



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RENAN CARVALHAL

**CULTIVARES E LOCAIS DE CULTIVO NA QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES E TECNOLÓGICA DE GRÃOS  
DE AVEIA BRANCA**

---

Londrina  
2014

RENAN CARVALHAL

**CULTIVARES E LOCAIS DE CULTIVO NA QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES E TECNOLÓGICA DE GRÃOS  
DE AVEIA BRANCA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli  
Co-orientador: Dr. Carlos R. Riede

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

C331c    Carvalho, Renan.  
Cultivares e locais de cultivo na qualidade fisiológica de sementes e tecnológica de grãos de aveia branca / Renan Carvalho. – Londrina, 2014.  
133 f. : il.

Orientador: Claudemir Zucareli.  
Coorientador: Carlos Roberto Riede.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Aveia – Cultivares – Avaliação – Teses. 2. Aveia – Sementes – Qualidade – Teses. 3. Tecnologia de sementes – Teses. 4. Tecnologia industrial – Teses. 5. Cereais – Teses. I. Zucareli, Claudemir. II. Riede, Carlos Roberto. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 633.13

RENAN CARVALHAL

**CULTIVARES E LOCAIS DE CULTIVO NA QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES E TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE  
AVEIA BRANCA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Dra. Maria Brigida dos S. Scholz  
Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR

---

Prof. Dra. Ceci Castilho Custódio  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE

Londrina, 25 de fevereiro de 2014.

Dedico este trabalho

A Deus pela vida;

Aos meus pais Élcio e Maria Ely, que, com muito amor, me mostraram os diferentes caminhos da vida, dando-me apoio e liberdade para seguir aquele que escolhi;

Aos meus irmãos Rafaela e Ricardo, dos quais tenho muito orgulho e admiração pelos exemplos ensinados de honestidade e caráter;

À Cassiana, minha futura esposa, e toda a sua família pela estima e zelo com que me tratam.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina – UEL, que por intermédio do Centro de Ciências Agrárias e o Programa de Pós-Graduação, proporcionou-me um excelente curso de Engenharia Agrônômica e de Mestrado;

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudemir Zucareli, pelo ensino, pelo apoio, pelo incentivo, pela amizade e sinceridade, pela paciência e dedicação em revisar os textos, pelas valiosas críticas e sugestões;

Ao meu co-orientador Pesq. Dr. Carlos Roberto Riede, pelos ensinamentos e dedicação ao longo de todo o trabalho,

Ao Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR e seus funcionários pelo apoio e disponibilidade dos equipamentos necessários para a realização deste trabalho, especialmente ao pesquisador e amigo José Carlos de Oliveira;

À Empresa SL Alimentos pelo apoio na realização das análises de qualidade tecnológica, especialmente a funcionária Raceli Sandrin;

Aos meus pais, Élcio e Maria Ely, que sempre me proporcionaram as melhores condições de desenvolvimento, sempre priorizando os meus aos próprios interesses;

À minha irmã Rafaela, que por seu exemplo e dedicação me ensinou a acreditar que nós somos capazes de chegar mais longe do que podemos imaginar. Não tenho como agradecer-lá por tudo o que você fez e ainda faz na minha vida;

Ao meu irmão Ricardo, que soube me tutorar para que eu pudesse me tornar uma pessoa melhor. Muito obrigado Rico;

À minha noiva Cassiana e toda a sua família que me acolheram e que, por seus exemplos, me incentivam a ser uma pessoa melhor a cada dia;

A Deus, por tudo: pela família, pelos amigos, pelo trabalho e por todos os momentos da minha vida;

A todos que de uma forma ou de outra, contribuíram para a conclusão dessa etapa.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante o primeiro ano desta pesquisa.

CARVALHAL, Renan. **Cultivares e locais de cultivo na qualidade fisiológica de sementes e tecnológica de grãos de aveia branca**. 2014. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

## RESUMO

Os efeitos do ambiente e da interação cultivar x locais de cultivo exercem alta influência na expressão dos caracteres de importância agrônômica, fisiológica e tecnológica na cultura da aveia branca, em função da sua grande contribuição na definição do fenótipo. Sendo assim, o entendimento das características ambientais que mais influenciam a expressão dos caracteres de interesse é de suma importância para que se conheça o comportamento das cultivares frente às características intrínsecas de cada local de cultivo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.), cultivadas em dois locais de cultivo, quanto à qualidade fisiológica de sementes e qualidade tecnológica de grãos. Foram cultivadas 17 cultivares de aveia branca nos municípios de Londrina e Mauá da Serra, em duas safras (2011/2011 e 2012/2012), seguindo o delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Ao final dos experimentos avaliou-se a produtividade e a massa de mil sementes e após seis meses de armazenamento foram realizadas as análises de qualidade fisiológica de sementes (teste de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento e massa seca da parte aérea e radicular de plântulas, índice de velocidade de emergência e emergência no campo) e qualidade tecnológica de grãos (massa do hectolitro, a porcentagem de grãos com diâmetro superior a dois milímetros, o índice de descascamento, o rendimento industrial de grãos e a dureza de grãos). Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para os locais de cultivo, para cada ano isoladamente, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Há interação entre cultivares e locais de cultivo para a produtividade, qualidade fisiológica de sementes e tecnológica de grãos de aveia branca. O cultivo em Mauá da Serra resulta em sementes com maior vigor e qualidade tecnológica em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca. Londrina e Mauá da Serra apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie para todas as cultivares avaliadas. A cultivar URS Torena apresenta sementes com menor potencial fisiológico para a maioria dos ambientes. Em Mauá da Serra a cultivar URS Carlasul se destaca em relação aos caracteres de qualidade tecnológica de grãos massa do hectolitro, diâmetro de grãos e rendimento industrial em relação às demais. A cultivar URS FAPA Slava apresenta menor produtividade e qualidade tecnológica na maioria dos ambientes de cultivo em relação às demais. A cultivar IAC 7 apresenta maior dureza e as cultivares URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul apresentam menor dureza de grãos.

**Palavras-chave:** Avaliação de cultivares. *Avena sativa* L. Potencial fisiológico de sementes. Tecnologia industrial. AVENACOR. Vigor. Germinação.

CARVALHAL, Renan. **Cultivar and location effects on seeds physiological quality and technological quality of oat grains**. 2014. 133 p. Dissertation (Master Degree in Agronomy) – Londrina State University, Londrina, 2013.

## ABSTRACT

The environmental effects and cultivars x locations interactions promotes high influence on the expression of agronomic traits, physiological and technological on the oat crop, due their major contribution over the phenotype. Thus, the understanding of environmental characteristics that influence the expression of traits of interest is essential to realize the performance of cultivars across the main characteristics of each location. The intention of this study was to evaluate the seed physiological potential and grain technological quality performance of oat cultivars (*Avena sativa* L.) grown during two years at two locations in North Paraná. Experimental plots were arranged in a randomized complete block design with three replicates within each experiment. The productivity and the 1000 seeds weight were evaluated at the end of the experiments. Six months later, physiological seed quality (standard germination, first germination count, accelerated aging, electrical conductivity, seedlings and their parts (root and hypocotyls) length and dry weight test, seedlings emergence rate and seedling emergence in soil) and technological grain quality (test weight, grains larger than 2 mm in diameter, groat percentage, industrial grain yield and grain hardness). Data were subjected to analysis of variance joint for locations, for each year apart, and means were compared through the Scott - Knott test at 5% significance level. Significant cultivars x locations interactions were detected for physiological seed quality on oat (*Avena sativa* L.). Londrina and Mauá da Serra have potential to produce seed of oats, resulting in seeds with superior germination beyond the standards of marketing for all cultivars tested in this study. Cultivation in Mauá da Serra results in vigorous seeds than Londrina for most of oat cultivars. The cultivar URS Torena produces seeds with reduced physiological quality for the majority of locations. Significant cultivars x locations interactions were detected for technological grain quality on oats (*Avena sativa* L.). Cultivation in Mauá da Serra results in high technological grain quality than Londrina for most of white oat cultivars. The cultivar URS FAPA Slava has inferior yield and technology grain quality for the majority of environments in relation to the others cultivars. In Londrina, the cultivars URS Taura and URS Tarimba have the highest yields, otherwise, in Mauá da Serra the most productive cultivars are URS Corona and FAEM 4 Carlasul. In Maua da Serra the cultivar URS Carlasul has greater test weight, diameter of grains and industrial yield in relation to the others. The cultivar IAC 7 has higher hardness and cultivars URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul have lower grain hardness.

**Keyword:** Evaluation of cultivars. *Avena sativa* L. Seed physiological potential. Technological quality.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO A

- Tabela 3.1** – Identificação das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) avaliadas, obtentores, ano de lançamento e altura média..... 63
- Tabela 3.2** – Características edafoclimáticas e as médias climáticas de temperatura mínima (Mín), média (Méd) e máxima (Máx), radiação solar, precipitação pluvial e umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) para os períodos da emergência ao florescimento e do florescimento à maturação fisiológica..... 64
- Tabela 3.3** – Datas de semeadura e de emergência de plântulas, densidade de semeadura e adubação de base dos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) ..... 64
- Tabela 3.4** – Características químicas do solo das áreas experimentais em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR utilizadas nos ensaios de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de aveia branca, nos anos agrícolas de 2011 e 2012..... 65
- Tabela 3.5** – Dias para o florescimento, do florescimento à maturação e para a maturação plena das cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 ..... 65
- Tabela 3.6** – Incidência e severidade da ferrugem da folha (*Puccinia coronata*), no estágio de grão leitoso, em cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 ..... 66
- Tabela 3.7** – Resumo das análises de variância conjuntas para locais de cultivo, para genótipos de aveia branca avaliados nos anos 2011 e 2012 nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR ..... 69
- Tabela 3.8** – Valores médios de germinação (G) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012..... 71
- Tabela 3.9** – Valores médios de primeira contagem da germinação (PC) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 ..... 73
- Tabela 3.10** – Valores médios de germinação no teste de envelhecimento acelerado (EA) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas

nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	74
<b>Tabela 3.11</b> – Valores médios de condutividade elétrica (CE) de sementes de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	76
<b>Tabela 3.12</b> – Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	77
<b>Tabela 3.13</b> – Valores médios de comprimento de raiz (CRA) de plântulas de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	78
<b>Tabela 3.14</b> – Valores médios de massa seca de parte aérea (MSPA) de plântulas de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	79
<b>Tabela 3.15</b> – Valores médios de massa seca de raiz (MSRA) de plântulas de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	81
<b>Tabela 3.16</b> – Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	82
<b>Tabela 3.17</b> – Valores médios de emergência de plântulas no campo (EC) de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	83

## ARTIGO B

<b>Tabela 4.1</b> – Identificação das cultivares de aveia branca ( <i>Avena sativa</i> L.) avaliadas, obtentores, ano de lançamento e altura média.....	97
<b>Tabela 4.2</b> – Características edafoclimáticas e as médias climáticas de temperatura mínima (Mín), média (Méd) e máxima (Máx), radiação solar, precipitação pluvial e umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca ( <i>Avena sativa</i> L.) para os períodos da emergência ao florescimento e do florescimento à maturação fisiológica.....	98

<b>Tabela 4.3</b> – Datas de semeadura e de emergência de plântulas, densidade de semeadura e adubação de base dos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca ( <i>Avena sativa</i> L.) .....	98
<b>Tabela 4.4</b> – Características químicas do solo das áreas experimentais em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR utilizadas nos ensaios para a avaliação de produtividade e qualidade tecnológica de grãos de cultivares de aveia branca, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	99
<b>Tabela 4.5</b> – Dias para o florescimento, do florescimento à maturação e para a maturação plena das cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 .....	99
<b>Tabela 4.6</b> – Incidência e severidade da ferrugem da folha ( <i>Puccinia coronata</i> ), no estágio de grão leitoso, em cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 .....	100
<b>Tabela 4.7</b> – Resumo das análises de variância conjuntas para locais de cultivo, para genótipos de aveia branca avaliados nos anos de 2011 e 2012 nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR .....	103
<b>Tabela 4.8</b> – Valores médios para massa de mil grãos (MMG) de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	105
<b>Tabela 4.9</b> – Valores médios para a massa do hectolitro (PH) de grãos de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	107
<b>Tabela 4.10</b> – Valores médios de rendimento de grãos (RG) de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	109
<b>Tabela 4.11</b> – Valores médios para grãos maiores que dois milímetros ( $G > 2\text{mm}$ ) de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 .....	111
<b>Tabela 4.12</b> – Valores médios do índice de descascamento de grãos (ID) de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	112
<b>Tabela 4.13</b> – Valores médios do rendimento industrial de grãos (RIG) de cultivares de aveia branca ( <i>A. sativa</i> L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.....	114

- Tabela 4.14** – Valores médios de dureza de grãos considerando o material moído retido na peneira com 850 $\mu$ m (TD 850 $\mu$ m) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 ..... 115
- Tabela 4.15** – Valores médios de dureza de grãos considerando o material moído retido na peneira com 250 $\mu$ m (TD 250 $\mu$ m) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 ..... 117
- Tabela 4.16** – Valores médios de dureza de grãos considerando o material moído retido no fundo “rapa-tudo”(FUNDO) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012..... 118

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>AOSA</b>	Association of Official Seed Analysts
<b>CBPA</b>	Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia
<b>CONAB</b>	Companhia Nacional de Abastecimento
<b>CIMMYT</b>	International Maize and Wheat Improvement Center
<b>FAOSTAT</b>	Statistics Division of Food and Agriculture Organization
<b>IAPAR</b>	Instituto Agronômico do Paraná
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ISTA</b>	Internacional Seed Testing Association
<b>POTAFÓS</b>	Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fósforo
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1	A CULTURA DA AVEIA .....	16
2.1.1	Origem, Domesticação e Classificação Botânica .....	16
2.1.2	Produção e Utilização da Aveia.....	17
2.2	FENOLOGIA DA CULTURA DA AVEIA .....	19
2.2.1	Fase Vegetativa .....	19
2.2.1.1	Germinação.....	19
2.2.1.2	Afilhos .....	20
2.2.2	Fase Reprodutiva .....	20
2.2.2.1	Elongação do colmo e desenvolvimento foliar .....	20
2.2.2.2	Emborrachamento.....	21
2.2.2.3	Florescimento .....	21
2.2.2.4	Maturação .....	22
2.3	INFLUENCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DA AVEIA.....	22
2.3.1	Temperatura.....	22
2.3.2	Disponibilidade Hídrica.....	24
2.3.3	Fotoperíodo.....	26
2.3.4	Radiação Solar .....	27
2.3.5	Altitude .....	28
2.3.6	Umidade Relativa .....	29
2.4	INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPO E AMBIENTE DE CULTIVO.....	29
2.5	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS.....	31
2.6	DOENÇAS DA CULTURA .....	34
2.7	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES .....	37
2.8	QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS .....	41
2.9	REFERÊNCIAS .....	43
<b>3</b>	<b>ARTIGO: AMBIENTES DE CULTIVO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA</b> .....	59

3.1	RESUMO E ABSTRACT .....	59
3.2	INTRODUÇÃO .....	60
3.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	62
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	69
3.5	CONCLUSÃO .....	88
3.6	REFERÊNCIAS .....	88
<b>4</b>	<b>ARTIGO: AMBIENTES DE CULTIVO NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA .....</b>	<b>94</b>
4.1	RESUMO E ABSTRACT .....	94
4.2	INTRODUÇÃO .....	95
4.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	97
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	103
4.5	CONCLUSÃO .....	124
4.6	REFERÊNCIAS .....	124
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>133</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aveia (*Avena spp.*) é um cereal de inverno que pode ser utilizado com diversas finalidades, tais como forrageira (pastejo, feno ou silagem), produção de grãos (alimentação humana ou animal) e como cultura de cobertura verde ou morta do solo. A aveia apresenta sua divisão em diversas espécies, sendo as mais comuns a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) com aptidão forrageira e a aveia branca (*Avena sativa* L.) que pode ser utilizada com finalidade forrageira e/ou granífera. Devido ao alto teor protéico, porcentagem de lipídios, carboidratos e fibras solúveis, os grãos de aveia apresentam elevada qualidade nutricional auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares e do trato digestivo.

A aveia branca é uma importante opção de cultivo de inverno/primavera, tendo aumentado a área de cultivo, principalmente em função da alta produtividade e menor investimento de implantação e condução da lavoura, comparada aos outros cultivos dessa estação. Sendo assim, o cultivo da aveia tem-se destacado como alternativa aos produtores, que buscam implantar um adequado sistema de rotação de culturas proporcionando o incremento de palhada na superfície do solo.

No Brasil, a produção de grãos de aveia com as características adequadas para atender a indústria para a alimentação humana foi somente possível com o desenvolvimento de cultivares adaptadas para o Sul do Brasil. Os caracteres agrônômicos da cultura da aveia sofreram grandes alterações desde o início dos trabalhos de melhoramento no Brasil, sendo que as primeiras cultivares introduzidas apresentavam biotipo de uma planta essencialmente forrageira, com estatura elevada, ciclo de desenvolvimento tardio, baixos rendimento e qualidade tecnológica de grãos. A modificação destes caracteres permitiu o desenvolvimento de genótipos superiores para a produtividade de grãos e rendimento industrial, além do melhor ajuste ao sistema de cultivo adotado no Brasil, com maior resistência ao acamamento e resposta à adubação.

Em função da elevada demanda por grãos de aveia e maior estruturação do setor industrial, as exigências em relação aos atributos considerados ideais tem aumentado para atender as necessidades da indústria de alimentos. A indústria tem buscado grãos com as seguintes características: grandes com reduzida massa de casca, facilidade no descasque mecânico, menor índice de quebra e elevada qualidade nutricional.

Além da exigência tecnológica para grãos, houve também o aumento da demanda por sementes de alta qualidade, em virtude principalmente de ser um dos pré-requisitos para a obtenção de produtividades elevadas. A qualidade fisiológica é um dos

parâmetros mais utilizados para indicar a qualidade das sementes. O potencial fisiológico reúne informações a respeito da germinação e do vigor das sementes. O comportamento das sementes tem sua base assentada na cultivar, sendo que existem cultivares que produzem sementes com melhor desempenho fisiológico, dentro de uma mesma espécie. Contudo, o ambiente no campo tem um efeito profundo não apenas sobre o rendimento, mas também sobre a qualidade fisiológica das sementes. Temperaturas altas e elevada umidade, podem resultar em uma rápida e extensiva deterioração, causando baixa germinação e vigor de sementes na época da colheita.

Os efeitos de cultivares, locais de cultivo e da interação entre cultivares e locais de cultivo na expressão de caracteres agronômicos, qualidade fisiológica de sementes e qualidade tecnológica de grãos na cultura da aveia branca dificultam o processo de seleção e caracterização de cultivares, em virtude da sua grande contribuição na definição do fenótipo. Dessa forma, em um mesmo local de cultivo, as cultivares tendem a expressarem comportamentos variáveis no decorrer dos anos, em função das mudanças nas variáveis de ambiente a cada ano.

Deste modo, é importante a realização de testes de desempenho de cultivares em diversos locais de cultivo e anos, na busca da definição mais precisa do seu potencial genético para caracteres de interesse para a cultura da aveia branca. Dessa forma, pode-se efetuar a seleção e a recomendação dos cultivares mais adaptados a um maior número de locais de cultivo. Assim como, possibilita a caracterização e o conhecimento das características do ambiente de cultivo que mais interferem na expressão dos caracteres agronômicos, fisiológicos e para a definição dos melhores ambientes.

Além disso, a compreensão das relações entre cultivares e a interação cultivares e locais de cultivo sobre o comportamento dos caracteres frente às variáveis climáticas, como radiação, umidade relativa do ar, precipitação, temperatura máxima e mínima, podem auxiliar na indicação das cultivares de aveia branca buscando produtos finais com aptidão para maiores rendimentos, qualidade fisiológica de sementes e qualidade tecnológica de grãos.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de cultivares e locais de cultivo e a interação entre estes fatores sobre a qualidade fisiológica de sementes e a qualidade tecnológica de grãos de aveia branca.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DA AVEIA

#### 2.1.1 Origem, Domesticação e Classificação Botânica

A aveia é um cereal de inverno que tem como centro de origem o Oriente Médio e o Mediterrâneo, possuindo ampla adaptação geográfica, cultivada em diversos locais do mundo. A maior distribuição e cultivo estão concentrados em áreas de clima temperado e úmido, na América do Norte, Europa e Rússia (MURPHY e HOFFMAN, 1992).

De acordo com Glémin e Bataillon (2009) as condições ambientais na região do Mediterrâneo favoreceram a adaptação da aveia sob condição de competição já que inicialmente, esta cultura era associada como planta invasora dos campos de trigo e cevada. A aveia ganhou competitividade, à medida que o trigo e a cevada foram se dispersando para o centro e norte da Europa e, finalmente, foi domesticada como uma lavoura alternativa. Os fatores determinantes da domesticação da aveia não são conhecidos, mas parece que a interação entre genótipo e ambiente é a grande responsável pela adaptação da espécie (TAVARES et al., 1993). No Brasil, a aveia foi introduzida pelos imigrantes espanhóis e, por muito tempo, foi utilizada apenas como forragem e seus grãos utilizados na alimentação animal (FEDERIZZI, 2002).

A aveia branca (*Avena sativa* L.) pertence à família *Poaceae*, subfamília *Poideae* e tribo *Avenae*. No gênero *Avena* são encontradas espécies com três níveis de ploidia: diplóides ( $2n=2x=14$ ), tetraplóides ( $2n=4x=28$ ) e hexaplóides ( $2n=6x=42$ ), portanto o número cromossômico básico é sete (TAVARES et al., 1993). As espécies diplóides possuem os genomas AA ou CC, enquanto as tetraplóides podem apresentar os genomas AACC ou AABB e as hexaplóides possuem o genoma AACCCDD. A aveia branca é uma espécie hexaploide (THOMAS, 1992) e é provável que tenha sido originada por alopoliploidização que envolveu a junção de três genomas de ancestrais diplóides (AA, CC, DD), formando 21 pares de cromossomos. Contudo, nenhum ancestral diplóide que tenha o genoma DD é conhecido, o que sugere que este ancestral possa ter sido extinto; não ter sido descoberto ou, ainda, pode ser uma espécie diplóide conhecida, que se modificou e que já não é reconhecível como um indivíduo distinto (LEGGETT, 1992).

### 2.1.2 Produção e utilização da aveia

A aveia é o sétimo cereal mais produzido no mundo depois do milho, arroz, trigo, cevada, sorgo e milheto. A produção mundial de grãos de aveia no ano de 2011 foi de 20,9 milhões de toneladas. Neste ano, o primeiro país no ranking dos maiores produtores foi a federação Russa, com 5,3 milhões de toneladas, na sequência o Canadá, com 2,9 milhões de toneladas e a Polônia, com 1,3 milhão de toneladas, seguidos pelos países: Espanha, Finlândia, China, Suíça e Alemanha. O Brasil ocupa a décima sexta posição com uma produção de 373,0 mil toneladas (FAOSTAT, 2013).

Ao analisar o comportamento da produção mundial de aveia entre os anos de 1961 e 2010, observa-se um declínio constante na área cultivada e conseqüentemente da produção de grãos (FAOSTAT, 2012). Segundo o USDA (2012) a área colhida de aveia no mundo decresceu 74% entre as safras de 1960/1961 e 2011/2012, passando de 42,3 milhões de hectares para 11,0 milhões de hectares, respectivamente. Este comportamento provavelmente seja justificado pela constante substituição das lavouras de aveia para grão por outras culturas de maior valor econômico em resposta à grande dinâmica do mercado comercial agrícola (CRESTANI, 2011).

