caule com semeaduras no cedo e com Navarro Júnior & Costa (2002a) que não verificaram diferença no número de nós no caule e na planta inteira

entre genótipos. Discordam, entretanto, de Martins et al. (1999) que verificaram maior número de nós no caule nos genótipos tardios, semeados em época normal.

Tabela 2 - Número de nós reprodutivos no caule por planta na colheita, na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |           |
|------------|--------------------|-----------|
|            | 12/11              | 14/12     |
| NS 4823 RR | A 13,28 a          | B 12,04 a |
| NA 5909 RG | B 7,85 b           | A 9,50 b  |
| A 6411 RR  | A 9,18 b           | A 8,69 b  |
| BR SUL LA  | A 8,73 b           | A 8,55 b  |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

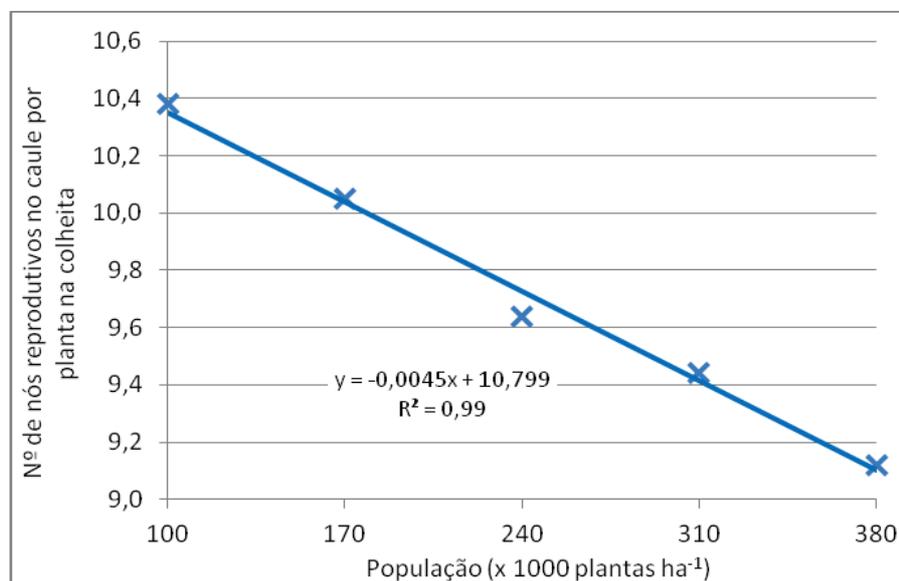


Figura 7 - Número de nós reprodutivos no caule por planta na colheita na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

As diferenças entre genótipos, apesar de significativas, tornaram-se menores na semeadura de dezembro, o que concorda com Martins et al. (2011) que verificaram maior efeito do ambiente que do genótipo no número final de nós no caule e ausência de diferenças entre genótipos com semeaduras em dezembro e janeiro.

O número de legumes nos ramos por planta em R5 (LRP-R5) diferiu entre genótipos e populações de plantas, sem diferenças entre épocas de semeadura ou interação dos fatores. Na média das épocas de semeadura e populações de plantas, o “A 6411 RG”, o “NA 5909 RG” e o “BR SUL LA” produziram, respectivamente, 60, 56, e 50 LRP-R5, sem diferirem entre si e superaram o “NS 4823 RR” que produziu 38 LRP-R5.

Na média das épocas de semeadura e genótipos, o aumento das populações reduziu o número de LRP-R5 em escala logarítmica (Figura 8).

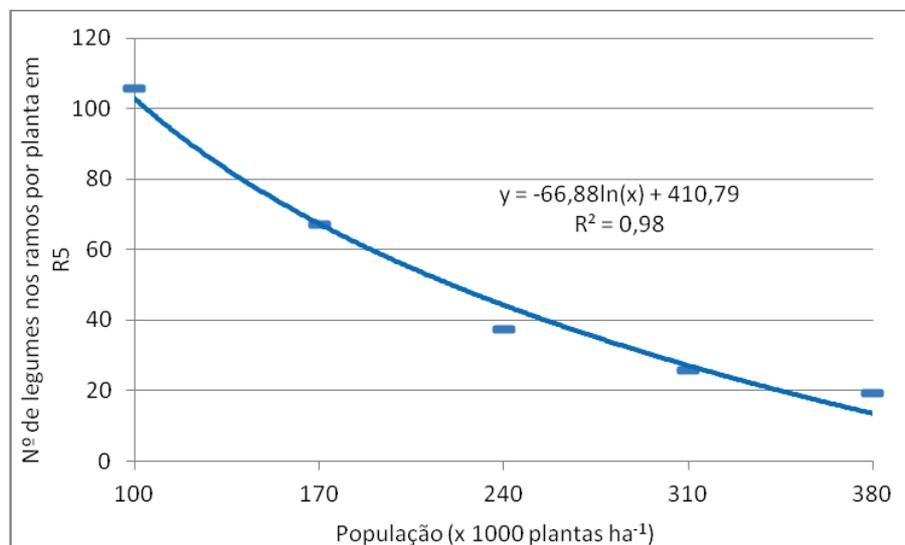


Figura 8 - Número de legumes nos ramos por planta em R5 na média das épocas de semeadura e genótipos, em função populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

O número de legumes nos ramos por planta na colheita (LRP-C) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, com interação de genótipos e populações. A semeadura de 12/11 resultou em maior número de legumes nos ramos (45,8) que a de 14/12 (38,5).

Todos os genótipos reduziram o número de LRP-C em escala logarítmica com o aumento das populações, porém a redução foi menor no genótipo “NS 4823 RR”. Este genótipo foi inferior aos demais nas populações de 100 e 170 mil plantas  $ha^{-1}$ , mas se igualou a estes nas populações mais elevadas (Figura 9).

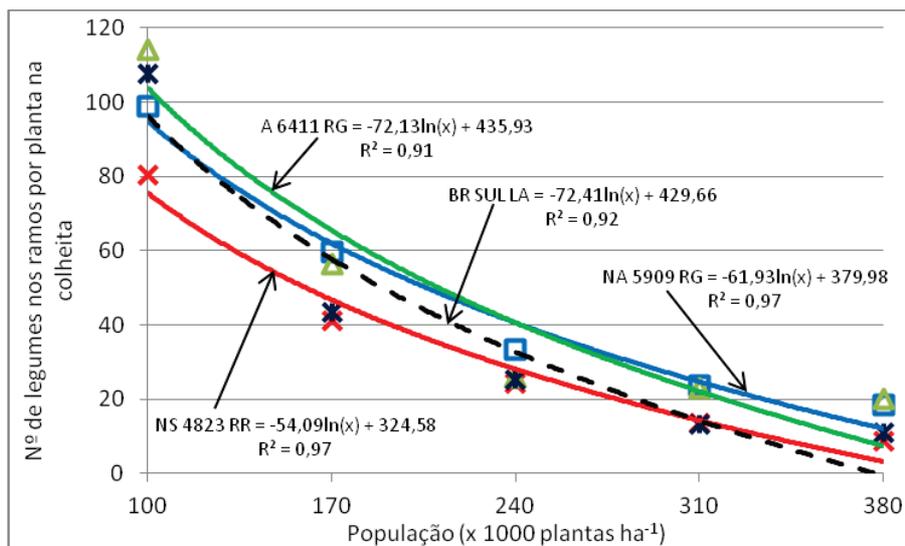


Figura 9 - Número de legumes nos ramos por planta na colheita, na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

O número de legumes no caule no estágio R5 (NLC-R5) diferiu entre populações de plantas, com interação de genótipos e épocas de semeadura. Na semeadura de 12/11, os genótipos “NS 4823 RR” e “BR SUL LA” não diferiram entre si e foram superiores ao “A

6411 RG” que também foi superior ao “NA 5909 RG”. Na semeadura de 14/12, os genótipos “NS 4823 RR” e “BR SUL LA” não diferiram entre si e foram superiores aos “A 6411 RG” e “NA 5909 RG” que também não diferiram entre si. Na comparação das épocas, o genótipo “NS 4823 RR” produziu maior NLC-R5 na semeadura de 12/11, enquanto os demais tiveram comportamento inverso, com maior NLC-R5 na semeadura de 14/12 (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de legumes no caule da planta no estágio R5 na média das populações de plantas, em função dos genótipos e épocas de semeadura (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |           |
|------------|--------------------|-----------|
|            | 12/11              | 14/12     |
| NS 4823 RR | A 41,07 a          | B 36,62 a |
| NA 5909 RG | B 20,78 c          | A 28,88 b |
| A 6411 RR  | A 30,55 b          | A 29,53 b |
| BR SUL LA  | A 39,95 a          | A 38,53 a |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O número de legumes no caule na colheita (NLC-C) diferiu entre genótipos e populações de plantas, com interação de genótipos e épocas de semeadura e de épocas de semeadura e populações de plantas.

O aumento da população de plantas reduziu linearmente o NLC-R5 (Figura 10).

Na semeadura de 12/11, os genótipos “NS 4823 RR” e “BR SUL LA” não diferiram no NLC-C e foram superiores ao “A 6411 RG” que também superou o “NA 5909 RG”. Com semeadura em

14/12, o genótipo “NS 4823 RR” não diferiu do “BR SUL LA”. Este não diferiu do “A 6411 RG” que também não diferiu do “NA 5909 RG” (Tabela 4).

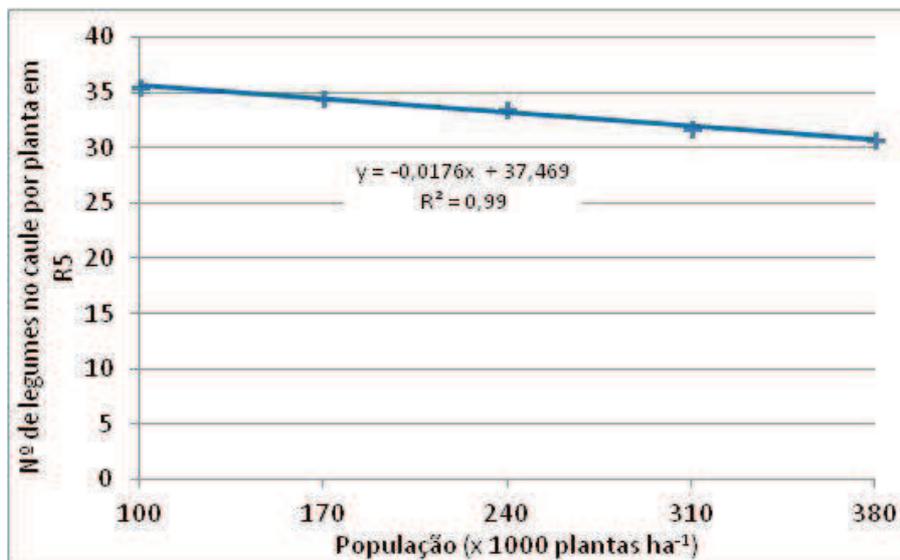


Figura 10 - Número de legumes no caule por planta no estágio R5 na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Tabela 4 – Número de legumes no caule da planta na época da colheita, na média das populações de plantas, em função dos genótipos e épocas de semeadura (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |            |
|------------|--------------------|------------|
|            | 12/11              | 14/12      |
| NS 4823 RR | A 38,56 a          | B 34,85 a  |
| NA 5909 RG | B 20,18 c          | A 26,62 c  |
| A 6411 RR  | A 29,51 b          | A 29,61 bc |
| BR SUL LA  | A 36,48 a          | B 33,17 ab |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O aumento das populações de plantas provocou redução linear no NLC-C nas duas épocas de semeadura, mas na semeadura de 14/12, a redução foi mais intensa que na de 12/11, principalmente entre as populações de 240 e 310 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 11).

Os resultados demonstram maior estabilidade no número de legumes produzidos no caule pelo genótipo “A 6411 RG” independente da época de semeadura e das populações de plantas e demonstram que a redução no número de legumes por planta verificada por Hicks et al. (1969) em função do aumento nas populações de plantas se deve mais à redução do número de legumes nos ramos que no caule.

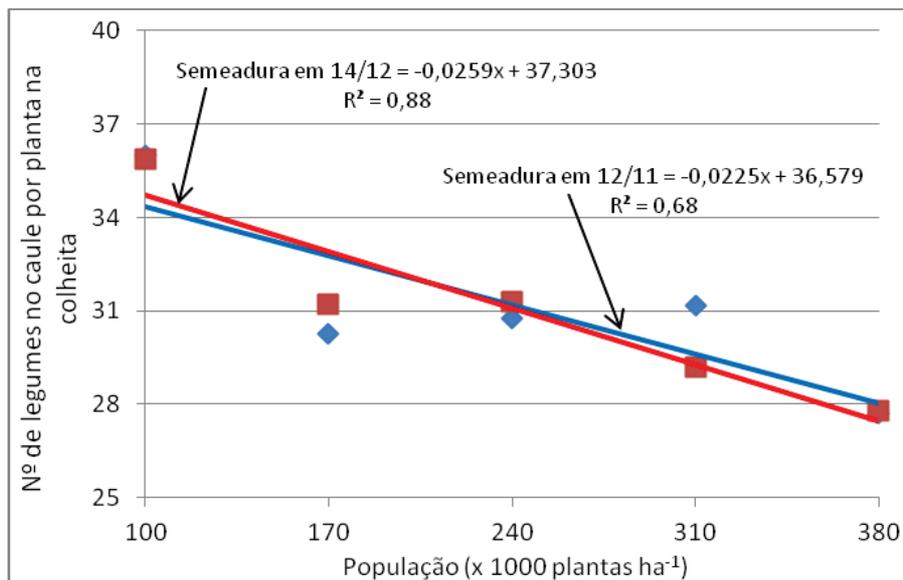


Figura 11 - Número de legumes no caule por planta na colheita, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A interação de genótipos e épocas de semeadura indica que os resultados obtidos por Settimi & Board (1988), que não observaram diferenças no número de legumes produzidos no caule entre épocas de semeadura não podem ser extrapoladas para todos os genótipos.

Os resultados concordam com Marchezan & Costa (1983) que verificaram diferença entre genótipos na distribuição dos legumes entre caule e ramos onde os percentuais de fixação foram, respectivamente, 14 e 19% das flores emitidas.

A redução do número de legumes por planta com aumento das populações concorda com Queiroz & Minor (1977), e com Peixoto et al. (2000) que constataram, ainda, interação de genótipos e populações de plantas com semeadura em época normal.

O número de legumes por nó reprodutivo nos ramos no estágio R5 (NLNRepR-R5) diferiu entre genótipos e populações de plantas com interação destes fatores e não diferiu entre épocas de semeadura. Foi maior no genótipo “BR SUL LA” sob a população de 100 mil plantas  $ha^{-1}$  e reduziu em escala logarítmica com o aumento das populações inclusive no “NS 4823 RR” e “A 6411 RG”, mas se igualou aos demais em populações iguais ou superiores a 170 mil plantas  $ha^{-1}$ . O “NA 5909 RG”, reduziu o NLNRepR-R5 em função quadrática até 283,3 mil plantas  $ha^{-1}$  (Figura 12).

Na colheita, o número de legumes por nó reprodutivo nos ramos (NLNRepR-C) diferiu entre épocas, genótipos e populações de plantas, sem interação dos fatores.

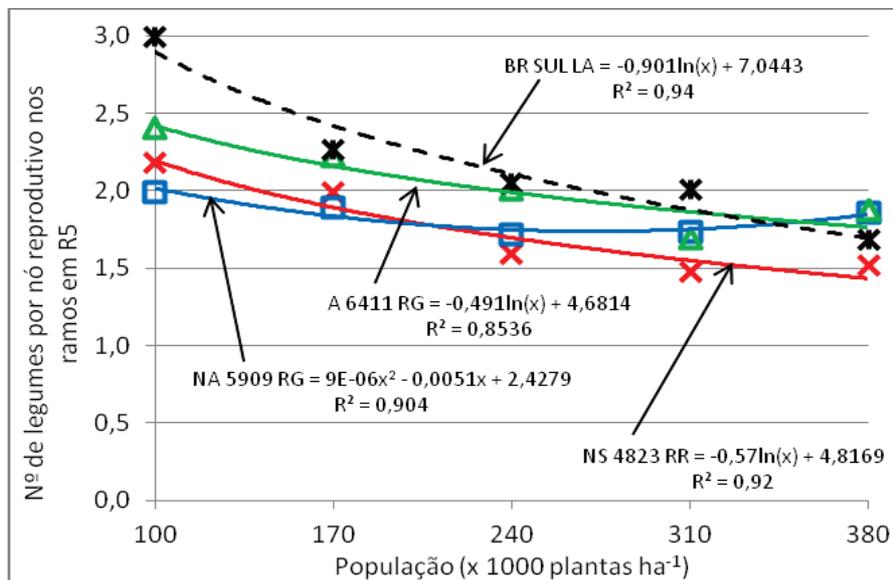


Figura 12 - Número de legumes por nó reprodutivo nos ramos de plantas no estágio R5, na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Na média das populações e genótipos as semeaduras em 14/12 e 12/11 proporcionaram, respectivamente, 2,09 e 1,82 legumes por nó reprodutivo nos ramos na colheita, diferindo entre si. Os genótipos “BR SUL LA” e “A 6411 RG”, não diferiram do “NA 5909 RG” que também não diferiu do “NS 4823 RR” com 2,10; 2,08; 1,90 e 1,82 LNRRepR-C, respectivamente. O aumento das populações de plantas provocou redução em função quadrática no NLNRepR-C até 297 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 13).

O desempenho dos genótipos quanto ao NLNRepR-C pode ter sido influenciado pelas precipitações pluviais que foram distribuídas irregularmente durante o ano agrícola, com redução no período mais tardio (APÊNDICE 9). Os genótipos com hábito de

crescimento determinado mostraram tendência para maior número de legumes por nó reprodutivo nos ramos em baixas populações, mas esta diferença não se manteve nas populações mais elevadas e o maior número de legumes por nó não se confirmou na época da colheita.

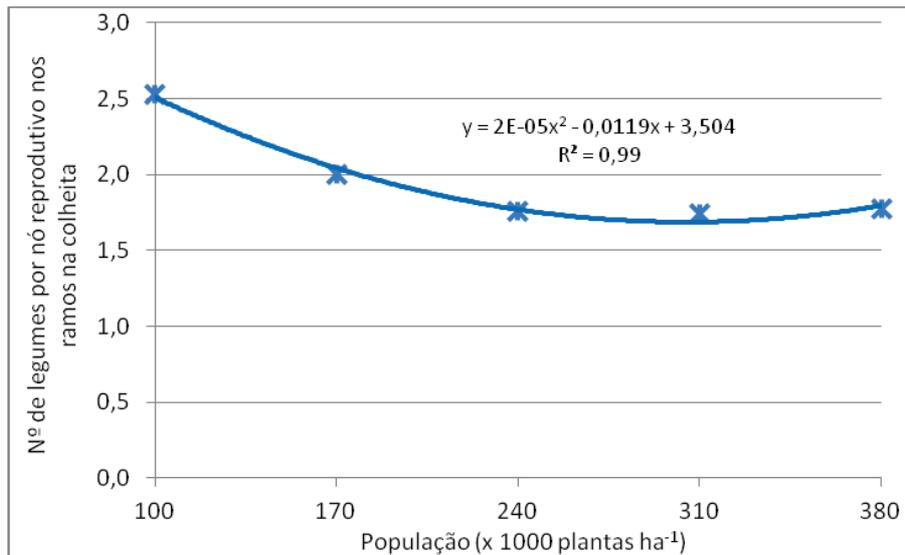


Figura 13 - Número de legumes por nó reprodutivo nos ramos na época da colheita, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

O número de legumes por nó reprodutivo no caule no estádio R5 (NLNRepC-R5) diferiu entre populações de plantas e apresentou interação de genótipos e épocas de semeadura. Foi maior na semeadura de 14/12 que na de 12/11 exceto no genótipo “NS 4823 RR” que não diferiu entre as épocas. O “BR SUL LA” produziu maior NLNRepC-R5 em ambas épocas de semeadura, sem diferença entre os demais na semeadura de 14/12. Na semeadura de 12/11 os genótipos “NS 4823 RR” e “A 6411 RG” não diferiram entre si e superaram o “NA 5909 RG” (Tabela 5).

Tabela 5 – Número de legumes por nó reprodutivo no caule da planta no estágio R5, na média das populações de plantas, em função dos genótipos e épocas de semeadura (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |          |
|------------|--------------------|----------|
|            | 12/11              | 14/12    |
| NS 4823 RR | A 3,08 b           | A 3,00 b |
| NA 5909 RG | B 2,50 c           | A 3,00 b |
| A 6411 RR  | B 2,95 b           | A 3,24 b |
| BR SUL LA  | B 3,78 a           | A 4,42 a |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O NLNRepC-R5 reduziu linearmente com o aumento das populações independente da época de semeadura e dos genótipos (Figura 14).