Por outro lado, o Brasil nas últimas décadas aumentou sua área semeada, sua produção e sua produtividade de grãos de aveia em virtude de fatores como: a adoção do Sistema Plantio Direto (SPD), principalmente na região Sul do Brasil; a disponibilidade de cultivares adaptadas com elevado potencial produtivo; a industrialização dos grãos com estabelecimento de novas agroindústrias no Rio Grande do Sul e Paraná; a popularização dos benefícios à saúde humana associados ao consumo de aveia; e o uso de aveia branca para a alimentação de equinos (SEVERO, 2012). Além disso, o cultivo da aveia tem aumentado em áreas de expansão agrícola, com o objetivo de formar palhada na superfície do solo e produção de grãos em SPD viabilizando a inclusão de novos sistemas de produção agrícola na região dos cerrados (CASTRO, COSTA e NETO, 2012).

Entre as safras de 1976/1977 e 2011/2012 foi registrado no Brasil um aumento de 241% na produtividade média de grãos do gênero *Avena*, passando de 957 kg ha<sup>-1</sup> para 2310 kg ha<sup>-1</sup>. A área cultivada e a produção nacional da cultura também aumentaram consideravelmente nas últimas décadas, passando de 39,8 mil ha e 37,4 mil toneladas na safra 1976/1977 para 150,9 mil ha e 332,0 mil toneladas na safra 2011/2012. Isso corresponde a um aumento de 380% em área cultivada e 888% em produção, nas últimas cinco décadas. Na safra 2012/2012 a produção brasileira de grãos de aveia se concentrou nos estado do Rio

Grande do Sul e Paraná. O Rio Grande do Sul é o maior produtor de aveia seguido pelo Paraná, representando 56% e 44%, respectivamente, da produção nacional de grãos desse cereal. Na mesma safra, o Rio Grande do Sul e o Paraná, semearam 117,5 e 68,7 mil hectares, colheram 218,7 e 173,6 mil toneladas, com um rendimento médio de 1962 e 2525 kg por hectare, respectivamente (CONAB, 2012).

As principais espécies de aveia cultivadas no Brasil são: aveia branca (*Avena sativa* L.), a amarela (*Avena byzantina* C. Koch) e a preta (*Avena strigosa* Schreb). As cultivares de aveia branca e amarela tem dupla aptidão, pois além de produção de forragem, seus grãos podem ser utilizados para a alimentação humana. Por outro lado, a aveia preta tem aptidão forrageira, por produzir elevada quantidade de massa verde, ser menos vulnerável à doenças e apresentar boa resistência ao pisoteio. Contudo, seus grãos não tem valor industrial (FLOSS et al., 2009).

A aveia branca se destina basicamente à produção de grãos de alta qualidade industrial, caracterizado pelo maior tamanho de cariopse, alto peso do hectolitro e alta percentagem de grãos descascado em relação ao grão inteiro (FLOSS, 2001).

Segundo Federizzi e Mundstock (2004), embora as espécies do gênero *Avena* sejam adaptadas para regiões de clima temperado, na América do Sul as espécies sofreram adaptação ampla, inclusive em regiões de latitudes menores e clima tropical. Sendo a aveia uma espécie que se adapta às condições climáticas da região Sul e Sudeste do Brasil.

Na alimentação humana, o grão da aveia tem sido empregado na produção de cereais matinais quentes e frios; produtos forneados e assados, como: pães, biscoitos e bolos; alimentos infantis; granola; barra de cereais; componentes para engrossar sopas e molhos; e para aumentar o volume de produtos cárneos. Além disso, uma farinha especial a partir de grãos de aveia com finalidade antioxidante é comercializada para ser adicionada em produtos que são sensíveis a oxidação lipídica durante o armazenamento, como: produtos lácteos, carnes, outros cereais. Ainda, a aveia e seus subprodutos, também são utilizados na obtenção de adesivos, cosméticos, fármacos e enzimas (WEBSTER, 1985).

Em virtude de suas propriedades nutricionais, a aveia tem se destacado na alimentação humana por apresentar: vitaminas essenciais, minerais, ácidos graxos, antioxidantes e fibras como as  $\beta$ -glucanas, que são responsáveis pela redução do colesterol do sangue. Além disso, a aveia apresenta em relação aos demais cereais, maior teor de proteína nos grãos, variando de 16 a 21% (LORENCETTI, 2004). Os diferentes constituintes químicos do grão de aveia e suas interações permitem a utilização diferenciada desse cereal pela

indústria de alimentos, desde estruturas de pequena granulometria como farinhas, até produtos floculados (SIMIONI et al., 2007).

## 2.2 FENOLOGIA DA CULTURA DA AVEIA

O completo desenvolvimento da planta de aveia é dividido em duas fases principais: fase vegetativa e reprodutiva (RIZZI, 2004).

### 2.2.1. Fase vegetativa

Na fase vegetativa, as principais atividades de crescimento se referem à iniciação da diferenciação e desenvolvimento parcial ou completo das partes vegetativas. Quando começa a germinação da semente, o embrião apresenta duas folhas iniciais e na maioria dos casos, uma gema de afilho principal, envolvido pelo coleótilo. O meristema apical permanece pequeno. Os primórdios da folha são formados em duas ordens em sucessão acropetala. As folhas são iniciadas pela divisão das células periclinais da primeira e segunda camada de células do ápice do colmo (BONNETT, 1961).

#### 2.2.1.1 Germinação

O processo germinativo e a fase inicial do crescimento são favorecidos por períodos de baixas temperaturas, sendo que as geadas favorecem o perfilhamento. Contudo, a porcentagem de sementes que germina em temperaturas próximas a 0°C é baixa (FLOSS, 2009).

Segundo Penning de Vries et al (1989) a germinação de aveia branca ocorre entre 4 e 31°C, situando-se a faixa ideal de temperatura entre 20 a 25°C. Para o trigo, a faixa ótima de temperatura para a germinação é idêntica a da aveia branca, variando apenas a faixa de ocorrência da germinação que varia de 4 a 37°C (CASTRO, 2008).

Além da temperatura, o processo de germinação necessita de disponibilidade de água no solo, a qual para a cultura do trigo se situa entre 35% e 40% da massa seca da semente de água. A luz e as condições nutricionais do solo, por outro lado, não possuem papel importante no controle desse processo, já que as reservas necessárias para o crescimento inicial estão armazenadas no endosperma e suprem as necessidades nutricionais até o aparecimento da primeira folha verde (RODRIGUES et al., 2011).

### 2.2.1.2 Afilhos

O afilhamento, ou perfilhamento, é um processo de desenvolvimento em que gemas formadas nos nós basais do colmo de gramíneas, se desenvolvem e produzem afilhos, produtivos ou não. A formação de afilhos normalmente se inicia quando a planta possui três folhas expandidas e, a partir desse estágio, para cada folha emitida no colmo principal, pode ocorrer à emissão de um novo afilho (MASLE, 1985). Os perfilhos se tornam independentes após desenvolverem três folhas maduras, quando as raízes nodais se formam na sua base e são favorecidos pela alta intensidade luminosa, pela nutrição adequada e pela temperatura próxima a 25°C (CASTRO; KLUGE; SESTARI, 2008).

Os afilhos primários são produzidos na axila da folha no colmo principal e, os afilhos secundários na axila das folhas do afilho primário (WHITE, 1995). Geralmente os afilhos mais velhos e maiores são mais aptos a sobreviver que os afilhos mais novos e menores. Isso ocorre porque os afilhos mais velhos, e conseqüentemente maiores, conseguem interceptar maior radiação solar, aumentando a sua eficiência fotossintética. Contudo, em certos casos os afilhos mais novos podem ajudar na produção de fotoassimilados para o enchimento de grãos dos perfilhos mais velhos (MASLE, 1985).

Todos os cereais de inverno cultivados no Brasil emitem afilhos, sendo que o número de afilhos emitidos depende da espécie e da variedade dentro de cada espécie (FONTANIVA, 2012). O afilhamento dos cereais de estação fria pode ser uma característica importante e desejável sob as condições climáticas do Sul do Brasil. A variação ambiental na qual esses cereais são cultivados exige cultivares com grande plasticidade de modo a responder a essas variações (ALVES, 2000). Segundo Davidson e Chevalier (1990) o afilhamento é fundamental na determinação do rendimento de grãos em aveia, pois afeta o número de panículas por área.

### 2.2.2 Fase Reprodutiva

#### 2.2.2.1 Elongação do colmo e desenvolvimento foliar

A fase de formação de colmos se manifesta com a diminuição do afilhamento e com o início da elongação dos entre-nós. O primeiro sintoma visível desta fase é a verticalização dos colmos, que adquirem cada vez mais um porte ereto. Nesta mudança de fase observa-se que a gema terminal ou axial, ao mesmo tempo em que o colmo se alonga,

modifica totalmente sua função, passando de uma simples gema vegetativa para um esboço de inflorescência, enquanto vão se diferenciando, sucessivamente, todas as partes e órgãos da futura panícula, passando do crescimento vegetativo ao processo de desenvolvimento (BELLIDO, 1991).

Em relação às folhas, essas emergem do meristema apical e se desdobram. A rapidez com que a emergência ocorre depende da temperatura, intensidade de luz, comprimento do dia e condições nutricionais da planta (CASTRO; KLUGE; SESTARI, 2008).

#### 2.2.2.2 Emborrachamento

Segundo Bonnett (1961), antecedendo a emergência da panícula de aveia, a inflorescência já atingiu um grande tamanho e está envolta pela bainha da folha bandeira. Este entumescimento característico é chamado de emborrachamento. Esta etapa coincide com o aparecimento da última folha, chamada de folha bandeira.

#### 2.2.2.3 Florescimento

A *Avena sativa* L., em contraste com outros cereais como trigo e cevada, apresenta inflorescências terminais no colmo em forma de panícula, onde os ramos levantam-se do eixo principal, a ráquis, carregando as espiguetas em sua ponta. As espiguetas consistem de duas ou três fitas delgadas carregadas de flores alternadas em duas fileiras em lados opostos de um curto eixo, a ráquila (WHITE, 1995). Cada espiguetas tem uma ou diversas flores individuais, florinhas. A florinha contém o aparelho reprodutor feminino – um ovário superior – e o aparelho reprodutor masculino – os estames – sendo estes em número de três ou múltiplo de três. A florinha é fechada com duas brácteas, externamente pelo lema e internamente pela palea. Na base de cada espiguetas estão as glumas, que podem variar em tamanho e forma. Após a fecundação, o ovário único se desenvolve em uma cariopse, compreendendo um embrião e um endosperma, o qual armazena energia na forma de amido para a germinação da semente (CASTRO; COSTA; NETO, 2012).

Vários eventos ocorrem desde a antese até que a semente atinja a maturidade fisiológica. O primeiro é a polinização e o segundo a fecundação, que é o evento mais significativo na vida da planta. Altas intensidades luminosas e temperaturas e dias longos são condições ambientais que aceleram as taxas de desenvolvimento das

inflorescências, sendo elevado o número de espiguetas formadas quando a intensidade luminosa é alta. Contudo, altas densidades de plantas, assim como o denso perfilhamento podem reduzir o número de espiguetas (WELCH, 1995).

#### 2.2.2.4 Maturação

Os números finais de grãos desenvolvidos em uma panícula são determinados durante duas fases que seguem a formação das espiguetas e das flores. A primeira fase inclui a antese, fecundação e formação do número de grãos por panícula. Na segunda fase, o número de grãos pré-formados é reduzido de acordo com o cultivar e as condições ambientais. O grão se forma ao longo de três etapas: a) multiplicação celular ativa, onde o grão cresce rapidamente aumentando de volume; b) acumulação de carboidratos e proteínas; e c) dessecação, quando se verifica a perda de água do grão (BELLIDO, 1991).

De acordo com Fulcher (1986) o núcleo do endosperma é formado após a fertilização e sua taxa de desenvolvimento depende da temperatura. A formação das paredes do endosperma inicia-se de 8 a 10 dias após a polinização. Quando a semente chega a metade do seu tamanho final iniciam-se uma série de divisões celulares, e a partir daí é possível visualizar o coleóptilo, a plúmula, a raiz principal e outras estruturas. Nesse período, dependendo da temperatura e da incidência de estresse hídrico, a massa do grão aumenta quase linearmente e é seguida por um crescimento assintótico, quando se aproxima da maturidade do grão. Nesta fase, o conteúdo de água da semente diminui de forma lenta e posteriormente reduz rapidamente.

A velocidade de crescimento do grão de aveia aumenta com a temperatura, como nos demais cereais de inverno, mas este incremento não é suficiente para compensar a redução no período de enchimento de grãos, pois altas temperaturas aceleram o envelhecimento dos órgãos fotossinteticamente ativos, decrescendo a produção de carboidratos e a massa dos grãos. As temperaturas entre 20-25°C são consideradas ótimas para o enchimento de grãos (BELLIDO, 1991).

### 2.3 INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA AVEIA

#### 2.3.1 Temperatura

A habilidade dos cereais de inverno em tolerar temperaturas relativamente baixas é determinada por meio de interações físicas e bioquímicas dependentes do genótipo e de

fatores ambientais. Dentre esses fatores, a temperatura é o fator ambiental principal que sincroniza a expressão do potencial genético da planta com a demanda ambiental para tolerância ao frio (FOWLER; LIMIN; RITCHIE, 1999).

A aveia branca desenvolve-se melhor quando no início do seu ciclo recebe temperaturas do ar relativamente baixas, que não são prejudiciais as plantas, pois há resistência ao frio, sendo a aveia, dentre as gramíneas anuais, a espécie que exige temperaturas mais moderadas (LEONARD; MARTINELLI, 2005). Segundo Gaviragui et al. (2008) as temperaturas baixas, assim como a disponibilidade de água, nutrientes e boas condições físicas do solo favorecem o crescimento geral da planta e promovem a emissão de um grande número de afilhos.

Após a fase de perfilhamento, as temperaturas mais elevadas promovem a alongação dos entrenós e a produção de folhas na cultura da aveia (MARSHALL; SORRELLS, 1992).

O crescimento da cultura é paralisado sob temperaturas, próximas a 0°C, e a mortalidade de plantas ocorre sob temperaturas de -10°C para cultivares de aveia de primavera e, de -14°C para cultivares de inverno (BELLIDO, 1991). Segundo Floss et al. (2009) a germinação é favorecida por períodos de baixas temperaturas, próximas a 7°C. Além disso, o frio também favorece a fase inicial de crescimento, pois as geadas favorecem o afilhamento. Contudo, após 8 dias, sob temperaturas de, aproximadamente, 4 e 2°C, a germinação reduz-se para 72% e 2%, respectivamente. Sob temperaturas próximas de 0°C, germina apenas uma pequena porcentagem de sementes.

Em alguns genótipos a iniciação floral é dependente de baixas temperaturas, um processo chamado vernalização, sendo observado variações genéticas e/ou resposta quantitativa entre diferentes genótipos de aveia (NAVA, 2008).

Contudo, durante a floração a aveia-branca é prejudicada por baixas temperaturas do ar, não tolerando aquelas inferiores a 2 ou 3°C que podem causar danos às folhas e colmos e, principalmente, esterilidade às flores. As baixas temperaturas são igualmente prejudiciais durante o período de formação dos grãos. Geadas podem paralisar o crescimento resultando, na colheita, em grãos enrugados e de baixo peso (LEONARD; MARTINELLI, 2005).

Veisz et al. (2001) trabalhando em um experimento onde utilizaram quatro cultivares de trigo de inverno, com e sem tolerância a geadas e constataram que os danos sobre os componentes de rendimento em plantas danificadas por geada a -14 °C foi menor que em plantas submetidas a temperaturas de -16°C. A redução no número de espigas por planta e

no número de grãos por espiga, a massa de grão e o rendimento de grão indicaram a extensão dos danos na planta.

Se por um lado as temperaturas excessivamente baixas são prejudiciais, da mesma forma as excessivamente altas também não conduzem a boa produção. Plantas sujeitas a períodos de alta temperatura do ar tendem a acelerar o ciclo. Ocorre a paralisação da formação dos grãos quando as plantas são submetidas a temperaturas de 32 °C ou mais, por dois ou mais dias, aliadas a baixa umidade do ar e como consequência ocorre o rápido amadurecimento dos grãos e aumento da esterilidade, levando a baixo rendimento (MUNDSTOCK, 1983).

Hellewell et al. (1996) constataram aumentos de 87% no rendimento de grãos, 51% na massa de grãos, 27% no período de enchimento de grãos e 45% na taxa de enchimento de grãos, sob temperatura diurna de 15°C, comparativamente a temperatura diurna de 31°C e, noturna de 15°C. Para as temperaturas noturnas, o rendimento aumentou em 24%, a massa de grãos em 12% e o período de enchimento de grãos em 27%, sob temperatura constante de 15°C, em comparação a 31°C.

Em trigo, foi observado que longos períodos de exposição a temperaturas moderadas e altas, assim como a exposição por curtos períodos sob temperaturas muito elevadas reduzem a produtividade. Mesmo um breve período de exposição a um ambiente com temperatura maior que 35°C pode reduzir drasticamente a produtividade do trigo (RANDALL; MOSS, 1990; HAWKER; JENNER, 1993; STONE; NICOLAS, 1994). Esforços têm sido feitos para que se compreenda a resposta das plantas ao aumento de temperatura gradativo e ao aumento de temperatura repentino (STONE; NICOLAS, 1994), sendo observado que o aumento gradual até a temperatura máxima promove menor prejuízo do que quando a temperatura aumenta repentinamente.

Segundo Brinholi (1995), as temperaturas do ar que ocorrem principalmente na região Sul do Brasil, durante o período em que a cultura da aveia se desenvolve, não oferecem grande restrição, existindo algumas limitações eventuais por efeitos de temperaturas muito elevadas.

### 2.3.2 Disponibilidade hídrica

Nenhum outro fator ambiental é tão importante, para a obtenção de altas produtividades de aveia, como a disponibilidade hídrica. A quantidade de água necessária para a produção de uma unidade de peso de grãos de aveia é maior do que para o trigo e para

a cevada. Contudo, a aveia é capaz de suportar longos períodos de seca, recuperando-se rapidamente, devido, possivelmente, ao seu amplo e profundo sistema radicular (FLOSS et al., 2009).

O potencial máximo de produção somente será alcançado quando houver suprimento satisfatório de água durante o ciclo da cultura, em função do efeito da água nos tecidos das plantas sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produção. Em situações ideais, a planta é levada a se adaptar - formação de folhas menores, abortamento de perfilhos, poucas espiguetas – ou a fechar os estômatos reduzindo a perda de água por transpiração. Contudo, isso impede a entrada de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese, resultando em menor rendimento potencial (FORNASIERI, 2008). Conforme Lawlor e Uprety (1993), a principal causa da perda de produção sob estresse hídrico é a redução na área foliar, em virtude da redução do número e tamanho de folhas, produzindo menores taxas fotossintéticas por unidade de área.

A aveia branca, assim como os demais cereais de inverno, é mais produtiva em ambientes com precipitações adequadas, do que em ambientes com excesso de precipitação pluvial. A precipitação anual em áreas de produção de aveia variam de 380 a 1140mm, mas o mais comum é 760mm ou menos (SORRELS; SIMMONS, 1992).

As plantas de aveia-branca não exigem grande quantidade de água durante o ciclo de desenvolvimento. Contudo, apresentam épocas críticas nas quais o suprimento de água é vital, como a germinação e, em maior quantidade, durante o emborrachamento, a floração e a primeira etapa de formação dos grãos. Na maturação e durante a colheita, a precipitação pluvial deve ser mínima (LANGER, 1972).

Na cultura do trigo precipitações insuficientes e mal distribuídas após a semeadura em solo seco acarretam atraso na emergência já que o maior tempo de permanência da semente no solo resulta em perdas do poder germinativo das sementes e vigor das plântulas, cujos efeitos são decréscimos de estande de até 50% e menor altura inicial de plantas (FARIA; CARAMORI, 1996).

Ainda para a cultura do trigo, o estresse hídrico durante o emborrachamento causa a esterilidade do pólen e somente afeta a fertilidade feminina quando o estresse é muito severo. A esterilidade do pólen não resulta de uma dessecação dos órgão reprodutivos, mas é uma consequência indireta do déficit hídrico nas partes vegetais (FORNASIERI, 2008).

Outra fase em que há sensibilidade à seca, embora no trigo, na cevada e na aveia seja menos pronunciada do que no arroz e no milho, ocorre durante o florescimento, quando o estresse causa perda da fertilidade do pólen, morte da espiguetas ou aborto das sementes recém formadas. Isso estaria relacionado com a redução no “status” de água das

estruturas reprodutivas (SAINI; LALONDE, 1998). Outra resposta indesejada à deficiência hídrica é a redução no número de grãos por espiga/panícula sem diminuição na massa seca de grãos, caracterizando desta forma, a fase de pré-antese como a mais sensível à deficiência hídrica (RODRIGUES et al., 1998).

### 2.3.3 Fotoperíodo

A indução ao florescimento em aveia é influenciada em grande parte pelos efeitos de fotoperíodo, vernalização e soma térmica. A aveia é uma planta de dia longo, onde períodos longos de luz alternados com períodos curtos de escuro promovem o florescimento na maioria dos genótipos. Esta reação é bastante afetada pela temperatura. Altas temperaturas aceleram o período reprodutivo, diminuindo a fase de enchimento de grãos, reduzindo, significativamente a fase reprodutiva quando o comprimento do dia é inferior a 15 a 16 horas (BELLIDO, 1991) ou menos de 12 horas (BROUWER, 1986).

Contudo, existe uma ampla variação natural dos genótipos, quanto à resposta ao fotoperíodo. Em geral, cultivares provenientes de altas latitudes apresentam maior sensibilidade ao fotoperíodo em relação a cultivares oriundos de baixas latitudes (SORRELLS; SIMMONS, 1992).

Além das respostas ao fotoperíodo e a vernalização, o florescimento da aveia é influenciado pelos efeitos de temperatura e/ou soma térmica. De forma geral, o florescimento em aveia ocorre em resposta a interações entre fotoperíodo, vernalização e soma térmica, sendo que o efeito de cada fator ambiental varia de genótipo para genótipo. Como exemplo, a vernalização pode reduzir a sensibilidade ao fotoperíodo em alguns genótipos de aveia (SORRELLS; SIMMONS, 1992). Segundo Mahfoozi, Limin e Fowler (2001) em trabalho com as culturas do trigo e da cevada de inverno, o fator decisivo ao florescimento foi a saturação de vernalização, independente do fotoperíodo.

No período de crescimento e florescimento a aveia-branca requer um período com dias mais longos, com mais de 12 horas de luz por dia. Quando a duração do dia não é suficiente na época de florescimento, este se atrasará e não florescerá (MARSHALL; SORRELLS, 1992). Da mesma forma, Parsons et al. (1994) afirmam que para o florescimento, a aveia branca requer mais de 12 horas de luz por dia, porém algumas variedades são insensíveis a este fator. Em geral, o número de nós do colmo, conseqüentemente o número de folhas, e o tamanho da estrutura reprodutiva, são modificados pela alteração do fotoperíodo.

A duração que vai da fase de emergência à floração, diminui com o aumento do comprimento do dia, com pequena variabilidade entre genótipos (FLOSS et al., 2009).

#### 2.3.4 Radiação Solar

A aveia branca assim como os demais cereais de inverno, possuem o mecanismo de fotossíntese do tipo C<sub>3</sub>, que corresponde ao número de carbonos do primeiro composto orgânico formado (fosfo-glicerato), a partir do CO<sub>2</sub> absorvido. O CO<sub>2</sub> é absorvido durante o dia, pelos estômatos e é assimilado pela catálise da enzima “Rubisco”. A Rubisco é caracterizada por apresentar baixa eficiência de assimilação, exigindo concentrações de CO<sub>2</sub> superiores a 50 mg L<sup>-1</sup>, temperatura ideal entre 15 e 25°C e alta necessidade de água, para formar uma unidade de matéria seca (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A interceptação da radiação solar em determinados estádios de desenvolvimento depende do tamanho, forma, ângulo e orientação azimutal das folhas. O número de espigas/panículas por planta e o desenvolvimento das espiguetas são determinados pela radiação solar durante o alongamento do colmo (LAZZAROTTO, 1992). A capacidade de produção depende do desenvolvimento até a emissão da panícula, enquanto a produtividade final depende muito da fotossíntese da folha bandeira, e da espiguetas (MARSHALL; SORRELLS, 1992).