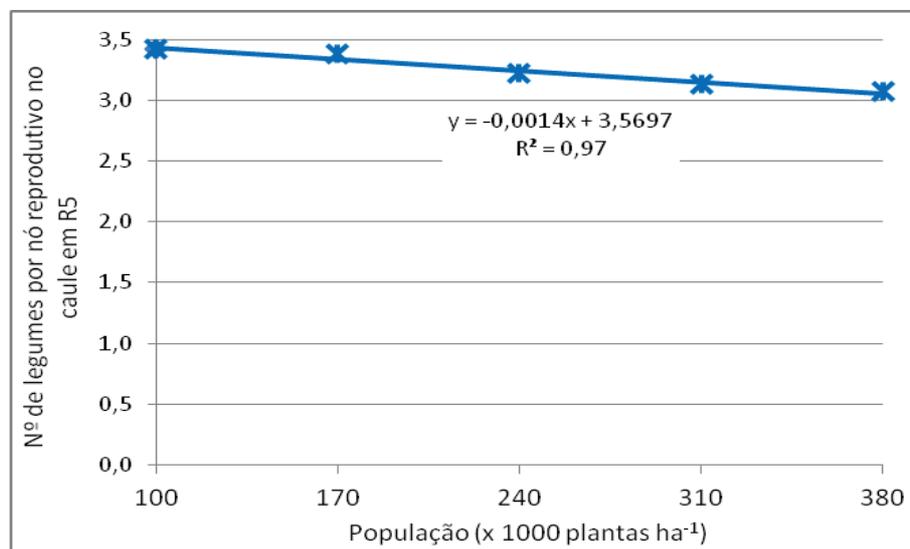


Figura 14 – Número de legumes por nó reprodutivo no caule das plantas em R5, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

O número de legumes por nó reprodutivo no caule na colheita (NLNRepC-C) diferiu entre genótipos e populações de plantas com interação de genótipos e populações de plantas, sem diferir entre épocas de semeadura. O genótipo “BR SUL LA” produziu maior NLNRepC-C mas apresentou redução linear enquanto as demais não diferiram com o aumento das populações (Figura 15)

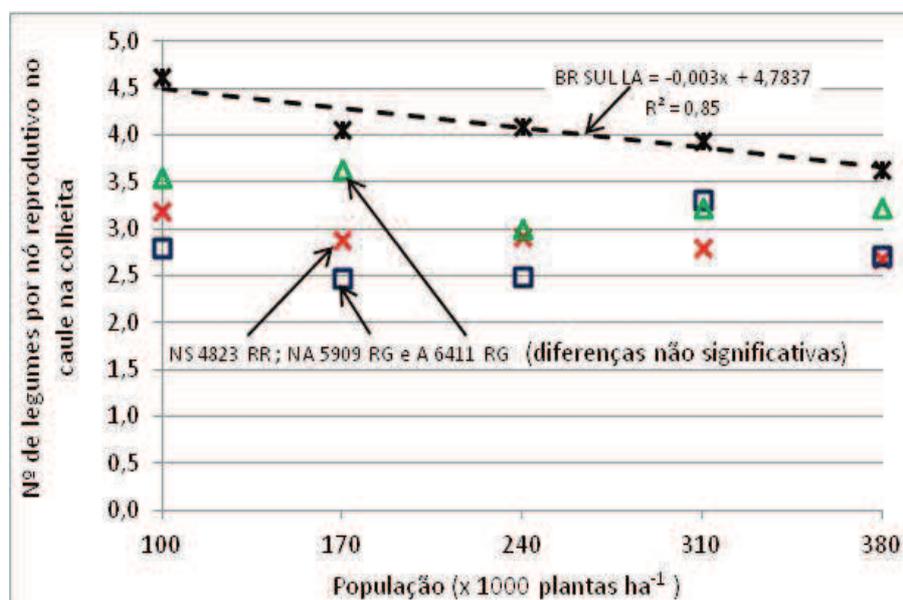


Figura 15 - Número de legumes por nó reprodutivo no caule na época da colheita, na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A redução no NLNRepC-C com o aumento das populações é esperada devido ao sombreamento provocado nos nós inferiores em populações mais elevadas, pois Heitholt et al. (1986) verificaram que o número de legumes fixados é controlado pela disponibilidade de fotoassimilados em cada nó, com pequena compensação entre os números de legumes em diferentes nós. Jiang &

Egli (1993) verificaram redução no número de legumes por nó, com diferença de intensidade entre genótipos em função de sombreamento artificial aplicado entre os estádios R1 e R8 na cultura da soja.

Board & Harville (1993) verificaram diminuição no número de legumes por nó reprodutivo ao reduzirem a fonte de fotoassimilados pelo desfolhamento de plantas entre os estádios R4 e R5.5.

O número de grãos por legume produzido nos ramos (NGLPR) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, sem interação dos fatores. Foi maior na semeadura de 12/11 (2,20) que na de 14/12 (2,11) e, na média das épocas de semeadura e populações, no genótipo “NS 4823 RR” que superou o “NA 5909 RG” e o “BR SUL LA” que não diferiram entre si e foram superiores ao “A 6411 RG”, com 2,34; 2,16; 2,21 e 1,92, respectivamente. Na média dos genótipos e épocas de semeadura, o aumento das populações reduziu o NGLPR em escala logarítmica (Figura 16).

O número de grãos por legume produzido no caule (NGLPC) apresentou interação de épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas. Com semeadura em 12/11, o genótipo “NS 4823 RR” reduziu linearmente enquanto o “BR SUL LA” apresentou comportamento inverso, aumentando linearmente o NGLPC com o aumento nas populações. O “NA 5909 RG” reduziu em função quadrática, até 262,5 mil plantas ha<sup>-1</sup> enquanto o “A 6411 RG” não diferiu entre populações (Figura 17a). Com semeadura em 14/12, as populações não diferiram em nenhum dos genótipos (Figura 17b).

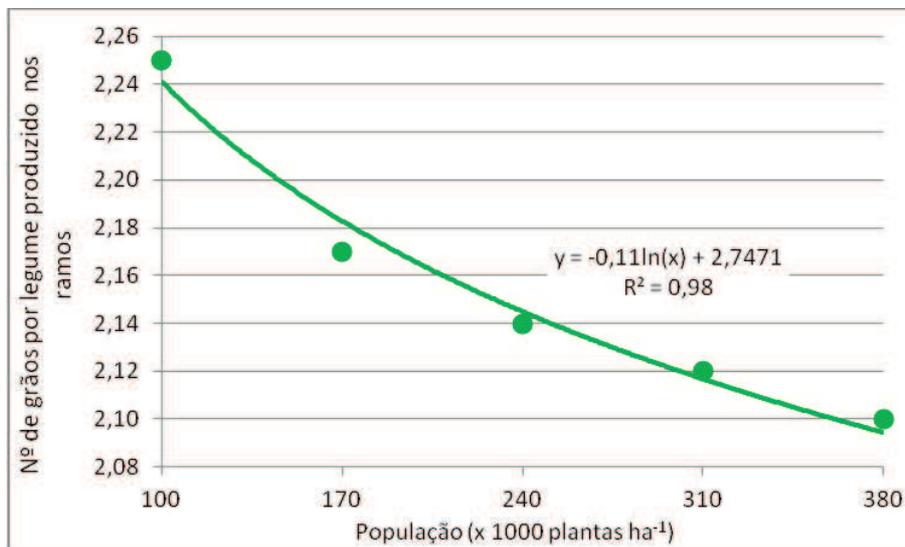


Figura 16 - Número de grãos por legume produzido nos ramos na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Estes resultados discordam de Nogueira et al. (1984), Board (1985) e Robinson et al. (2009) que não observaram diferenças no número de grãos por legume entre épocas de semeadura, e demonstram que os resultados obtidos por Kuss et al. (2008) e Cox & Cherney (2011) que não observaram diferença no número de grãos por legume com o aumento das populações não podem ser extrapolados para todos os genótipos e épocas de semeadura.

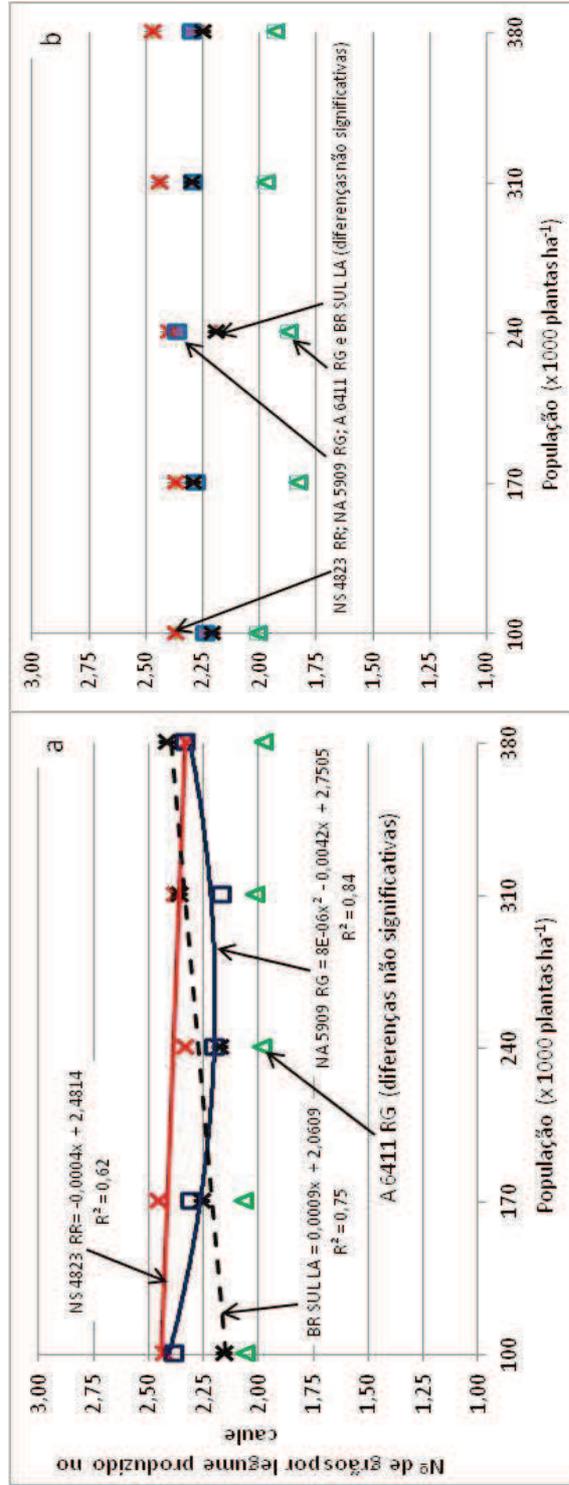


Figura 17 - Número de grãos por legume produzido no caule em função dos genótipos e populações de plantas, com semeaduras em 12/11 (a) e 14/12 (b). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A interação dos fatores explica a diferença de resultados obtidos por Tourino et al. (2002) que não observaram diferença ao contrário de Ludwig et al. (2011) que relatam redução no número de grãos por legume com o aumento das populações de plantas, e indica que há diferença entre os genótipos. Indica também que a compensação entre número de grãos por legume e número de legumes por planta descrita por Navarro Júnior & Costa (2002b) não ocorre quando o número de legumes é reduzido pelo aumento nas populações de plantas.

### **Conclusões**

A participação do caule e dos ramos na formação do rendimento de grãos na soja varia entre genótipos, épocas de semeadura e populações de plantas, com maior variação nos ramos que no caule. As populações afetam mais os componentes do rendimento nos ramos na semeadura de novembro, que na de dezembro.

A distribuição dos componentes do rendimento entre o caule e os ramos varia mais entre genótipos sem relação com o hábito de crescimento.

O número de nós reprodutivos por planta é o componente mais influenciado pelas populações de plantas e épocas de semeadura. O número de legumes por nó compensa parcialmente as populações de plantas.

As diferenças entre componentes do potencial de rendimento verificadas no estágio R5 em função de épocas de

semeadura, genótipos e populações de plantas diferem das observadas na colheita. O potencial de rendimento reduz mais nos ramos que no caule entre R5 e a colheita.

## CAPÍTULO IV

### PRODUÇÃO E PARTIÇÃO DE MATÉRIA SECA EM GENÓTIPOS DE SOJA EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

**Resumo** - O rendimento de grãos de soja aumenta com o acúmulo de matéria seca em R5 e com a taxa de crescimento durante os estádios reprodutivos iniciais. A contribuição do caule e dos ramos para a formação do rendimento varia com o arranjo de plantas e com o genótipo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo e a partição da matéria seca (MS) no caule e nos ramos no estágio R5 e na colheita, em função de duas épocas de semeadura (12/11 e 14/12), quatro genótipos (“NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” e “BR SUL LA”) e cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>) em Passo Fundo/RS. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com os tratamentos arranjados em parcelas sub subdivididas. A matéria seca (MS) dos limbos foliares do caule, MS dos limbos foliares dos ramos, MS dos ramos e caules sem os limbos foliares e a MS aparente em R5 interagiram com genótipos, épocas de semeadura e populações de plantas. A distribuição do rendimento de grãos entre o caule e os ramos e as MS de resíduos dos ramos e do caule variaram mais em função do genótipo e da época de semeadura que do hábito de crescimento. A semeadura em 12/11 resultou em maior rendimento de grãos, matéria seca de resíduos dos caules e ramos e menor índice de colheita que a semeadura de 14/12. As diferenças no acúmulo de MS

entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas ocorrem principalmente nos ramos e a adequação das populações pode compensar as diferenças entre genótipos.

**Palavras Chave:** *Glycine max* (L.) Merrill, índice de colheita; arranjos de plantas; densidades; rendimento, partição de fotoassimilados.

### **PRODUCTION AND DRY MATTER PARTITIONING IN SOYBEAN GENOTYPES DUE TO PLANT POPULATIONS AND SOWING DATES**

**Abstract** - Soybean grain yield increases with dry mass matter accumulation in R5, and with a growing index during initial reproductive stages. Stem and branches contribution considering yielding formation varies according to plant arrangements and genotype. The objective of this work was to evaluate the accumulation and partitioning of dry matter (DM) in the stem and branches in stage R5 and harvest, as for the two sowing dates (12/11 and 14/12), four genotypes (“NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” and “BR SUL LA”) and five plant populations (100, 170, 240, 310 and 380 thousand plants ha<sup>-1</sup>) in Passo Fundo/RS. The experimental design was completely randomized with treatments arranged in subplots. The dry matter (DM) of aerial parts of stem, DM of aerial parts of the branches, and DM of branches, stem without aerial part and apparent DM in R5 interacted with genotypes, sowing dates and plant populations. Yield grain distribution between stem and branches and DM residues of branches and stem varied more as for genotype and

sowing date than for growth habit. The sowing date of 12/11 resulted in better grain yield, dry matter from branches and stem residues and smaller harvest index than the sowing date of 14/12. The differences in DM accumulation between sowing dates, genotypes and plant population occurred mainly in the branches and population adaptation may compensate genotype differences.

**Key words:** *Glycine max* (L.) Merrill, harvest index, plant arrangement, density, yield, carbon partitioning.

### **Introdução**

O rendimento de grãos na cultura da soja aumenta com o acúmulo de matéria seca (MS) (COLASSANTE & COSTA, 1981; PIRES, 2002). Board e Harville (1994) observaram, na década de 1990, que com até 600 g MS m<sup>-2</sup> são produzidos cerca de 200 legumes 100 g<sup>-1</sup>, e entre 600 e 800 g MS m<sup>-2</sup> aumenta 135 legumes para cada 100 g de MS acumulada, mas o rendimento de grãos varia com a taxa de crescimento entre R1 e R5 (início da floração e enchimento de grãos, respectivamente). Schöffel & Volpe (2001) relatam aumentos no rendimento com acúmulos de 1.092 a 1.747 g de MS m<sup>-2</sup> em associação com a taxa de crescimento nos estádios reprodutivos iniciais. Bruin & Pedersen (2009a) obtiveram os maiores rendimentos com acúmulo de 1.200 g MS m<sup>-2</sup>.

A eficiência da produção, expressa em gramas de grãos por grama de MS acumulada em R5, reduz de 0,96 para 0,32 g de grão g<sup>-1</sup> de MS acumulada com o aumento de 200 para 800 g MS m<sup>-2</sup>. Com

200 g de MS m<sup>-2</sup> são produzidos oito grãos g<sup>-1</sup> MS e, com 800 g m<sup>-2</sup> a produção reduz para três grãos g<sup>-1</sup> MS (BOARD & MARICHERLA, 2008).

A partição de fotoassimilados para os diferentes órgãos da planta é controlada pela quantidade e qualidade da radiação incidente (SMITH, 2000). O ciclo, porte, número de nós, número de folhas, número e comprimento dos ramos e o total de MS acumulada variam com o índice de área foliar desenvolvido em função da época de semeadura (NOGUEIRA et al., 1983; RODRIGUES et al., 2007), temperatura e fotoperíodo (SILVA et al., 2007). O índice de área foliar atingido com a semeadura em determinada época também difere entre genótipos (RODRIGUES et al., 2006; STÜLP, 2009) e influencia a taxa de crescimento, número de legumes, tamanho dos grãos e índice de colheita (BOARD & HARVILLE, 1998).

Nas condições ambientais predominantes no Rio Grande do Sul, a soja atinge os maiores índices de área foliar no estágio R1, considerado crítico para definição do rendimento, quando semeada no início de dezembro (RODRIGUES et al., 2006). No Paraná, Stülp et al. (2009), obtiveram os melhores rendimentos nas semeaduras entre o final de setembro e início de outubro, com interação de genótipos e época de semeadura.

Quando há competição por luz, a planta reduz a matéria seca acumulada (MARVEL et al., 1992). Sombreamento entre os estádios R1 e R7 reduz a taxa de crescimento na mesma proporção do sombreamento, reduzindo a produção de legumes. O número de grãos por legume e o índice de colheita não são afetados (BOARD et al., 1995).

O número de folhas, matéria seca total acumulada e a relação entre matéria seca e número de folhas no estágio R1 correlacionam-se diferentemente com o rendimento de grãos entre os genótipos (DYBING, 1994).

Para a mesma população de plantas, menores espaçamentos entre linhas proporcionam maior produção de matéria seca por área (RODRIGUES et al., 2007), maior índice de área foliar e antecipação no fechamento das entre linhas, com maior interceptação da radiação solar em menores populações (HEIFIG et al., 2006; HOCK et al., 2006).

O equilíbrio entre acúmulo de matéria seca e crescimento durante a fase reprodutiva, capaz de proporcionar os maiores rendimentos de grãos ocorre em populações de plantas específicas para cada genótipo (COLASANTE & COSTA, 1981), época de semeadura e condições ambientais (CHEN & WIATRAK, 2011) e o rendimento de grãos varia em função do nível de adaptação do genótipo ao ambiente (ROCHA & VELLO, 1999)

Para Bruin & Pedersen (2009a) os maiores rendimentos de grãos em genótipos modernos se explicam pela maior duração da área foliar com maior crescimento e acúmulo de matéria seca entre os 84 e 105 dias após a emergência. Também foram constatados maior número de nós reprodutivos, legumes e grãos por metro quadrado (KAHLON et al., 2011) associadas ao uso de populações mais elevadas e melhor manejo da cultura em relação às condições encontradas nas décadas de 40 e 50 (BRUIN & PEDERSEN, 2009b).

No Rio Grande do Sul, apenas os genótipos de ciclo médio e tardio apresentaram ganhos de rendimento entre as décadas de 1970

e 1990 e o aumento não foi na mesma proporção nas diferentes regiões produtoras (LANGE & FEDERIZZI, 2009).

Os rendimentos de soja são influenciados pelos arranjos de plantas (PIRES et al., 2000; SEVERSIKE et al., 2009), épocas de semeadura (BERLATO et al., 1986; SALINAS et al., 1996), disponibilidade hídrica (SIONIT & KRAMER, 1977; RASSINI & LIN, 1981b; BERLATO et al., 1992; RODRIGUES et al., 2007) e pelos genótipos que, em conjunto, determinam o índice de área foliar, a radiação solar interceptada, a intensidade da atividade fotossintética resultante e a quantidade de matéria seca produzida (ZHE et al., 2010). O diâmetro do caule, número de legumes e número de ramos por planta reduzem em escala linear com aumento das populações de plantas e não variam em função de espaçamentos entre linhas (HICKS et al., 1969). A matéria seca acumulada resulta da interação de espaçamento entre linhas e população de plantas (COX & CHERNEY, 2011).

O maior crescimento dos ramos ocorre entre os estádios R1 e R5 independente do genótipo e, para a mesma época de semeadura os ramos de genótipos de ciclo longo crescem mais que os de genótipos precoces (BOARD & SETTIMI, 1986). Genótipos com maior matéria seca nos ramos apresentam vantagem competitiva com plantas daninhas em relação aos demais (BIANCHI et al., 2006).

O comprimento total e o número de nós produzidos nos ramos são menores em semeaduras tardias (SETTIMI & BOARD, 1988). Em condições semelhantes de cultivo, genótipos com maior ramificação apresentam ramos mais curtos (NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002a).

A distribuição dos legumes entre caule e ramos varia com espaçamentos, disponibilidade hídrica (SANTOS FILHO et al., 1976), genótipos (MARCHEZAN & COSTA, 1983) e épocas de semeadura (BOARD, 1985).

A redução do número de legumes por nó reduz o índice de colheita, mas o peso individual dos grãos compensa parcialmente a redução do número de legumes (KOLLMANN et al., 1974). Genótipos com grãos grandes produzem menor número de grãos e vice-versa (GULDAN & BRUN, 1985).

A soja tolera amplas faixas de épocas de semeadura sem efeitos no rendimento de grãos, mas existe um momento crítico variável para cada região a partir do qual o rendimento começa a decair (EGLI & CORNELIUS, 2009). Épocas de semeadura que permitam a coincidência da floração com dias longos proporcionam maior número de nós, legumes e grãos por área (KANTOLIC & SLAFER, 2007; ROBINSON et al., 2009).

O ciclo da cultura reduz em semeaduras tardias (MUNDSTOCK E THOMAS, 2005). O tempo transcorrido entre a emissão de dois nós subsequentes, e o total de nós emitidos pela planta também reduzem quando a semeadura é retardada de novembro para janeiro no sul do Brasil (MARTINS et al., 2011).