Na cultura do trigo, a taxa fotossintética foliar, em determinado ambiente, pode variar em mais que o dobro, dependendo da demanda por assimilados da planta. A taxa fotossintética da folha bandeira pode reduzir de modo acentuado com a retirada da espiga adjacente, aumentando novamente, quando drenos alternativos, como novos perfilhos aumentam a demanda por assimilados. A taxa fotossintética da folha bandeira cai de um alto nível, à época da emergência da espiga, até uma taxa bem menor, cerca de uma semana após a antese, quando o alongamento do caule e o perfilhamento já diminuíram. Nesta fase, o crescimento do grão de pólen ainda não começou. Com o crescimento posterior dos grãos, a taxa fotossintética da folha bandeira volta a aumentar (CASTRO; KLUGE, 1999).

A aveia branca é citada entre os cereais de inverno, como a que melhor se desenvolve em zonas com baixos níveis de insolação (MUNDSTOCK, 1983). Em cultivos densos, as folhas inferiores recebem pouca luz, concluindo-se que a eficiência fotossintética é baixa (PARSONS, 1994). Com isso, a adequação do espaçamento e da população de plantas é fundamental no sucesso da lavoura.

Em trigo, a assimilação fotossintética nos estádios iniciais de crescimento pode influenciar o número de espigas, de espiguetas e de flores. A capacidade de rendimento depende do desenvolvimento foliar até a granação, enquanto o rendimento final depende da fotossíntese da folha bandeira e da espiga. Em geral, cerca de 90% de carboidratos nos grãos são derivados da fixação de CO<sub>2</sub> posterior à antese. A produção de grãos pode, portanto, ser relacionada com a duração e taxa de fotossíntese após a antese. No entanto, a fotossíntese antes da antese e, em particular, durante a fase de formação das espigas, pode influenciar profundamente a produtividade, pelos seus efeitos sobre os componentes da capacidade de armazenamento (CASTRO; KLUGE, 1999).

Durante o estágio de alongação da planta, a radiação fotossinteticamente ativa determina o número de espiguetas e o desenvolvimento das flores nas espiguetas, sendo a competição por luz durante a fase de pré-floração a mais crítica à produção de grãos (SPIERTZ, 1974). Nela coincide o crescimento máximo do colmo, das raízes e da espiga, sendo o crescimento da espiga e a sobrevivência das flores limitados pela competição por assimilados neste período, como ocorre em cultivares tradicionais em que cerca de 50% das flores morrem antes do florescimento (SLAFER; ANDRADE; SATORRE, 1990). A partir do florescimento e no decorrer da pós-antese, são produzidos de 70 a 95% dos assimilados utilizados na produção de grãos (KOBATA et al., 1992), ocorrendo uma correlação direta entre a radiação solar visível e o rendimento de grãos, desde que não ocorra o processo de foto-inibição (FORNASIERI FILHO, 2008).

### 2.3.5 Altitude

Em relação a altitude, a aveia pode ser cultivada em locais ao nível do mar quanto a 1000 metros de altitude, a exemplo dos Alpes e dos Pirineus (BELLIDO, 1991). A aveia adapta-se em todas regiões com exceção das áreas excessivamente úmidas, onde a incidência de ferrugem é muito alta.

As regiões com maior potencial de rendimento e melhor qualidade industrial no Sul do Brasil são aquelas localizadas em locais com maior altitude, como por exemplo: a região de Vacaria – RS, Campos Novos – SC, Guarapuava e Mauá da Serra – PR. O maior rendimento e qualidade industrial, ocorrem principalmente em função da maior duração do subperíodo compreendido entre a floração e a maturação, proporcionando alta atividade fotossintética, durante o dia, e baixa atividade respiratória, durante a noite, consequência da menor temperatura noturna (FLOSS et al., 2009).

### 2.3.6 Umidade Relativa

Generalizando, a umidade relativa ideal deve ser superior a 70%, para a expressão do máximo potencial de rendimento, pois nessa condição que diminui o gradiente entre o potencial energético da água, da folha e do ar, diminui também a transpiração. Com a menor taxa de respiratória, os tecidos encontram-se turgidos, condição esta em que a superfície foliar de absorção de luz é maior, com os estômatos abertos e máxima absorção de gás carbônico. Na fase de maturação, a alta umidade relativa é prejudicial, pois atrasa a secagem dos grãos e aumenta o período entre a maturação fisiológica e a colheita. Sendo assim, ocorrem perdas por respiração, reduzindo o vigor das sementes e a qualidade industrial dos grãos. Por outro lado, temperaturas elevadas e baixa umidade relativa, na maturação, favorecem o aumento do teor de proteínas no grão (FLOSS et al., 2009).

## 2.4 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPO E AMBIENTE DE CULTIVO

Em determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, um efeito adicional, proporcionado pela interação destes (CRUZ; REGAZZI, 2004). Todos os processos bioquímicos que determinam a forma e a função (o fenótipo) das plantas são resultado de informações codificadas na sequência de DNA e na interação destas informações com o ambiente (BRESSAN; HANDA, 1994).

O comportamento diferencial dos genótipos, frente às variações ambientais, acarreta oscilações identificáveis em estudos de interação genótipo x ambiente (FALCONER, 1981). Define-se como ambiente as condições edafoclimáticas, associadas a práticas culturais, ocorrência de patógenos e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas. Sendo assim, o ambiente é constituído de todos os fatores que afetam o desenvolvimento das plantas que não de origem genética (BORÉM, 1998).

Segundo Allard e Bradshaw (1964) as variações ambientais que contribuem para a interação com os genótipos são classificadas em dois tipos: previsíveis e não previsíveis. O primeiro grupo inclui todos os caracteres permanentes do meio ambiente, tais como, clima (local), solo, comprimento do dia, insolação e também os aspectos ambientais determinados pela ação do homem, tais como época e densidade de semeadura, níveis de

adubação e outras práticas agronômicas. Por outro lado, as variações não previsíveis são flutuações no clima, como a quantidade e distribuição de chuvas, a temperatura, e outros fatores climáticos como granizos e geadas.

As variações previsíveis podem ser avaliadas individualmente ou de forma conjunta em relação à sua interação com os genótipos. Sendo assim, estudos individualizados, tais como genótipos x épocas de semeadura e genótipos x níveis de adubação, ou estudos envolvendo todos esses fatores podem ser realizados por meio de uma interação generalizada genótipo x ambientes. Por sua vez, as variações imprevisíveis são as que mais contribuem para as interações genótipos x anos e genótipos x locais, bem como para as interações mais complexas como a interação tripla genótipos x locais x anos (FEHR, 1987).

Para que a interação entre genótipos e ambientes seja detectada estatisticamente é necessário que se disponham diferentes genótipos, testados em diferentes ambientes, e que haja repetições destes genótipos em cada ambiente (FONSECA JÚNIOR, 1999). Quando os testes de avaliação dos genótipos são conduzidos em apenas um ambiente, a variância genética e a média geral podem ficar superestimadas, ou seja, pode conter componentes da interação genótipo x ambiente (RESENDE, 2007). A presença da interação entre genótipos e ambientes pode ser avaliada pela análise de variância conjunta de vários ensaios (FERREIRA, 2000).

Estudos com a cultura da aveia possibilitaram identificar respostas diferenciadas de genótipos a efeitos de ambiente (HOLLAND et al., 2000) e a presença de interação entre genótipos e ambientes, mesmo em ambientes estratificados (BENIN et al., 2003).

No cultivo de aveia branca nos diferentes ambientes do sul do Brasil este comportamento é frequentemente constatado para vários caracteres de interesse, principalmente para a produtividade de grãos (FEDERIZZI et al., 1993; MARCHIORO et al., 2001; LORENCETTI et al., 2004; BENIN et al., 2005; CRESTANI et al., 2010).

A produtividade dos grãos depende da capacidade de produção, que é composta pelo número de espiguetas por hectare e pelo número de flores por espiguetas, enquanto que a produtividade final depende do número de flores que produzem grãos e da massa de 1000 grãos (MARSHALL; SORRELLS, 1992).

Segundo Crestani (2011), entre as principais técnicas de manejo com potenciais efeitos no desempenho dos genótipos de aveia branca para os caracteres relacionados ao rendimento de grãos e à qualidade industrial é possível destacar a utilização

de defensivos agrícolas para o controle de doenças de parte aérea e a variação na disponibilidade de nitrogênio.

O rendimento industrial de grãos na cultura da aveia branca é aumentado de acordo com a maior disponibilidade de nitrogênio (WAGNER et al., 2009), assim como o rendimento de grãos (KOLCHINSKI, SCHUCH, 2003b; CECCON et al., 2004). Considerando os componentes diretos do rendimento de grãos, Cecon et al (2004) observaram que o número de panículas por unidade de área aumenta com a maior disponibilidade de nitrogênio, mas a massa de mil grãos não foi alterada.

A disponibilidade de nitrogênio também tem influência sobre as características agronômicas como a altura e ciclo na cultura da aveia branca. Sendo que o incremento das doses de nitrogênio, de forma geral, causa aumento na altura e na duração da fase vegetativa e reprodutiva, e conseqüentemente, elevando o ciclo de desenvolvimento da aveia branca (MARTINS et al., 2009).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

O melhoramento da aveia branca, realizado principalmente na região sul do Brasil, proporcionou o desenvolvimento de genótipos altamente adaptados aos locais de cultivo brasileiros, mudando o tipo agronômico da cultura em relação as primeiras cultivares adotadas no país (CRESTANI, 2011). Segundo Barbosa Neto et al. (2000), as primeiras cultivares introduzidas e lançadas nas décadas de 50, 60 e início dos anos 80, apresentavam biótipo de uma planta essencialmente forrageira, com estatura mais elevada, ciclos de desenvolvimento tardio, e menor rendimento e qualidade de grãos em relação às cultivares desenvolvidas na década de 90, que já apresentavam características típicas de plantas produtoras de grãos.

Os trabalhos que foram iniciados com plantas de aveia branca com elevadas estaturas, tardias em relação aos ciclos de desenvolvimento e grandes produtoras de palha em detrimento do grão (relação palha:grão de 10:1), permitiram progressos relevantes na cultura, o que resultou no lançamento de muitas cultivares de aveia branca com estatura de planta inferiores a 1,0 metro, com reduzido ciclo de desenvolvimento (< 120 dias), e reduzida relação palha:grão (próxima a 3:1) (BARBOSA NETO et al., 2000; XXX RCBPA, 2010).

A propriedade quantitativa do caráter rendimento de grãos faz com que um grande número de atributos da planta seja decisivo para a definição do seu potencial produtivo, abrangendo desde o seu desempenho quanto à estatura média da planta, ciclo de

desenvolvimento, componentes de rendimento de grãos, até o seu comportamento frente a estresses abióticos e bióticos. Contudo, os caracteres número de afixhos férteis por área, número de grãos por panícula e massa média de grãos caracterizam os componentes de rendimento de grãos na cultura da aveia branca (CRESTANI, 2011).

A estatura de planta tem sido o caráter adotado na seleção indireta de plantas resistentes ao acamamento em programas de melhoramento de cereais de inverno em todo o mundo (KELLER et al., 1999), pois é de fácil mensuração e está fortemente relacionado à ocorrência do acamamento em cereais, inclusive na aveia branca (VERMA et al., 2005). Camargo et al. (1999) trabalhando com a cultura do trigo encontraram correlações fenotípicas significativas e positivas entre altura das plantas e produção de grãos, concluindo-se que existe a tendência de plantas mais altas apresentarem maior produção de grãos.

As reduções no rendimento e na qualidade dos grãos em função do acamamento são causados de forma direta pela interferência na acumulação de matéria seca dos grãos quando as plantas estão deitadas umas sob as outras e, de forma indireta, pelas dificuldades de colheita. O prejuízo no rendimento de grãos ocorre de maneira diferenciada, de acordo com a forma em que o componente do rendimento é afetado, o qual é dependente do momento de ocorrência do acamamento. Quando o acamamento ocorre antes da antese, o número de grãos por unidade de área é prejudicado, mas após a antese, a massa de grãos é o componente mais afetado (ALFONSO, 2004).

O ciclo da cultura é medido pelo número de dias da emergência ao florescimento e à maturação, podendo variar com as condições climáticas ou edafológicas (OSÓRIO, 1992). Caierão et al. (2001) observaram efeito direto positivo do número de dias da emergência à maturidade fisiológica sobre o rendimento de grãos em linhagens de aveia branca, sugerindo que genótipos com ciclos de desenvolvimento mais longos tendem a expressar maiores rendimentos de grãos. Além disso, correlações negativas entre os dias da emergência à floração (período vegetativo) com os dias da floração à maturidade fisiológica (período reprodutivo) também são constatadas (CAIERÃO et al., 2001; HARTWIG et al., 2006). Esses resultados indicam que os genótipos de aveia branca apresentam efeito compensatório entre o período vegetativo e o reprodutivo em relação à duração do ciclo completo de desenvolvimento, sendo que, quando o genótipo tem seu período vegetativo prolongado ou é caracteristicamente mais longo, tende a encurtar o período reprodutivo.

Em trabalhos com populações segregantes de aveia branca, foram constatadas relações predominantemente negativas entre o rendimento de grãos e a duração do período vegetativo (HARTWIG et al., 2006; LORENCETTI et al., 2004), e relações

positivas do rendimento de grãos com a duração o período reprodutivo (BENIN et al., 2003; HARTWIG et al., 2006). Desta forma, a seleção de plantas que evidenciem menor período de dias da emergência à floração e maior período da floração à maturidade fisiológica poderá promover a obtenção de genótipos mais ajustados e produtivos.

Barbosa Neto et al. (2000), verificaram que o ganho genético obtido tanto sobre a duração do ciclo vegetativo quanto em relação ao rendimento de grãos na cultura da aveia branca foram lineares considerando a análise de cultivares de aveia branca lançadas no período de 1955 à 1996. De acordo com esta avaliação, as cultivares mais modernas apresentam período vegetativo mais curto (em dias), associado ao maior rendimento de grãos. Nesse período, compreendido por aproximadamente 40 anos, foi reduzido em 21% a duração do ciclo vegetativo (-1,5 dias ao ano), e incrementado em 22% o rendimento de grãos (+44,0 kg ha<sup>-1</sup> ao ano).

A produção visando altos rendimentos em cereais requer, mais que em outras culturas, o controle dos diferentes componentes responsáveis pelo desenvolvimento biológico da cultura. Durante o período de desenvolvimento tem lugar a diferenciação dos órgãos vegetativos e reprodutivos determinando-se a quantidade de biomassa produzida, sua distribuição e especialmente sua acumulação no grão. A formação do rendimento, portanto deve ser considerada em relação a todos os fatores e processos responsáveis da biomassa total e de maneira singular com o componente economicamente mais importante que é o rendimento de grãos. Os componentes básicos de rendimento são: número de panículas por unidade de área, número de grãos por panícula e massa média de grãos (BELLIDO, 1991).

No desenvolvimento de cereais, durante o crescimento ou a diferenciação, ocorrem alterações nos órgãos vegetativos e reprodutivos, bem como processos fisiológicos, que determinam a quantidade de biomassa produzida, sua distribuição, e especialmente, a acumulação nos grãos, o produto econômico (MUNDSTOCK, 1983).

Os componentes individuais de rendimento se formam sucessivamente ao longo do período de crescimento. Inicialmente um determinado número de plantas é estabelecido por unidade de área e a partir destas um número de colmos são produzidos. A formação de colmos pelo afilhamento finaliza a transição da fase de crescimento vegetativo ao reprodutivo. Na gema terminal se diferenciam os primórdios de espiguetas, dentro das quais se diferenciam por sua vez os primórdios florais, onde se desenvolvem os ovários e estames. Deste modo o número definitivo de grãos por panícula é determinado. O número de espigas por metro quadrado é determinado em função do número de plantas por metro quadrado, que depende do valor biológico da semente; mortalidade de plântulas devido a

fatores diversos (clima, pragas e moléstias, danos químicos e mecânicos), número de colmos férteis por planta, que depende: capacidade de afilhamento inerente à espécie e cultivar, condições climáticas (umidade disponível, temperatura, radiação e comprimento do dia), competição entre plantas individuais, taxa de crescimento e desenvolvimento dos colmos individuais e danos produzidos por pragas, moléstias e outros agentes (BELLIDO, 1991).

Para Petr et al. (1988), o número de grãos por panícula é em função do número de espiguetas por panículas e do número de flores férteis por espiguetas, que depende do potencial genético do cultivar para formação da panícula, espiguetas e flores; das condições climáticas na antese e na fecundação; do tamanho e atividade do aparelho fotossintético durante a formação da panícula, espiguetas e flores e capacidade de transferir assimilados a panículas; da competição entre plantas individuais; e da ocorrência e grau de infestação e de danos por enfermidades e pragas.

A massa de mil grãos depende do tamanho e da duração da atividade funcional do aparato fotossintético da parte superior da planta; da capacidade de transferência de fotoassimilados ao grão; da duração do período de formação do grão; das condições climáticas e nutricionais durante o enchimento de grãos; e da ocorrência de enfermidades (PETR et al., 1988). Biudes et al. (2007) avaliando o desempenho de genótipos de trigo introduzidos do CIMMYT, em cultivo irrigado, concluíram que em pelo menos dois anos de avaliação, os genótipos mais produtivos apresentaram-se com grãos mais pesados, com espigas mais compridas e com maior número de espiguetas e de grãos.

## 2.6 DOENÇAS DA CULTURA DA AVEIA

A ocorrência de doenças está condicionada a uma interação perfeita entre patógeno, hospedeiro e ambiente. O melhoramento genético tem colaborado para o controle de doenças por meio de seleção de genótipos resistentes, sendo à resistência a doenças um dos importantes objetivos dos programas de melhoramento de plantas (SILVA, 2011).

Após a fase de afilhamento, inicia-se um período em que os cereais de inverno estão sujeitos ao ataque de uma série de moléstias. Além das condições ambientais, o grau de ataque é dependente da suscetibilidade das variedades a estes patógenos. Na cultura da aveia as doenças com maior importância são a ferrugem da folha causada por *Puccinia coronata* e do colmo causada por *Puccinia graminis*, e a virose do nanismo amarelo da cevada causada pelo Barley yellow dwarf vírus (BYDV). Em áreas mais restritas, como doença secundárias, têm-se as manchas foliares causadas por uma série de agentes causais,

sendo a principal doença a helmintosporiose causada pelo fungo *Drechslera avenae* (MUNDSTOCK, 1983).

A ferrugem da folha é a doença mais importante da cultura da aveia, ocorrendo em todas as regiões onde este cereal é cultivado. Cultivares suscetíveis têm seus rendimentos severamente afetados, necessitando do uso sistemático de fungicidas. Em razão da alta variabilidade e especialização fisiológica do patógeno, a resistência dos cultivares não tem sido duradoura, forçando o processo de seleção e melhoramento de cultivares à essa doença (FORCELINI; REIS, 1997).

Os sintomas da ferrugem da folha aparecem sob forma de pústulas de coloração amarelo-brilhante contendo massa de uredósporos, os quais ficam expostos após a ruptura da epiderme. Estas lesões têm formato arredondado ou oblongo e ocorrem em ambas as superfícies da lâmina foliar, podendo atingir outras partes verdes da planta, quando as epidemias são mais severas. Após algumas semanas, as bordas das uredopústulas podem tornar-se negras, com a formação de teliósporos (SIMONS, 1985).

A disseminação do fungo ocorre por meio dos uredósporos, que se disseminam pelo vento ou por gotículas de água das chuvas. Algumas condições ambientais específicas são necessárias para a continuidade do ciclo de infecção. Após o contato com a folha do hospedeiro os mesmos germinam, em temperaturas que variam de 2 a 33°C, com ótimo entre 18 e 22°C, umidade relativa de 100% e lâmina de água na superfície foliar (FORCELINE; REIS, 1997).

Segundo Cruz et al. (1999) as características relacionadas ao rendimento mais afetadas pela ocorrência da doença são a massa média de panículas e de sementes. O rendimento e a qualidade de grãos podem sofrer decréscimos acima de 30%, podendo chegar a 50% em cultivares suscetíveis, dependendo do nível de incidência da doença (MARTINELLI et al., 1994).

Segundo Benin et al. (2003) a doença ferrugem da folha causada pelo fungo *Puccinia coronata f. sp. avenae* exerce forte influência no desempenho dos genótipos de aveia, podendo provocar perdas superiores a 50% de rendimento de grãos, potencializando, desta forma, a interação entre o genótipo e o ambiente.

O nanismo amarelo da cevada é a virose mais comum e importante para as culturas de aveia, trigo e cevada, causando danos na cultura da aveia que variam de 3 a 52% (SCHONS et al., 1999) e segundo Burnett e Plumb (1998) esta virose pode levar a perda total da colheita. O vírus do nanismo amarelo da cevada é transmitido por mais de 25 espécies de afídeos (TEIXEIRA et al., 2006). Os sintomas caracterizam-se por alterações na cor normal

da folha, a qual torna-se clorótica, amarelo intensa e, principalmente, roxo-avermelhada. Estes sintomas só se manifestam em folhas que se desenvolvem após a infecção viral e, normalmente, evoluem da parte mediana da folha até a sua extremidade (FORCELINI; REIS, 1997). De acordo com Casa et al. (2000) apud Teixeira et al. (2006) outro sintoma característico ocorre na folha bandeira que fica rígida, ereta, lanceolada e amarela, avermelhada ou arroxeadada.

A resposta de cada genótipo ao BYDV depende de inúmeros fatores, como idade da planta, o tempo de infecção, a espécie do vírus, o número de afídeos virulíferos presentes e as condições ambientais e sua atividade na planta hospedeira interfere na translocação da seiva, interrompendo o fluxo do floema. Em consequência, causa alteração no crescimento da planta, inibe a formação de raiz e reduz o rendimento de grãos (BURNETT, 1983).

As plantas infectadas pelo BYDV podem apresentar afillamento excessivo ou reduzido, nanismo (TEIXEIRA et al., 2006), reduzido número de panículas por planta, menores massa mil sementes, peso do hectolitro e número de grãos por panícula e ainda transmitem viroses (GOELLNER, 2002).

Em estudo realizado por Sommerfeld et al. (1993) plantas de aveia infectadas pelo BYVD em aveia, tiveram redução, em relação às plantas controle, de 15% no perfilhamento e número de panículas, 18% no número de sementes por panícula, 5% na massa de mil sementes e 33% na produtividade.

A helmintosporiose é uma doença comum na cultura da aveia, sendo considerada de importância secundária pelo prejuízo menos expressivo que aquele causado pelas ferrugens. Os sintomas são caracterizados por manchas foliares largas, elípticas ou oblongas, de coloração marrom ou roxa (FORCELINI; REIS, 1997). De acordo com Barros, Castro e Patricio (1989) a planta se torna mais vulnerável à infecção pelo patógeno a partir do estágio de inflorescência, em função da maior translocação de nutrientes para o desenvolvimento da panícula e o enchimento de grãos. Em estudo com a cultura do trigo em Capão Bonito, Barros, Castro e Patricio (2006) verificaram maior incidência de mancha da folha em anos mais chuvosos e com melhor distribuição de chuva durante o ciclo da cultura. Em anos com menor intensidade de chuva verificou-se menor incidência da doença.

A utilização de fungicidas na cultura da aveia branca tem sido sugerida como uma maneira de incrementar a estabilidade genotípica em ambientes com alta incidência de patógenos, reduzindo a interação entre genótipo e ambiente, além de incrementar a produtividade média de grãos nesta cultura (LORENCETTI et al., 2004;

BENIN et al., 2005; REIS et al.; 2008). Marchioro et al. (2001) constataram que o uso de fungicida para o controle da ferrugem da folha em genótipos de aveia branca que possuíam genes de resistência não determinou o incremento do rendimento de grãos. Contudo, verificaram que sua aplicação era necessária para que os genótipos suscetíveis pudessem expressar todo o seu potencial de produção. Além disso, tem sido observados efeitos benéficos com a aplicação do fungicida no controle de moléstias de parte aérea na aveia branca em relação a caracteres componentes do rendimento e da qualidade de grãos, sendo constatado o incremento na massa de mil grãos, no número de grãos por panícula, e na massa de hectolitro (REIS et al., 2008).