Egli et al. (1985) não constataram variação na partição de fotoassimilados entre grãos e estruturas vegetativas em função da época de semeadura. Para Board & Harville (1994) e Ludwig et al. (2010), entretanto, o rendimento biológico reduz e o índice de colheita aumenta nas semeaduras tardias. O tamanho dos grãos também aumenta (RAY et al., 2008).

Para as condições do Rio Grande do Sul, semeaduras a partir do segundo decêndio de dezembro resultam em menores rendimentos de grãos que semeaduras em novembro, independente do ciclo do genótipo (BONATO et al., 1998), mas as perdas de rendimento podem ser minimizadas com aumento das populações de plantas (QUEIROZ & MINOR, 1977).

O objetivo deste trabalho foi quantificar a matéria seca produzida e a distribuição desta entre ramos, caules e limbos foliares em R5 e entre grãos e resíduos, no caule e nos ramos em função dos genótipos, populações de plantas e épocas de semeadura.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária - Cepagro/UPF, município de Passo Fundo/RS sob as coordenadas 28°21'S e 52°39'W e 687 m de altitude (APOLO XI, 2009), no ano agrícola de 2010/2011.

Foram utilizadas duas épocas de semeadura (12/11 e 14/12 de 2010), quatro genótipos (“NS 4823 RR”, “NA 5909 RG”, “A 6411 RG” e “BR SUL LA”) e cinco populações de plantas (100, 170, 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completamente casualizados com quatro repetições e os tratamentos arranjados em parcelas sub subdivididas com a época de semeadura na parcela principal, os genótipos nas subparcelas e as populações de plantas nas sub subparcelas. Cada sub subparcela constou de sete

linhas distanciadas de 50 centímetros entre si e com cinco metros de comprimentos.

Os genótipos utilizados apresentam as seguintes características: “NS 4823 RR” - ciclo de 42 dias da emergência à floração e 116 dias da emergência à colheita, hábito de crescimento indeterminado, porte médio e médio potencial de ramificação; “NA 5909 RG” - ciclo semiprecoce, hábito de crescimento indeterminado e alto potencial de ramificação; “A 6411 RG” - ciclo semiprecoce, hábito de crescimento determinado aspecto semiereto e alto potencial de ramificação; genótipo “BR SUL LA” - ciclo semiprecoce, hábito de crescimento determinado (em fase de estudos de adaptação para as condições do Rio Grande do Sul) (dados fornecidos pela detentora dos direitos sobre esses genótipos no Brasil).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Húmico (STRECK et al., 2002) e apresentou as seguintes características químicas em análise realizada antes da instalação do experimento:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 6,0$ ;  $\text{pH}_{\text{SMP}} = 6,2$ ;  $\text{Al}^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{++} = 9,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{++} = 4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 27,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 238 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 13 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 3,3 \%$ .

O experimento foi instalado em sistema de semeadura direta em solo com cobertura de  $4,2 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca aparente de aveia preta.

O manejo da cobertura consistiu da aplicação de glifosato a  $1.080 \text{ g e. a. ha}^{-1}$ , 24 dias antes da primeira semeadura, em toda a área do experimento, quando a aveia se encontrava no estágio de grão leitoso. Dessecação complementar foi realizada nas parcelas correspondentes às épocas de semeadura I e II nos dias 11/11/2010 e

11/12/2010, respectivamente, com diurom + dicloreto de paraquate na dose de 200 + 400 g de i. a. ha<sup>-1</sup>.

As sementes utilizadas em cada época foram tratadas no dia da semeadura com carboxim + thiram (0,6 + 0,6 g i. a. kg<sup>-1</sup> de sementes) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio líquido (3 mL de p. c. kg<sup>-1</sup> de sementes).

A semeadura foi realizada em 12/11/2010 (época I) e 14/12/2010 (época II), ambas com semeadora/adubadora comercial marca Kuhn Metasa, modelo PDM com sete linhas instaladas para semeadura de soja no espaçamento 50 cm. O número de sementes foi ajustado para as parcelas de população máxima corrigido para o poder germinativo das sementes mais um adicional de 20%. O ajuste da população em cada sub subparcela foi realizado por desbaste manual quando as plantas se encontravam no estágio V2 (primeira folha trifoliolada totalmente desenvolvida).

A adubação constou de 13 kg de N, 64 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 64 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, aplicados na linha, concomitante com a semeadura.

O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com glifosato (1000 g e. a. ha<sup>-1</sup>) em 09/12/2010 e 05/01/2011, nas parcelas correspondentes às épocas de semeadura I e II, respectivamente. Devido o alto índice de reinfestação foi realizada outra aplicação de glifosato (864 g de e. a. ha<sup>-1</sup>) em 23/12/2010 e 28/01/2011 nas parcelas correspondentes às épocas de semeadura I e II, respectivamente. Plantas daninhas remanescentes ou reinfestantes foram eliminadas manualmente conforme a necessidade.

O controle de pragas em ambas as épocas de semeadura foi realizado conforme a necessidade utilizando-se tiametoxan e triflumuron, seguindo as recomendações para a cultura da soja.

Para o controle de doenças foram realizadas aplicações de epoxiconazol + piraclostrobina ( $30 + 66,2 \text{ g ha}^{-1}$ ) em 14/01/2011 e 11/02/2011 nas parcelas referentes à Época I, e em 11/02/2011 e 09/03/2011 nas parcelas referentes a Época II.

A evolução dos estádios fenológicos foi avaliada segundo a escala de Fehr e Caviness (1977) (APÊNDICE 13) realizando-se observações semanais a partir do início da floração em dez plantas por parcela. Os dados obtidos encontram-se nos APÊNDICES 11 e 12.

Cada linha de plantas recebeu um número entre um e sete, conforme a ordem de localização na sub subparcela. As linhas um, três e sete foram consideradas bordaduras.

Quando as plantas atingiram o estágio R5 (pelo menos um legume apresentando grão com mais de 3 mm em um dos últimos quatro nós com trifólio completamente desenvolvido no ápice da planta), foram selecionadas na linha dois, cinco plantas em sequência, regularmente distribuídas de forma representativa da população correspondente à sub subparcela.

As plantas selecionadas foram cortadas com tesoura de poda, rente ao solo e recolhidas para as avaliações em laboratório.

Para as avaliações, os ramos foram separados do caule e, de cada um, destacaram-se os folíolos no ponto de inserção com os pecíolos, criando-se quatro categorias: ramos + pecíolos sem os limbos foliares; caules + pecíolos sem os limbos foliares; limbos

foliares provenientes dos ramos e limbos foliares provenientes dos caules.

As categorias assim separadas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas.

Após a secagem foi avaliada a matéria seca de cada categoria e os valores convertidos para metro quadrado. As variáveis obtidas foram: matéria seca de ramos sem os limbos foliares (MSRSLF), matéria seca dos caules sem os limbos foliares (MSCSLF), matéria seca de limbos foliares dos ramos (MSLFR), matéria seca de limbos foliares dos caules (MSLFC) e matéria seca aparente (MSApa), obtida pela soma das matérias secas das categorias anteriores.

No dia da colheita de cada genótipo, foram colhidas cinco plantas localizadas em sequência na linha dois, posicionadas de forma representativa da população correspondente à sub subparcela e respeitando-se o mínimo de 50 cm de bordadura nas extremidades da linha.

Das plantas selecionadas, os ramos foram destacados do caule e os legumes com um, dois, três e quatro grãos contados. Legumes provindos do caule e dos ramos foram debulhados separadamente.

Os grãos obtidos dos ramos e dos caules, e os resíduos de ramos e de caules junto aos respectivos resíduos de legumes resultantes da debulha dos grãos, foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas.

Avaliou-se então a matéria seca de grãos produzidos nos ramos (MSGPR), grãos produzidos no caule (MSGPC), resíduos dos

ramos (MSResR) e resíduos do caule (MSResC). Os dados foram convertidos para metro quadrado conforme os procedimentos descritos para as avaliações realizadas no estádio R5.

As matérias secas de 100 grãos produzidos nos ramos (MSCGPR) e no caule (MSCGPC) foram obtidas pela aplicação da equação:

$$\text{MSCG} = \frac{\text{MSGP} \times 100}{(\text{L1G} \times 1) + (\text{L2G} \times 2) + (\text{L3G} \times 3) + (\text{L4G} \times 4)}$$

Onde:

- MSCG = Matéria seca de 100 grãos produzidos nos ramos ou no caule (g 100 grãos<sup>-1</sup>);
- MSGP = Matéria seca de grãos produzidos nos ramos ou no caule (g);
- L1G, L2G, L3G, L4G = número de legumes com um, dois, três e quatro grãos, respectivamente, produzidos nos ramos ou no caule.

O índice de colheita foi obtido pela aplicação da equação:

$$\text{ICap} = \frac{\text{MSGPR} + \text{MSGPC}}{\text{MSGPR} + \text{MSGPC} + \text{MSResR} + \text{MSResC}} \times 100$$

Onde:

- ICap = Índice de colheita aparente;
- MSGPR = matéria seca de grãos produzidos nos ramos;
- MSGPC = matéria seca de grãos produzidos no caule;
- MSResR = matéria seca de resíduos dos ramos;
- MSResC = matéria seca de resíduos do caule.

Para a determinação do rendimento de grãos foram colhidos com colhedora apropriada para parcelas experimentais, os quatro metros centrais das linhas quatro, cinco e seis de cada sub

subparcela. Os grãos obtidos foram limpos, pesados, e a umidade medida com determinador eletrônico devidamente calibrado e os dados de rendimento foram convertidos para  $\text{kg ha}^{-1}$  na umidade de 13%.

Os dados obtidos diretamente e os derivados foram submetidos a análise de variância, e quando apresentaram diferença significativa, aos devidos desdobramentos e submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e o efeito das populações foi avaliado por análise de regressão, testando-se os modelos de ajuste linear, quadrático e logarítmico, ambos com auxílio de programa estatístico Sisvar da Universidade Federal de Lavras. O esquema da análise de variância realizada e os quadrados médios resultantes estão no APÊNDICE 6.

## **Resultados e Discussão**

As precipitações pluviiais se mantiveram próximo ou acima das médias mensais durante o período do experimento, mas a distribuição foi irregular. Novembro apresentou precipitação abaixo da média nos primeiros decêndios antes da semeadura da época I, mas no final do segundo e no terceiro decêndios estas estiveram próximas à média para o período. Entre dezembro e fevereiro, a precipitação se manteve acima das médias mensais e a distribuição permitiu bons níveis de compensação entre os decêndios evitando períodos prolongados com baixa precipitação. Março foi o mês mais crítico e, apesar de apresentar precipitações acima da média para o mês, esta se concentrou apenas no final do segundo e no terceiro decêndio,

registrando um período de estiagem entre o primeiro e o segundo decêndios (APÊNDICE 9).

As temperaturas também se mantiveram próximas às médias mensais, com exceção de janeiro quando esteve em torno de 1°C acima, e do mês e abril que também apresentou temperaturas acima da média histórica (APÊNDICE 10).

A matéria seca do caule sem os limbos foliares (MSCSLF) diferiu com a interação de épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas. Com semeadura em 12/11, não diferiu entre genótipos nas populações de 100 e 170 mil plantas ha<sup>-1</sup>, mas nas populações de 240, 310 e 380 mil plantas ha<sup>-1</sup> o genótipo “BR SUL LA” apresentou maior MSCSLF que os demais. Na semeadura de 14/12, o “BR SUL LA” superou os demais na população de 310 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sem diferenças entre aqueles nas demais populações.

Todos os genótipos aumentaram a MSCSLF linearmente nas duas épocas de semeadura, porém as diferenças entre os genótipos aumentaram mais com aumento das populações na semeadura de 12/11 (Figura 1a), que na de 14/12 (Figura 1b).

A matéria seca de ramos sem os limbos foliares (MSRSLF) teve a interação de épocas de semeadura e genótipos e épocas de semeadura e populações de plantas. Os genótipos “NA 5909 RG” e “A 6411 RR” não diferiram entre épocas de semeadura enquanto o “NS 4823 RR” e o “BR SUL LA” produziram maior MSRSLF com semeadura em 12/11 que em 14/12. Na semeadura de 12/11, o genótipo “NA 5909 RG” produziu mais MSRSLF sem diferença para o “A 6411 RR” que também não diferiu do “NS 4823 RR” e do “BR SUL LA”. Na de 14/12, os genótipos “A 6411 RR” e

“NA 5909 RG” não diferiram entre si e foram superiores ao “NS 4823 RR” e ao “BR SUL LA” que também não diferiram entre si (Tabela 1). O aumento das populações de plantas reduziu linearmente a MSRSLF nas duas épocas de semeadura, mas a redução foi mais drástica na semeadura de 14/12 que na de 12/11 (Figura 2).

Os resultados obtidos concordam com Board & Settimi (1986) que observaram maior número e comprimento de ramos no início do estágio R5 em semeaduras na época normal e com Martins et al. (1999) que verificaram redução no número de ramos por planta em todos os genótipos e maior diferença entre genótipos em semeaduras tardias.

Tabela 1 - Matéria seca dos ramos com pecíolos e sem os limbos foliares de plantas no estágio R5 ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |           |
|------------|--------------------|-----------|
|            | 12/11              | 14/12     |
| NS 4823 RR | A 233,0 b          | B 164,6 b |
| NA 5909 RG | A 324,9 a          | A 291,1 a |
| A 6411 RG  | A 271,0 ab         | A 315,8 a |
| BR SUL LA  | A 216,8 b          | B 161,6 b |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

As diferenças entre populações de plantas concordam com Bruin & Pedersen (2009b) que relatam maior partição de matéria seca para os ramos em baixas populações e explicam a capacidade dos genótipos manterem o rendimento de grãos em diferentes populações.

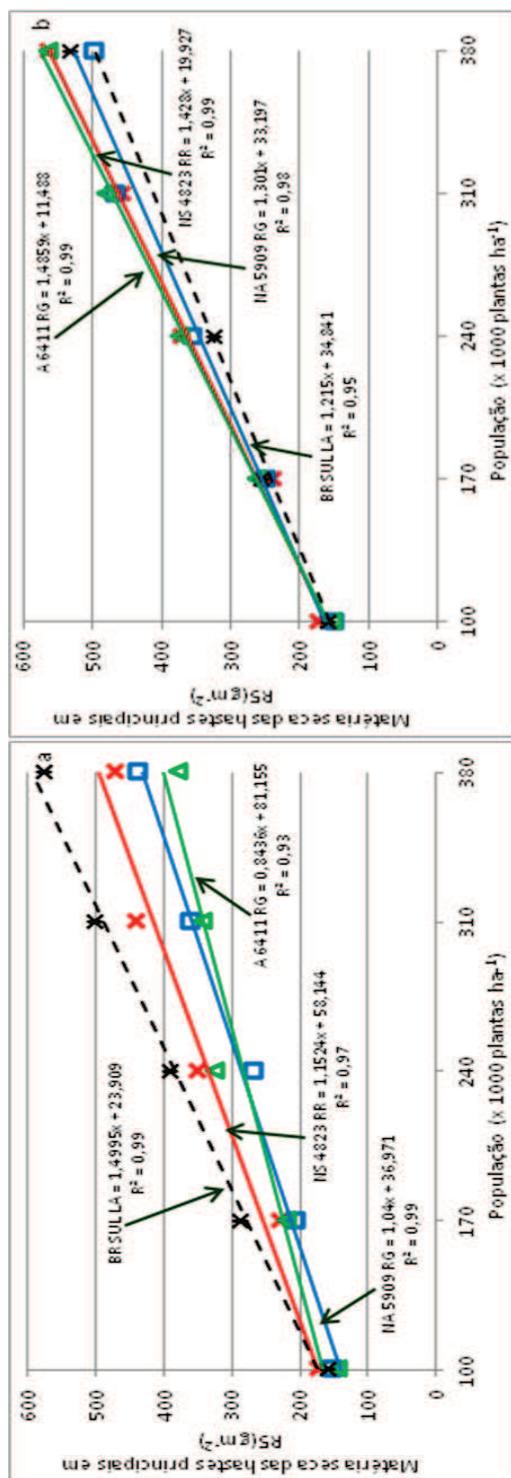


Figura 1 - Matéria seca das hastes principais de plantas sem os limbos foliares, em função dos genótipos e populações de plantas com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

As diferenças entre genótipos aumentaram menos com o incremento das populações na semeadura tardia porque os ramos crescem menos, inclusive naqueles com maior capacidade de ramificação e em baixas populações (NAVARRO JUNIOR & COSTA, 2002a).

A matéria seca dos limbos foliares dos ramos (MSLFR) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas. Foi maior na semeadura de 12/11 ( $112 \text{ g m}^{-2}$ ) que na de 14/12 ( $74 \text{ g m}^{-2}$ ) e, na média das épocas de semeadura e populações, os genótipos “NA 5909 RG” e “A 6411 RG” não diferiram entre si e superaram o “NS 4823 RR” e o “BR SUL LA” que também não diferiram entre si com 119; 120; 69 e  $65 \text{ g m}^{-2}$  de MSLFR, respectivamente.

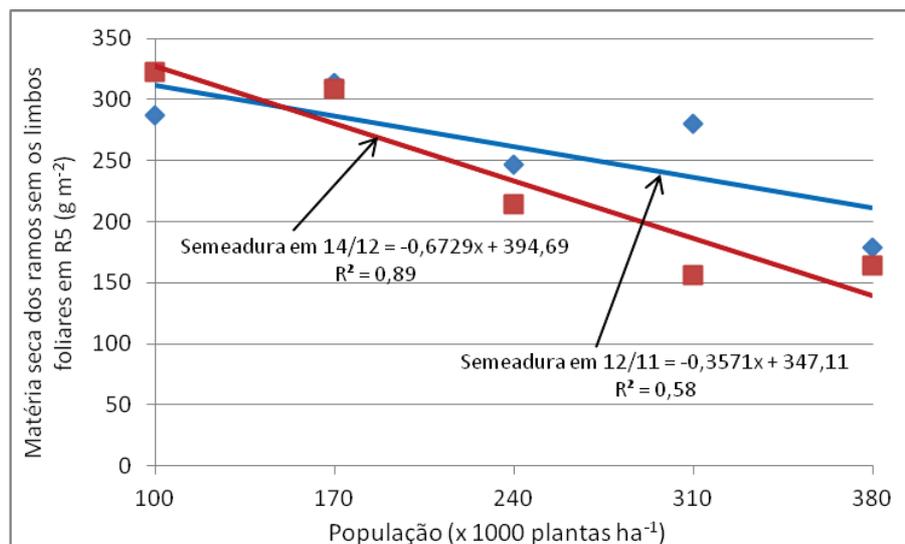


Figura 2 - Matéria seca dos ramos sem os limbos foliares de plantas no estágio R5, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Apesar de não haver interação de épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas ao nível de 5% de probabilidade de erro, onde a MSLFR reduziu linearmente com o aumento das populações, esta é detectada ao nível de 7%. A 7% de probabilidade de erro, os genótipos “NS 4823 RR” e “BR SUL LA” reduziram linearmente enquanto o “NA 5909 RG” não diferiu com o aumento das populações e o “A 6411 RG” aumentou em função quadrática até 181,9 mil plantas ha<sup>-1</sup> na semeadura de 12/11 (Figura 3a). Na semeadura de 14/12 o genótipo “A 6411 RG” comportou-se de forma inversa reduzindo a MSLFR até 323,6 mil plantas ha<sup>-1</sup>, enquanto os demais reduziram linearmente com o aumento das populações (Figura 3b).

A matéria seca dos limbos foliares dos caules (MSLFC) diferiu entre genótipos e populações de plantas, com interação de épocas de semeadura e genótipos. Na semeadura de 12/11, o genótipo “BR SUL LA” produziu mais MSLFC que o “A 6411 RG” que não diferiu do “NS 4823 RR” e ambos foram superiores ao “NA 5909 RG”. Na de 14/12, os genótipos “BR SUL LA” e “A 6411 RG” não diferiram entre si e foram superiores ao “NS 4823 RR” e ao “NA 5909 RG” que também não diferiram entre si. Os genótipos “NS 4823 RR” e “A 6411 RG” não diferiram entre épocas de semeadura, enquanto o “BR SUL LA” produziu mais MSLFC com a semeadura em 12/11, e o “NA 5909 RG” teve comportamento inverso, produzindo mais na de 14/12 (Tabela 2).

Na média dos genótipos e épocas de semeadura, a MSLFC aumentou linearmente com o aumento das populações de plantas (Figura 4).