## 2.7 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A qualidade fisiológica da semente é a capacidade que esta apresenta de desempenhar funções vitais, caracterizada pela sua germinação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985). A qualidade das sementes apresenta relação direta com o desenvolvimento da cultura em campo, gerando plantas de elevado vigor, uniformidade de população, ausência de doenças transmitidas via sementes (SILVA; LAZARINI; SÁ, 2010) promovendo, dessa forma, maior competitividade ao empreendimento agrícola (SCHEEREN et al., 2010).

O teste de germinação é utilizado em laboratórios para avaliar o potencial fisiológico das sementes. Sendo conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, resultando na avaliação do potencial máximo de produzir plântulas normais. Dessa forma, esse teste pode ser pouco confiável para indicar o desempenho no campo, onde as condições ambientais nem sempre são ideais (MARCOS FILHO, 1999). Portanto, de um modo geral a percentagem de emergência de plantas em campo é menor do que a percentagem de germinação obtida no teste de germinação. A maior limitação do teste de germinação, segundo a ISTA (1995), é sua incapacidade para detectar diferenças de qualidade entre lotes com alta germinação.

Por essa razão, têm sido desenvolvidos testes de vigor com o objetivo de identificar possíveis diferenças no potencial fisiológico de lotes que apresentam percentagem de germinação semelhante, fornecendo informações complementares às obtidas no teste de germinação (MARQUES, 2004).

O vigor de sementes é a soma de atributos que confere à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de

condições ambientais. Deste modo, observa-se sua importância para a agricultura, que é o rápido e uniforme estabelecimento da população adequada de plantas no campo (KRYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 1999).

O efeito do vigor das sementes pode manifestar-se durante o período de desenvolvimento da cultura, podendo chegar a afetar o rendimento (PERRY, 1978). Dessa forma, o baixo vigor das sementes tem sido associado a reduções na velocidade e desuniformidade de emergência, reduções no tamanho inicial das plântulas, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento da cultura (HÖFFS et. al., 2004).

Schuch et al. (1999b) verificaram em sementes de aveia preta que a redução no nível de vigor das sementes aumentou o tempo necessário para a emissão das raízes primárias, em torno de 1 a 2 dias, assim como aumentou a desuniformidade de germinação. No trabalho em discussão, o baixo vigor das sementes reduziu a emergência das plântulas no campo, provocou retardamento e aumento na desuniformidade de emergência. Comportamento semelhante foi observado por Machado (2002), com aveia branca. As sementes deterioradas possuem baixa germinação e vigor e, por conseguinte, tendem a produzir plântulas fracas com reduzido potencial de rendimento (HÖFFS et al., 2004).

Em teoria, a germinação e o vigor podem influenciar o rendimento da cultura através de efeitos diretos e indiretos. Os efeitos indiretos incluem aqueles sobre a percentagem de emergência e tempo da semente à emergência. Esses influenciam o rendimento por alterações da densidade populacional de plantas, arranjo espacial e duração do ciclo da cultura. Por outro lado, os efeitos diretos estariam relacionados à capacidade diferenciada de plântulas acumularem matéria seca, em função da variação no nível de vigor das sementes e são mais difíceis de serem percebidos (ELLIS, 1992). É possível que o vigor de sementes possa ter um efeito direto sobre a habilidade da planta de acumular fitomassa seca. Entretanto, as estruturas presentes na semente são importantes para o crescimento somente durante um curto período imediatamente após a emergência. A maioria dos tecidos da planta envolvidos na produção de fitomassa seca e rendimento são formados após a emergência da plântula, na fase vegetativa e, parece menos provável que o vigor das sementes possa influenciar sua habilidade de realizar processos fisiológicos e acumular fitomassa seca (SCHUCH, 1999a).

Segundo Copeland e McDonald (1995) a qualidade fisiológica das sementes é influenciada em toda a sua vida desde a fertilização até o momento da sementeira. Entre os fatores que afetam o vigor das sementes estão a constituição genética, as condições edafoclimáticas, o desenvolvimento e a nutrição da planta mãe, o estágio de maturação no

momento da colheita, o tamanho, o peso, a integridade e o grau de deterioração da semente, entre outros.

O comportamento das sementes tem sua base assentada na cultivar, sendo que existem cultivares que produzem sementes com melhor desempenho fisiológico, dentro de uma mesma espécie (MARCOS FILHO, 2005). Entretanto, Alves e Kist (2011) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de aveia branca e não observaram diferença significativa para este parâmetro entre as cultivares. No entanto, verificaram diferença significativa para a qualidade fisiológica entre a semente primária e as sementes secundárias e terciárias, nas panículas, sendo as sementes primárias as que apresentaram maior qualidade fisiológica.

Além da cultivar, o local de cultivo pode determinar a qualidade fisiológica da sementes a ser produzida, conforme proporciona melhores ou piores condições de umidade e temperatura durante a maturação das plantas (COSTA et al., 2005).

Segundo Castro e Kluge (1999) o nível de radiação, bem como o estado nutricional do solo, a temperatura e o fotoperíodo durante o desenvolvimento da inflorescência, influenciam o número de espiguetas, enquanto a fixação das sementes é particularmente influenciada pela intensidade luminosa e suprimento de água, logo antes da antese e em semanas subsequentes. Os efeitos oriundos dos estresses ambientais, principalmente os causados pela temperatura, ainda não são completamente conhecidos. As pesquisas sobre o assunto, geralmente conduzidas sob condições controladas, sugerem que a elevação da temperatura, até atingir valores superiores a 30 °C, durante o período de enchimento de grãos, pode causar prejuízos severos à produção e à qualidade das sementes. Esses prejuízos se relacionam à redução da taxa fotossintética, geralmente significativa após o florescimento (MARCOS FILHO, 2005).

A ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação também reduz a translocação de fotossintatos para as sementes, especialmente em períodos com baixos índices pluviais. Nessas condições, a maturação é “forçada”, sendo produzidas sementes de baixo vigor (FRANÇA NETO et al., 1993) porque não se verifica a deposição natural de carboidratos, lipídios e proteínas. Além disso, as baixas temperaturas são igualmente prejudiciais durante o período de formação das sementes, sendo que a geada pode paralisar o crescimento resultando, na colheita, em grãos enrugados e de baixo peso (LEONARD; MARTINELLI, 2005).

Os processos metabólicos também respondem à diminuição da temperatura, quando inferiores às consideradas ótimas, principalmente se outros fatores não são limitantes.

Por exemplo, há redução linear no desenvolvimento se a temperatura diminui abaixo de 22 °C, como em milho, soja e trigo (MARCOS FILHO, 2005).

Os efeitos da radiação solar são principalmente quantitativos, traduzindo-se no número de flores formadas ou retidas. A redução da luminosidade disponível às plantas também contribui para a formação de sementes menores (MCDONALD; COPELAND, 1996).

A deficiência hídrica afeta o metabolismo e prejudica o desenvolvimento da planta. Há redução da área foliar, da taxa fotossintética acarretando menor suprimento de assimilados e abortamento ou diminuição do desenvolvimento das sementes, que são causados pela limitação do suprimento de carboidratos, em função da menor taxa fotossintética (BRADFORD, 1994). No entanto, se a deficiência hídrica ocorre durante o florescimento ou no início da formação das sementes, verifica-se redução do número de sementes produzidas, sem afetar significativamente o potencial fisiológico (DORNBOS JUNIOR; MULLEN; SHIBLES, 1989).

Segundo Marcos Filho (2005) a disponibilidade de água durante o período de transferência de matéria seca para as sementes é importante, pois reduz a probabilidade da formação de sementes defeituosas, cujo desempenho é severamente prejudicado. Por outro lado, o déficit hídrico moderado pode não ser prejudicial, dependendo da época em que ocorra (MARCOS FILHO, 2005). A diminuição na taxa fotossintética pode ser compensada pela diminuição do número de sementes, mantendo-se um suprimento constante de assimilados para as sementes, como foi relatado por Ouattar et al. (1987) na cultura do milho quando provocaram o déficit hídrico durante a fase de divisões celulares.

Por outro lado, o excesso hídrico na pré-colheita, além de acelerar o metabolismo, favorece a incidência de microorganismos, comprometendo o potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Embora o máximo potencial fisiológico ocorra no momento da maturação fisiológica é inviável a colheita nessa fase devido à alta umidade das sementes, não sendo possível evitar as injúrias mecânicas decorrentes da colheita mecanizada (NOGUEIRA; SEDIYAMA, 2013). Para a cultura da aveia, a colheita deve ser realizada o mais rápido possível quando os grãos tiverem atingido por volta de 15% de umidade. O atraso na colheita determina a ação de fatores adversos, com prejuízos tanto na produtividade quanto na qualidade, ou seja, pode ocorrer o acamamento e a quebra do colmo das plantas, com consequentes perdas de panículas que caem no solo e não são recolhidas pelas colhedoras, refletindo na diminuição da produtividade. Além disso, o atraso da colheita também contribui

para a deterioração das sementes, pois equivale a armazená-las a campo, em condições que, dependendo das variáveis climáticas, podem ser desfavoráveis. Determina, ainda, a redução significativa do peso hectolitro e o escurecimento do grão, levando a depreciação industrial (CBPA, 2006).

A deterioração das sementes é praticamente nula até a maturidade fisiológica, principalmente pelo fato da semente ainda estar anexa à planta mãe (MARCOS FILHO, 2005). Contudo, a deterioração das sementes pode ser causada por uma série de fatores, tais como: colheitas tardias, chuvas, secagem e/ou armazenamento inadequados (HÖFS et al., 2004). O manejo da cultura, o ambiente onde a semente foi produzida, a maturação, a colheita e as técnicas de secagem e beneficiamento influenciam o vigor inicial das sementes (KAMESWARA-RAO; SASTRY, 1998).

Além disso, essas variações ambientais promovem interações entre genótipos e ambientes de cultivo específicos para cada material e local (MARQUES et al., 2011). A análise entre cultivares de aveia branca de diferentes procedências mostrou que há interação entre o genótipo e o ambiente sobre a germinação e o vigor das sementes (LUIZ & LIN, 1999).

## 2.8 QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS

Em virtude da elevada demanda por grãos de aveia e maior estruturação do setor industrial, o que tem se visto é o refinamento em relação aos atributos considerados essenciais para atender as necessidades das indústrias de alimentos. Esses atributos definem as características para que um genótipo seja selecionado como matéria prima para o processamento e elaboração de produtos destinados à alimentação humana (CRESTANI, 2011). Segundo o mesmo autor a indústria tem buscado grãos com as seguintes características: grãos grandes com reduzida massa de casca, facilidade no descasque mecânico e menor índice de quebra, elevada qualidade nutricional de grãos, específica para os diferentes nichos de mercado, e caracteres sensoriais satisfatórios quando destinados à alimentação humana, como o odor, a cor e o sabor.

Para o processamento industrial considera-se a classificação da largura de grãos, que deve ser maior que dois milímetros, e o índice de descasque, que junto com o rendimento de grãos definirão o rendimento industrial, também denominado Avenacor (FLOSS et al., 2002).

Segundo Crestani (2010), estudos em relação à detecção e quantificação dos efeitos do ambiente e da interação genótipo e ambiente revelam grande contribuição na expressão dos caracteres relacionados ao rendimento industrial de grãos de aveia.

Avaliando o desempenho de cultivares de aveia branca, Crestani et al. (2008) verificaram correlações altas e positivas entre o rendimento de grãos e o rendimento industrial de grãos. Os autores verificaram também relações positivas, mas com menor proporção, do rendimento industrial de grãos com o índice de grãos maiores que dois milímetros, massa média de grãos, massa de hectolitro, e massa de cariopse. Portanto, a busca pelo maior rendimento industrial poderá ser bem sucedida com a seleção de genótipos que associem grãos de maior tamanho e elevada porcentagem de cariopse.

A largura e o comprimento do grão, segundo Bothona et al. (1999) não parecem ser correlacionados, sugerindo que são caracteres independentes. Isso pode ocorrer devido ao fato do comprimento do grão ser definido até o oitavo dia do seu desenvolvimento, ao passo que a largura é definida ao longo de toda a fase de maturação, pois é um caráter dependente do enchimento de grãos (MURPHY; FREI, 1962 apud CRESTANI, 2011).

Doehlert et al. (1999) avaliando o desempenho de cultivares de aveia branca quanto a diferentes formas de descasque, observaram que as cultivares que apresentavam menor porcentagem de cariopse proporcionaram os maiores valores percentuais de cariopse após o descascamento mecânico, e também, os menores índices de quebra com este processo. Estes autores concluíram que a presença de casca mais grossa promove maior proteção dos grãos, e favorece a menor ocorrência de quebras com o processo de descascamento mecânico. Portanto, salienta-se a importância da avaliação dos genótipos não apenas quanto à porcentagem de cariopse produzida, mas também quanto ao rendimento de cariopse obtido com o descasque mecânico. Este é o processo adotado em nível comercial, e que caracteriza um dos aspectos mais importantes na definição da aptidão industrial da cultivar de aveia branca na atualidade (CRESTANI, 2011).

O alto rendimento industrial é uma característica desejável em aveia, visto que a casca é cerosa, fibrosa e totalmente indigerível por humanos, devendo ser eliminada com o descascamento (GUTKOSKI; PEDÓ, 2000). Kolchinski (2001) comenta que entre outros fatores, o fator cultivar exerce influência sobre a qualidade industrial de grãos de aveia-branca.

## 2.9 REFERÊNCIAS

ALFONSO, C.W. **Características biométricas de colmos e raízes de plantas decevada e aveia relacionadas à suscetibilidade ao acamamento**. Dissertação(Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS,2004. 112f.

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environment interaction in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. Sistema vascular e controle do desenvolvimento de perfilhos em cereais de estação fria. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 59-67. 2000.

ALVES, A. C.; KIST, V. Qualidade fisiológica de sementes primárias, secundárias e terciárias da espiguetta de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 153-157, 2011.

BARBOSA NETO, J.F.; MATIELLO, R.R.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, J.M.S.;PEGORARO, D.G.; SCHNEIDER, F.; SORDI, M.E.B.; VACARO, E. Progresso genético no melhoramento da aveia-branca no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1605-1612, 2000.

BARROS, B. C.; CASTRO, J. L; PATRICIO, F. R. A. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao controle químico das principais doenças fungicas da cultura. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 239-246, 2006.

BELLIDO, L. L. **Cultivos herbáceos: cereales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991, p. 69-125.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C.; ASSMANN, I. C.; FLOSS, E. L.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, J. G. Implicações do ambiente sobre o rendimento de grãos em aveia e suas influências sobre estimativas de parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.3, 207-214 p. 2003.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; LORENCETTI, C.; VIEIRA, E. A.; COIMBRA, J. L. M.; VALÉRIO, I. P.; FLOSS, E. L.; BERTAN, I.; SILVA, G. O. Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.295-302, 2005.

BIUDES, G.B.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; AZEVEDO FILHO, J.A. Desempenho de genótipos de trigo introduzidos do México no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.403-411, 2007.

BONNETT, O.T. **The oat plant: Its histology and development**. Illinois Agric. Station, 1961. 112p.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998. 453 p.

BOTHONA, C.R.A.; MILACH, S.C.K.; THOMÉ, G.H.; CABRAL, C.B.; TISIAN, L.M.; MELLOS, G.O. Critérios para avaliação da morfologia do grão de aveia para o melhoramento genético da qualidade física. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.613-618, 1999.

BRADFORD, K. Water stress and the water relations of seed development: A critical review. **Crop Science**, v.34, n. 1, p. 1-11, 1994.

BROUWER, J. B. Crop physiological approaches to increased productivity in oats. In: **INTERNATIONAL OAT CONFERENCE**, 2. Aberystwith, University College of Wales/Welsh Plant Breeding Station, 1985. Proceedings. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1986. p. 149-159.

BRESSAN, R. A.; HANDA, A. K. La genética molecular y el especialista en fisiología vegetal. In: SALISBURY, F. B.; ROSS, C. **Fisiología Vegetal**. México: G. E. Iberoamérica, 1994. 759 p.

BRINHOLI, O. **Cultura da aveia (*Avena spp*)**. UNESP: Faculdade de Ciências agrônômicas, Botucatu, 1995. 171 p.

BURNETT, P. A. Wheat program. In: BURNETT, P. A. (Ed.). **Barley yellow dwarf virus – A Proceedings of the workshop**, México: CIMMYT, 1983. p. 6-13.

CAIERÃO, E.; CARVALHO, F.I.F.; PACHECO, M.T.; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V.S.; SILVA, J.A.G. Seleção indireta em aveia para o incremento no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.231-236, 2001.

CAMARGO, C. E. de O.; RAMOS, L. C. da S.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; FELÍCIO, J. C.; PETTINELLI JÚNIOR, A.; CASTRO, J. L. de & YOKOO, E. Y. Linhagens diaplóides de trigo: produção de grãos, características agronômicas e tolerância à toxicidade de alumínio. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.235-246, 1999.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; SCHONS, J. **Vírus do nanismo amarelo da cevada – VNAC**. São Paulo: UPF, 2000. 22p.

CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M.; NETO, J. F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.11, n.3, p.1-15, 2012.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Ceres, 2008. 864 p.

CBPA - COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia**. Guarapuava: A comissão: Fundação agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82 p.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S.J. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1723-1729, 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Informativo eletrônico de abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04 de jun 2012.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Seed Science and Technology**. New York: CHAPMAN & HALL, 1995. 410 p.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; NETO, J. B. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.2, p. 01-06, 2005.

CRESTANI, M.; SILVA, J. A. G.; GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; ZANATTA, O.; CERIOLI, M.; BARETA, D. Correlação fenotípica entre caracteres componentes do rendimento de grãos e rendimento industrial em genótipos de aveia branca. In: **Resultados Experimentais da XXVIII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2008, Pelotas-RS. Pelotas: UFPel, 2008. p.124-127.

CRESTANI, M.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; BARBIERI, R. L.; BARETTA, D. Conteúdo de  $\beta$ -glucana em cultivares de aveia branca cultivadas em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.261-268, 2010.

CRESTANI, M. **Dinâmica de caracteres componentes da produção e da qualidade química e industrial de grãos em aveia branca: interação genótipo vs. ambiente e capacidade combinatória**. 2011. 201 f. Tese (Doutorado em Fitomelhoramento) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 480 p.

DAVIDSON, D. J., CHEVALIER, P. M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 30, n.4, p. 832-836, 1990.

DOEHLERT, D. C.; McMULLEN, M.S.; BAUMANN, R.R. Factors affecting groat percentage in oat. **Crop Science**, Madison, v.39, p.1858-1865, 1999.

ELLIS, R.H. Seed and seedling vigor in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.11, p.249-255, 1992.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, UFV: Imp. Univ., 1981. 279 p.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS DATA. **Production/Crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 05 de jun 2012.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS DATA. **Production/Crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>> Acesso em: 19 de set 2013.

FARIA, R. T.; CARAMORI, P. H. Precipitação mínima para semeadura do trigo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 119-126, 1996.

FEDERIZZI, L. C. Progresso no melhoramento genético de aveia no Brasil: história, principais resultados e perspectivas futuras. In: **REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA**, 22, 2002, Passo Fundo. Resultados Experimentais. Passo Fundo: UPF, 2002. P. 45-63.

FEDERIZZI, L. C.; BARBOSA NETO, J. F.; CARVALHO, F. I. C.; VIAU, L. V. M.; SEVERO, J. L.; FLOSS, E. L.; ALVES, A.; ALMEIDA, J.; SILVA, A. C. Estabilidade do rendimento de grãos em aveia: efeito do uso de fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n.4, p. 465-472, 1993.

FEDERIZZI, L. C.; MUNDSTOCK, C. M. Folder oats: an overview for South America. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G (Ed.). **Fodder oats: a world review**. Roma: FAO, 2004. p. 37-51.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 487 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL, 2000. 422 p.

FLOSS, E. L.; CAIERÃO, E.; CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. Aveia. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. p. 83-90.

FLOSS, E. L. Caracterização, importância econômica e utilização da cultura da aveia. In: GOELLNER, C. I. FLOSS, E. L; **Insetos-pragas da cultura da aveia**. Passo Fundo: UPF, 2001. p. 15-29.

FLOSS, E. L.; HAUBERT, S. A.; ZANATTA, F. S. Rendimento corrigido pela qualidade industrial de grãos de aveia – Avenacor. In: **Resultados Experimentais da XXII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2002, Passo Fundo-RS. Passo Fundo: UPF, 2002. p.553-558.

FONSECA JÚNIOR, N. S. Interação genótipo x ambiente: aspectos biométricos. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN. **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: Ed. UEL, 1999. p. 820.

FONTANIVA, Cristiano. **Aveia branca: Interação genótipo versus densidade de semeadura na contribuição para a máxima expressão de produção de biomassa com rendimento de grãos e alternativa para maximizar o manejo da lavoura**. 2012. 63 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008. 338 p.

FORCELINI, C. A.; REIS, E. M. Doenças da aveia. In: KIMATI, H. Et al. (Ed.) **Manual de fitopatologia**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 105-111.

FOWLER, D. B.; LIMIN, A. E.; RITCHIE, J. T. Low-temperature tolerance in cereals: Model and genetic interpretation. **Crop Science**, Madison, v.39, n.3. p. 626-633, 1999.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWKI, F. C; HENNING, A. A.; WEST, S. H.; MIRANDA, L. C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. **Seed Science and technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 107-116. 1993.

FULCHER, R. G. Morfological and chemical organization of the oat kernel. In: WEBSTER, F. H. **Oats: chemistry and technology**. Minnesota, St. Paul? American Association of Cereal Chemists, 1986. p. 47-74.

GAVIRAGUI, F.; MARTINS, J. A. K.; G.; VALENTINI A. P. F.; ZAMBONATO, F.; WAGNER, J. F.; BOSA, D.; CIOTI, R.; SILVA, A. J.; CRESTANI, M.; SILVA, J A. G.; BERTO, J. L.; FERNANDES, S. B. V. Expressão da evolução do carácter afilhamento em distintos espaçamentos de sementeira em cultivares de aveia. In: **Resultados Experimentais da XXVIII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, v. 38., 2008, Pelotas. Anais... Passo Fundo: UPF, 2008. p.553-558.

GLÉMIN, S.; BATILLON, T. A. Comparative view of the evolution of grasses under domestication. **New Phytologist**. Lancaster, v. 183, p. 273-290, 2009.

GOELLNER, C.I. Pragas da aveia e seu controle. In: **Resultados Experimentais da XXII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, v.22., Passo Fundo, 2002. Resultados experimentais. Passo Fundo: UPF, p.81-85. 2002.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 192p., 2000.

HARTWIG, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, J.A.G.; LORENCETTI,C.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; BERTAN, I.; SILVA, G.O.; VALÉRIO, I.P.; SCHMIDT,D.A.M. Correlações fenotípicas entre caracteres agrônômicos de interesse em cruzamento dialélicos de aveia branca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.273-278, 2006.

HAWKER, J. S.; JENNER, C. F. High temperature affects the activity of enzymes in the committed pathway of starch synthesis in developing wheat endosperm. **Australian Journal Plant Physiology**. v. 20, p. 197-209, 1993.

HELLEWEL, K. B.; STUTHMANN, D. D.; MARKHART, H. A.; ERWIN, J. E. Day and night temperature effects during grain filling in oat. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 624-628. 1996.

HÖFFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, p.55-62, 2004.

HOLLAND, J. B.; BJORNSTAD, A.; FREY, K.; GULLORD, M.; WESENBERG, D.; BURAAAS, T. Recurrent selection in oat for adaptation to diverse environments. **Euphytica**, Wageningen, v.113, 195-205 p. 2000.

ISTA-INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Handbook of vigor tests methods. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. 117p.

KAWESWARA-RAO, N.; SASTRY, D.V.S.R. Seed quality considerations in germplasm regeneration. In: ENGELS, J.M.M.; RAMANATHA-RAO, R. (Ed.). **Regeneration of seed crops and their wild relatives**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1998. p.144-149.

KELLER, M.; KARUTZ, C.; SCHMID, J.E.; STAMP, P.; WINZELER, M.; KELLER, B.; MESSMER, M.M. Quantitative trait loci for lodging resistance in a segregating wheat x spelt population. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.98, n.6-7, p.1171-1182, 1999.

KAWESWARA-RAO, N.; SASTRY, D. V. S. R. Seed quality considerations in germplasm regeneration. In: ENGELS, J. M. M.; RAMANATHA-RAO, R. (Ed.). **Regeneration of seed crops and their wild relatives**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1998. p. 144-149.

KOBATA, T.; PALTA, J. A.; TURNER, R. C. Rate of development of post-anthesis water deficits and grain filling of spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 32, p. 1238-1242. 1992.

KOLCHINSKI, M. E. **Eficiência de uso de nitrogênio em cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.)**. 2001. 76 fls. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.27, p.1033-1038, 2003.

KRYZANOWSKY, F., FRANÇA NETO, J. Vigor de sementes. **Seed News**, Pelotas, n.11, p.20-24. 1999.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. Londres: Edward Arnold, 1972. 60 p.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals, illustration of Feekes scale plant. **Phytopathology**, St. Paul, v. 3, p.128-129, 1954.

LAWLOR, D. W.; UPRETY, D. C. Effects of water stress on photosynthesis of crops and the biochemical mechanism. In: ABROL, Y. P.; MOHANTY, P.; GOVINDJE, E. **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity**. New Dehli: Oxford and IBH Publishing Co, 1993. p. 419-449.

LAZZAROTTO, Claudio. **Avaliação da produtividade da cultura do trigo (*Triticumaestivum* (L.) Thell) , em função da época de semeadura, na região de Dourados**. 1992. 71 fls. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1992.

LEGGET, J. M. Classification and Speciation in *Avena*. In: MARSHALL H. G.; SORRELS, M. E. Oat Science and Technology. **Crop Science Society of America**, Madison, p. 29-52, 1992.

LEONARD, K. J; MARTINELLI, J. A. Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay, **Plant Disease**, n.89, p. 802-808, 2005.

LORENCETTI, C. **Capacidade combinatória de genitores e suas implicações no desenvolvimento de progênes superiores em aveia (*Avena sativa* L.)**. 2004. 102 f.Tese (Doutorado em ). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2004.

LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F.; ALMEIDA, J. L.; MARCHIORO, V. S.; BENIN, G.; OLIVEIRA, A. C.; FLOSS, E. L. Implicações da aplicação de fungicida na adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 693-700, 2004.

LUIZ, V.; LIN, S.S. **Qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região Sul do Brasil**. Informativo ABRATES, Curitiba, v.9, n.1/2, p.143, 1999.

McDONALD, M. B.; COPELAND, L. O. **Seed production – principles and practices**. New York, Chapman & Hall. 749p., 1996.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. Pelotas. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Pelotas), UniversidadeFederal de Pelotas, 2002.

MAHFOOZI, S.; LIMIN, A. E.; FOWLER, D. B. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardness in winter cereals. **Crop Science**, Madison, v. 41, n.4, p.1006-1017, 2001.

MARCHIORO, V. S.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; KUREK, A. J.; LORENCETTI, C; SILVA, J. A. G. CARGNIN, A. Estratégias para a modificação do potencial de rendimento de grãos de genótipos de aveia: época de semeadura e aplicação de fungicida. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 1, p. 33-36, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes**. 12. ed.Piracicaba:Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 1-24 p.

MARQUES, J. B. B. **Qualidade fisiológica de semente, densidade de semeadura e produtividade de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2004. 82 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

MARQUES, M. C.; HAMAWAK, O. T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S. CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Biociência Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

MARTINS, J.A.K.; GAVIRAGUI, F.; WAGNER, J.F.; ZAMBONATO, F.; VALENTINI, A.P.F.; BATTISTI, G.K.; SILVAR, A.J.; MATTER, E.; MATTIONI, T.; SILVEIRA, R.B.; GARCIA, D.C.; SILVA, J.A.G. Avaliação da expressão dos caracteres adaptativos em aveia branca sob distintos ambientes de cultivo e épocas de aplicação de nitrogênio. In: **Resultados Experimentais da XXIX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2009, Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p.83-85.

MASLE, J. Competition among tillers in winter wheat: consequences for growth and development of the crop. In: DAY, W., ATKIN, R K. (Eds.). **Wheat growth and modeling**. New York: Plenum, 1985. p. 33-54.

MARSHALL, H. G.; SORRELS, M. E. **Oat science and technology**. American Society of Agronomy: Crop Science Society of America, Madison, 1992. p. 846.

MARTINELLI, J. A.; FEDERIZZI, L. C.; BENNEDETTI, A. C. Redução do rendimento de grão da aveia em função da severidade da ferrugem da folha. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal, v. 20, p. 110-113, 1994.

MENDONÇA, F. A.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Noções Básicas e Climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio,**

alpiste e triticale. Porto Alegre: Editora NBS, 1983. 265p.

MURPHY, J. P.; HOFFMAN, L. A. Origin, history and production of oat. In: MARSHALL, H. G.; SORRELS, M. E. **Oat Science and Technology**. Madison: Crop Science Society of American, 1992. p. 1-28.

NAVA, I. C. **Caracterização genética e molecular de fatores associados a resposta à vernalização para o florescimento em aveia**. 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T. Fatores que afetam a viabilidade da semente. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenaz, 2013. p. 89-107.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. (coleção do agricultor. Grãos). São Paulo: ed. Globo, 1992. 218p.

OUATTAR, S.; JONES, R. J.; CROOKSTON, R. K. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. **Crop Science**, v.27, n. 4, p. 726-730, 1987.

PARSONS, A. J.; THORNLEY, J. H. M.; NEWMAN, J. A.; PENNING, P. D. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. **Functional Ecology**, v. 8, p. 187-204. 1994.

PENNING de VRIES, E. W. T.; JANSEN, D. M.; TEMBERGE, H. F. M.; BAKEMA, A. H. **Simulation of ecophysiological processes in several annual crops**. Wageningen: PUDOC, 1989. 271 p.

PERRY, D. A. Report of the vigour test committee 1974-1977. **Seed Science and Technology**, New Dehli, v.6, p. 159-181, 1978.

PETR, J.; GERNY, V.; HEUSKA, L. Yield formation in cereals. In: **Yield formation in the main yield crops**. New York: Elsevier, 1988. p. 72-153.

RANDALL, P. J.; MOSS, H. J. Some effect of temperature regime during grain filling on wheat quality. **Australian Journal Agriculture Research**. v. 41, p. 603-617, 1990.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BEVILAQUA, L. C. Modelos de ponto crítico para estimar danos causados pela ferrugem da folha da aveia branca. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 3, p. 238-241, 2008

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. 1. ed. Colombo: Embrapa, v. 1, 561 p, 2007.

RIZZI, S. P. **Caracteres morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de aveia branca**. 2004. 87 fls. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 33, p. 839-846, 1998.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R.; SANA, D. Ecofisiologia de trigo: bases para elevado rendimento de grãos. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. **Trigo no Brasil**. Passo Fundo: EmbrapaTrigo, 2011. P. 115-134.

SAINI, S. H.; LALONDE, S. Injuries to reproductive development under water stress, and their consequences for crop productivity. **Journal of Crop Production**. v. 1, n. 1, p. 223-248, 1998.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHONS, J.; NICOLINI, F.; KUYAVA, S. Danos causados pelo vírus do nanismo amarelo da cevada em 17 cultivares de aveia em Passo Fundo-RS. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, p. 360, 1999.

SCHUCH, L. O. B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb)**. 1999. 127f. Tese - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999a.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 229-234, 1999b.

SEVERO, M. F. **Caracterização do conteúdo de beta-glicana em genótipos brasileiros de aveia branca em diferentes ambientes**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2012.

SIMONS, M. D. Crow rust. In: ROELFS, A. P.; BUSHNELL, W. R. (Ed.) **The cereal rusts: diseases, distribution, epidemiology and control**. New York: Academic Press. 1985. p. 132-172.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 755-762, 2010.

SILVA, Fabiana Mota. **Desempenho de genótipos de trigo em condições edafoclimáticas distintas do Estado de São Paulo**. 2011. 102 fls. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2011.

SIMIONI, D.; WEBBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C. ELIAS, M.; OLIVEIRA, L.; AOSANI, E. Caracterização química de cariopses de aveia branca. **Alimentos e Nutrição**, v.18, p. 191-196, 2007.

SLAFER, G. A.; ANDRADE, F. H.; SATORRE, E. H. Genetic improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain yield. **Field Crops Research**, v. 23, p. 255-263. 1990.

SOMMERFELD, M. L. GILDOW, F. E.; FRANK, J. A. Effects of single or double infections with *Helminthosporium avenae* and Barley Dwarf Virus on yield components of oats. **Plant Disease**, Columbia, v. 77, n. 7, p. 741-744, 1993.

SORRELS, M. E.; SIMMONS, S. R. Influence of environment on the development and adaptation of oat. In: MARSHALL, H. G.; SORREL, M. E (Eds.). **Oat Science and Technology**. Madison, Wisconsin: American Society of agronomy, 1992. p. 115-163.

SPIERTZ, J. H. K. Grain growth and distribution of dry matter in the wheat plant as influenced by temperature light energy and ear size. **Netherlands jornal Culture Science**, v. 22, p. 207-220, 1974.

STONE, P. J. NICOLAS, M. E. Wheat cultivars vary widely in their response of grain yield and quality to short periods of post-anthesis heat stress. **Australian Journal Plant Physiology**. v. 21, p. 887-900, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**.3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAVARES, M. J. C. M. S.; ZANETINI, M. H. B.; CARVALHO, F. I. F. Origem e evolução do gênero *Avena*: suas implicações no melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.28, n.4, p.499-507, 1993.

TEIXEIRA, F. N. SCHONS, J. COLOMBO, C. R.; SOUZA, R. Avaliação de Barley yellow dwarf virus em genótipos de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 423-427, 2006.

THOMAS, H. Cytogenetics of *Avena*. In: MARSHALL, H. G.; SORRELS, M. E. **Oat Science and Technology**. Madison: Crop Science Society of America, 1992. p. 473-507.

USDA – United States Department of Agriculture. **Grain**: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service Circular FG 03-12 March 2012. 55p. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

VEISZ, O.; BRAUN, H. J.; BEDO, Z. Plant damage after freezing, and the frost resistance of varieties from the facultative and winter wheat observation nurseries. **Euphytica**, Dordrecht, v. 119, n.1-2, p. 179-183, 2001.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.& FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES.; 1999. cap.4, p.1-26.

VERMA, V.; WORLAND, A.J.; SAYERS, E.J.; FISH, L.; CALIGARI, P.D.S.; SNAPE, J.W. Identification and characterization of quantitative trait loci related to lodging resistance and associated traits in bread wheat. **Plant Breeding**, Berlin, v.124, p.234-241, 2005.

WAGNER, J. F.; VALENTINI, A. P. F.; BATTISTI, G. K.; ZAMNONATO, F.; GAVIRAGUI, F.; MARTINS, J. A.; SILVA, A. J. MATTIONI, T.; CRESTANI, M.; KRUGER, C. A. M. B.; BERTO, J. L.; SILVA, J. A. G. Desempenho de componentes da qualidade industrial em aveia pelo emprego de distintas fontes de adubação nitrogenada e da cobertura vegetal remanescente. In: **Resultados Experimentais da XXIX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia**, 2009, Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 60-63.

WELCH, R. W. **The oat crop: production and utilization**. Chapman & Hall. London, p. 584, 1995.

WEBSTER, F. H. **Oats chemistry and technology**. 1. Ed. Minnesota: AACC, 1985. p. 433.

WHITE, E. M. Structure and development of oats. In: WELCH, R. W. **The oat crop**. London: Chapman e Hall, 1995. P. 369-408.

XXX RCBPA – Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 30, 2010, Embrapa Pecuária, São Carlos-SP. **Resultados Experimentais da XXX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 2010, São Carlos-SP**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010. 404p.

### 3 ARTIGO

#### AMBIENTES DE CULTIVO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA

**3.1 RESUMO :** O uso de sementes de alta qualidade pode afetar o estabelecimento, o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas. O comportamento das sementes tem sua base assentada na cultivar. Entretanto, o local de cultivo pode influenciar a qualidade fisiológica das sementes conforme propicia melhores ou piores condições ambientais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca em locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes. Dezesete cultivares de aveia branca foram cultivadas por dois anos em dois locais de cultivo na região Norte Paranaense (Londrina e Mauá da Serra), aonde dados ambientais detalhados foram coletados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. A qualidade fisiológica de sementes foi avaliada pelo teste de germinação, e pelos testes de vigor: primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento e massa seca da parte aérea e radicular, índice de velocidade de emergência e emergência no campo. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para os locais de cultivo, para cada ano isoladamente, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Há interação entre cultivares e locais de cultivo para a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca. Londrina e Mauá da Serra apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie para todas as cultivares avaliadas. O cultivo em Mauá da Serra resulta em sementes com maior vigor em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca. A cultivar URS Torena apresenta sementes com menor potencial fisiológico para a maioria dos ambientes de cultivo.

**Termos para indexação:** Avaliação de cultivares. *Avena sativa* L. Potencial fisiológico de sementes. Germinação. Vigor.

**ABSTRACT:** High quality seeds can affect the establishment, growth, development and yield of plants. The seeds performance is based on genotype. However, the growing location can influence the physiological seeds quality as promotes superior or inferior environmental conditions for plant development. The objective of this study was to evaluate the physiological seeds quality of oat cultivars in locations with distinct soil and climatic characteristics. Experimental plots were arranged in a randomized complete block design with three replicates within each location. Six months after harvesting, physiological seed quality (standard germination, first germination count, accelerated aging, electrical conductivity, seedlings and their parts (root and hypocotyls) length and dry weight test, seedlings emergence rate and seedling emergence in soil) were evaluated. Data were subjected to analysis of variance joint for locations, for each year apart, and means were compared through the Scott - Knott test at 5% significance level. Significant cultivars x locations interaction were detected for physiological seed quality on oat (*Avena sativa* L.). Londrina and Mauá da Serra have potential to produce seed of oats, resulting in seeds with superior germination beyond the standards of marketing for all cultivars tested in this study. Cultivation in Mauá da Serra results in vigorous seeds than Londrina for most oat cultivars. The cultivar URS Torena produces seeds with reduced physiological quality for the majority of locations.

**Index terms:** Evaluation of cultivars. *Avena sativa* L. Seed physiological potential. Germination. Vigor.

### 3.2 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) se caracteriza por ser um importante componente no manejo de rotação de culturas na safra de inverno no sul do Brasil, pois apresenta alta capacidade produtiva de grãos e proporciona elevada sustentabilidade ao Sistema de Semeadura Direta (ZAMBONATO, 2011). O cultivo de aveia tem como objetivo a produção de grãos para a alimentação humana e animal, e como forrageira, para pastejo e cortes, na forma de feno ou silagem. Além disso, é utilizada também como cobertura verde ou morta do solo, visando à semeadura direta das culturas de verão como a soja e o milho (FLOSS et al., 2009). A área cultivada e a produção de grãos de aveia aumentaram consideravelmente nas últimas décadas, passando de 39,8 mil hectares e 37,4 mil toneladas na safra 1976/1977 para 150,9 mil hectares e 332,0 mil toneladas na safra 2011/2012 (CONAB, 2012).

O aumento no consumo da aveia na alimentação humana tem ocorrido devido as suas características nutricionais diferenciadas em relação aos demais cereais (SÁ; DE FRANCISCO; SOARES, 1998), como importante fonte de proteínas (SHANDS; CHAPMAN, 1961) e de fibras solúveis que têm a propriedade de reduzir o nível de colesterol no sangue (CHEN; ANDERSON, 1986), bem como melhorar a digestão (ALI; OWEN; SCHANBAKER., 1986), diminuir a pressão sanguínea, reduzir a probabilidade de doenças do coração (LIU; STAMLER; TREVISAN., 1982) e de câncer de cólon (REDDY, 1986). Entre as espécies de aveia destinadas para a alimentação humana, destaca-se a *Avena sativa* L., por apresentar elevada produtividade de grãos de alta qualidade industrial, caracterizada pelo maior tamanho da cariopse, alta massa do hectolitro e alta percentagem de grãos descascados em relação ao grão inteiro (FLOSS, 2001).

Concomitantemente ao aumento de produção para atender a demanda por grãos, ocorreu o aumento da necessidade de sementes de aveia de alta qualidade, principalmente por representar um dos pré-requisitos para a obtenção de produtividades elevadas e, ainda, melhorar a formação e a qualidade da cultura (TUNES et al., 2008). A qualidade fisiológica é um dos principais parâmetros utilizados para indicar a qualidade de sementes, por meio dos testes de germinação e vigor (MARCOS FILHO et al., 1987).

O comportamento das sementes tem sua base assentada na cultivar, sendo que existe cultivares que produzem sementes com melhor desempenho fisiológico dentro de uma mesma espécie (MARCOS FILHO, 2005). Entretanto, Alves e Kist (2011) não encontraram diferenças significativas para a qualidade fisiológica entre as cultivares de aveia branca.

Além de estar intrinsecamente relacionada com o potencial genético, a região de cultivo pode determinar a qualidade fisiológica da semente a ser produzida conforme proporciona melhores ou piores condições de umidade, temperatura (COSTA et al., 2005), disponibilidade hídrica e luz (MARCOS FILHO, 2005).

A ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação provoca a redução da translocação de fotoassintatos para as sementes em função da diminuição na taxa fotossintética (FRANÇA NETO et al., 1993) prejudicando a sua qualidade (MARCOS FILHO, 2005). Por outro lado, baixas temperaturas são prejudiciais durante a formação de sementes, levando a produção de grãos enrugados e com baixa densidade (LEONARD MARTINELLI, 2005).

A elevada umidade relativa do ar favorece a incidência de patógenos exigindo maior monitoramento da lavoura e o uso do controle químico. Essa condição também é prejudicial na fase de maturação, pois atrasa a secagem das sementes e aumenta o período entre a maturação fisiológica e a colheita. Assim, ocorrem perdas elevadas por respiração, reduzindo o vigor e a germinação das sementes e a qualidade industrial dos grãos (FLOSS et al., 2009).

A deficiência hídrica afeta o metabolismo e prejudica o crescimento das plantas, reduzindo a área foliar, a taxa fotossintética, acarretando menor suprimento de assimilados e abortamento ou redução do desenvolvimento das sementes; a causa desses efeitos é a limitação do suprimento de carboidratos, devido à redução da taxa fotossintética (BRADFORD, 1994). A deficiência hídrica geralmente promove a aceleração do processo de acúmulo de reservas e sua complementação prematura e anormal, originando sementes menos densas e com desempenho comprometido, principalmente quando a seca é concomitante à ocorrência de temperaturas elevadas. Por outro lado, o excesso hídrico na colheita além de acelerar o metabolismo, favorece a incidência de microrganismos, comprometendo o potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Os efeitos da radiação solar são principalmente quantitativos, traduzindo-se no número de flores formadas ou retidas. A redução da luminosidade disponível às plantas também contribui para a formação de sementes menores, com menor quantidade de reservas

acumuladas (McDONALD; COPELAND, 1996). Regiões com maior altitude promovem a maior duração do subperíodo compreendido entre a floração e a maturação, proporcionando alta atividade fotossintética, durante o dia, e baixa atividade respiratória durante a noite, em consequência da menor temperatura noturna (FLOSS et al., 2009).

Além disso, as variações ambientais promovem interações entre cultivares e locais de cultivo específicos para cada cultivar e local (MARQUES et al., 2011). Assim, em um mesmo local de cultivo, as cultivares tendem a expressarem comportamentos variáveis no decorrer dos anos, em função das mudanças da intensidade das variáveis ambientais a cada ano (CRESTANI, 2010). Em trabalho com cultivares de aveia branca produzidas em diferentes locais houve interação entre genótipo e ambiente de cultivo sobre a germinação e o vigor das sementes (LUIZ; LIN, 1999).

A realização de testes de desempenho de cultivares em locais e anos de cultivo distintos é importante para que se alcance um conhecimento mais preciso a cerca do potencial genético para a produção de sementes com qualidade elevada. Assim pode-se efetuar a seleção e a recomendação das cultivares mais adaptadas a um maior número de locais de cultivo. Dessa forma, o conhecimento das características climáticas do ambiente que mais interferem na expressão dos caracteres fisiológicos das cultivares é de suma importância para a definição dos melhores ambientes para a produção de sementes de cultivares específicos, com qualidade adequada aos padrões de comercialização.

Além disso, a compreensão das relações entre cultivares e a interação cultivar x local de cultivo sobre a qualidade fisiológica frente às variáveis climáticas como a temperatura, a umidade relativa, a disponibilidade hídrica e a radiação solar pode auxiliar na indicação de cultivares de aveia branca para os locais onde a expressão do máximo potencial genético destas tenham sido alcançados ou superados. A avaliação da interação genótipo e ambientes de cultivo é mais comum para a avaliação do desempenho agrônômico das culturas, sendo escassos os estudos relacionados aos aspectos de qualidade de sementes.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de aveia branca em locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes do Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR. Foram utilizadas sementes de 17 cultivares de aveia branca

(Tabela 3.1) provenientes de quatro experimentos do Ensaio Brasileiro de Cultivares Recomendadas de Aveia.

Tabela 3.1. Identificação das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) avaliadas, obtentores, ano de lançamento e altura média.

Cultivares	Obtentor	Ano lançamento	Altura (cm)
1 UPFA Gaudéria	UPF	2009	106
2 UPFA Ouro	UPF	2011	115
3 URS Taura	UFRGS	2009	90
4 URS Tarimba	UFRGS	2009	101
5 URS Guria	UFRGS	2010	108
6 URS Charrua	UFRGS	2010	114
7 URS Torena	UFRGS	2010	105
8 URS Corona	UFRGS	2010	106
9 URS Fapa Slava	FAPA	2010	93
10 Brisasul	UFPeI	2009	99
11 FAEM 4 Carlusul	UFPeI	2010	110
12 FAEM 5 Chiarasul	UFPeI	2010	106
13 IAC 7	IAC	1992	107
14 IPR Afrodite	IAPAR	2011	106
15 FAEM 6 Dilmasul	UFPeI	2011	107
16 URS Estampa	UFRGS	2011	108
17 URS Guará	UFRGS	2011	105

Fonte: Ensaio Brasileiro de Cultivares Recomendados de Aveia (EBCA), 2012.

Os experimentos foram instalados em dois locais: Londrina e Mauá da Serra em dois anos agrícolas: 2011 e 2012. As informaes referentes às características edafoclimáticas dos ambientes de cultivo estão expostas na Tabela 3.2. Em todos ambientes utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repeties. As parcelas foram compostas por cinco linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,17 m. Foram utilizadas nas avaliaes as três linhas centrais que totalizaram uma área útil de 2,55 m<sup>2</sup>.

As informaes referentes às datas de semeadura, emergência de plântulas, densidade de semeadura e adubao de base nos diferentes ambientes de cultivo estão apresentadas na Tabela 3.3.

Os dados referentes às características químicas do solo dos ambientes utilizados nos ensaios de cultivares de aveia branca são apresentados na Tabela 3.4. Os experimentos foram conduzidos sob condies naturais de precipitao pluvial. Não foram

realizados tratamentos fitossanitários (ausência de fungicida) para o controle de doenças e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendações para a cultura. A colheita foi realizada no estágio de maturação plena.

Tabela 3.2. Características edafoclimáticas e as médias climáticas de temperatura mínima (Mín), média (Méd) e máxima (Máx), radiação solar, precipitação pluvial e umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) para os períodos da emergência ao florescimento e do florescimento a maturação fisiológica.