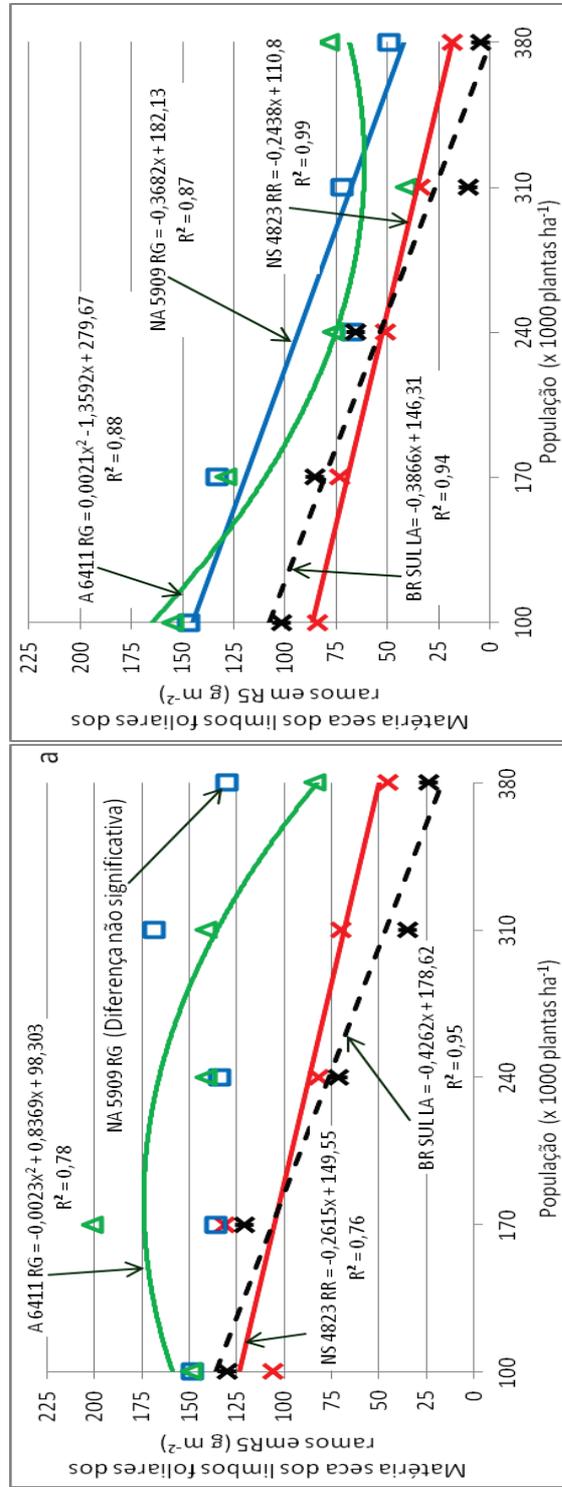


Figura 3 - Matéria seca dos limbos foliares dos ramos, em função dos genótipos e populações de plantas com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b), (a 7% de probabilidade de erro). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Tabela 2 - Matéria seca dos limbos foliares do caule de plantas no estágio R5 ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |           |
|------------|--------------------|-----------|
|            | 12/11              | 14/12     |
| NS 4823 RR | A 133,8 b          | A 122,7 b |
| NA 5909 RG | B 108,1 c          | A 124,1 b |
| A 6411 RG  | A 135,3 b          | A 146,3 a |
| BR SUL LA  | A 159,8 a          | B 145,2 a |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

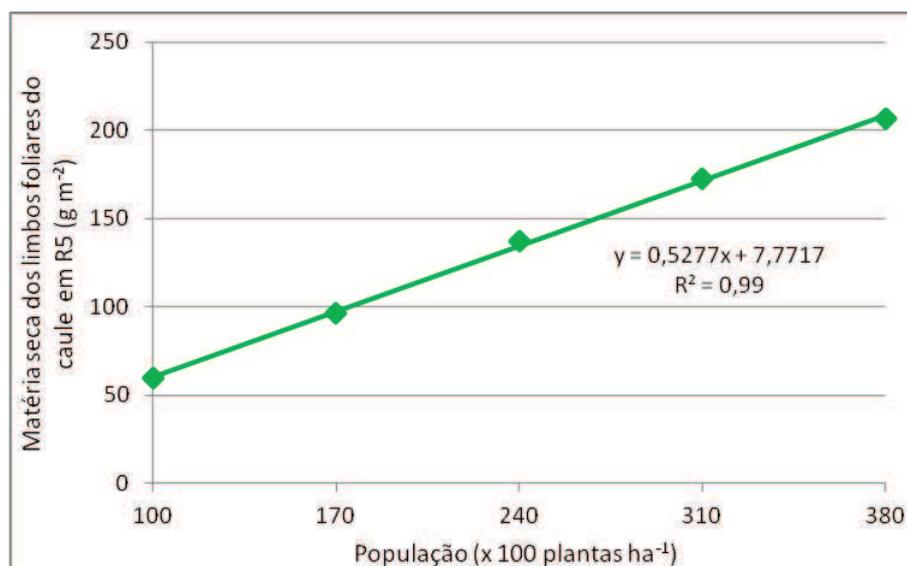


Figura 4 - Matéria seca dos limbos foliares do caule, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A interação de épocas de semeadura e genótipos para a MSLFC indica que os resultados obtidos por Rodrigues et al. (2006), cuja semeadura em início de dezembro resultou em maior índice de área foliar que a semeadura no início de novembro não é válida para

todos os genótipos ou que a diferença entre épocas de semeadura é maior nas folhas dos ramos que da haste principal.

A matéria seca aparente no estádio R5 (MSApa) diferiu entre genótipos e populações de plantas, com interação de épocas de semeadura e genótipos. O genótipo “A 6411 RR” produziu mais MSApa na semeadura de 14/12, enquanto o “NS 4823 RR” e o “BR SUL LA”, produziram mais na de 12/11 e o “NS 5909 RG” não diferiu entre épocas. Na semeadura de 12/11, todos os genótipos se igualaram e, na de 14/12, o “A 6411 RG” se igualou ao “NA 5909 RG” e ambos superaram o “BR SUL LA” e o “NS 4823 RR” que também não diferiram entre si (Tabela 3). A MSApa aumentou linearmente com incremento das populações, sem diferir entre as épocas de semeadura (Figura 5).

Tabela 3 - Matéria seca aparente de plantas no estádio R5 ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |           |
|------------|--------------------|-----------|
|            | 12/11              | 14/12     |
| NS 4823 RR | A 788,4 ns         | B 702,3 b |
| NA 5909 RG | A 863,2            | A 854,3 a |
| A 6411 RG  | B 833,2            | A 926,2 a |
| BR SUL LA  | A 836,8            | B 686,2 b |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A interação de genótipos e épocas de semeadura para a MSApa concorda com Schöffel & Volpe (2001). A ausência de diferença entre épocas, entretanto, difere destes autores que relatam

maior MS<sub>apa</sub> na semeadura de novembro, que em semeaduras mais tardias.

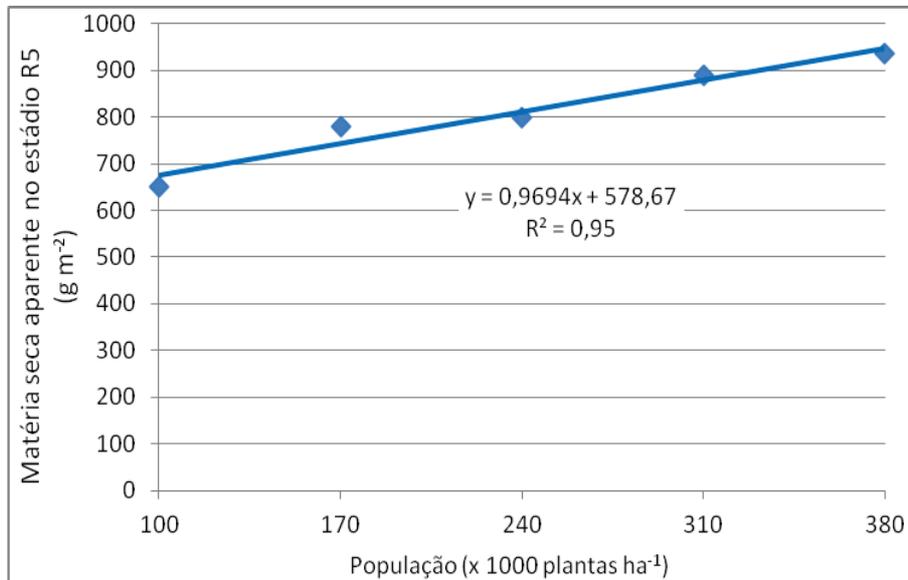


Figura 5 - Matéria seca aparente de plantas no estágio R5, na média dos genótipos e épocas de semeadura, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A matéria seca de grãos produzidos nos ramos (MSGPR) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, sem interação dos fatores. Foi maior na semeadura de 12/11 (273 g m<sup>-2</sup>) que na de 14/12 (176 g m<sup>-2</sup>) e, na média das épocas de semeadura e populações, os genótipos “A 6411 RG” e “NA 5909 RG” não diferiram entre si e superaram o “BR SUL LA” e o “NS 4823 RR”, com 267, 261, 262 e 181 g m<sup>-2</sup>, respectivamente.

Na média dos genótipos e épocas de semeadura a MSGPR reduziu linearmente com o aumento das populações de plantas (Figura 6).

Resultados similares são relatados por Board (1985) que obteve menor número de grãos, nós reprodutivos e rendimento de grãos com semeadura após o período ideal e por Board & Settini (1986) que obtiveram menor comprimento total, número total de nós e rendimento de grãos nos ramos em semeaduras tardias.

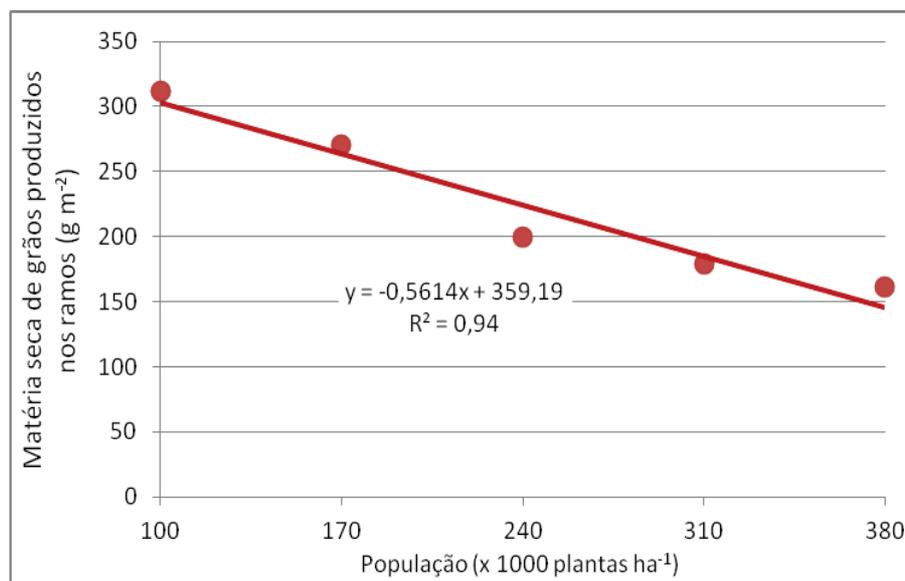


Figura 6 - Matéria seca de grãos produzidos nos ramos, na média das épocas de semeadura e genótipos, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A matéria seca de grãos produzidos no caule (MSGPC) diferiu entre populações de plantas com interação de épocas de semeadura e genótipos. Os genótipos “NS 4823 RR” e “BR SUL LA” produziram mais MSGPC na semeadura de 12/11 que na de 14/12 enquanto o “A 6411 RG” não diferiu entre épocas e o “NA 5909 RG” produziu mais com a semeadura em 14/12. Na semeadura de 12/11, o genótipo “NS 4823 RR” superou o “BR SUL LA”, o “A 6411 RG” e o “NA 5909 RG”, com todos diferindo entre si. Com semeadura em

14/12, o genótipo “NS 4823 RR” não diferiu do “BR SUL LA” e este não diferiu do “A 6411 RG”. Os dois últimos superaram o “NA 5909 RG” (Tabela 4). O incremento das populações de plantas aumentou linearmente MSGPC independente da época de semeadura e genótipos (Figura 7).

Diferenças entre genótipos no padrão de distribuição de legumes entre o caule e ramos foram observadas por Marchezan & Costa (1983) e explicam a diferença na produção de grãos nestes segmentos da planta.

Os resultados obtidos concordam com Board (1985) que relata a manutenção da produção de grãos e com Settimi & Board (1988) que não verificaram diferença no número de legumes produzidos no caule em função das épocas de semeadura.

Tabela 4 - Matéria seca de grãos produzidos no caule ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |            |
|------------|--------------------|------------|
|            | 12/11              | 14/12      |
| NS 4823 RR | A 308,8 a          | B 278,7 a  |
| NA 5909 RG | B 153,8 d          | A 195,7 c  |
| A 6411 RG  | A 230,5 c          | A 224,8 b  |
| BR SUL LA  | A 265,5 b          | B 222,2 ab |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A matéria seca de 100 grãos produzidos nos ramos (MSCGPR) apresentou interação de épocas de semeadura e genótipos, e populações de plantas e épocas de semeadura. No genótipo “A 6411

RG”, não variou entre as épocas de sementeira, e foi maior que nos demais em ambas as épocas de sementeira. Os demais genótipos não diferiram entre si em nenhuma das épocas de sementeira e tiveram maior MSCGPR na sementeira de 14/12 que na de 12/11 (Tabela 5).

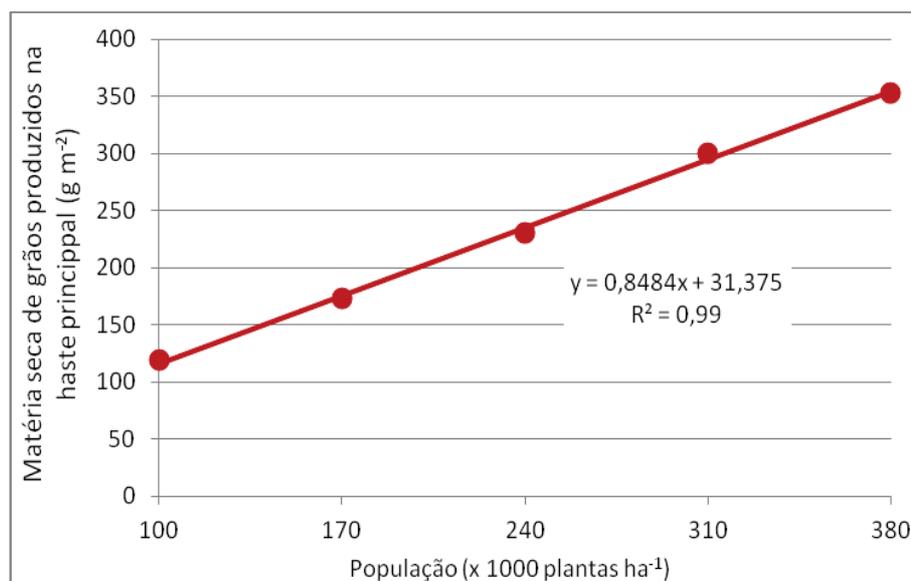


Figura 7 - Matéria seca de grãos produzidos no caule, na média dos genótipos e épocas de sementeira, em função das populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Tabela 5 - Matéria seca de 100 grãos (g) produzidos nos ramos, na média das populações de plantas, em função das épocas de sementeira e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de sementeira |         |
|------------|---------------------|---------|
|            | 12/11               | 14/12   |
| NS 4823 RR | A 14,0b             | B 12,9b |
| NA 5909 RG | A 14,9b             | B 12,9b |
| A 6411 RG  | A 16,4a             | A 16,3a |
| BR SUL LA  | A 13,9b             | B 12,0b |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de sementeira no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de sementeira; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O aumento das populações não provocou variação com a semeadura de 12/11, e com a de 14/12 provocou aumento em função quadrática até a população de 268,3 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  da MSCGPR (Figura 8).

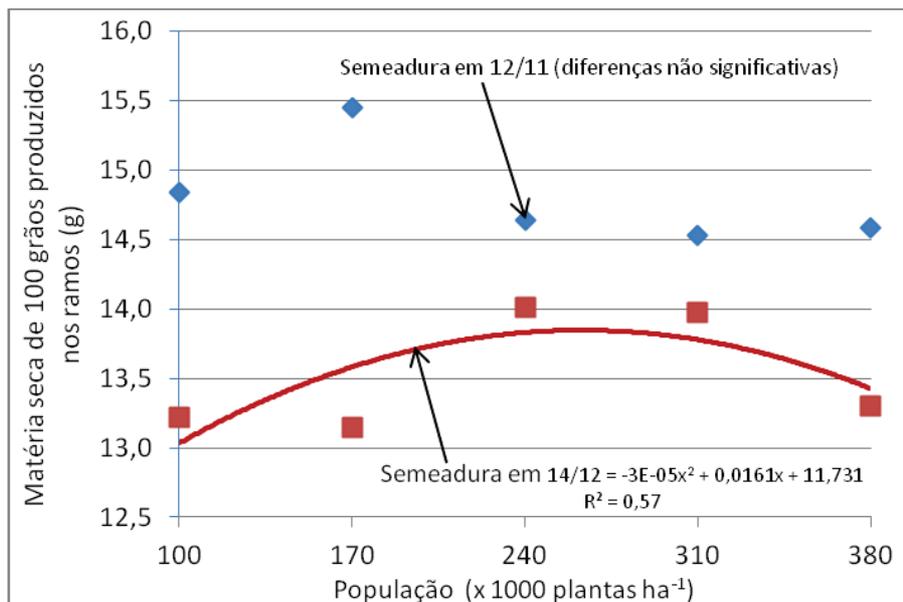


Figura 8 - Matéria seca de 100 grãos produzidos nos ramos, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A matéria seca de 100 grãos produzidos no caule (MSCGPC) diferiu entre genótipos com interação de épocas de semeadura e populações de plantas. Na média das populações e épocas, o genótipo “A 6411 RG”, superou o “NS 4823 RR” e o “NA 5909 RG” que não diferiram entre si e superaram o “BR SUL LA”, com 16,5; 14,7; 14,1 e 13,2 g 100 grãos $^{-1}$ , respectivamente. Nas populações de 100 e 170 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , a semeadura de 12/11 resultou em maior MSCGPC que a de 14/12. Entre 240 e 380 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , não houve diferença entre épocas. Na média dos

genótipos, a MSCGPC reduziu em função quadrática até 243 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  com a semeadura em 12/11 e com a semeadura em 14/12 comportou-se de forma inversa, aumentando até 330 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 9).

Os resultados diferem dos relatados por Peixoto et al. (2000), Ray et al. (2008) e Robinson et al. (2009) que obtiveram maior peso de 100 grãos nas semeaduras do tarde. Discordam, também, de Tourino et al. (2002) que obtiverm aumento linear e de Rambo et al. (2004) que relatam efeito contrário, com redução linear no peso de 100 grãos em função do aumento das populações, mas está de acordo com Queiroz & Minor (1977), Egli & Zhen-Wen (1991) e Cox & Cherney (2011) que não verificaram diferenças no peso de 100 grãos entre genótipos de soja em função das populações de plantas.

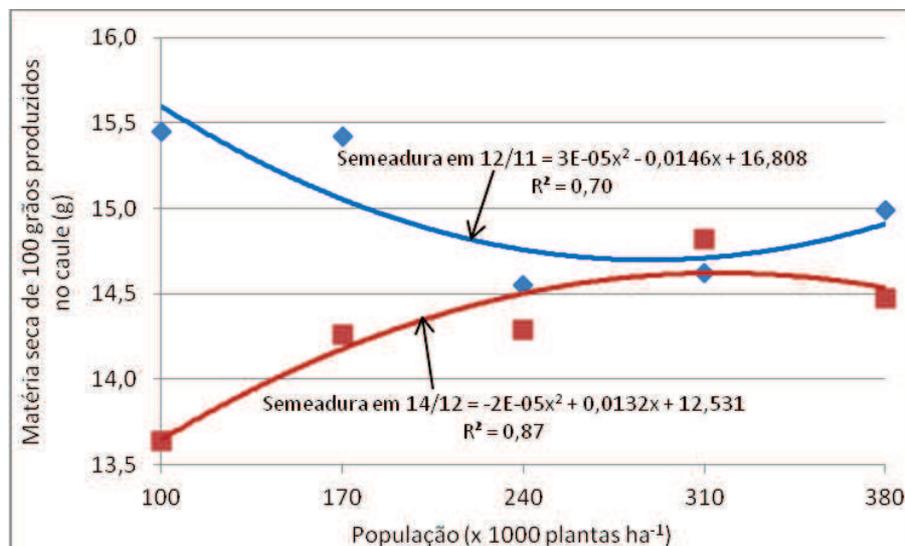


Figura 9 – Matéria seca de 100 grãos produzidos no caule, na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A diversidade de resultados encontrados evidencia a forte influência de outros fatores na definição deste componente do rendimento.

A matéria seca de resíduos do caule (MSResC) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, com interação de épocas de semeadura e genótipos e populações de plantas e genótipos. A semeadura de 12/11 resultou em maior MSResC que a de 14/12 em todos os genótipos, porém na semeadura de 12/11 os genótipos “A 6411 RG” e “BR SUL LA” não diferiram entre si e superaram o “NS 4823 RR” e o “NA 5909 RG” que também não diferiram entre si na média das populações. Na semeadura de 14/12, o genótipo “A 6411 RG” não diferiu do “NA 5909 RG” que também não diferiu do “BR SUL LA”. O “NS 4823 RR” se igualou ao “BR SUL LA” e foi inferior ao “NS 5909 RG” (Tabela 6).

Todos os genótipos aumentaram linearmente a MSResC  $m^{-2}$  com aumento das populações independente da época de semeadura, mas o aumento foi maior no “A 6411 RG” e menor no “NS 4823 RR” (Figura 10) possivelmente devido diferença no volume de fotoassimilados que são realocados aos ramos nas menores populações em função da capacidade de ramificação.

Os resultados obtidos concordam com Settimi & Board (1988), que observaram maior crescimento e número de nós no caule com semeaduras precoces e com Gandolfi et al. (1979) e Gandolfi et al. (1983) que verificaram diferença entre genótipos em resposta às alterações no fotoperíodo.

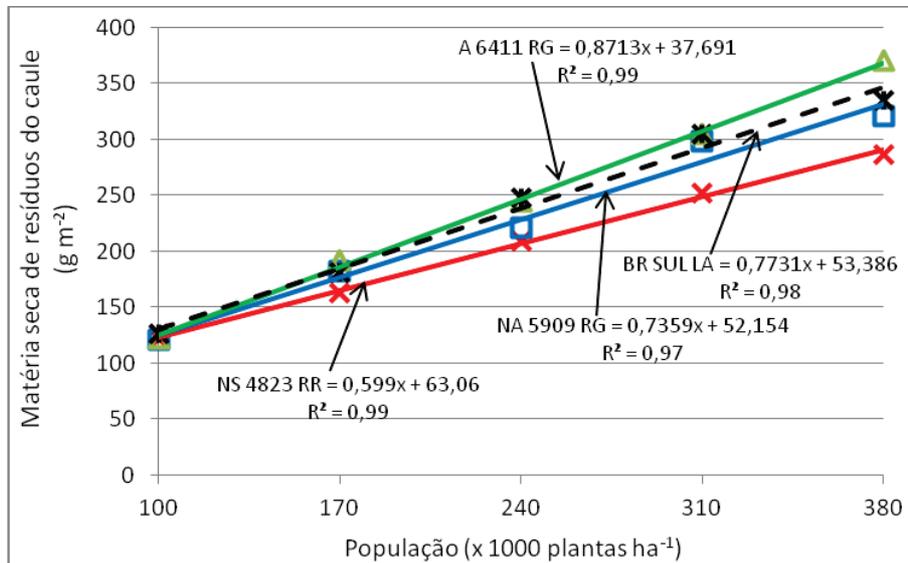


Figura 10 - Matéria seca de resíduos do caule, na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

A matéria seca de resíduos dos ramos (MSResR) diferiu entre épocas de semeadura, genótipos e populações de plantas, sem interação dos fatores. Foi maior na semeadura de 12/11 que na de 14/12 e nos genótipos “NA 5909 RG” e “A 6411 RG” que não diferiram entre si e foram superiores ao “BR SUL LA” e ao “NS 4823 RR”.

Apesar da ausência de interação de fatores ao nível de 5%, esta é detectada ao nível de 7% de probabilidade de erro, onde o genótipo “NA 5909 RG” produziu mais MSResR que o “A 6411 RG” e ambos não variaram com o aumento das populações de plantas. O “BR SUL LA” não diferiu do “NA 5909 RG” e do “A 6411 RG”, e foi superior ao “NS 4823 RR” na população de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> e todos reduziram linearmente a MSResR com o aumento das populações na semeadura de 12/11.

Tabela 6 - Matéria seca de resíduos do caule ( $\text{g m}^{-2}$ ), na média das populações de plantas, em função das épocas de semeadura e genótipos (Passo Fundo/RS, 2010/2011)

| Genótipo   | Época de semeadura |            |
|------------|--------------------|------------|
|            | 12/11              | 14/12      |
| NS 4823 RR | A 228,1 b          | B 185,5 c  |
| NA 5909 RG | A 237,0 b          | B 220,5 ab |
| A 6411 RG  | A 263,2 a          | B 230,4 a  |
| BR SUL LA  | A 275,3 a          | B 202,6 bc |

Letras maiúsculas antecedendo as médias comparam épocas de semeadura no genótipo e letras minúsculas sucedendo as médias comparam genótipos na época de semeadura; médias antecedidas de letras maiúsculas ou sucedidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na semeadura de 14/12, todos os genótipos reduziram linearmente a MSResR com o aumento das populações, e os genótipos “NA 5909 RG” e “A 6411 RG” não diferiram entre si e superaram o “NS 4823 RR” e o “BR SUL LA” que também não diferiram entre si (Figura 11). Os resultados concordam com Board (1985) e com Board & Settini (1988), que observaram menor crescimento e produção nos ramos em semeaduras tardias.

O rendimento de grãos diferiu entre épocas de semeadura e genótipos com interação de populações de plantas e épocas de semeadura e populações de plantas e genótipos. Foi maior na semeadura de 12/11 e, na média das populações de plantas e épocas de semeadura, no genótipo “A 6411 RG” sem diferença para o “BR SUL LA” que por sua vez, não diferiu do “NA 5909 RG” e do “NS 4823 RR”. Na média dos genótipos, o rendimento de grãos reduziu em função quadrática até 271,3 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  com a semeadura em 12/11 e aumentou em escala logarítmica com o aumento das populações na de 14/12 (Figura 12).

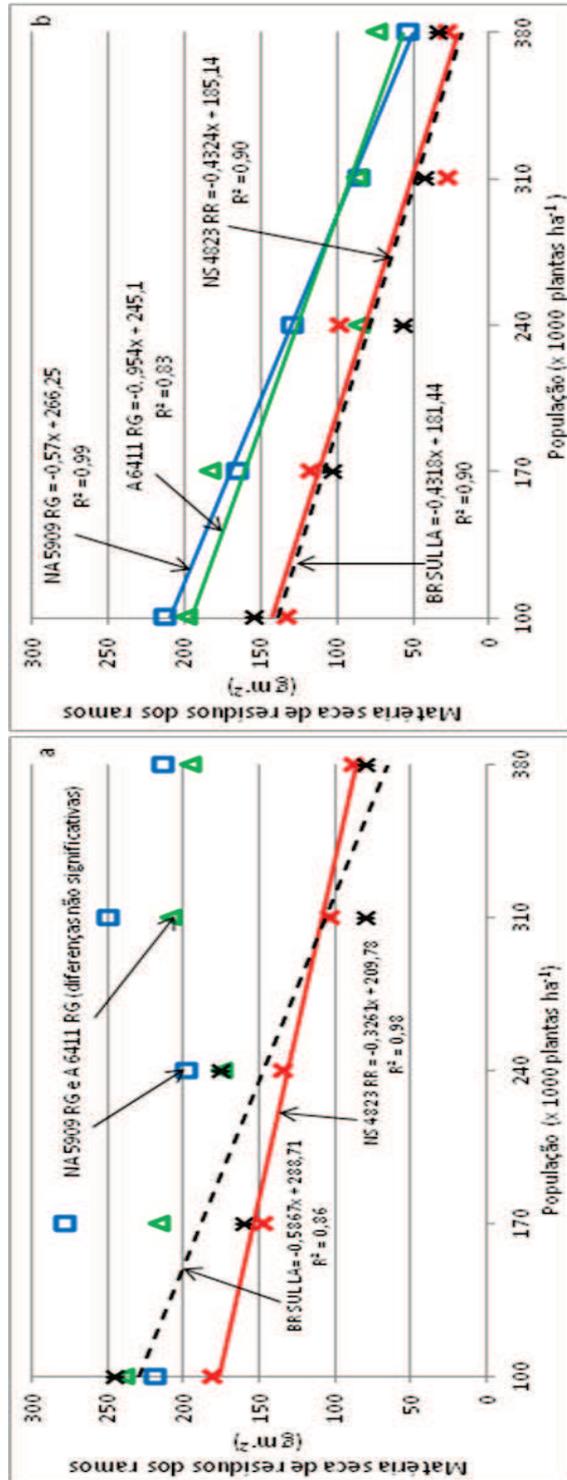


Figura 11 - Matéria seca de resíduos dos ramos por metro quadrado em função dos genótipos e populações de plantas com semeadura em 12/11 (a) e 14/12 (b). Passo Fundo/RS, 2010/2011.

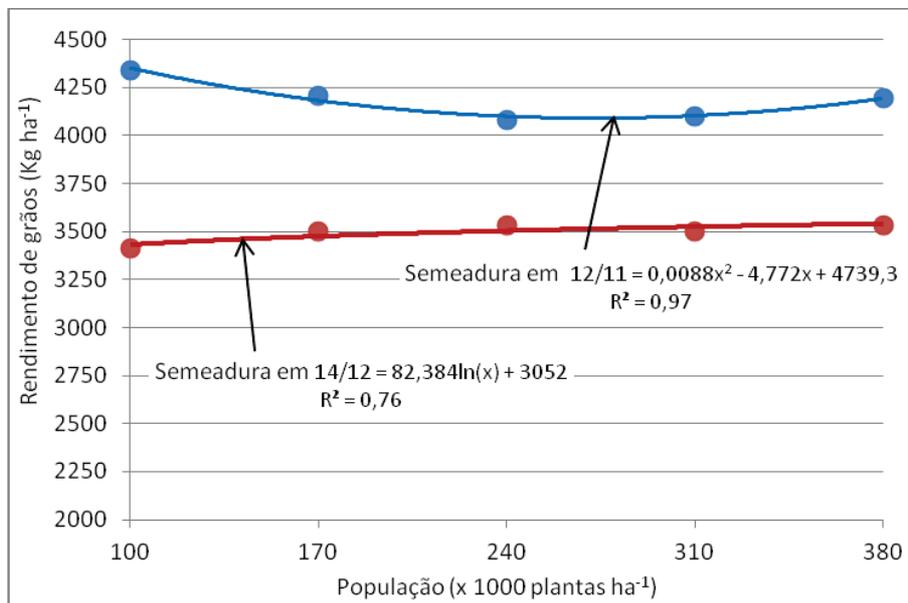


Figura 12 - Rendimento de grãos de soja na média dos genótipos, em função das populações de plantas e épocas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Na média das épocas de semeadura, os genótipos “A 6411 RG” e “BR SUL LA” reduziram o rendimento de grãos em função quadrática até 253 mil e 252 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto o “NA 5909 RG” não diferiu e o “NS 4823 RR” aumentou em escala logarítmica com o incremento das populações (Figura 13).

Os resultados concordam com Board (1985) e Egli & Cornelius (2009) que verificaram redução no rendimento de grãos com a semeadura após a época ideal, diferindo no índice de redução entre os genótipos e com Bonato et al. (1998) que obtiveram rendimentos menores na semeadura de dezembro que na de novembro em diferentes regiões do Rio Grande do Sul, mas discordam de Tourino et al. (2002) que verificaram redução no rendimento com

aumento das populações de 10 para 22 plantas  $m^{-1}$ , no espaçamento de 45 cm entre linhas. Walker et al. (2010) também não observaram diferenças entre populações de 247 e 592 mil plantas  $ha^{-1}$ .

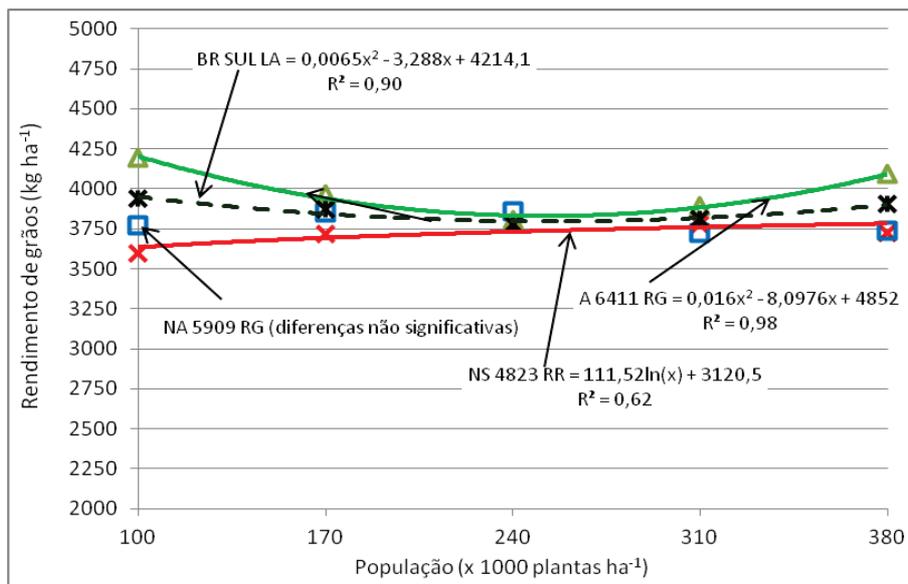


Figura 13 - Rendimento de grãos na média das épocas de semeadura, em função dos genótipos e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Ludwig et al. (2011) verificaram interação de populações e genótipos considerados modernos que produziram mais grãos nas maiores populações em semeaduras tardias, o que discorda do efeito quadrático verificado no “NS 4823 RR” na semeadura de 14/12. A diferença verificada, entretanto, é explicada pelo baixo volume de precipitação pluvial verificado no período reprodutivo crítico para este genótipo (APÊNDICES 9 e 11) que, segundo Chen & Wiatrak (2011), limitam a plena expressão do potencial de rendimento em altas populações.

O índice de colheita aparente (ICapa) diferiu entre genótipos e interagiu com épocas de semeadura e populações de plantas. Na média das épocas e populações, o genótipo “NS 4823 RR” apresentou 60,3%, superando o “BR SUL LA” e o “A 6411 RG”, que não diferiram entre si e foram superiores ao “NA 5909 RG”, com 55,4% e 54,6% e 51,7%, respectivamente.

Com semeadura em 12/11, o ICapa reduziu em escala logarítmica com o aumento das populações e com semeadura em 14/12, reduziu em função quadrática até 280 mil plantas  $ha^{-1}$  (Figura 14).

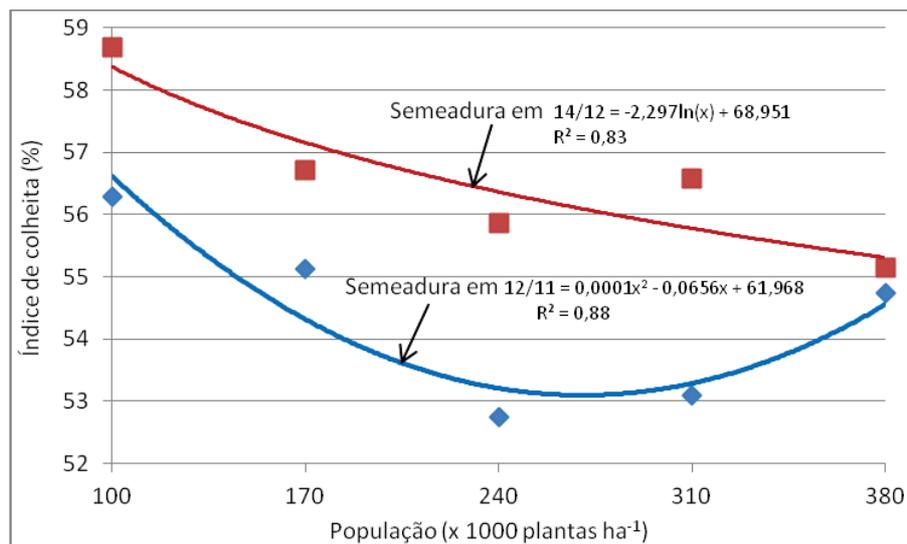


Figura 14 - Índice de colheita na média dos genótipos, em função das épocas de semeadura e populações de plantas. Passo Fundo/RS, 2010/2011.

Os resultados obtidos concordam com Board & Harville (1994) e com Board et al. (1995) que obtiveram IC mais altos com semeaduras tardias. Concordam, ainda, com Ludwig et al. (2010), que verificaram maiores IC em genótipos com menor matéria seca

aparente em R5. Este comportamento se explica pelas temperaturas noturnas mais altas verificadas durante o ciclo da cultura com a semeadura em época tardia, que aumentam a proporção de fotoassimilados destinados à formação de grãos (SEDDIG & JOLLIFF, 1984).

Os índices de colheita aparente verificados em todas as situações testadas são numericamente superiores aos obtidos por Colasante & Costa (1981), podendo resultar de características introduzidas pelo melhoramento genético da soja da época daquele trabalho aos dias atuais.

A variação no ICapa em função das populações de plantas na maioria dos genótipos resulta da redução do comprimento e número de ramos nas altas populações, pois Board et al. (1995) não observaram variação no IC em função do sombreamento.

A proporção de grãos em relação ao total de matéria seca acumulada isoladamente no caule e nos ramos não foi estatisticamente analisada, mas foi numericamente maior nos ramos que no caule, atingindo, respectivamente 61,6% e 50,5%, na média das épocas de semeadura, genótipo e populações de plantas.

A relação entre as matérias secas dos limbos foliares e matérias secas dos ramos e dos caules sem os limbos foliares verificadas em R5 foram maiores na semeadura de 12/11 que na de 14/12, o que indica que a planta destina maior proporção de matéria seca para crescimento de áreas fotossintetizantes na semeadura de 12/11. Este comportamento foi observado em todos os genótipos, exceto no “NA 5909 RG”.

A relação entre matéria seca de limbos foliares e matéria seca de grãos nos ramos e no caule, respectivamente, variou pouco entre épocas de semeadura e foi maior no caule que nos ramos em todos os genótipos e populações, o que indica a necessidade de maior matéria seca de limbos foliares no caule que nos ramos para produzir igual matéria seca de grãos.

Na semeadura de 14/12, a planta reduz sua estrutura vegetativa, principalmente nos ramos, e direciona maior proporção de fotoassimilados para a formação de grãos.

### **Conclusões**

A semeadura de novembro proporciona maior matéria seca de ramos e de limbos foliares nos ramos em R5, mas menor número de legumes no caule e índice de colheita que a semeadura de dezembro.

A matéria seca aparente no estágio R5 não difere entre as semeaduras em torno do 2º decêndio de novembro e o 2º decêndio de dezembro, mas varia em função dos genótipos e populações de plantas. O rendimento de grãos é maior com a semeadura em novembro e a diferença entre as épocas de semeadura se estabelece entre o estágio R5 e a colheita e se deve principalmente à maior variação verificada nos ramos.

O peso dos grãos produzidos nos ramos varia menos que o dos produzidos no caule em função das populações, mas na média, os produzidos no caule são mais pesados que os produzidos nos ramos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variações que ocorrem na distribuição vertical e na distribuição entre o caule e os ramos em função de épocas de semeadura, genótipos e arranjos de plantas dificultam as amostragens tornando-as complexas e de baixo alcance, com necessidade de critérios específicos para cada situação de ambiente e genótipo. A grande plasticidade da soja e sua capacidade de modular os componentes do rendimento em resposta às condições ambientais limita o estabelecimento antecipado de correlação entre os componentes do rendimento e o rendimento de grãos.

Dentro de um genótipo de soja, a distribuição vertical do rendimento de grãos depende da ramificação emitida pela planta. Fatores que aumentam a ramificação aumentam também a produção de grãos na camada inferior do dossel.

A participação do caule na formação do rendimento de grãos não aumenta na mesma proporção que a dos ramos sob condições ambientais favoráveis. O peso de grãos por unidade de peso seco de limbos foliares dos ramos é maior que o peso seco de grãos obtido por unidade de peso seco dos limbos foliares do caule no estágio R5.

Diferenças entre genótipos podem ser detectadas em R5, mas a evolução das diferenças varia em função da época de semeadura.

Cabem novos estudos com outros genótipos e sob outras condições ambientais para a confirmação destes resultados.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

APOLO XI. Latitude e longitude das cidades brasileiras. Disponível em: <<http://www.apolo11.com/latlon.php?uf=rs&cityid=4294>>. Acesso em 06/08/2009.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, H. M. Relação entre o rendimento de grãos da soja e variáveis meteorológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, n.5, p.695-702, maio, 1992.

BERLATO, M. A.; GONÇALVES, H. M. Efeito da temperatura no desenvolvimento da soja *Glycine max* (L.) Merrill. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.14, n.1, p.235-242, 1978.

BERLATO, M. A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque “classe A” e radiação solar global. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.22, n.2, p.251-259, 1986.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; FEDERIZZI, L. C. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. *Bragantia*, Campinas, v.65, n.4, p.623-632, 2006.

BOARD, J. E. Yield components associated with soybean yield reductions at nonoptimal planting dates. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, p.135-140, January-February, 1985.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, n.86, p.1103-1106, November-December, 1994.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. *Crop Science*, Madison, v.38, p.763-771, May-June, 1998.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Soybean yield component responses to a light interception gradient during the reproductive period. *Crop Science*, Madison, v.33, p.772-777, 1993.

BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G.: A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, n.86, p.1103-1106, November-December, 1994.

BOARD, J. E.; KUMUDINI, J.; OMIELAN, J.; PRIOR, E.; KAHLON, C. S. Yield response of soybean to partial and total defoliation during the seed-filling period. *Crop Science*, Madison, v.50, p.703-712, March-April, 2010.

BOARD, J. E.; SETTIMI, J. R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. *Agronomy Journal*, Madison, n.78, p.995-1002, 1986.

BOARD, J. E.; WIER, A. T.; BOETHEL, D. J. Source strength influence on soybean yield formation during early and late reproductive development. *Crop Science*, Madison, v.35, p.1104-1110, July-August, 1995.

BOARD, N.; MARICHERLA, D. Explanations for decreased harvest index with increased yield in soybean. *Crop Science*, Madison, v.48, p.1995-2002, September-October, 2008.

BONATO, E. R., BERTAGNOLLI, P. F., IGNACZAC, J. C., TRAGNAGO, J. L, RUBIN, S. de A. L. Desempenho de cultivares de soja em três épocas de semeadura, no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.6, p.879-884, junho, 1998.

BORKER, C. M.; YORINORI, J. T.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERRIERA, L. M.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. Potafós: Arquivo do Agrônomo, n.5. Junho, 1994. 6p. disponível em: [http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=7&ved=0CHUQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.agromac.com.br%2Fpotafos%2Fsoja%2Fsoja\\_1.pdf&ei=cTm6T\\_aYMiXO9QTAInBCw&usg=AFQjCNEE-9Wg8SLljNIZfeIKrKQb\\_AoFVw](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=7&ved=0CHUQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.agromac.com.br%2Fpotafos%2Fsoja%2Fsoja_1.pdf&ei=cTm6T_aYMiXO9QTAInBCw&usg=AFQjCNEE-9Wg8SLljNIZfeIKrKQb_AoFVw). Acessado em 10/05/2012.