Características	Locais				
	Londrina		Mauá da Serra		
	2011	2012	2011	2012	
Clima	Cfa		Cfb		
Altitude (m)	610		847		
Longitude (W)	51°11'		51°19'		
Latitude (S)	23°23'		23°58'		
Solo	Latos. Vermelho Eutroférico		Latos. Vermelho Distroférico		
	<b>Emergência - Florescimento</b>				
Temperatura °C	Mín.	10,8	12,1	12,5	13,0
	Méd.	16,8	17,2	16,36	16,5
	Máx.	23,6	23,2	21,6	21,0
Radiação (W m <sup>-2</sup> )	20590,3	16692,8	25694,7	21539,6	
Precipitação (mm)	196,0	395,6	344,0	358,0	
Umidade relativa (%)	73,0	82,3	69,7	80,7	
	<b>Florescimento - Maturação fisiológica</b>				
Temperatura °C	Mín.	13,1	13,4	14,0	15,0
	Méd.	20,1	20,6	19,1	19,9
	Máx.	28,1	28,3	25,3	26,5
Radiação (W m <sup>-2</sup> )	10324,0	12279,5	12217,5	17112,1	
Precipitação (mm)	34,0	0,8	80,0	6,5	
Umidade relativa (%)	64,4	61,0	63,7	58,8	

Tabela 3.3. Datas de semeadura e de emergência de plântulas, densidade de semeadura e adubação de base dos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.).

Características	Locais				
	Londrina		Mauá da Serra		
	2011	2012	2011	2012	
Semeadura	13/05/2011	05/05/2012	11/05/2011	07/05/2012	
Emergência	27/05/2011	15/05/2012	20/05/2011	16/05/2012	
Densidade semeadura (sementes m <sup>2</sup> )	300	300	300	300	
Adubação base (kg)	N	26,5	30,0	26,5	20,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	79,5	90,0	79,5	150,0
	K <sub>2</sub> O	26,5	30,0	26,5	50,0

Tabela 3.4. Características químicas do solo das áreas experimentais em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR utilizadas nos ensaios de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de aveia branca, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Locais	$\text{mg dm}^{-3}$ P	$\text{g dm}^{-3}$ C	pH	$\text{Cmolc dm}^{-3}$ de solo							%	
				Al	H+Al	Ca	Mg	K	*S	*T	*V	*Al
2011												
Londrina	12.70	15.79	4.50	0.26	6.20	2.76	1.62	0.35	4.73	10.93	43.27	5.21
M. Serra	14.40	33.98	4.70	0.10	7.75	4.52	1.47	0.33	6.32	14.07	44.91	1.55
2012												
Londrina	17.70	16.59	4.80	0.08	7.20	5.95	1.52	0.75	8.22	15.42	53.30	0.96
M. Serra	14.20	34.23	4.90	0.09	7.75	4.80	1.64	0.29	6.73	14.48	46.47	1.34

\*S = Soma de bases, T = Capacidade de troca de cátions, V = Saturação por bases, Al = Saturação por alumínio. (P e K: Mehlich; Ca, Mg e Al: KCl M; pH:  $\text{CaCl}_2$  0,01 M).

Os dados de dias para o florescimento, do florescimento à maturação, e para a maturação plena, bem como os de incidência e severidade da ferrugem da folha das cultivares de aveia branca em Londrina e Mauá da Serra, nos anos agrícolas de 2011 e 2012, estão apresentados nas Tabelas 3.5 e 3.6, respectivamente.

Tabela 3.5. Dias para o florescimento, do florescimento à maturação e para a maturação plena das cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivar	Ano											
	2011						2012					
	Londrina			Mauá da Serra			Londrina			Mauá da Serra		
	E-F	F-M	E-M	E-F	F-M	E-M	E-F	F-M	E-M	E-F	F-M	E-M
UPFA Gaudéria	74	29	103	79	34	113	68	40	108	68	42	110
UPFA Ouro	82	34	116	86	41	127	80	33	113	77	41	118
URS Taura	70	30	100	81	30	111	64	41	105	65	42	107
URS Tarimba	71	27	98	80	28	108	72	36	108	68	39	107
URS Guria	74	27	101	79	29	108	68	40	108	70	38	108
URS Charrua	73	29	102	79	35	114	68	40	108	68	40	108
URS Torena	73	30	102	80	32	112	68	40	108	66	42	108
URS Corona	74	28	102	83	28	111	74	36	110	75	38	113
URS Fapa Slava	75	28	103	81	29	110	80	28	108	77	31	108
Brisasul	86	24	110	87	38	125	78	35	113	75	40	115
FAEM 4 Carlasul	77	31	108	84	39	123	75	38	113	77	38	115
FAEM 5 Chiarasul	74	31	105	79	36	115	70	42	112	72	40	112
IAC 7	67	28	95	75	34	109	60	45	105	64	44	108
IPR Afrodite	77	30	107	83	34	117	74	39	113	77	43	120
FAEM 6 Dilmasul	77	30	107	87	39	126	77	35	112	75	40	115
URS Estampa	75	27	102	82	33	115	72	36	108	73	37	110
URS Guar	71	29	100	79	30	109	72	38	110	72	38	110
<b>Mdia</b>	<b>75</b>	<b>29</b>	<b>104</b>	<b>81</b>	<b>33</b>	<b>115</b>	<b>72</b>	<b>38</b>	<b>110</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	<b>111</b>

E-F = dias da emergência ao florescimento; F-M = dias do florescimento à maturação; E-M = dias da emergência à maturação.

As avaliações da incidência e da severidade para a ferrugem-da-folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) foram realizadas na fase de grão leitoso no estágio 11.1 da escala fenológica de Feekes, ilustrado por Large (1954). A incidência das moléstias foi calculada a partir de uma amostragem de 20 folhas por repetição em cada genótipo, em que foi avaliada a porcentagem de plantas com infecção desta moléstia. A amostragem foi aleatória, porém de perfílios diferentes. A severidade foi determinada pela média da área infectada pelas moléstias nas 20 folhas.

Tabela 3.6. Incidência e severidade da ferrugem da folha (*Puccinia coronata*), no estágio de grão leitoso, em cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivar	Ano							
	2011				2012			
	Londrina		Mauá da Serra		Londrina		Mauá da Serra	
FF-I	FF-S	FF-I	FF-S	FF-I	FF-S	FF-I	FF-S	
UPFA Gaudéria	1	2	5	10	40	40	20	50
UPFA Ouro	0	0	3	1	20	30	10	40
URS Taura	1	1	10	80	20	30	30	40
URS Tarimba	1	1	2	3	30	30	30	40
URS Guria	0	0	3	10	10	10	10	40
URS Charrua	0	0	0	0	5	20	5	10
URS Torena	1	2	1	1	10	30	10	30
URS Corona	0	0	1	1	0	0	0	0
URS Fapa Slava	1	1	70	80	80	50	80	70
Brisasul	3	5	2	3	20	30	40	50
FAEM 4 Carlasul	1	1	0	0	20	30	20	20
FAEM 5 Chiarasul	0	0	0	0	5	20	20	40
IAC 7	50	50	40	70	20	50	40	40
IPR Afrodite	5	30	20	80	20	30	20	40
FAEM 6 Dilmasul	3	10	0	0	30	30	20	20
URS Estampa	10	40	1	1	40	40	40	50
URS Guará	0	0	0	0	1	10	1	20
<b>Média</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>35</b>

FF-I = % de incidência de ferrugem da folha; FF-S = % de severidade da ferrugem da folha.

Após a colheita de cada experimento as sementes com as repetições de cada cultivar foram armazenadas por seis meses em embalagens de papel kraft sob condições ambientais não controladas. Para a determinação da qualidade das sementes foram realizados os seguintes testes:

**Germinação (G)** – foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, para cada parcela de campo, em papel toalha germitest® umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato. Os rolos de papel foram mantidos em germinador sob temperatura de 20 °C. A avaliação constou de duas contagens aos cinco

(primeira contagem) e aos dez dias (segunda contagem) após a instalação do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais, anormais e mortas (BRASIL, 2009).

**Envelhecimento acelerado (EA)** - foi realizado com uma repetição para cada parcela de campo, instalado em caixas tipo gerbox, com compartimento individual, contendo 40 mL de água em seu interior, e uma tela de alumínio, sobre a qual foram distribuídas uniformemente 240 sementes (MARCOS FILHO, 1999). As caixas foram mantidas em câmara de envelhecimento acelerado, a 42 °C, durante 48 horas (BORSATO et al., 2000). Decorrido esse período, foi instalado o teste de germinação sob temperatura de 20 °C. A contagem do número de plântulas normais foi realizada após cinco dias da semeadura (BRASIL, 2009) e as 40 sementes restantes foram utilizadas para determinar o teor de água, pelo método da estufa a 105±3°C, de acordo com a RAS (BRASIL, 2009).

**Condutividade elétrica (CE)** - foi conduzido por meio do sistema de massa, com quatro repetições de 50 sementes. Foi determinada a massa das sementes e, em seguida, estas foram colocadas em copos plásticos com 75 ml de água destilada e mantidas a 25°C. Após 24 horas de embebição foi determinada a condutividade elétrica da solução no aparelho MS Tecnopon MCA 150, com resultados expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

**Comprimento de plântulas** - obtido a partir da semeadura de quatro repetições de 15 sementes, no terço superior da folha de papel germitest®, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram por cinco dias em germinador, à temperatura de 20 °C, quando se avaliou o comprimento da parte aérea (**CPA**) e o comprimento da raiz (**CRA**) das plântulas normais, com auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio da parte aérea e da raiz foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais, e os resultados foram expressos em centímetros.

**Massa da matéria seca de plântulas** - o teste foi conduzido juntamente com o teste de comprimento de plântulas. Após ser realizada a medição da parte aérea e radicular, das plantas normais, no teste de comprimento de plântulas, estas foram cortadas e separadas do restante das sementes (tecido de reserva). A parte aérea e radicular das plântulas normais foram separadas e colocadas em cadinhos de alumínio e postas para secar em estufa termoelétrica regulada a 80°C, durante 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador. As repetições foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g determinando-se assim a massa de

matéria seca da parte aérea (**MSPA**) e a radicular (**MSRA**) das plântulas normais. Os resultados foram expressos em g por plântula, com duas casas decimais.

**Emergência de plântulas no campo (EC)** - A área foi previamente preparada com uso de gradagem. Foram semeadas três repetições de 50 sementes, em linhas de dois metros de comprimento, espaçadas de 30 cm, a uma profundidade de 2,5 cm. Após a semeadura a área foi irrigada diariamente com uma lâmina de água de 5mm. A avaliação foi realizada quinze dias após a semeadura, computando-se as plântulas normais emergidas, com resultados expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1999).

**Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)** - foi realizado juntamente com o teste de emergência de plântulas por meio de contagens diárias do número de plântulas normais emergidas até a estabilização da emergência, segundo a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \frac{En}{Nn}$$

onde,

IVE = Índice de velocidade de emergência;

E1 = % de emergência na primeira contagem;

N1 = número de dias da semeadura a primeira contagem;

E2 = % de emergência na segunda contagem;

N2 = número de dias da semeadura a segunda contagem;

En = % de emergência na última contagem;

Nn = número de dias da semeadura à última contagem.

Os dados foram submetidos às análises de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Hartley). Posteriormente realizou-se a análise de variância conjunta para locais de cultivo, para cada ano isoladamente, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa de análises estatísticas SISVAR (FERREIRA, 2000).

## 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância conjunta de locais de cultivo para as características de qualidade fisiológica (germinação e vigor) de sementes das cultivares de aveia branca para as safras de 2011 e 2012 estão apresentados na tabela 3.7.

Para o ano agrícola de 2011 os valores do quadrado médio do fator genótipo foram significativos para todos os caracteres avaliados. Por outro lado, o quadrado médio do fator local foi significativo apenas para os caracteres G, CE, CRA, MSPA, MSRA e EC. A interação entre C x L foi significativa para todos os caracteres, exceto, para G e PC.

Tabela 3.7. Resumo das análises de variância conjuntas para locais de cultivo, para genótipos de aveia branca avaliados nos anos 2011 e 2012 nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR.

Caracteres avaliados	Quadrados Médios					CV (%)
	Bloco (local)	Cultivar (C)	Local (L)	C x L	Erro	
Ano 2011						
G (%)	4,33	11,04 **	32,98 **	2,50	2,23	1,54
PC (%)	9,09	16,94 **	0,03	8,73	4,88	2,32
EA (%)	34,58	236,73 **	17,29	45,11 *	23,30	5,60
CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	18,61	677,02 **	33407,97 **	315,30 **	48,59	6,22
CPA (cm)	0,02	2,39 **	0,07	0,15 **	0,05	6,80
CRA (cm)	0,26	3,90 **	10,10 **	1,20 **	0,32	6,68
MSPA (mg)	0,05	1,49 **	0,27 *	0,12 **	0,05	9,46
MSRA (mg)	0,08	0,52 **	4,27 **	0,11 **	0,04	9,06
IVE (%)	1,69	33,14 *	19,69	24,22 *	14,52	14,27
EC (%)	39,37	71,77 **	400,04 **	71,27 **	18,73	4,94
Ano 2012						
G (%)	9,49	20,71**	532,24**	19,45*	8,72	3,11
PC (%)	32,21	64,01**	942,16**	54,13**	18,57	4,88
EA (%)	400,43**	264,08**	2901,33**	199,71**	45,55	11,57
CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	193,15	2509,25**	2795,73**	690,13**	97,23	6,83
CPA (cm)	0,38**	1,30**	2,73**	0,05	0,05	8,36
CRA (cm)	3,76 **	1,87 **	0,07	0,23	0,17	6,47
MSPA (mg)	0,24 **	0,66 **	1,73 **	0,57	0,04	11,06
MSRA (mg)	0,93 **	0,18 **	0,11	0,07 *	0,03	12,41
IVE (%)	17,22**	10,57**	1,61	12,59**	2,41	6,85
EC (%)	49,21	86,58*	61,19	112,77**	45,89	8,26

\*, \*\* Estatisticamente significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F; ausência de \* = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação. G = germinação; PC = primeira contagem; EA = envelhecimento acelerado; CE = condutividade elétrica; CPA = comprimento da parte aérea; CRA = comprimento da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MSRA = massa seca da raiz; IVE = índice de velocidade de emergência; EC = emergência no campo.

Para o ano agrícola de 2012 houve efeito significativo do fator genótipo para todos os caracteres. Contudo, o fator local foi significativo somente para as variáveis G, PC, EA, CE, CPA e MSPA. Verificou-se a interação entre estes fatores para todos os caracteres, salvo o CRA e MSPA.

A significância da interação entre C x L demonstra que as cultivares apresentam comportamento diferenciado nos locais estudados. Isto evidencia que o melhor genótipo em um ambiente não é o melhor em outro, mostrando que nem todo melhoramento realizado em um local é transferível (FALCONER, 1981). Desta forma, a interação encontrada entre os fatores de variação para a aveia evidenciam que as cultivares reagem de forma diferenciada à variação dos fatores bióticos e abióticos, quanto a qualidade das sementes produzidas.

No teste de germinação para o ano agrícola de 2011 foi verificada diferença entre os locais de cultivo (Tabela 3.8). Entretanto, apesar da significância estatística a média foi apenas 1,2% superior em Londrina em relação à Mauá da Serra. As cultivares UPFA Gaudéria, URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, URS FAPA Slava, Brisasul, IPR Afrodite, URS Estampa e URS Guará produziram sementes com germinação superior, as cultivares UPFA Ouro, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul germinação intermediária e a cultivar URS Torena germinação inferior (Tabela 3.8).

Para o ano agrícola de 2012, houve interação significativa C x L (Tabela 3.7). Luiz e Lin (1999), trabalhando com cultivares de aveia branca de diferentes procedências também constataram interação entre genótipos e ambientes sobre a germinação e o vigor das sementes. Nas cultivares URS Taura, URS Tarimba, URS Charrua, URS Torena, URS Corona, URS FAPA Slava, IPR Afrodite e URS Guará a germinação foi maior quando foram cultivadas em Mauá da Serra em comparação a Londrina.

No ano de 2012 foi observado maiores diferenças de germinação entre os locais de cultivo em relação ao ano de 2011. Resultado que pode ter ocorrido devido a um severo déficit hídrico que ocorreu na fase do florescimento a maturação no ano de 2012. Em Londrina o acumulado de chuva para esta fase foi de apenas 0,8mm e em Mauá da Serra verificou-se 6,5mm. As plantas de aveia branca apresentam épocas críticas nas quais o suprimento de água é vital, como a germinação e, em maior quantidade durante o emborrachamento, a floração e a primeira etapa de formação dos grãos (LANGER, 1972). A deficiência hídrica geralmente promove a aceleração do processo de acúmulo de reservas nas sementes e sua maturação prematura e anormal, originando sementes menos densas e com

desempenho comprometido, principalmente quando a seca é concomitante à ocorrência de temperaturas elevadas (MARCOS FILHO, 2005).

Em Londrina as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, FAEM 6 Dilmasul e URS Estampa apresentaram maior germinação que as demais. Por outro lado, para Mauá da Serra não houve diferença entre cultivares quanto a germinação. A magnitude do quadrado médio (Tabela 3.7), para os anos de 2011 e 2012, sugere que a germinação foi mais influenciada pelos locais de cultivo do que pelas cultivares.

Em relação a germinação nenhum cultivar, mesmo seis meses após a colheita, apresentou germinação inferior a 88% para os dois locais de cultivo, ou seja, estariam aptas para a comercialização segundo a lei vigente que exige o mínimo de 80% de germinação (BRASIL, 2013).

Tabela 3.8. Valores médios de germinação (G, em %) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	98,3	97,3	97,8 a	95,0 a A	97,7 a A	96,4
2 UPFA Ouro	95,0	97,0	96,0 b	95,0 a A	97,0 a A	96,0
3 URS Taura	99,3	96,7	98,0 a	93,7 a B	98,7 a A	96,2
4 URS Tarimba	99,3	98,7	99,0 a	92,3 a B	99,0 a A	95,7
5 URS Guria	99,0	98,0	98,5 a	95,7 a A	96,7 a A	96,2
6 URS Charrua	98,0	96,0	97,0 a	90,7 b B	97,7 a A	94,2
7 URS Torena	95,7	92,3	94,0 c	88,7 b B	95,7 a A	92,2
8 URS Corona	98,3	98,3	98,3 a	88,3 b B	98,3 a A	93,3
9 URS Fapa Slava	98,7	98,3	98,3 a	90,0 b B	98,0 a A	94,0
10 Brisasul	98,3	97,0	97,7 a	96,7 a A	97,0 a A	96,9
11 FAEM 4 Carlasul	95,7	96,0	95,9 b	98,7 a A	96,0 a A	97,4
12 FAEM 5 Chiarasul	97,0	95,7	96,4 b	94,3 a A	97,7 a A	96,0
13 IAC 7	100,0	98,7	99,4 a	94,7 a A	97,3 a A	96,0
14 IPR Afrodite	98,0	97,3	97,7 a	84,3 b B	95,7 a A	90,0
15 FAEM 6 Dilmasul	96,7	95,7	96,2 b	94,3 a A	97,0 a A	95,7
16 URS Estampa	99,0	97,0	98,0 a	93,0 a A	97,7 a A	95,4
17 URS Guará	99,0	96,0	97,5 a	91,3 b B	97,3 a A	94,3
<b>Média</b>	<b>98,0 A</b>	<b>96,8 B</b>		<b>92,7</b>	<b>97,3</b>	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Na primeira contagem da germinação, para o ano agrícola de 2011 não houve diferença significativa entre os locais (Tabela 3.9). A média da primeira contagem foi 95,4% e 95,2% para as sementes oriundas de Londrina e Mauá da Serra, respectivamente (Tabela 3.9). As cultivares UPFA Gaudéria, URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, URS FAPA Slava, Brisasul, IAC 7, IPR Afrodite, URS Estampa e URS Guará, apresentaram maior número de plântulas normais na primeira contagem de germinação em relação as demais cultivares, indicando maior vigor, em função da maior velocidade para geminar. Contudo, nem sempre a semente que apresenta o maior número de plântulas normais no teste de primeira contagem do teste de germinação é a que apresenta a maior germinação final, pois o vigor individual das sementes pode se manifestar variavelmente nos lotes de qualidade baixa ou intermediária, da mesma forma como, a continuidade do teste de germinação após o quinto dia promove a expressão do potencial máximo de germinação, mesmo nas sementes menos vigorosas (MENEZES; SILVEIRA, 1995). Entretanto, esse comportamento não foi confirmado neste trabalho, pois as cultivares UPFA Ouro, URS Torena, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul apresentaram menor vigor no teste de primeira contagem (Tabela 3.9), assim como menor germinação final em relação as demais cultivares (Tabela 3.8).

Na primeira contagem de germinação, para o ano de 2012, verificou-se interação significativa C x L (Tabela 3.7). Nas cultivares de aveia branca UPFA Gaudéria, URS Tarimba, URS Torena, URS Corona, URS FAPA Slava, IPR Afrodite, URS Estampa e URS Guará Mauá da Serra proporcionou maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação que Londrina (Tabela 3.9). Isso pode ter ocorrido em função da maior disponibilidade hídrica, no período compreendido entre o florescimento e a maturação, para Mauá da Serra do que para Londrina, da mesma forma como foi verificado para a germinação (Tabela 3.8). Além disso, em função de Mauá da Serra apresentar maior altitude em relação à Londrina verificou-se que as temperaturas média e máxima para o período de enchimento de grãos foi inferior no local de cultivo mais elevado, o que pode ter contribuído para a formação de sementes com maior vigor. A ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação provoca redução da translocação de fotossintatos para as sementes, especialmente em períodos com baixos índices pluviométricos, como verificado neste estudo no ano agrícola de 2012. Nessas condições, a maturação é forçada, sendo produzidas sementes de baixo vigor (FRANÇA NETO et al., 1993).

Tabela 3.9. Valores médios de primeira contagem da germinação (PC, em %) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	95,3	96,3	95,8 a	96,0 a B	94,0 a A	95,0
2 UPFA Ouro	90,3	95,6	93,0 b	90,0 a A	87,0 a A	88,5
3 URS Taura	94,0	96,0	95,0 a	85,3 b A	90,7 a A	88,0
4 URS Tarimba	98,0	97,7	97,9 a	85,7 b B	95,0 a A	90,4
5 URS Guria	98,0	98,0	98,0 a	90,0 a A	90,0 a A	90,0
6 URS Charrua	96,7	95,0	95,9 a	85,3 b A	91,3 a A	88,3
7 URS Torena	93,7	91,0	92,4 b	84,3 b B	94,3 a A	89,3
8 URS Corona	96,0	97,3	96,7 a	74,3 c B	92,7 a A	83,5
9 URS Fapa Slava	95,7	97,0	96,4 a	78,7 c B	91,7 a A	85,2
10 Brisasul	97,7	94,7	96,2 a	91,3 a A	91,7 a A	91,5
11 FAEM 4 Carlasul	93,3	93,3	93,3 b	94,0 a A	90,7 a A	92,4
12 FAEM 5 Chiarasul	93,6	93,3	93,5 b	85,7 b A	91,0 a A	88,4
13 IAC 7	97,0	96,0	96,5 a	90,7 a A	93,0 a A	91,9
14 IPR Afrodite	94,0	96,3	95,2 a	72,0 c B	86,3 a A	79,2
15 FAEM 6 Dilmasul	93,0	94,0	93,5 b	88,0 b A	90,3 a A	89,2
16 URS Estampa	97,3	93,7	95,5 a	86,0 b B	93,3 a A	89,7
17 URS Guará	98,3	94,0	96,2 a	83,0 b B	91,0 a A	87,0
Média	95,4 A	95,2 A		85,9	91,4	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Em relação às sementes produzidas em Londrina observou-se que as maiores médias obtidas no teste de primeira contagem foram das cultivares UPFA Ouro, URS Guria, Brisasul, FAEM 4 Carlasul e IAC 7 e as menores para as cultivares URS Corona, URS FAPA Slava e IPR Afrodite. Para as sementes provenientes de Mauá da Serra, no ano de 2012, não houve diferença entre as cultivares quanto a velocidade de germinação, com base no teste de primeira contagem de germinação.