BRUIN, J. L. de; PEDERSEN, P. Growth, yield, and yield component changes among old and new soybean Genótipos. *Agronomy Journal*, Madison v.101, n.1, p.124-130, January-February, 2009a.

BRUIN, J. L. de; PEDERSEN, P. New and old soybean GENÓTIPO responses to plant density and intercepted light. *Crop Science*, Madison, v.49, p.2225-2232, November-December. 2009b.

BRUNS, A. B. Comparisons of single-row and twin-row soybean production in the mid-south. *Agronomy Journal*, Madison v.103, n.3, p.702-708, 2011.

CHEN, G.; WIATRAK, P. Seeding rate effects on soybean maturity group IV-VIII for the southeastern production system: I. Vegetation indices. *Agronomy Journal*, Madison v.103, n.3, p.32-37, 2011.

COLASANTE, L. O.; COSTA, J. A. Índice de colheita e rendimento biológico na comparação da eficiência de variedades de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.225-230, março, 1981.

CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos (safra 2011/12) – 8º levantamento, maio, 2012*). Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_06\\_09\\_08\\_50\\_47\\_graos\\_-\\_boletim\\_maio-2012..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_06_09_08_50_47_graos_-_boletim_maio-2012..pdf)>. Acesso em 13/05/2012.

COX, W. J.; CHERNEY, J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. *Agronomy Journal*, Madison, v.103, n.1, p.123-128, 2011.

CUNHA, G. R.; BARNI, N. A.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; PAZINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PIRES, J. L. F. P. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, v.9, n.3 (número especial- Zoneamento Agrícola), p. 446-459, 2001.

DYBING, C. D. Soybean flowers production related to plant growth and seed yield. *Crop Science*, Madison, v.34, n.2, p.489-497, March-April, 1994.

EGLI, D. B.; CORNELIUS, P. L. A regional analysis of the response of soybean yield to planting date. *Agronomy Journal*, Madison, v.101, n.2, p.330-335, March-April, 2009.

EGLI, D. B.; GUFFY, R. D.; LEGGETT, J. E. Partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.77, p. 917-922, November-December, 1985.

EGLI, D. B.; MECKEL, R. E.; PHILLIPS, R. E.; RADCLIFFE, D.; LEGGETT, J. E. Moisture stress and N redistribution in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.75, p.1027-1031, November-December, 1983.

EGLI, D. B.; WARDLAW, I. F. Temperature response of seed growth characteristics of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, p. 560-564, May-June, 1980.

EGLI, D.B.; ZHEN-WEN, Y. Crop growth rate and seeds per unit area in soybean. *Crop Science*, Madison, v. 31, p.439-442, March-April, 1991.

EVANS, L. T.; FISCHER, R. A. Yield potential: its definition, measurement, and significance. *Crop Science*, Madison, v.39, p.1544-1551, November-December, 1999.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; LAUSCHNER, M. H.; MELLO, R. W. Modelo de estimativa de rendimento de soja no estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.3, p.399-403, março, 2001.

GAI, J; PALMER, R. G.; FEHR, W. R. Bloom and pod set in determinate and indeterminate soybeans grown in China. *Agronomy Journal*, Madison, v. 76, p.979-984, November-December, 1984.

GANDOLFI, V. H.; SOUZA, B. H. de.; DEPONTI, P. Efeitos de três termoperíodos sobre a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em condições de dias longos. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.19, n.2, p. 55-66, 1983.

GANDOLFI, V. H.; SOUZA, B. H. de.; MÜLLER, L. Efeito de diferentes termoperiodicidades sobre o desenvolvimento de genótipos

de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em condições de dias curtos. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.15, n.1, p. 33-51, 1979.

GULDAN, S. J.; BRUN, W. A. Relationship of cotyledon cell number and seed respiration to soybean seed growth. *Crop Science*, Madison, v. 25, p.815-819, september-October, 1985.

HANSEN, W. R.; SHIBLES, R.. Seazonal log of de flowering and podding activity of field-grown soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, v. 70, p.47-50, January-February, 1978.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. de S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. de S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n.2, p.285-295, 2006.

HEITHOLT, J. J.; EGLI, D. B.; LEGGETT, J. E. Characteristics of reproductive abortion in soybean. *Crop Science*, Madison, v. 26, p.589-594, May-June, 1986.

HICKS, D. R.; PENDLETON, J. W.; BERNARD, R. L.; JOHNSTON, T. J. Response of soybean plant types to planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v. 61, p.290-293, March-April, 1969.

HOCK, S. M.; KNEZEVIC, S. Z.; MARTIN, A. R.; LINDQUIST, J. L. Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. *Weed Science*, Madison, n.54, p.38-46, January-February, 2006.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.221-225, March-April, 1993.

KAHLON, C. S.; BOARD, J. E.; KANG, M. S. An analysis of yield component changes for new vs. old soybean Genótipos. *Agronomy Journal*, Madison, v.103, n.I, p.13-22, 2011.

KANTOLIC, A. G.; SLAFER, G. A. Development and seed number in indeterminate soybean as affected by timing and duration of exposure to long photoperiods after flowering. *Oxford Journals* –

*annals of botany*, Oxford, v.99, p.925-933, 2007. Disponível em: <<http://aob.oxfordjournals.org/content/99/5/925.full.pdf+html>>. Acesso em 08/06/2011.

KOLLMAN, G. E.; STREETER, J. G.; JEFFERS, D. L.; CURRY, R. B. Accumulation and distribution of mineral nutrients, carbohydrate, and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. *Agronomy Journal*, Madison, v. 66, p.549-554, July-August, 1974.

KRÜGER, C. A. M. B.; FONTANA, D. C.; MELO, R. W. de. Estimativa do rendimento da soja no Rio Grande do Sul usando um modelo agrometeorológico-espectral regionalizado. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Piracicaba, v.15, n.3, p.210-219, setembro-dezembro, 2007.

KUSS, R. C. R.; KÖNNIG, O.; DUTRA, L. M. C.; BELLÉ, R. A.; ROGGIA, S.; STURMER, G. R. População de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.4, p.1133-1137, julho, 2008.

LANGE, C. E.; FEDERIZZI, L. C. Estimation of soybean genetic progress in the south of Brazil using multi-environmental yield trials. *Sci. Agri.*, Piracicaba, v.66, n.3, p.309-316, May-June, 2009.

LIMA, W. F.; TOLEDO, J. F. F. de.; ARIAS, C. A. A.; OLIVEIRA, M. F. de. Stability of soybean yield through different sowing periods. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.11, p.2181-2189, novembro, 2000.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; UHRY, A. J. D. Populações de plantas na cultura da soja em Genótipos convencionais e *Roundup Ready*<sup>TM</sup>. *Revista Ceres*, Viçosa, v.58, n.3, p.305-313, maio-junho, 2011.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; UHRY, D.; LISBOA, J. L.; JAUER, A. Características morfológicas de genótipos de soja convencionais e *Roundup Ready*<sup>TM</sup> em função da época e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.4, p.759-767, abril, 2010.

MAEHLER, A. R.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L. Qualidade de grãos de duas Genótipos de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.2, p.213-218, março-abril, 2003b.

MAEHLER, A. R.; PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; FERREIRA, F. G. Potencial de rendimento da soja durante a ontogenia em razão da irrigação e arranjo de plantas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38, n.2, p.225-231, fevereiro, 2003a.

MARCHEZAN, E.; COSTA, J. A. Produção e fixação de flores e legumes, em três Genótipos de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.2, p.129-136, fevereiro, 1983.

MARTINS, J. D.; RADONS, S. Z.; STRECK N. A.; KNIES, A. E.; CARLESSO, R. Plastocrono e número final de nós de genótipos de soja em função da época de semeadura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.6, p.954-959, junho, 2011.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de genótipos de soja. *Sci. Agri.*, Piracicaba, v.56, n.4, p.851-858, outubro-dezembro, 1999.

MARVEL, J. N.; BEYROUTY, G. A.; GBUR, E. E. Response of soybean growth to root and canopy competition. *Crop Science*, Madison, v.32, p.797-801, May-June, 1992.

MATZENAUER, R.; BARNI, N. A.; MALUF, J. R. T. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura da soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.6, p.1013-1019, novembro-dezembro, 2003.

MENDONÇA, O.; CARPENTIERI-PIPOLO, V.; GARBUGIO, D. D.; JUNIOR, N. da S. F. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.11, p.1567-1575, novembro, 2002.

MOMEN, N. N.; CARLSON, R. E.; SHAW, R. H.; ARJMAND, O. Moisture-stress effects on the yield components of two soybean Genótipos. *Agronomy Journal*, Madison, v.71, p.86-90, January-February, 1979.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. *Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos*. Porto Alegre: Evangraf/Ufrgs, 2005. 31p.

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.3, p.269-274, março, 2002a.

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de genótipos de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.3, p.275-279, março, 2002b.

NOGUEIRA, S. S. S.; HAAG, H. P.; CARELLI, M. L. C.; FAHL, J. I.; MAEDA, J. A. Variação dos componentes do rendimento de dois Genótipos de soja, UFV – 1 e IAC – 7, em função da época de semeadura. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.XLI, p.141-153, 1984.

NOGUEIRA, S. S. S.; HAAG, H. P.; MIRANDA, M. A. C. Características fisiológicas dos genótipos de soja, UFV – 1 e IAC – 7, no florescimento, em diferentes épocas de semeadura e sua relação com a produção. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"*, v.XL, p.1107-1134, 1983.

NUNES, S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. In: DESER – Boletim Eletrônico: *Conjuntura Agrícola*. (Boletim eletrônico n.159). Junho, 2007. Disponível em: <[http://www.deser.org.br/documentos/boletim\\_completo/Boletim\\_159.pdf](http://www.deser.org.br/documentos/boletim_completo/Boletim_159.pdf)>. Acesso em 10/08/2011.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.2, p.357-364, março-abril, 2004.

PEDERSEN, P. *Managing soybean for high yielding*. Iowa State University. Department of Agronomy. Disponível em: <<http://extension.agron.iastate.edu/soybean/documents/HighYield.pdf>>. Acesso em 29/07/2011.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. de S.; MARTINS, M. G.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. *Sci. Agri.*, Piracicaba, v.57, n.1, p.89-96, janeiro-março, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162000000100015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000100015)>. Acesso em 04/01/2011.

PIRES, J. L. F. *Estimativa do potencial produtivo da soja e variabilidade espacial de área de produção*. 2002. 160p. (Tese. Doutorado em Fitotecnia/Área de Concentração em Plantas de Lavoura) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; RAMBO, L.; FERREIRA, F. G. Métodos para a estimativa do potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.4, p.337-344, abril, 2005.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; MAEHLER, A. R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1541-1547, agosto, 2000.

PORTO, M. C. M.; SANTOS FILHO, J. M dos.; BARNI, N. A.; MINOR, H. C.; BERGAMASCHI, H. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à irrigação e níveis de fertilidade do solo. I: Rendimento de grãos e características agrônômicas. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.15, n.2, p.251-280, 1979.

PROULX, R. A.; NAEVE, S. L. Pod removal, shade, and defoliation effects, on soybean yield, protein, and oil. *Agronomy Journal*, Madison, v.101, n.4, p.971-978, 2009.

QUEIROZ, E. F. de.; MINOR, H. C. Resposta de quatro Genótipos de soja, *Glycine max* (L.) Merrill), a populações de plantas e épocas de

semeadura. *Agronomia Sulriogradense*, Porto Alegre, v.13, n.2, p.261-276, 1977.

RAKOCEVIC, M.; NEUMEIER, N.; OLIVEIRA, G. M. de.; NEPOMUCENO, A. L.; RARIAS, J. R. B. Heliotropic responses of soybean Genótipos at three phenological stages and under two water regimes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.45, n.7, p.661-670, agosto, 2010.

RAMBO, L. Crescimento e rendimento de soja por estrato do dossel em resposta à competição intraespecífica. 2002. 106p. (Dissertação. Mestrado em Fitotecnia/Área de Concentração em Plantas de Lavoura) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCINELLO, G.; FERREIRA, F. G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.1, p.33-40, janeiro-fevereiro, 2004.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCINELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos de soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. *Scientia Agrária*, Curitiba, v.3, n.1-2, p.79-85, 2002.

RASSINI, J. B.; LIN, S. S. Efeito de estiagens durante o desenvolvimento da planta sobre o rendimento de sementes, componentes do rendimento, e características agronômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill. *Agronomia Sulriogradense*, Porto Alegre, v.17, n.1, p.69-77, 1981a.

RASSINI, J. B.; LIN, S. S. Efeito de períodos de estiagens artificiais durante estádios de desenvolvimento da planta no rendimento e qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill. *Agronomia Sulriogradense*, Porto Alegre, v.17, n.2, p.225-237, 1981b.

RAY, C. L.; SHIPE, E. R.; BRIDGES, W.C. Planting date influence on soybean agronomic traits and seed composition in modified fatty acid breeding lines. *Crop Science*, Madison, v.48. p.181-188, January-February, 2008.

RAY, D. J.; HINSON, K.; MANKONO, E. B.; MALO, M. F. Genetic control of a long-juvenile trait in soybean. *Crop Science*, Madison, v.35, p.1001-1006, July-August, 1995.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 37, 2009: Porto Alegre. Indicações técnicas para cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, 2009/2010. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas de Lavoura, 2009.144 p. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/soja/indicacoes.htm>>. Acesso em: 14/05/2012.

ROBINSON, A. P.; CONLEY, S. P.; VOLONEC, J. J.; SANTINI, J. B. Analysis of high yielding, early-planted soybean in Indiana. *Agronomy Journal*, Madison, v.101, n.1, p.131-1319, January-February, 2009.

ROCHA, M. de M.; VELLO, N. A. Interação Genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.1, p.69-81, 1999.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. da. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.3, p.431-437, março, 2001.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C.; COSTENARO, E. R.; BERTAGNOLI, P. F. *Avaliação de genótipos de soja transgênica (BRS-RR) em sistema precoce de semeadura (SPS)*. Passo Fundo: CNPT. Dezembro, 2007 (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n.45).

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C.; DIDONET, A.; LAMBHY, J. C. B.; SÓRIO, I. *Efeito do fotoperíodo e da temperatura do ar no desenvolvimento da área foliar em soja (Glycine Max (L.) Merrill)*. Passo Fundo: CNPT. Dezembro, 2006. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n.33).

SALADO-NAVARRO, L. R.; SINCLAIR, T. R.; HINSON, K. Comparisons among effective filling period, reproductive period

duration, and R5 to R7 in determinate soybeans. *Crop Science*, Madison, v.25, p.1050-1054, novembro-dezembro, 1985.

SALINAS, A. R.; SELENER, N.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Respuestas fisiológicas que caracterizan el comportamiento de diferentes Genótipos de soja a La deficiência hídrica en el suelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.5, p.331-338, maio, 1996.

SANTOS FILHO, J. M. dos.; PORTO, J. C. M.; BERGAMASCHI, H.; BARNI, N. A.; MINOR, H. C. Influência da irrigação durante o período reprodutivo de três espaçamentos entre fileiras sobre a relação ramificações/caule em três parâmetros da soja, *Glycine max* (L.) Merrill. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.12, n.2, p.111-121, 1976.

SCHÖFFEL, E. R.; SACCOL, A. V.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n.1, p.7-12, 2001.

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

SEDDIGH, M.; JOLLIFF, G. D. Effect of night temperature on dry matter partitioning and seed growth of indeterminate field-grown soybean. *Crop Science*, Madison, v.24, p.704-710, July-August, 1984.

SETTIMI, J. R.; BOARD, J. E. Photoperiod and planting date effects on the spatial distribution of branch development in soybean. *Crop Science*, Madison, v.28, p.259-263, March-April, 1988.

SEVERSIKE, T. M.; PURCELL, L. C.; GBUR, E.; CHEN, P.; SCOTT, R. Radiation interception and yield response to increased leaflet number in early-maturing soybean genotypes. *Crop Science*, Madison, v.49, p.281-289, January-February, 2009.

SHARMA, K. P.; LAY, D. B. Soybean flower abortion: Genetics and impact of selection on seed yield. *Crop Science*, Madison, v.30, p.1017-1022, september-October, 1990.

SILVA, J. B. da.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. de. Avaliação de genótipos de soja em semeadura de inverno, em Selvíria, MS: produção e qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.29, n.3, p.169-176, 2007.

SIONIT, N.; KRAMER, P. J. Effect of water estresse during different stages of growth of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, v.69, p.274-278, mach-April, 1977.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants – an emerging. *Nature*, v.407, p.585-591, October, 2000.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D, et al. *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Emater-RS/Ufrgs, 2002, 122p.

STÜLP, M.; BRACCINI, A. de L.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; SHUSTER, I. Desempenho agrônômico de três Genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura em duas anos agrícolas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, n.5, p.1240-1248, setembro-outubro, 2009.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Estresse hídrico em soja: impacto no rendimento de grãos. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (org.) *Soja: manejo para altas produtividades de grãos*. 1ª Ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.141-175.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F. Estabelecimento da lavoura de soja. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (org.) *Soja: manejo para altas produtividades de grãos*. 1ª Ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.127-140

TOURINO, M. C. C; REZENDE P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.8, p.1071-1077, agosto, 2002.

WALKER, E. R.; MENGISTU, A.; BELLALLOUI, N.; KOGER, C. H.; ROBERTS, R. K.; LARSON, A. Plant population and row-spacing effects on maturity group III soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.103, n.3, p.821-826, 2010.

WILCOX, J. R.; FRANKENBERGER, E. M. Indeterminate and determinate soybean responses to planting date. *Agronomy Journal*, Madison, v.79, p.1074-1078, 1987.

WILKERSON, G.G.; JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; BUOL, G. S. Photoperiodically sensitive interval in time to flower of soybean. *Crop Science*, Madison, v.29, p.721-726, May-June, 1989.

ZHE, Y.; LAUER, J. G.; BORGES, R.; LEON, N. de. Effects of genotype x environment interaction on agronomic traits in soybean. *Crop Science*, Madison, v.50, p.696-702, March-April, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo I, experimento I (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010)

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |             |          |          |          |  |  |
|-----------------------------|----|------------------|-------------|----------|----------|----------|--|--|
|                             |    | ESTATURA         | ALT1ºLEGUME | %NRRepTB | %NRRepTM | %NRRepTS |  |  |
| Bloco                       | 3  | 19,716           | 2,207       | 131,283  | 27,237   | 42,569   |  |  |
| Espaçamento                 | 1  | 129,541          | 0,578       | 46,879   | 58,259   | 0,628    |  |  |
| Erro (A)                    | 3  | 14,721           | 3,747       | 70,345   | 57,672   | 98,022   |  |  |
| Genótipo                    | 1  | 12715,92*        | 1901,25*    | 1376,97* | 3375,97* | 440,719* |  |  |
| Esp. x genótipo             | 1  | 40,044           | 1,77E-0015  | 147,968  | 31,162   | 43,350   |  |  |
| Erro (B)                    | 9  | 15,751           | 2,396       | 42,571   | 43,047   | 51,219   |  |  |
| Populações                  | 4  | 82,146*          | 18,719*     | 18,223   | 18,082   | 22,972   |  |  |
| Pop. x esp.                 | 4  | 69,637*          | 2,899       | 8,844    | 36,278   | 33,269   |  |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 27,803           | 2,286       | 54,297   | 39,715   | 48,764*  |  |  |
| Pop. x esp. x genótipo      | 4  | 7,166            | 3,176       | 8,101    | 7,027    | 16,058   |  |  |
| Erro (C)                    | 45 | 15,612           | 3,169       | 30,273   | 24,960   | 18,504   |  |  |
| Total                       | 79 |                  |             |          |          |          |  |  |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%) |    |                  |             |          |          |          |  |  |
| Erro (A)                    |    | 4,77             | 12,77       | 35,62    | 16,90    | 26,09    |  |  |
| Erro (B)                    |    | 4,93             | 10,21       | 27,71    | 14,60    | 26,51    |  |  |
| Erro (C)                    |    | 4,91             | 11,74       | 23,37    | 11,12    | 16,30    |  |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 1 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo I, experimento I (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010)... continuação

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |         |         |         |         |        |  |  |
|-----------------------------|----|------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--|--|
|                             |    | NGLTB            | NGLTM   | NGLTS   | MCGTB   | MCGTM   | MCGTS  |  |  |
| Bloco                       | 3  | 0,0354           | 0,0949  | 0,2632  | 0,6658  | 2,3594  | 0,9602 |  |  |
| Espaçamento                 | 1  | 0,0845           | 0,0217  | 0,0720  | 12,285  | 3,8063  | 0,0002 |  |  |
| Erro (A)                    | 3  | 0,1357           | 0,2136  | 0,1759  | 5,3307  | 3,6318  | 0,6752 |  |  |
| Genótipo                    | 1  | 0,5056           | 0,8405* | 2,1255* | 3,5913  | 3,6253* | 0,0994 |  |  |
| Esp. x genótipo             | 1  | 0,0192           | 0,0156  | 0,0304  | 0,4545  | 0,0086  | 3,7152 |  |  |
| Erro (B)                    | 9  | 0,1064           | 0,1089  | 0,1076  | 2,8252  | 2,5982  | 1,6099 |  |  |
| Populações                  | 4  | 0,3276*          | 0,0689  | 0,3553* | 3,1233* | 1,8868  | 0,9082 |  |  |
| Pop. x esp.                 | 4  | 0,03276          | 0,0742  | 0,1267  | 0,7680  | 0,7845  | 1,1071 |  |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 0,0168           | 0,0387  | 0,1104  | 3,1980* | 3,0350* | 1,8823 |  |  |
| Pop. x esp. x genótipo      | 4  | 0,0398           | 0,0202  | 0,2341  | 0,3783  | 0,5912  | 0,3905 |  |  |
| Erro (C)                    | 45 | 0,0206           | 0,0382  | 0,1081  | 0,9028  | 0,5923  | 1,0007 |  |  |
| Total                       | 79 |                  |         |         |         |         |        |  |  |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |    |                  |         |         |         |         |        |  |  |
| Erro (A)                    |    | 16,61            | 19,89   | 18,23   | 16,19   | 12,60   | 5,24   |  |  |
| Erro (B)                    |    | 14,88            | 13,85   | 14,26   | 11,79   | 10,66   | 8,10   |  |  |
| Erro (C)                    |    | 6,54             | 8,21    | 14,30   | 6,66    | 5,09    | 6,38   |  |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 1 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo I, experimento I (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010)... continuação

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |           |            |         |         |          |            |  |  |  |
|-----------------------------|----|------------------|-----------|------------|---------|---------|----------|------------|--|--|--|
|                             |    | NNRepMQ          | NLMQ      | NGMQ       | NLNRepP | NGLP    | MCGGeral | REND       |  |  |  |
| Bloco                       | 3  | 62196,7*         | 6890,6    | 246361,2   | 0,1511  | 0,0894  | 1,7557   | 1910400,1* |  |  |  |
| Espaçamento                 | 1  | 55051,5          | 289923,2  | 977545,0   | 0,0137  | 0,0428  | 0,4805   | 5470674,1* |  |  |  |
| Erro (A)                    | 3  | 4239,0           | 121505,6  | 1965807,8  | 0,1011  | 0,1247  | 1,5232   | 120703,8   |  |  |  |
| Genótipo                    | 1  | 591164,1*        | 356551,8  | 1,21       | 1,0263* | 1,0557* | 0,6994   | 3906325,3* |  |  |  |
| Esp. x genótipo             | 1  | 588,61           | 2064,5    | 2719,1     | 0,0212  | 0,0023  | 0,0022   | 12140,1    |  |  |  |
| Erro (B)                    | 9  | 40848,0          | 97298,9   | 1232176,7  | 0,0549  | 0,0672  | 1,1959   | 131688,2   |  |  |  |
| Populações                  | 4  | 411378,2*        | 998050,6* | 3376079,3* | 0,1913* | 0,1710* | 1,3436*  | 199573,8   |  |  |  |
| Pop. x esp.                 | 4  | 42333,2          | 44727,8   | 309908,4   | 0,1042  | 0,0141  | 0,5505   | 155063,6   |  |  |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 32650,4          | 72675,2   | 743834,8   | 0,0105  | 0,0107  | 0,9424   | 166318,1   |  |  |  |
| Pop. x esp. x gen.          | 4  | 30917,5          | 10551,7   | 68577,8    | 0,0808  | 0,0443  | 0,1126   | 45884,2    |  |  |  |
| Erro (C)                    | 45 | 18333,0          | 53982,1   | 81680,5    | 0,0580  | 0,0253  | 0,4508   | 226439,7   |  |  |  |
| Total                       | 79 |                  |           |            |         |         |          |            |  |  |  |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |    |                  |           |            |         |         |          |            |  |  |  |
| Erro (A)                    |    | 8,37             | 23,82     | 41,26      | 16,40   | 15,16   | 8,11     | 8,57       |  |  |  |
| Erro (B)                    |    | 25,98            | 21,31     | 32,66      | 12,08   | 11,13   | 7,18     | 8,96       |  |  |  |
| Erro (C)                    |    | 17,40            | 15,87     | 18,18      | 12,42   | 6,83    | 4,41     | 11,74      |  |  |  |

\* Valores significativos a nível de 5%.

APÊNDICE 2 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo I, experimento II (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010)

| CAUSAS DE VARIAÇÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |          |         |         |         |  |
|-----------------------------|----|------------------|----------|---------|---------|---------|--|
|                             |    | ESTATURA         | ALTIºLEG | %NRepTB | %NRepTM | %NRepTS |  |
| Bloco                       | 3  | 256,39*          | 6,265    | 62,32   | 31,34   | 41,06   |  |
| Espaçamento                 | 1  | 127,01           | 0,578    | 4,90    | 26,67   | 8,71    |  |
| Erro (A)                    | 3  | 20,87            | 9,566    | 14,77   | 65,92   | 135,36  |  |
| Genótipo                    | 1  | 5068,9*          | 2784,80* | 7802,6* | 5474,9* | 205,57  |  |
| Esp. x genótipo             | 1  | 24,20            | 5,408    | 9,39    | 25,01   | 3,70    |  |
| Erro (B)                    | 9  | 12,60            | 7,590    | 24,56   | 87,78   | 168,94  |  |
| Populações                  | 4  | 282,24*          | 39,971*  | 64,69   | 13,64   | 99,80*  |  |
| Pop. x esp.                 | 4  | 27,75            | 3,109    | 16,85   | 18,81   | 5,84    |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 6,85             | 4,254    | 11,32   | 23,98   | 31,70   |  |
| Pop. x esp. x genótipo      | 4  | 11,04            | 1,474    | 28,39   | 15,40   | 13,31   |  |
| Erro (C)                    | 45 | 14,76            | 2,944    | 34,31   | 26,66   | 30,48   |  |
| Total                       | 79 |                  |          |         |         |         |  |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%) |    |                  |          |         |         |         |  |
| Erro (A)                    |    | 7,69             | 21,32    | 23,31   | 17,14   | 32,20   |  |
| Erro (B)                    |    | 5,97             | 18,99    | 30,06   | 19,77   | 35,97   |  |
| Erro (C)                    |    | 6,47             | 11,83    | 35,53   | 10,90   | 15,28   |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%

APÊNDICE 2 – Resumo da análise de variância referente ao capítulo I, experimento II (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010)... continuação

| CAUSAS DE VARIÂÇÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |        |         |         |          |         |  |
|-----------------------------|----|------------------|--------|---------|---------|----------|---------|--|
|                             |    | NGLTB            | NGLTM  | NGLTS   | MCGTB   | MCGTM    | MCGTS   |  |
| Bloco                       | 3  | 0,0403           | 0,0606 | 0,0091  | 1,5777  | 2,8819   | 1,4261  |  |
| Espaçamento                 | 1  | 0,1620           | 0,0022 | 0,0014  | 0,0221  | 1,6160   | 0,1684  |  |
| Erro (A)                    | 3  | 0,0275           | 0,0399 | 0,0283  | 0,4294  | 4,6987   | 0,8527  |  |
| Genótipo                    | 1  | 0,0520           | 0,1361 | 1,5401* | 164,82* | 142,338* | 170,79* |  |
| Esp. x genótipo             | 1  | 0,0245           | 0,0004 | 0,0432  | 2,2278  | 5,4549   | 0,2050  |  |
| Erro (B)                    | 9  | 0,0222           | 0,0509 | 0,0303  | 0,7931  | 2,0381   | 0,4150  |  |
| Populações                  | 4  | 0,0380           | 0,0525 | 0,0769  | 2,3462  | 4,9430*  | 3,7433* |  |
| Pop. x esp.                 | 4  | 0,0144           | 0,0300 | 0,0162  | 0,7805  | 0,5071   | 0,7077  |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 0,0372           | 0,0313 | 0,1085* | 3,2710* | 3,6872*  | 1,6942  |  |
| Pop. x esp. x gen.          | 4  | 0,0310           | 0,0313 | 0,0361  | 1,8862  | 0,3561   | 0,2459  |  |
| Erro (C)                    | 45 | 0,0261           | 0,0295 | 0,0387  | 1,1792  | 0,7512   | 1,0767  |  |
| Total                       | 79 |                  |        |         |         |          |         |  |
| COEFICIENTE DE VARIÂÇÃO (%) |    |                  |        |         |         |          |         |  |
| CV 1 (%)                    |    | 7,65             | 8,66   | 7,52    | 5,18    | 16,05    | 6,63    |  |
| CV 2 (%)                    |    | 6,88             | 9,79   | 7,79    | 7,04    | 10,57    | 4,63    |  |
| CV 3 (%)                    |    | 7,46             | 7,45   | 8,80    | 8,59    | 6,42     | 7,45    |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 2 – Resumo da análise de variância referente ao capítulo I, experimento II (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010).... continuação.

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |           |            |         |         |           |            |  |  |  |
|-----------------------------|----|------------------|-----------|------------|---------|---------|-----------|------------|--|--|--|
|                             |    | NNRepMQ          | NLMQ      | NGMQ       | NLNRepP | NGLP    | MCGGeral  | REND       |  |  |  |
| Bloco                       | 3  | 34677,9          | 188692,2  | 1051211,9  | 0,0372  | 0,0268  | 0,7367    | 521268,4   |  |  |  |
| Espaçamento                 | 1  | 37014,4*         | 104864,2  | 902392,0   | 0,0011  | 0,0065  | 0,4220    | 2237269,9* |  |  |  |
| Erro (A)                    | 3  | 706,8            | 15945,8   | 103857,8   | 0,0522  | 0,0070  | 2,1543    | 19490,7    |  |  |  |
| Genótipo                    | 1  | 65299,6          | 10071,1   | 427940,7   | 0,9174* | 0,3406* | 105,0424* | 3507031,2* |  |  |  |
| Esp. x genótipo             | 1  | 62742,4          | 337636,1  | 718400,2   | 0,0211  | 0,0157  | 0,0383    | 2480192,4* |  |  |  |
| Erro (B)                    | 9  | 24620,1          | 92743,1   | 456541,1   | 0,0283  | 0,0149  | 1,2857    | 163100,9   |  |  |  |
| Populações                  | 4  | 194849,9*        | 520671,7* | 2574507,3* | 0,0552* | 0,0533* | 0,8886*   | 490959,6*  |  |  |  |
| Pop. x esp.                 | 4  | 17624,8          | 123493,4  | 622260,7   | 0,0488* | 0,0104  | 0,0930    | 88848,2    |  |  |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 7715,1           | 39403,1   | 746692,6   | 0,0402  | 0,0357  | 0,6000    | 457236,9*  |  |  |  |
| Pop. x esp. x genótipo      | 4  | 11338,1          | 14319,4   | 71493,6    | 0,0288  | 0,0201  | 0,3465    | 202610,1   |  |  |  |
| Erro (C)                    | 45 | 16969,0          | 65905,7   | 390419,5   | 0,0195  | 0,0143  | 0,3262    | 94923,1    |  |  |  |
| Total                       | 79 |                  |           |            |         |         |           |            |  |  |  |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |    |                  |           |            |         |         |           |            |  |  |  |
| Erro (A)                    |    | 3,86             | 9,78      | 11,14      | 12,12   | 3,70    | 11,04     | 5,57       |  |  |  |
| Erro (B)                    |    | 22,80            | 23,59     | 23,35      | 8,92    | 5,42    | 8,53      | 16,10      |  |  |  |
| Erro (C)                    |    | 18,93            | 19,89     | 21,60      | 7,41    | 5,31    | 4,30      | 12,28      |  |  |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 3 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo II, experimento I (IFRS – Câmpus Sertão, Sertão, RS, 2009/2010)

| CAUSAS DE VARIACÃO                 | GL | QUADRADOS MÉDIOS |          |         |         |  |
|------------------------------------|----|------------------|----------|---------|---------|--|
|                                    |    | NLP              | NGP      | NGLP    | PCG     |  |
| Bloco                              | 3  | 231,02           | 1888,48  | 0,0546  | 1,7150  |  |
| Época                              | 1  | 1460,34          | 11396,7  | 0,0366  | 74,42*  |  |
| Erro (A)                           | 3  | 233,00           | 3582,63  | 0,1760  | 0,4982  |  |
| Genótipo                           | 1  | 1379,46          | 1264,76  | 0,7125* | 32,080* |  |
| Epoca. x genótipo                  | 1  | 4,51             | 12,28    | 0,0183  | 22,860* |  |
| Erro (B)                           | 9  | 303,01           | 2952,36  | 0,0818  | 0,7422  |  |
| Populações                         | 4  | 11664,0*         | 71816,3* | 0,0865* | 0,6064  |  |
| Pop. x época                       | 4  | 25,97            | 555,45   | 0,0423* | 0,0620  |  |
| Pop. x genótipo                    | 4  | 577,95*          | 2911,50  | 0,0174  | 0,8680* |  |
| Pop. x época x genótipo            | 4  | 22,76            | 286,67   | 0,0269  | 0,3510  |  |
| Erro (C)                           | 45 | 167,11           | 1340,10  | 0,0153  | 0,3545  |  |
| Total                              | 79 |                  |          |         |         |  |
| <b>COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)</b> |    |                  |          |         |         |  |
| Erro (A)                           |    | 22,26            | 37,74    | 18,37   | 4,98    |  |
| Erro (B)                           |    | 25,38            | 34,26    | 12,52   | 6,07    |  |
| Erro (C)                           |    | 18,85            | 23,08    | 5,42    | 4,20    |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 3 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo II, experimento I (IFRS – Câmpus Sertão, RS, 2009/2010)... continuação

| CAUSAS DE VARIACÃO                 | GL | QUADRADOS MÉDIOS |           |            | REND        |
|------------------------------------|----|------------------|-----------|------------|-------------|
|                                    |    | NNRepMQ          | NLMQ      | NGMQ       |             |
| Bloco                              | 3  | 12521,1          | 74642,1   | 686488,7   | 295506,1    |
| Época                              | 1  | 178983,2         | 774486,7  | 5189925,1  | 42011308,4* |
| Erro (A)                           | 3  | 36271,1          | 128142,8  | 1862801,2  | 1284217,3   |
| Genótipo                           | 1  | 421951,2*        | 266458,6  | 4911,76    | 1421423,2   |
| Época. x genótipo                  | 1  | 20608,2          | 1259,28   | 15210,1    | 799934,0    |
| Erro (B)                           | 9  | 52001,8          | 138229,2  | 1257661,0  | 596545,2    |
| Populações                         | 4  | 457784,7*        | 960705,0* | 3344369,4* | 222379,4*   |
| Pop. x época                       | 4  | 25772,6          | 22765,8   | 181718,2   | 213878,5*   |
| Pop. x genótipo                    | 4  | 4967,22          | 42549,4   | 424365,6   | 89747,6     |
| Pop. x época x genótipo            | 4  | 12003,8          | 17071,3   | 204776,7   | 25007,5     |
| Erro (C)                           | 45 | 15692,2          | 57046,9   | 395694,8   | 47100,5     |
| Total                              | 79 |                  |           |            |             |
| <b>COEFICIENTE DE VARIACÃO (%)</b> |    |                  |           |            |             |
| Erro (A)                           |    | 25,16            | 4,98      | 41,94      | 36,96       |
| Erro (B)                           |    | 30,13            | 6,07      | 34,46      | 25,19       |
| Erro (C)                           |    | 16,55            | 4,20      | 19,33      | 7,08        |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 4 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo II, experimento II (Cepagro/UPF. Passo Fundo, RS, 2010/2011)

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |           |         |          |  |
|-----------------------------|----|------------------|-----------|---------|----------|--|
|                             |    | NLP              | NGP       | NGLP    | PCG      |  |
| Bloco                       | 3  | 36,4780          | 401,494   | 0,0258  | 0,2053   |  |
| Época                       | 1  | 419,528*         | 3726,45*  | 0,0031  | 26,0376* |  |
| Erro (A)                    | 3  | 40,863           | 415,563   | 0,0031  | 1,1045   |  |
| Genótipo                    | 1  | 0,072            | 2294,08   | 0,5184* | 1,4311   |  |
| Época. x genótipo           | 1  | 428,738          | 2540,26   | 0,0031  | 1,3210   |  |
| Erro (B)                    | 9  | 130,663          | 944,646   | 0,0079  | 0,8851   |  |
| Populações                  | 4  | 18569,9*         | 104681,0* | 0,0102  | 0,7853   |  |
| Pop. x época                | 4  | 227,662          | 632,046   | 0,0280* | 3,7380*  |  |
| Pop. x genótipo             | 4  | 51,021           | 279,216   | 0,0062  | 0,6175   |  |
| Pop. x época x genótipo     | 4  | 204,019          | 1647,422  | 0,0186  | 0,2823   |  |
| Erro (C)                    | 45 | 123,800          | 720,632   | 0,0086  | 0,6606   |  |
| Total                       | 79 |                  |           |         |          |  |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |    |                  |           |         |          |  |
| Erro (A)                    |    | 9,10             | 12,53     | 2,40    | 7,45     |  |
| Erro (B)                    |    | 16,27            | 18,90     | 3,85    | 6,67     |  |
| Erro (C)                    |    | 15,84            | 16,51     | 4,02    | 5,76     |  |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 4 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo II, experimento II (Cepagro/UPF. Passo Fundo, RS, 2010/2011)... continuação

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL | QUADRADOS MÉDIOS |           |            |  | REND        |
|-----------------------------|----|------------------|-----------|------------|--|-------------|
|                             |    | NNRepMQ          | NLMQ      | NGMQ       |  |             |
| Bloco                       | 3  | 7122,48          | 10353,9   | 51481,3    |  | 16684,8     |
| Época                       | 1  | 602565,6*        | 607505,2* | 3662738,5* |  | 10581196,9* |
| Erro (A)                    | 3  | 21163,2          | 15501,2   | 144295,6   |  | 1076,59     |
| Genótipo                    | 1  | 27624,7          | 32,004    | 1000699,6  |  | 91503,4     |
| Época. x genótipo           | 1  | 425,964          | 97790,1   | 441490,6   |  | 10090,4     |
| Erro (B)                    | 9  | 26891,4          | 42013,2   | 325649,4   |  | 30902,2     |
| Populações                  | 4  | 51891,0*         | 185547,3* | 770674,8   |  | 43563,0     |
| Pop. x época                | 4  | 51625,1*         | 194462,0* | 827710,1   |  | 54461,2*    |
| Pop. x genótipo             | 4  | 6505,717         | 26779,4   | 139613,6   |  | 34597,4     |
| Pop. x época x genótipo     | 4  | 26177,3          | 23009,0   | 248800,0   |  | 26742,5     |
| Erro (C)                    | 45 | 14835,2          | 65850,5   | 368892,9   |  | 24968,6     |
| Total                       | 79 |                  |           |            |  |             |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |    |                  |           |            |  |             |
| Erro (A)                    |    | 22,95            | 8,87      | 11,74      |  | 0,87        |
| Erro (B)                    |    | 25,87            | 14,60     | 17,64      |  | 4,68        |
| Erro (C)                    |    | 19,21            | 18,28     | 18,78      |  | 4,21        |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 5 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo III (Cepagro/UPF. Passo Fundo, 2010/2011)

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL  | QUADRADOS MÉDIOS |          |           |          |          |          |         |        |
|-----------------------------|-----|------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|--------|
|                             |     | NRP-R5           | NRP-C    | NNRepR-R5 | NNRepP-C | NLRP-R5  | NLRP-C   | NLRP-R5 | NLRP-C |
| Bloco                       | 3   | 4,238            | 0,5758   | 90,009    | 31,934   | 413,350  | 126,574  |         |        |
| Época                       | 1   | 15,650           | 14,001*  | 999,900*  | 1855,52* | 3692,84  | 2128,68* |         |        |
| Erro (A)                    | 3   | 3,623            | 0,8069   | 49,619    | 55,287   | 381,972  | 24,967   |         |        |
| Genótipo                    | 3   | 98,166*          | 57,820*  | 974,907*  | 392,888* | 3451,58* | 1767,18* |         |        |
| Epoca. x Genótipo           | 3   | 4,475            | 1,101    | 19,590    | 7,141    | 18,403   | 26,940   |         |        |
| Erro (B)                    | 21  | 1,777            | 0,6411   | 40,986    | 31,381   | 287,899  | 78,578   |         |        |
| Populações                  | 4   | 75,934*          | 119,559* | 5997,43*  | 6041,25* | 40489,8* | 39880,1* |         |        |
| Pop. x época                | 4   | 2,770            | 2,837    | 70,996    | 6,173    | 243,861  | 146,027  |         |        |
| Pop. x genótipo             | 12  | 1,785            | 1,491    | 34,048    | 29,249   | 357,528  | 324,201* |         |        |
| Pop. x época x genótipo     | 12  | 1,774            | 0,8392   | 36,610    | 63,219*  | 210,798  | 103,877  |         |        |
| Erro (C)                    | 93  | 1,365            | 1,227    | 41,247    | 29,448   | 268,737  | 149,744  |         |        |
| Total                       | 159 |                  |          |           |          |          |          |         |        |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |     |                  |          |           |          |          |          |         |        |
| Erro (A)                    |     | 31,62            | 17,47    | 28,73     | 36,51    | 38,31    | 11,87    |         |        |
| Erro (B)                    |     | 22,14            | 15,58    | 26,11     | 27,51    | 33,26    | 21,05    |         |        |
| Erro (C)                    |     | 19,41            | 21,54    | 26,19     | 26,65    | 32,13    | 29,06    |         |        |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 5 – Resumo da análise de variância referente ao Capítulo III (Cepagro/UPF. Passo Fundo, 2010/2011)  
...continuação