No teste de envelhecimento acelerado a interação C x L foi significativa para o ano de 2011 e 2012 (Tabela 3.7). No ano de 2011 as cultivares UPFA Ouro e URS Torena cultivadas em Mauá da Serra produziram sementes com maior germinação em relação à Londrina (Tabela 3.10). Os genótipos geralmente se diferenciam quanto ao potencial fisiológico de suas sementes e, essas respostas estão condicionadas ao ambiente de cultivo (MARQUES et al., 2011), justificando as diferenças de vigor de sementes entre os locais para uma mesma cultivar.

Em relação as cultivares dentro de cada local, em Londrina observou-se resultados inferiores no teste de envelhecimento acelerado para as cultivares UPFA Ouro e

URS Torena, e intermediários para URS Corona e FAEM 6 Dilmasul em relação as demais. Em Mauá da Serra verificou-se menor vigor de sementes para a cultivar FAEM 6 Dilmasul, e vigor intermediário para UPFA Ouro, URS Taura, URS Charrua, URS Torena, URS Corona em relação as demais.

Tabela 3.10. Valores médios de germinação no teste de envelhecimento acelerado (EA, em %) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	91,3 a A	92,7 a A	92,0	67,0 b A	53,7 b B	60,4
2 UPFA Ouro	70,7 c B	83,7 b A	77,2	69,0 b A	49,7 b B	59,4
3 URS Taura	84,7 a A	83,7 b A	84,2	55,3 c A	52,7 b A	54,0
4 URS Tarimba	90,3 a A	90,7 a A	90,5	72,7 b A	70,7 a A	71,7
5 URS Guria	93,0 a A	89,7 a A	91,4	62,3 b A	55,0 b A	58,7
6 URS Charrua	84,7 a A	79,7 b A	82,2	54,7 c A	56,7 b A	55,7
7 URS Torena	69,7 c B	81,7 b A	75,7	47,7 c A	54,7 b A	51,2
8 URS Corona	78,3 b A	83,0 b A	80,7	63,3 b A	51,7 b B	57,5
9 URS Fapa Slava	93,0 a A	88,7 a A	90,9	68,3 b A	57,7 b A	63,0
10 Brisasul	90,7 a A	87,7 a A	89,9	85,3 a A	52,3 b B	68,8
11 FAEM 4 Carlasul	86,7 a A	93,0 a A	89,9	63,3 b A	35,3 c B	49,3
12 FAEM 5 Chiarasul	86,7 a A	86,3 a A	86,5	59,7 c A	55,7 b A	57,7
13 IAC 7	96,7 a A	95,3 a A	96,0	66,7 b A	66,0 a A	66,4
14 IPR Afrodite	87,7 a A	86,3 a A	87,0	61,7 b A	38,0 c B	49,9
15 FAEM 6 Dilmasul	77,0 b A	70,7 c A	73,9	68,3 b A	43,7 c B	56,0
16 URS Estampa	87,7 a A	87,3 a A	87,5	67,3 b A	58,0 b A	62,7
17 URS Guará	88,7 a A	91,3 a A	90,0	50,0 c A	50,0 b A	50,0
Média	85,7	86,6		63,7	53,0	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

No ano agrícola de 2012, em relação aos locais de cultivo verificou-se maior vigor de sementes nas cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Corona, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite e URS Guará produzidas em Londrina em relação a Mauá da Serra. Em Londrina, a cultivar Brisasul foi a mais vigorosa e as cultivares URS Taura, URS Charrua, URS Torena, FAEM 5 Chiarasul e URS Guará as que apresentaram menor vigor em relação as demais. Contudo, para as sementes oriundas de Mauá da Serra os maiores e os menores níveis de vigor foram observados para as cultivares URS Tarimba e IAC 7, e, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite e FAEM 6 Dilmasul, respectivamente. Segundo Marcos Filho (2005) o comportamento das sementes tem sua base assentada no cultivar, sendo que existem cultivares que produzem sementes com melhor desempenho fisiológico,

dentro de uma mesma espécie sob mesma condição de cultivo, justificando as variações de vigor entre cultivares para cada local e ano de cultivo.

No teste de condutividade elétrica a interação C x L foi significativa para os anos de 2011 e 2012 (Tabela 3.7). No ano agrícola de 2011 as sementes de todas as cultivares produzidas em Londrina tiveram valores de condutividade elétrica mais elevados, conseqüentemente menor vigor, do que as sementes proveniente de Mauá da Serra (Tabela 3.11).

Em Londrina, o maior e os menores valores de condutividade elétrica e, portanto, menor e maior vigor de sementes foram verificados para a cultivar URS Corona, e para as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul, respectivamente. Contudo, para as sementes oriundas de Mauá da Serra verificou-se vigor intermediário para a cultivar Brisasul e vigor inferior para as cultivares IPR Afrodite e URS Estampa em relação as demais.

No ano agrícola de 2012, o cultivo em Mauá da Serra das cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, Brisasul, FAEM 4 Carlasul e IAC 7 resultou em maior vigor de sementes quando comparado com Londrina. Para o mesmo ano, em Londrina as sementes da cultivar IAC 7 apresentaram a maior e as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Tarimba, URS FAPA Slava e Brisasul as menores condutividades elétricas. Por outro lado, para as sementes produzidas em Mauá da Serra a maior e as menores condutividades elétricas foram observadas para a cultivar URS FAPA Slava, e para as cultivares URS Tarimba, URS Guria, URS Corona, Brisasul, IAC 7 e URS Estampa, respectivamente.

Segundo Höfs et al. (2004) as diferenças nos valores da condutividade elétrica podem estar relacionados a deterioração precoce das sementes causados por diversos fatores, como: colheitas tardias, ocorrência de chuvas antes da colheita e secagem e /ou armazenamento inadequado. Contudo, não foi verificado a ocorrência desses fatores nesse estudo, indicando que a leitura da condutividade elétrica pode ter sido influenciada pela interação entre os genótipos e os locais de cultivo, em resposta às variáveis climáticas intrínsecas a cada local de cultivo, durante o período de formação das sementes e de pré colheita.

Embora a ocorrência de interação C x L, a magnitude do quadrado médio indica que a condutividade elétrica das sementes foi mais influenciada pelos locais do que pelas cultivares no ano de 2011 e que os efeitos de locais e cultivares foram equivalentes sobre a condutividade elétrica em 2012 (Tabela 3.7).

Tabela 3.11. Valores médios de condutividade elétrica (CE, em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) de sementes de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	110,1 e A	87,9 c B	99,0	149,6 d A	128,2 c B	138,9
2 UPFA Ouro	118,2 e A	93,2 c B	105,7	158,8 c A	133,0 c B	145,9
3 URS Taura	135,1 c A	99,5 c B	117,3	130,3 e A	133,6 c A	131,9
4 URS Tarimba	129,1 c A	88,2 c B	108,7	149,1 d A	146,0 b A	147,5
5 URS Guria	125,2 d A	89,0 c B	107,1	136,7 e A	141,8 b A	139,2
6 URS Charrua	136,3 c A	85,5 c B	110,1	137,5 e A	134,8 c A	136,1
7 URS Torena	132,8 c A	84,9 c B	108,9	135,7 e A	126,5 c A	131,1
8 URS Corona	163,2 a A	95,6 c B	129,4	141,5 e A	145,5 b A	143,5
9 URS Fapa Slava	133,7 c A	90,5 c B	112,1	183,2 b A	197,3 a A	190,2
10 Brisasul	139,3 c A	105,7 b B	122,5	169,0 c A	140,5 b B	154,7
11 FAEM 4 Carlasul	116,2 e A	94,1 c B	105,2	134,6 e A	116,2 c B	125,4
12 FAEM 5 Chiarasul	113,4 e A	88,9 c B	101,2	126,7 e A	116,7 c A	121,7
13 IAC 7	126,6 d A	86,7 c B	106,7	237,1 a A	157,9 b B	197,5
14 IPR Afrodite	148,4 b A	116,0 a B	132,2	139,2 e A	147,1 c A	143,1
15 FAEM 6 Dilmasul	110,5 e A	93,4 c B	102,0	137,0 e A	125,4 c A	131,2
16 URS Estampa	135,2 c A	123,6 a B	129,4	143,1 e A	139,3 b A	141,2
17 URS Guará	140,3 c A	83,7 c B	112,0	132,4 e A	133,6 c A	133,0
Média	130,2	94,5		149,5	139,0	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Esse comportamento pode ser explicado pelo fato das condições edafoclimáticas entre os locais de cultivo no ano agrícola de 2011 terem sido mais contrastantes do que para o ano agrícola de 2012. Em 2011, na fase de formação de sementes foi verificada temperatura máxima de 34,8°C em Londrina, enquanto em Mauá da Serra a temperatura máxima verificada foi de 31,2°C. Os efeitos oriundos dos estresses ambientais, principalmente os causados pela temperatura, ainda não são completamente conhecidos. As pesquisas sobre o assunto, geralmente conduzidas sob condições controladas, sugerem que a elevação da temperatura, até atingir valores superiores a 30°C, durante o período de formação de sementes, ou seja, inferior as encontradas nesse estudo pode causar prejuízos severos à produção e à qualidade das sementes. Esses prejuízos se relacionam à redução da taxa fotossintética, geralmente significativa após o florescimento (MARCOS FILHO, 2005). Assim, o menor vigor no teste de condutividade elétrica verificado em Londrina ocorreu provavelmente devido as maiores temperaturas máximas verificadas na fase de enchimento de formação de sementes em relação a Mauá da Serra.

A interação C x L para o comprimento da parte aérea das plântulas foi significativa para o ano agrícola de 2011 (Tabela 3.7). Na cultivar IPR Afrodite, o comprimento foi maior nas plântulas provenientes das sementes produzidas em Mauá da Serra (3,64 cm) do que as produzidas em Londrina (2,73 cm) (Tabela 3.12).

Tabela 3.12. Valores médios de comprimento de parte aérea (CPA, em cm) de plântulas de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	3,4 c A	3,2 c A	3,3	2,5	2,8	2,7 c
2 UPFA Ouro	3,3 c A	2,9 c A	3,1	2,8	3,0	2,9 b
3 URS Taura	2,5 d A	2,6 d A	2,6	1,7	2,3	2,0 e
4 URS Tarimba	4,2 a A	4,5 a A	4,4	3,4	3,4	3,4 a
5 URS Guria	3,8 b A	3,6 b A	3,7	2,6	2,8	2,7 c
6 URS Charrua	4,2 a A	3,9 b A	4,1	3,0	3,3	3,2 a
7 URS Torena	4,2 a A	3,9 b A	4,1	2,8	3,3	3,1 a
8 URS Corona	4,3 a A	4,5 a A	4,4	2,8	2,8	2,8 b
9 URS Fapa Slava	3,5 c A	3,2 c A	3,4	2,1	2,7	2,4 d
10 Brisasul	3,4 c A	3,1 c A	3,3	2,5	2,6	2,6 c
11 FAEM 4 Carlasul	2,9 d A	2,6 d A	2,8	2,1	2,4	2,3 d
12 FAEM 5 Chiarasul	2,4 d A	2,5 d A	2,5	1,6	2,0	1,8 e
13 IAC 7	3,8 b A	3,9 b A	3,9	2,8	2,9	2,9 b
14 IPR Afrodite	2,7 d B	3,6 b A	3,2	2,0	2,4	2,2 d
15 FAEM 6 Dilmasul	2,7 d A	2,6 d A	2,7	1,8	2,3	2,1 e
16 URS Estampa	3,3 c A	3,4 b A	3,4	2,5	3,1	2,8 b
17 URS Guarά	4,2 a A	4,3 a A	4,3	3,0	3,4	3,2 a
<b>Média</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>		<b>2,5 B</b>	<b>2,8 A</b>	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Para o mesmo ano, em Londrina as plântulas das cultivares URS Tarimba, URS Charrua, URS Torena, URS Corona e URS Guarά apresentaram desenvolvimento da parte aérea superior e as cultivares URS Taura, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite e FAEM 6 Dilmasul desenvolvimento inferior as demais. Para Mauá da Serra, as cultivares URS Tarimba, URS Corona e URS Guarά tiveram comprimento da parte aérea de plântulas superior e as cultivares URS Taura, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul inferior as demais.

No teste de comprimento da parte aérea para o ano de 2012 verificou-se efeito isolado de locais e cultivares (Tabela 3.7). A parte aérea foi maior nas plântulas originadas das sementes produzidas em Mauá da Serra em relação à Londrina. Foi observado maior comprimento da parte aérea das plântulas para as cultivares URS Tarimba, URS Charrua, URS Torena e URS Guará e menores para as cultivares URS FAPA Slava, FAEM 4 Carlasul e IPR Afrodite.

Para o comprimento de raiz, no ano de 2011, houve interação C x L (Tabela 3.7). Em relação aos locais de cultivo Mauá da Serra originou plântulas com maior comprimento radicular, ou seja, com maior vigor, nas cultivares URS Tarimba, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul, URS Estampa e URS Guará em relação a Londrina (Tabela 3.13).

Tabela 3.13. Valores médios de comprimento de raiz (CRA, em cm) de plântulas de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	8,9 a A	9,4 b A	9,2	6,7	7,0	6,9 b
2 UPFA Ouro	8,0 b A	7,9 c A	8,0	7,5	7,2	7,4 a
3 URS Taura	7,5 b A	8,1 c A	7,8	5,6	6,0	5,8 d
4 URS Tarimba	9,4 a B	10,5 a A	10,0	7,6	7,5	7,6 a
5 URS Guria	9,4 a A	8,3 c A	8,9	7,0	6,7	6,9 b
6 URS Charrua	8,2 b A	8,0 c A	8,1	6,3	6,3	6,3 c
7 URS Torena	9,4 a A	9,4 b A	9,4	6,6	6,8	6,7 b
8 URS Corona	9,1 a A	9,6 b A	9,4	5,8	6,1	6,0 d
9 URS Fapa Slava	9,7 a A	9,9 b A	9,8	6,8	7,1	7,0 b
10 Brisasul	7,4 b A	7,8 c A	7,6	5,9	5,5	5,7 d
11 FAEM 4 Carlasul	7,9 b A	8,5 c A	8,2	6,9	6,6	6,8 b
12 FAEM 5 Chiarasul	8,1 a A	9,1 b A	8,6	6,3	6,4	6,4 c
13 IAC 7	8,1 b A	9,1 b A	8,6	6,0	5,6	5,8 d
14 IPR Afrodite	5,9 d B	9,2 b A	7,6	5,6	5,8	5,7 d
15 FAEM 6 Dilmasul	7,1 c B	8,4 c A	7,8	5,8	6,4	6,1 c
16 URS Estampa	7,0 c B	8,2 c A	7,6	7,1	6,2	6,7 b
17 URS Guará	8,1 b B	9,2 b A	8,7	6,3	5,9	6,1 c
Média	8,2	8,9		6,5 A	6,4 A	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Em Londrina, o crescimento radicular das plântulas das cultivares URS Tarimba, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul, URS Estampa e URS Guará foi maior do que quando as sementes foram produzidas em Mauá da Serra (Tabela 3.13). Em Londrina, as

cultivares UPFA Gaudéria, URS Tarimba, URS Guria, URS Torena, URS Corona, URS FAPA Slava, FAEM 5 Chiarasul apresentaram maiores e a cultivar IPR Afrodite o menor vigor em relação as demais cultivares, respectivamente. Para Mauá da Serra, as plântulas da cultivar URS Tarimba obteve desempenho superior e as cultivares UPFA Ouro, URS Taura, URS Guria, URS Charrua, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, FAEM 6 Dilmasul e URS Estampa desempenho inferior para o comprimento radicular.

No ano agrícola de 2012, verificou-se apenas efeito isolado para cultivares (Tabela 3.7). A cultivar URS Tarimba apresentou a maior e as cultivares URS Taura, URS Corona, Brisasul, IAC 7 e IPR Afrodite as menores médias para o comprimento radicular de plântulas, respectivamente.

Para a massa seca da parte aérea houve interação entre C x L, no ano de 2011 (Tabela 3.7). Em relação aos locais de cultivo Mauá da Serra originou plântulas com maior massa seca da parte aérea para as cultivares URS Tarimba, URS Corona e IPR Afrodite em relação à Londrina (Tabela 3.14).

Tabela 3.14. Valores médios de massa seca de parte aérea (MSPA, em g) de plântulas de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	MSPA (mg)					
	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	2,2 c A	2,5 c A	2.4	1,4	1,9	1.7 c
2 UPFA Ouro	2,0 d A	1,7 e A	1.9	2,1	2,2	2.2 a
3 URS Taura	1,4 e A	1,6 e A	1.5	1,0	1,3	1.2 e
4 URS Tarimba	2,6 b B	3,1 b A	2.9	2,1	1,9	2.0 b
5 URS Guria	2,4 c A	2,2 d A	3.1	1,6	1,9	1.8 c
6 URS Charrua	2,7 b A	2,7 b A	3.2	2,0	2,0	2.0 b
7 URS Torena	3,6 a A	3,6 a A	3.6	2,1	2,1	2.1 a
8 URS Corona	2,9 b B	3,4 a A	3.2	1,9	2,1	2.0 b
9 URS Fapa Slava	2,4 c A	2,5 c A	2.5	1,2	1,6	1.4 d
10 Brisasul	2,1 c A	1,9 e A	2.0	1,5	1,6	1.6 c
11 FAEM 4 Carlasul	2,4 c A	2,2 d A	2.3	1,6	1,7	1.7 c
12 FAEM 5 Chiarasul	2,1 c A	2,2 d A	2.2	1,2	1,7	1.5 d
13 IAC 7	2,5 c A	2,9 b A	2.7	2,0	2,1	2.1 b
14 IPR Afrodite	1,9 d B	2,6 c A	2.3	1,3	1,5	1.4 d
15 FAEM 6 Dilmasul	2,4 c A	2,2 d A	2.3	1,3	1,7	1.5 c
16 URS Estampa	2,4 c A	2,4 c A	2.4	1,7	1,9	1.8 b
17 URS Guarã	2,8 b A	2,9 b A	2.9	1,9	2,4	2.2 a
<b>Média</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>		<b>1,6 B</b>	<b>1,9 A</b>	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Em Londrina, a cultivar URS Torena apresentou maior e a cultivar URS Taura menor vigor em relação as demais. Em Mauá da Serra, as cultivares URS Torena e URS Corona foram as mais vigorosas, enquanto as cultivares UPFA Ouro, URS Taura e Brisasul foram menos vigorosas em relação as demais. Sementes com maior vigor originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e de suprimento de reserva dos tecidos de armazenamento e da maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987). Esse mecanismo pode resultar em emergência mais rápida e uniforme com plântulas maiores, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento inicial das plântulas, favorecendo o índice de área foliar e o acúmulo de massa seca. Entretanto, o efeito da qualidade fisiológica de sementes, verificado no crescimento inicial das plântulas tende a diminuir com a evolução do crescimento da mesma (SCHUCH, 2008).

Em 2012, a massa seca da parte aérea das plântulas provenientes de sementes cultivadas em Mauá da Serra foi superior a média obtida para as sementes provenientes de Londrina (Tabela 3.14). Em relação as cultivares, verificou-se maior massa seca de parte aérea para as cultivares UPFA Ouro, URS Torena e URS Guará e menor acúmulo para a cultivar URS Taura. O teste de vigor de massa seca de plântulas tem capacidade de selecionar pequenas diferenças em vigor de sementes devidas ao genótipo, tamanho da semente, local de produção e outros fatores (AOSA, 1983).

Para a massa seca de raiz houve interação significativa C x L em 2011 e 2012 (Tabela 3.7). Em 2011, as sementes produzidas em Mauá da Serra em relação à Londrina originaram plantas com maior massa seca radicular para as cultivares UPFA Gaudéria, URS Tarimba, URS Torena, URS FAPA Slava, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul, URS Estampa e URS Guará (Tabela 3.15). Em Londrina verificou-se acúmulo de massa seca superior para as cultivares URS Guria, URS Torena e FAEM 5 Chiarasul e inferior para as cultivares URS Taura, Brisasul e IPR Afrodite em relação às demais. Em Mauá da Serra foi constatado maior massa seca para as cultivares UPFA Gaudéria, URS Tarimba, URS Guria, URS Torena, URS FAPA Slava, FAEM 5 Chiarasul, e IPR Afrodite e inferior para UPFA Ouro, URS Taura e Brisasul, em relação às demais.

Para o ano de 2012, as sementes produzidas em Mauá da Serra apresentaram maior acúmulo de massa seca radicular para as cultivares UPFA Gaudéria, URS Taura e FAEM 5 Chiarasul em relação as produzidas em Londrina. Em relação as cultivares, em Londrina verificou-se maior vigor para as cultivares UPFA Ouro, URS Tarimba, URS Guria,

URS Charrua, URS Torena, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite, URS Estampa e URS Guará em relação as demais. Em Mauá da Serra as cultivares que apresentaram maior acúmulo de massa seca na parte radicular foram UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Guria, URS Torena, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul, em relação as demais.

Tabela 3.15. Valores médios de massa seca de raiz (MSRA, em g) de plântulas de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mau da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mau da Serra	Mdia	Londrina	Mau da Serra	Mdia
1 UPFA Gaudria	2,1 b B	3,1 a A	2,6	1,2 b B	1,7 a A	1,5
2 UPFA Ouro	2,1 b A	2,1 c A	2,1	1,7 a A	1,7 a A	1,7
3 URS Taura	1,6 d A	1,8 c A	1,7	1,1 b B	1,4 b A	1,3
4 URS Tarimba	2,2 b B	2,9 a A	2,6	1,6 a A	1,4 b A	1,5
5 URS Guria	2,5 a A	2,7 a A	2,6	1,5 a A	1,8 a A	1,7
6 URS Charrua	2,1 b A	2,3 b A	2,2	1,6 a A	1,4 b A	1,5
7 URS Torena	2,7 a B	3,1 a A	2,9	1,6 a A	1,7 a A	1,7
8 URS Corona	2,2 b A	2,5 b A	2,4	1,3 b A	1,3 b A	1,3
9 URS Fapa Slava	2,2 b B	2,7 a A	2,5	1,2 b A	1,4 b A	1,3
10 Brisasul	1,8 d A	2,0 c A	1,9	1,1 b A	1,1 b A	1,1
11 FAEM 4 Carlasul	2,0 c A	2,3 b A	2,2	1,6 a A	1,6 a A	1,6
12 FAEM 5 Chiarasul	2,4 a B	2,8 a A	2,6	1,4 a B	1,7 a A	1,6
13 IAC 7	1,9 c B	2,4 b A	2,2	1,3 b A	1,2 b A	1,3
14 IPR Afrodite	1,6 d B	2,7 a A	2,2	1,4 a A	1,3 b A	1,4
15 FAEM 6 Dilmasul	2,0 c B	2,3 b A	2,2	1,3 b A	1,5 a A	1,4
16 URS Estampa	1,9 c B	2,3 b A	2,1	1,5 a A	1,3 b A	1,4
17 URS Guar	2,0 c A	2,4 b A	2,2	1,4 a A	1,3 b A	1,4
<b>Mdia</b>	<b>2,1</b>	<b>2,5</b>		<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	

Mdias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Para o ndice de velocidade de emergência de plântulas, no ano agrícola de 2011 não houve efeitos significativos tanto para os fatores isolados como para a interação C x L. Entretanto para o ano de 2012 a interação G x L foi significativa (Tabela 3.7).