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL  | QUADRADOS MÉDIOS |           |            |           |          |         |         |            |           |            |           |
|-----------------------------|-----|------------------|-----------|------------|-----------|----------|---------|---------|------------|-----------|------------|-----------|
|                             |     | LNRRepR-R5       | LNRRepR-C | LNRRepC-R5 | LNRRepC-C | NRRepP-C | GLC     | GLR     | LNRRepR-R5 | LNRRepR-C | LNRRepC-R5 | LNRRepC-C |
| Bloco                       | 3   | 0,0600           | 0,1313    | 0,1932     | 0,0424    | 38,471   | 0,0167  | 0,0141  |            |           |            |           |
| Época                       | 1   | 0,0207           | 2,8918*   | 4,4656*    | 0,1762    | 1891,11* | 0,0207  | 0,3089* |            |           |            |           |
| Erro (A)                    | 3   | 0,2956           | 0,1915    | 0,3243     | 0,4215    | 55,006   | 0,0025  | 0,0246  |            |           |            |           |
| Genótipo                    | 3   | 1,5946*          | 1,0675*   | 13,803*    | 14,025*   | 292,585* | 1,320*  | 1,2432* |            |           |            |           |
| Época. x genótipo           | 3   | 0,0491           | 0,0058    | 0,9872*    | 0,6324    | 17,956   | 0,0300  | 0,0085  |            |           |            |           |
| Erro (B)                    | 21  | 0,0888           | 0,2505    | 0,1631     | 0,6665    | 32,117   | 0,0154  | 0,0128  |            |           |            |           |
| Populações                  | 4   | 2,5884*          | 3,5942*   | 0,7291*    | 1,0894*   | 6401,62* | 0,0188  | 0,1041* |            |           |            |           |
| Pop. x época                | 4   | 0,0088           | 0,4840    | 0,0252     | 0,3728    | 9,123    | 0,0169  | 0,0172  |            |           |            |           |
| Pop. x genótipo             | 12  | 0,2845*          | 0,2666    | 0,1620     | 0,5496*   | 25,575   | 0,0179  | 0,0131  |            |           |            |           |
| Pop. x época x gen.         | 12  | 0,0469           | 0,2097    | 0,1192     | 0,1361    | 64,391*  | 0,0202* | 0,0233  |            |           |            |           |
| Erro (C)                    | 93  | 0,0421           | 0,2306    | 0,1839     | 0,2548    | 30,900   | 0,0107  | 0,0165  |            |           |            |           |
| Total                       | 159 |                  |           |            |           |          |         |         |            |           |            |           |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |     |                  |           |            |           |          |         |         |            |           |            |           |
| Erro (A)                    |     | 27,80            | 22,36     | 17,55      | 19,89     | 24,65    | 2,26    | 7,27    |            |           |            |           |
| Erro (B)                    |     | 15,24            | 25,57     | 12,45      | 25,01     | 18,83    | 5,56    | 5,23    |            |           |            |           |
| Erro (C)                    |     | 10,50            | 24,53     | 13,21      | 15,47     | 18,47    | 4,64    | 5,96    |            |           |            |           |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 6 – Resumo da análise de variância das variáveis referentes ao Capítulo IV (Cepagro/UPF. Passo Fundo, 2010/2011)

| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL  | QUADRADOS MÉDIOS |           |           |           |                        |            |           |           |           |  |  |
|-----------------------------|-----|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--|--|
|                             |     | MSCSLFMQ         | MSRSLFMQ  | MSLFRMQ   | MSLFCMQ   | MISA <sub>pad</sub> MQ | MSGPRMQ    | MSGPCMQ   | MSResHPMQ | MSRResRMQ |  |  |
| Bloco                       | 3   | 627,228          | 17740,3   | 2440,79   | 214,757   | 36478,2                | 7293,58    | 1367,34   | 1292,68   | 899,323   |  |  |
| Época                       | 1   | 32437,6          | 31680,3   | 60132,27* | 3,226     | 58224,9                | 377753,24* | 3436,67   | 67688,1*  | 231618,7* |  |  |
| Erro (A)                    | 3   | 9720,57          | 19878,6   | 3044,98   | 297,081   | 61108,0                | 6306,69    | 574,064   | 765,819   | 1509,18   |  |  |
| Genótipo                    | 3   | 13706,1*         | 153770,0* | 36289,0*  | 9886,57*  | 183571,4*              | 83215,39*  | 96206,1*  | 12030,2*  | 56611,6*  |  |  |
| Época. x gen.               | 3   | 38090,0*         | 25702,1   | 1501,04   | 2372,12*  | 109991,1*              | 4476,13    | 14086,36* | 5595,04*  | 4866,97   |  |  |
| Erro (B)                    | 9   | 1476,49          | 4210,34   | 614,142   | 351,036   | 9008,35                | 4995,45    | 830,550   | 485,175   | 2802,85   |  |  |
| Populações                  | 4   | 609779,3*        | 114381,3* | 34983,4*  | 109288,1* | 386080,3*              | 131588,1*  | 282750,6* | 218383,9* | 57910,9*  |  |  |
| Pop. x época                | 4   | 5829,64*         | 27965,9*  | 2906,15   | 137,006   | 48914,0                | 8175,33    | 1214,66   | 489,240   | 4521,62   |  |  |
| Pop. x genótipo             | 12  | 2415,10          | 12865,4   | 1631,28   | 790,268   | 23378,0                | 7359,60    | 1354,64   | 1660,68*  | 2879,12   |  |  |
| Pop. x época x genótipo     | 12  | 5544,92*         | 8112,71   | 1974,71   | 853,791   | 20465,9                | 4688,16    | 1244,79   | 1318,48   | 3700,52   |  |  |
| Erro (C)                    | 105 | 2083,95          | 9988,93   | 1371,77   | 528,889   | 24298,4                | 5298,02    | 1534,22   | 855,524   | 2124,44   |  |  |
| Total                       | 159 |                  |           |           |           |                        |            |           |           |           |  |  |
| COEFICIENTE DE VARIACÃO (%) |     |                  |           |           |           |                        |            |           |           |           |  |  |
| Erro (A)                    |     | 29,31            | 57,00     | 59,26     | 12,82     | 30,47                  | 35,28      | 10,20     | 12,02     | 27,41     |  |  |
| Erro (B)                    |     | 11,42            | 26,23     | 26,62     | 13,94     | 11,70                  | 31,49      | 12,26     | 9,56      | 37,35     |  |  |
| Erro (C)                    |     | 13,57            | 40,40     | 39,78     | 17,11     | 19,21                  | 32,43      | 16,67     | 12,70     | 32,52     |  |  |

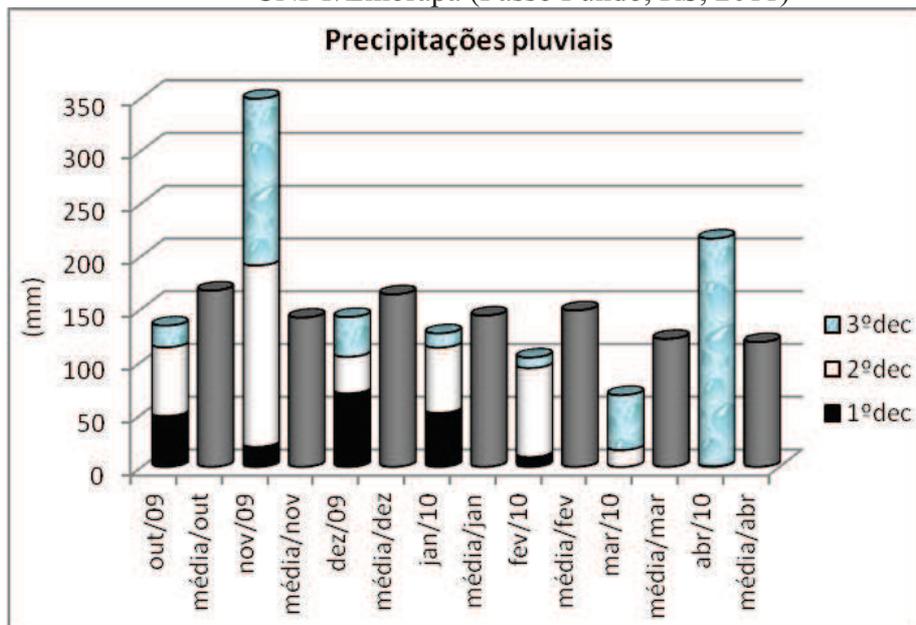
\* Valores significativos ao nível de 5%.

APÊNDICE 6 – Resumo da análise de variância referente ao capítulo IV (Cepagro/UPF. Passo Fundo, 2010/2011)... continuação

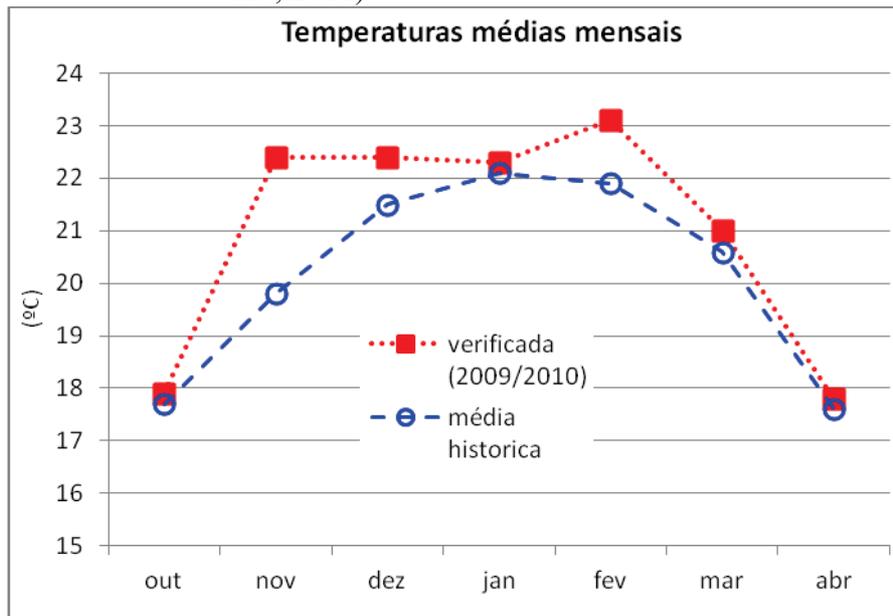
| CAUSAS DE VARIACÃO          | GL  | QUADRADOS MÉDIOS |          |             |          |
|-----------------------------|-----|------------------|----------|-------------|----------|
|                             |     | MSCGPR           | MSCGPHP  | REND        | IC       |
| Bloco                       | 3   | 0,9860           | 2,3227   | 16769,95    | 13,030   |
| Época                       | 1   | 65,3186*         | 20,0435* | 19038280,0* | 192,963* |
| Erro (A)                    | 3   | 2,2670           | 2,0640   | 58414,81    | 4,440    |
| Genótipo                    | 3   | 92,3956*         | 78,351*  | 532153,7*   | 510,256* |
| Época. x genótipo           | 3   | 7,6220*          | 2,7078   | 27317,45    | 6,414    |
| Erro (B)                    | 21  | 1,6453           | 1,2610   | 45902,42    | 3,640    |
| Populações                  | 4   | 0,9513           | 0,8966   | 36944,93    | 50,672*  |
| Pop. x época                | 4   | 4,2047*          | 4,9701*  | 172873,0*   | 12,188*  |
| Pop. x genótipo             | 12  | 1,8947           | 1,2409   | 89376,19*   | 7,257    |
| Pop. x época x genótipo     | 12  | 1,4726           | 1,6052   | 16787,47    | 7,411    |
| Erro (C)                    | 93  | 1,3375           | 0,9956   | 31978,50    | 4,435    |
| Total                       | 159 |                  |          |             |          |
| COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%) |     |                  |          |             |          |
| Erro (A)                    |     | 10,63            | 9,81     | 6,29        | 3,80     |
| Erro (B)                    |     | 9,05             | 7,67     | 5,58        | 3,44     |
| Erro (C)                    |     | 8,16             | 6,81     | 4,66        | 3,79     |

\* Valores significativos ao nível de 5%.

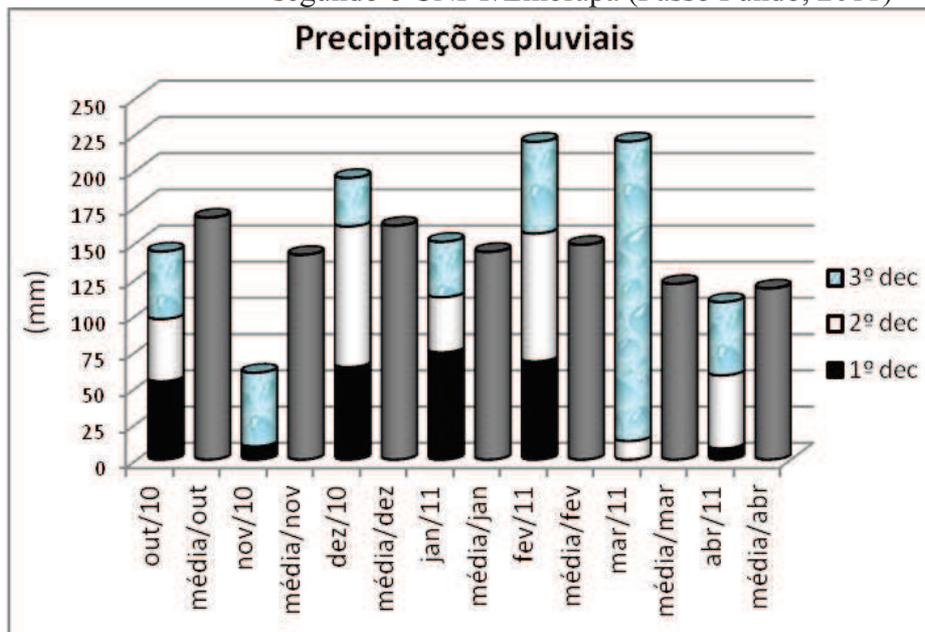
APÊNDICE 7 - Precipitações pluviiais verificadas por decêndio e acumuladas por mês entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Sertão/RS no ano agrícola de 2009/2010 e médias mensais históricas registradas na região segundo o CNPT/Embrapa (Passo Fundo, RS, 2011)



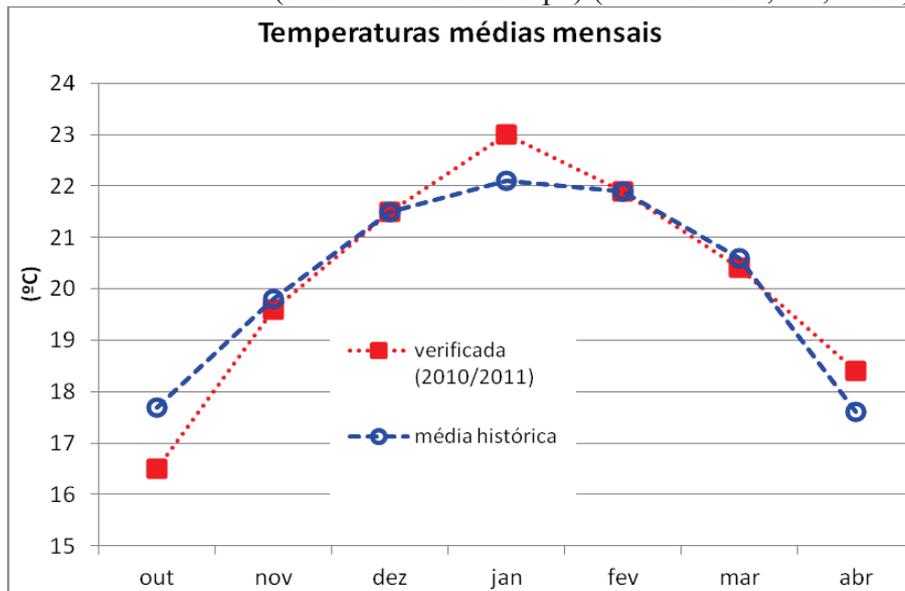
APÊNDICE 8 – Temperaturas médias mensais verificadas entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Sertão/RS no ano agrícola de 2009/2010 e médias mensais históricas registradas na região segundo o CNPT/Embrapa (Passo Fundo, RS, 2011)



APÊNDICE 09 - Precipitações pluviométricas verificadas por decênio e acumuladas por mês entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Passo Fundo/RS no ano agrícola de 2010/2011 e médias mensais históricas registradas na região segundo o CNPT/Embrapa (Passo Fundo, 2011)



APÊNDICE 10 - Temperaturas médias mensais verificadas entre o mês da instalação do experimento I e a colheita do experimento II, em Passo Fundo, RS no ano agrícola de 2010/2011 e médias mensais históricas registradas na região (Fonte: CNPT/Embrapa) (Passo Fundo, RS, 2011)



APÊNDICE 11 - Datas de verificação de estádios fenológicos críticos em relação à disponibilidade hídrica em função de épocas de semeadura e genótipos no ano agrícola de 2009/2010 em Sertão/RS, e no ano agrícola de 2010/2011 em Passo Fundo/RS (Passo Fundo, RS, 2011)

| GENÓTIPO   | Safr      | Epoca | Semeadura | R2*      | R5**     | Colheita |
|------------|-----------|-------|-----------|----------|----------|----------|
|            | 2009/2010 | 1     | 28/10/09  | 07/12/09 | 04/02/10 | 16/03/10 |
|            |           | 2     | 15/12/09  | 01/02/10 | 18/02/10 | 05/04/10 |
| NS 4823 RR | 2010/2011 | 1     | 12/11/10  | 29/12/10 | 02/02/11 | 15/03/11 |
|            |           | 2     | 14/12/10  | 24/01/11 | 23/02/11 | 04/04/11 |
|            | 2009/2010 | 1     | 28/10/09  | 02/01/10 | 18/02/10 | 05/04/10 |
|            |           | 2     | 15/12/09  | 13/02/10 | 16/03/10 | 30/04/10 |
| NA 5909 RG | 2010/2011 | 1     | 12/11/10  | 13/01/11 | 09/02/11 | 04/04/11 |
|            |           | 2     | 14/12/10  | 04/02/11 | 07/03/11 | 11/04/11 |

\* Pelo menos uma flor aberta em um dos quatro últimos nós com trifólio completamente aberto no ápice da planta

\*\* Pelo menos um legume apresentando grão perceptível ao toque em um dos últimos quatro nós com trifólio completamente aberto no ápice da planta.

APÊNDICE 12 - Duração dos períodos de desenvolvimento da soja (dias) em função dos genótipos e épocas de semeadura no ano agrícola de 2009/2010 em Sertão/RS e no ano agrícola de 2010/2011 em Passo Fundo/RS (Passo Fundo, RS, 2011)

| GENÓTIPO   | SAFRA     | Data da<br>semeadura | Duração sem -<br>R2 | Duração R2-<br>R5 | Duração R2-<br>Col | R5-<br>Ciclo<br>total |
|------------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| NS 4823 RR | 2009/2010 | 28/10/09             | 40                  | 59                | 40                 | 139                   |
|            |           | 15/12/09             | 48                  | 17                | 46                 | 111                   |
|            | 2010/2011 | 12/11/10             | 47                  | 35                | 41                 | 123                   |
|            |           | 14/12/10             | 41                  | 30                | 40                 | 111                   |
| NA 5909 RG | 2009/2010 | 28/10/09             | 66                  | 47                | 45                 | 158                   |
|            |           | 15/12/09             | 60                  | 31                | 45                 | 136                   |
|            | 2010/2011 | 12/11/10             | 62                  | 27                | 54                 | 143                   |
|            |           | 14/12/10             | 52                  | 31                | 35                 | 118                   |
| A 6411 RG  | 2010/2011 | 12/11/10             | 62                  | 31                | 50                 | 143                   |
|            |           | 14/12/10             | 50                  | 29                | 43                 | 122                   |
| BR SUL LA  | 2010/2011 | 12/11/10             | 62                  | 22                | 47                 | 131                   |
|            |           | 14/12/10             | 52                  | 31                | 39                 | 122                   |

### APÊNDICE 13 – Estádios fenológicos de desenvolvimento da soja segundo a escala de Fehr e Caviness (1977)

| Estádio | Denominação (estádios vegetativos) | Descrição   |
|---------|------------------------------------|---|
| VE      | emergência                         | Cotilédones acima da superfície do solo.                    |
| VC      | Cotilédone                         | Cotilédones completamente abertos.                          |
| V1      | primeiro nó                        | Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas.           |
| V2      | segundo nó                         | Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida.     |
| V3      | terceiro nó                        | Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida.      |
| V4      | quarto nó                          | Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida.     |
| V5      | quinto nó                          | Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida.       |
| V6      | sexto nó                           | Quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida.       |
| V...    | ...                                | ...   |
| Vn      | enésimo nó                         | Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida. |

| Estádio | Denominação (estádios reprodutivos) | Descrição   |
|---------|-------------------------------------|---|
| R1      | Início do florescimento             | Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal).  |
| R2      | Florescimento pleno                 | Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.  |
| R3      | Início da formação da vagem         | Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.                                    |
| R4      | Vagem completamente desenvolvida    | Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.                                    |
| R5      | Início do enchimento do grão        | Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.                           |
| R6      | Grão cheio ou completo              | vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida. |
| R7      | Início da maturação                 | Uma vagem normal no caule com coloração de madura.  |
| R8      | Maturação plena                     | 95% das vagens com coloração de madura.   |

Obs: Caule significa o caule da planta; Últimos nós se referem aos últimos nós superiores; Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.