Para o ano de 2012, em relação aos locais de cultivo, nas cultivares URS Guria, Brisasul e FAEM 4 Carlasul Londrina resultou em sementes com maior ndice de velocidade de emergência em relação a Mauá da Serra (Tabela 3.16). Por outro lado, Mauá da Serra produziu sementes das cultivares URS Corona, URS FAPA Slava e URS Guará mais vigorosas do que as produzidas em Londrina. Em londrina as sementes das cultivares URS

Guria, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, IAC 7 e URS Estampa tiveram índice de emergência de plântulas no campo superior as demais. Para Mauá da Serra, verificou-se maior velocidade de emergência para as sementes das cultivares UPFA Ouro, URS Torena, URS Corona, IAC 7, FAEM 6 Dilmasul e URS Guará.

Tabela 3.16. Valores médios de índice de velocidade de emergência (IVE, em %) de plântulas de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	22,3	28,5	25,4	21,1 b A	21,8 b A	21,5
2 UPFA Ouro	28,5	25,6	27,1	22,9 b A	23,4 a A	23,2
3 URS Taura	27,6	23,6	25,6	22,2 b A	20,7 b A	21,5
4 URS Tarimba	29,0	22,3	25,7	21,7 b A	21,0 b A	21,4
5 URS Guria	30,8	27,8	29,3	25,1 a A	22,3 b B	23,7
6 URS Charrua	28,1	24,8	26,5	21,6 b A	21,7 b A	21,7
7 URS Torena	22,4	18,6	20,5	22,4 b A	24,1 a A	23,3
8 URS Corona	28,7	26,4	27,6	19,8 b B	24,4 a A	22,1
9 URS Fapa Slava	27,2	26,2	26,7	19,3 b B	22,7 b A	21,0
10 Brisasul	25,5	23,5	24,5	27,6 a A	22,3 b B	25,0
11 FAEM 4 Carlasul	25,3	22,7	24,0	25,8 a A	20,3 b B	23,1
12 FAEM 5 Chiarasul	20,6	29,0	24,8	22,3 b A	20,6 b A	21,5
13 IAC 7	28,6	35,8	32,2	26,0 a A	24,5 a A	25,3
14 IPR Afrodite	29,8	27,6	28,7	21,3 b A	21,3 b A	21,3
15 FAEM 6 Dilmasul	29,0	28,3	28,7	23,5 b A	21,6 b A	22,6
16 URS Estampa	28,7	24,9	26,8	23,8 a A	24,4 a A	24,1
17 URS Guará	26,5	28,1	27,3	20,8 b B	25,7 a A	23,3
Média	27,0	26,1		22,8	22,5	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Na emergência de plântulas no campo houve efeito significativo para a interação C x L para os anos agrícolas de 2011 e 2012 (Tabela 3.7).

Em 2011, as sementes produzidas em Londrina das cultivares URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, Brisasul, FAEM 4 Carlasul e URS Estampa apresentaram maior e a cultivar FAEM 5 Chiarasul menor emergência de plântulas no campo em relação a Mauá da Serra (Tabela 3.17). Dentre as sementes oriundas de Londrina, as cultivares UPFA Ouro, URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, URS Corona,

Brisasul, IAC 7, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul e URS Estampa apresentaram emergência a campo superior as demais. Em relação às sementes produzidas em Mauá da Serra verificou-se os maiores percentuais de emergência para as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Taura, URS FAPA Slava, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul e URS Guará.

A emergência de plântulas a campo para o ano de 2012 foi maior para as sementes produzidas em Londrina para a cultivar Brisasul e menores para as sementes das cultivares URS Corona e URS Guará em relação as sementes provenientes de Mauá da Serra. Em Londrina, verificou-se maior emergência a campo para as sementes das cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Taura, URS Guria, URS FAPA Slava, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7 e FAEM 6 Dilmasul, em relação as demais. Não houve diferença na emergência de plântulas a campo entre as cultivares produzidas em Mauá da Serra.

Tabela 3.17. Valores médios de emergência de plântulas no campo (EC, em %) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	87,0 b A	92,0 a A	89,5	86,0 a A	77,3 a A	81,7
2 UPFA Ouro	92,0 a A	93,3 a A	92,7	86,8 a A	81,0 a A	83,9
3 URS Taura	90,7 a A	86,9 a A	88,8	87,3 a A	79,7 a A	83,5
4 URS Tarimba	90,0 a A	81,7 b B	85,9	76,0 b A	75,3 a A	75,7
5 URS Guria	94,0 a A	86,7 a B	90,4	88,0 a A	80,7 a A	84,4
6 URS Charrua	87,3 b A	79,3 b B	83,3	74,7 b A	82,0 a A	78,4
7 URS Torena	86,0 b A	80,0 b A	83,0	78,0 b A	78,0 a A	78,0
8 URS Corona	91,3 a A	83,3 b B	87,3	69,3 b B	84,7 a A	77,0
9 URS Fapa Slava	88,7 b A	89,0 a A	88,9	83,7 a A	79,3 a A	81,5
10 Brisasul	91,3 a A	75,7 b B	83,5	99,0 a A	82,0 a B	90,5
11 FAEM 4 Carlasul	88,0 b A	78,0 b B	83,0	90,7 a A	80,7 a A	85,7
12 FAEM 5 Chiarasul	74,0 b B	92,7 a A	83,4	87,0 a A	78,7 a A	82,9
13 IAC 7	94,0 a A	91,3 a A	92,7	87,3 a A	86,0 a A	86,7
14 IPR Afrodite	94,0 a A	88,7 a A	91,4	78,7 b A	81,0 a A	79,9
15 FAEM 6 Dilmasul	92,7 a A	90,7 a A	91,7	84,7 a A	82,7 a A	83,7
16 URS Estampa	92,0 a A	74,0 b B	83,0	78,7 b A	86,7 a A	82,7
17 URS Guará	83,3 b A	85,3 a A	84,3	72,7 b B	86,0 a A	79,4
Média	89,2	85,2		82,9	81,3	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

A porcentagem de emergência de plântulas no campo foi menor em relação a observada no teste de germinação. O teste de germinação avalia o potencial máximo de produzir plantas normais em função de ser conduzido em laboratório sob condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade (MARCOS FILHO, 1999), justificando as diferenças em relação ao campo, com condições não controladas. Por outro lado, a emergência de plântula a campo foi maior do que as observadas no teste de envelhecimento acelerado, indicando que as condições a campo, mesmo não sendo controladas, foram menos restritivas do que as impostas pelo teste de vigor.

De forma geral, os testes para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de aveia branca demonstraram elevado potencial genotípico em relação à germinação para todas as cultivares avaliadas. Contudo, os testes de germinação e vigor evidenciaram diferenças no potencial fisiológico das sementes entre os cultivares, locais de cultivo e anos agrícolas, demonstrando que a expressão do potencial fisiológico é traduzido pela influência do ambiente sobre o desenvolvimento da semente de um dado genótipo (MARCOS FILHO, 2005).

Observando as médias obtidas para todos os testes de vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento de parte aérea e de raiz, massa seca de parte aérea e de raiz, índice de velocidade de emergência e emergência no campo) nos anos de 2011 e 2012, verifica-se que a média das sementes produzidas no ano agrícola de 2011, tanto em Londrina como em Mauá da Serra, apresentaram qualidade fisiológica superior em relação às sementes produzidas no ano de 2012. Esse comportamento pode estar relacionado à menor disponibilidade hídrica na fase de enchimento de grãos para o ano de 2012 e nas variações de umidade relativa (Tabela 3.2). De acordo com Marcos Filho (2005) a disponibilidade de água durante o período de transferência de matéria seca para as sementes é importante, pois reduz a probabilidade da formação de sementes defeituosas, cujo desempenho é severamente prejudicado.

A umidade relativa em Londrina e Mauá da Serra, durante a emergência e o florescimento foram em média 73% e 70% para no ano de 2011 e 82% e 80% para o ano de 2012 (Tabela 3.2). De maneira geral a umidade relativa ideal deve ser superior a 70%. No entanto, alta umidade relativa do ar favorece a incidência de patógenos, o que exige maior monitoramento da lavoura e a realização de controle químico (FLOSS et al., 2009). Considerando, que nesse estudo não foi realizado controle químico para doenças, verificou-se que a maior umidade relativa do ar no período entre a emergência e o florescimento no ano de 2012, favoreceu a incidência da ferrugem da folha (Tabela 3.6). Segundo Cruz; Regazzi e

Carneiro (1999) as características relacionadas ao rendimento mais afetadas pela ocorrência da doença são a massa média de panículas e de sementes. O rendimento e a qualidade de sementes podem sofrer decréscimos acima de 30%, podendo chegar a 50% em cultivares suscetíveis, dependendo do nível de incidência da doença (MARTINELLI et al., 1994).

Em relação aos locais de cultivo, foi possível observar que na média dos dois anos agrícolas que Mauá da Serra produziu sementes com melhor desempenho no teste de germinação e nos testes de vigor primeira contagem, condutividade elétrica, comprimento de parte aérea e radicular de plântulas, massa seca da parte aérea e radicular de plântulas condutividade elétrica e massa seca da parte aérea e radicular de plântulas em relação à Londrina. Entretanto no teste de envelhecimento acelerado verificou-se que no ano de 2012, Londrina produziu sementes com maior vigor em relação a Mauá da Serra (Tabela 3.10). De acordo com Marcos Filho (1999) os testes de condutividade elétrica e de classificação do vigor de plântulas visam avaliar, direta ou indiretamente, o “estado atual” das sementes e relacioná-lo com o desempenho no armazenamento e/ou após a semeadura. Por outro lado, o teste de envelhecimento acelerado procura verificar a resposta das sementes a condições de estresse.

Segundo Costa et al. (2005) além do genótipo, a região de cultivo pode determinar a qualidade fisiológica das sementes a serem produzidas, conforme proporciona melhores ou piores condições de umidade e temperatura durante a maturação das plantas. Os locais de cultivo utilizados nesse estudo apresentam características contrastantes. As principais diferenças verificadas entre os locais foram em relação a umidade relativa do ar, a temperatura, a disponibilidade hídrica, a radiação solar e características químicas do solo.

A umidade em Mauá da Serra foi menor para todo o período de cultivo em relação a Londrina, o que poderia ter proporcionado menor incidência e severidade da ferrugem da folha, contudo isso não foi confirmado nesse estudo, já que de forma geral verificou-se menor incidência dessa doença em Londrina (Tabela 3.6). Além disso, a alta umidade também é prejudicial na fase de maturação, pois atrasa a secagem das sementes e aumenta o período entre a maturação fisiológica e a colheita. Assim, ocorrem perdas elevadas por respiração, reduzindo o vigor e a germinação das sementes e a qualidade industrial dos grãos (FLOSS et al., 2009).

A temperatura média e máxima em Mauá da Serra foi menor para todo o ciclo da cultura em relação à Londrina (Tabela 3.2). Essa característica ocorreu principalmente em função de Mauá da Serra estar situada em uma região com altitude maior (Tabela 3.2). Dessa forma, é provável que a maior qualidade fisiológica verificada em

sementes produzidas em Mauá da Serra possa estar relacionada a temperaturas noturnas mais amenas, que promovem maior duração do subperíodo compreendido entre a floração e a maturação, como verificado nesse estudo (Tabela 3.5) proporcionando alta atividade fotossintética, durante o dia, e baixa atividade respiratória, durante a noite (FLOSS et al., 2009).

Além disso, houve variações na disponibilidade hídrica entre os ambientes de cultivo. A disponibilidade hídrica nos anos de 2011 e 2012 foi satisfatória da emergência ao florescimento, em ambos locais, exceto para Londrina no ano agrícola de 2011 em que a disponibilidade hídrica para esta fase foi de 196mm (Tabela 3.2). Contudo, considerando a fase do florescimento a maturação (fase de enchimento de grãos), a disponibilidade hídrica para Mauá da Serra foi superior a verificada para Londrina, nos anos de 2011 e 2012 (Tabela 3.2). Dessa forma, verifica-se que a maior oferta hídrica no período de enchimento de grãos, para os dois anos agrícola em Mauá da Serra pode ter proporcionado o melhor desenvolvimento das sementes. O período de transferência de matéria seca da planta para as sementes é uma etapa crítica do processo de desenvolvimento, sendo que a escassez e a elevação da temperatura causam distúrbios à formação da sementes. A deficiência hídrica geralmente promove a aceleração do processo de acúmulo de reservas e a sua complementação prematura e anormal, originando sementes menos densas e com desempenho comprometido (MARCOS FILHO, 2005).

Em relação à radiação solar verificou-se para toda a fase de cultivo que Mauá da Serra recebe maior quantidade de radiação solar em relação a Londrina (Tabela 3.2). A radiação solar é altamente relacionada com o processo de fotossíntese, exercendo influência direta sobre o desenvolvimento vegetal e componentes de produção, dentre eles a arquitetura da planta, a tolerância ao acamamento, a eficiência do florescimento e a transferência de matéria seca para as sementes (MARCOS FILHO, 2005). Dessa maneira, a radiação solar pode ter promovido maior vigor para as sementes produzidas em Mauá da Serra em relação à Londrina, em função do maior acúmulo de massa seca nas sementes.

Outra explicação para o maior vigor de sementes observado em Mauá da Serra em relação à Londrina deve-se ao fato do solo de Mauá da Serra apresentar maior teor de matéria orgânica (Tabela 3.4). A matéria orgânica além de melhorar as condições físicas do solo, aumentar a infiltração de água, diminuir as perdas por erosão e fornecer nutrientes para as plantas (POTAFOS, 1998), principalmente o nitrogênio (DA ROS, 1996). A quantidade de nitrogênio absorvido durante o ciclo da planta exerce influência importante na determinação do teor protéico do grão. Kelling e Fixen (1992) relatam que, em cereais, as

sínteses de proteína e de amido competem por fotossintetizados durante o período de enchimento de grãos e quando a necessidade de nitrogênio para o rendimento é satisfeita, o excedente é usado para aumentar a concentração de proteína. Por sua vez o nitrogênio pode afetar a qualidade das sementes. Trabalhos realizados com trigo têm mostrado a existência de correlação positiva entre o teor de proteína e o vigor das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). Segundo SÁ (1994), a disponibilidade de nutrientes influencia a composição química da semente, a formação do embrião e das estruturas de reserva e, conseqüentemente, o desempenho fisiológico da semente.

A cultivar URS Torená apresentou menor germinação e vigor (EA, IVE e CE) em relação as demais, possivelmente influenciada por fatores genéticos e pela interação C x L, visto que as demais cultivares analisadas na mesma condição responderam de forma superior.

As cultivares apresentaram comportamento diferenciado em Londrina e Mauá da Serra em relação a germinação e o vigor de sementes. Em relação a germinação observou-se maior estabilidade genotípica para as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e IAC 7 em relação as demais. Para as cultivares URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, URS FAPA Slava, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul e URS Estampa observou-se maior germinação quando o cultivo ocorreu em Mauá da Serra (Tabela 3.8), indicando que as interações entre essas cultivares e o ambiente de Mauá da Serra proporcionaram melhores resultados do que a interação entre as mesmas cultivares com as condições ambientais de Londrina. As cultivares URS Taura, URS Torená e URS Guará não apresentaram germinação superior em um determinado local de cultivo, sugerindo que as variações ambientais decorrentes dos anos agrícolas tiveram maior influência na germinação do que as variações ambientais decorrentes dos locais de cultivo.

Em relação ao vigor de forma geral observou-se maior estabilidade genotípica para as cultivares UPFA Ouro, URS Taura, URS Guria, URS Charrua, URS Torená, URS Corona, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul, URS Estampa e URS Guará em relação as demais. Por outro lado, verificou-se que o cultivo em Mauá da Serra proporcionou maior vigor para as sementes das cultivares UPFA Gaudéria, URS Tarimba e URS Corona. Já o cultivo em Londrina promoveu maior vigor para as sementes das cultivares Brisasul e FAEM 4 Carlasul. Isso indica que o melhor local de cultivo para a obtenção de sementes de qualidade superior varia de acordo com o genótipo.

### 3.5 CONCLUSÃO

Há interação entre genótipos e locais de cultivo para a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca.

Londrina e Mauá da Serra apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie para todas as cultivares avaliadas.

O cultivo em Mauá da Serra resulta em sementes com maior vigor em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca.

A cultivar URS Torena apresenta sementes com menor potencial fisiológico em Londrina e Mauá da Serra.

### 3.6 REFERÊNCIAS

ALI, R.; OWEN, G. M.; SCHANBAKER, L. M. Role of dietary fiber in geriatric nutrition: a review. In: VANHOUNY, G. V.; KRITCHEVSKY, D. (Ed.). **Dietary Fiber**. New York: Plenum Press, 1986. p. 373-387.

ALVES, A. C.; KIST, V. Qualidade fisiológica de sementes primárias, secundárias e terciárias da espiguetta de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 1-4, p. 153-157, 2011.

AOSA, ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution 32).

BORSATO, A. V; BARROS, A. S. R; AHRENS, D. C; DIAS, M. C. L. L. Avaliação de testes de vigor para sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 163-168, 2000.

BRADFORD, K. Water stress and the water relations of seed development: A critical review. **Crop Science**, v.34, n. 1, p. 1-11, 1994.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Instrução normativa n. 45 de 17 de setembro de 2013. Padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, D.F., 20 set. 2013. Seção 1, p. 6.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CHEN, W. J. L.; ANDERSON, J. W. Hypocholesterolemic effects of soluble fibers. In: VANHOUNY, G. V.; KRITCHEVSKY, D. (Ed.). **Dietary Fiber**. New York: Plenum Press, 1986. p. 275-286.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Informativo eletrônico de abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04 de jun 2012.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; NETO, J. B. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.2, p. 01-06, 2005.

CRESTANI, M.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; BARBIERI, R. L.; BARETTA, D. Conteúdo de  $\beta$ -glucana em cultivares de aveia branca cultivadas em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.261-268, 2010.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 480 p.

DA ROS, C. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, n.1, p.135-140, 1996.

DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; SOUZA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55. 1987.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, UFV: Imp. Univ., 1981. 279 p.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL, 2000. 422 p.

FLOSS, E. L. Caracterização, importância econômica e utilização da cultura da aveia. In: GOELLNER, C. I.; FLOSS, E. L. **Insetos-pragas na cultura da aveia**. Passo Fundo: UPF, 2001. p. 15-29.

FLOSS, E. L.; CAIERÃO, E.; CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. Aveia. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília:INMET, 2009. p. 83-90.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWKI, F. C; HENNING, A. A.; WEST, S. H.; MIRANDA, L. C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. **Seed Science and technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 107-116. 1993.

HÖFFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, p.55-62, 2004.

KELLING, K.A.; FIXEN, P.E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Eds). **Oat science and technology**. Madison : ASA/CSSA, 1992. Cap.6, p.165-190.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. Londres: Edward Arnold, 1972. 60 p.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals, illustration of Feekes scale plant. **Phytopathology**, St. Paul, v. 3, p.128-129, 1954.

LEONARD, K. J; MARTINELLI, J. A. Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay, **Plant Disease**, n.89, p. 802-808, 2005.

LIU, K.; STAMLER, J.; TREVISAN, M. Dietary lipids, sugar, fiber and mortality from coronary heart disease. **Artherosclerosis**. Limerick, v.3, n.2, p. 221-227, 1982.

LUIZ, V.; LIN, S.S. Qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região Sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.9, n.1/2, p.143, 1999.

MCDONALD, M. B.; COPELAND, L. O. **Seed production – principles and practices**. New York, Chapman & Hall. 749p., 1996.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes**. 12. ed. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 1-24 p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M. & SILVA, W.R. **Testes de vigor**. Piracicaba: ESALQ/USP, 53p. 1987.

MARQUES, M. C.; HAMAWAK, O. T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S. CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Biociência Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

MARTINELLI, J. A.; FEDERIZZI, L. C.; BENNEDETTI, A. C. Redução do rendimento de grão da aveia em função da severidade da ferrugem da folha. **Summa Phytopathologica**. Jaboticabal, v. 20, p. 110-113, 1994.

MENEZES, N. L.; SILVEIRA, T. L. D. Métodos para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Scientia Agrícola**. v.52, n.2, p. 350-359, 1995.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.21.

POTAFÓS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1998, 177p.

REDDY, B. S. Colon: Future directions. In: VANHOUNY, G. V.; KRITCHEVSKY, D. (Ed.). **Dietary Fiber**. New York: Plenum Press, 1986. p. 543-552.

SÁ, M.E. de. Importância da adubação nitrogenada na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Icone, 1994. Cap.6, p.65-98.

SÁ, R. M.; DE FRANCISCO, A; SOARES, F. C. T. Concentração de  $\beta$ -glucanas nas diferentes etapas do processamento de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.18, n.4, p.425-427, 1998.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSK, E. M.; CANTARELLI, L. D. Relação entre a qualidade de sementes de aveia preta e a produção de forragem e de sementes. **Scientia Agrária**, v.9, n.1, p.1-6, 2008.

SHANDS, H. L.; CHAPMAN, W. L. Culture and production of oats in North America. In: **Oats and oat improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1961. p. 523-535.

STEINER, J. J., GRABE, D. F.; TULO, M. Single and multiple vigor tests for predicting

seedling emergence of wheat. **Crop Science**, Madison, v.29, n.3, p.782-786. 1989.

TUNES, L. M.; OLIVO, F.; BADINELLI, P. G; CANTOS, A.; BARROS, A. C. S. A. Testes de vigor em sementes de aveia branca. **Revista da FZVA**, v.15, n.2, p.94-106. 2008.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.& FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES.**; 1999. cap.4, p.1-26.

ZAMBONATO, Felipe. **Caracterização fenotípica e genética da resistência parcial à ferrugem da folha em aveia (*Avena sativa* L.)**. 2011. 89 fls. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

## 4 ARTIGO

### AMBIENTES DE CULTIVO NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA

**4.1 RESUMO:** A produtividade e a qualidade tecnológica de grãos são fatores determinantes para a ampla adoção de uma cultivar de aveia branca. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a qualidade tecnológica de grãos de cultivares de aveia branca em ambientes de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes. Dezesete cultivares de aveia branca foram cultivadas por dois anos em dois locais de cultivo na região Norte Paranaense (Londrina e Mauá da Serra), aonde dados ambientais detalhados foram coletados. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados a produtividade, a massa de mil grãos, a massa do hectolitro, a porcentagem de grãos com diâmetro superior a dois milímetros, o índice de descascamento, o rendimento industrial de grãos e a dureza de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância conjunta para os locais de cultivo, para cada ano isoladamente, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Há interação entre genótipos e locais de cultivo para produtividade e qualidade tecnológica de grãos de aveia branca. O cultivo em Mauá da Serra resulta em grãos com maior qualidade tecnológica em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca. As cultivares mais produtivas são a URS Taura e URS Tarimba em Londrina, e a URS Corona e FAEM 4 Carlasul em Mauá da Serra. A cultivar URS FAPA Slava apresenta menor produtividade e qualidade tecnológica em Londrina e Mauá da Serra em relação às demais. A cultivar URS Carlasul em Mauá da Serra apresenta maior massa do hectolitro, diâmetro de grãos e rendimento industrial em relação às demais. A cultivar IAC 7 apresenta maior dureza e as cultivares URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul apresentam menor dureza de grãos.

**Termos para indexação:** Avaliação de cultivares. *Avena sativa* L. Tecnologia industrial. AVENACOR.

**ABSTRACT:** Productivity and technological grain quality are essential factors to the success of a cultivar. The objective of this study was to evaluate the yield and technological grain quality of white oat (*Avena sativa* L.) cultivars in locations with distinct soil and climatic characteristics. Seventeen oat cultivars were grown during two years at two locations in North Paraná, where detailed environmental data were being collected. Experimental plots were arranged in a randomized complete block design with three replicates within each environment. The productivity and the 1000 seeds weight were evaluated at the end of the experiments. Six months later, technological grain quality (test weight, grains larger than 2 mm in diameter, groat percentage, industrial grain yield and grain hardness) were evaluated. Data were subjected to analysis of variance joint for locations, for each year apart, and means were compared through the Scott - Knott test at 5% significance level. Significant genotype x location interaction were detected for technological grain quality on white oat (*Avena sativa* L.). Cultivation in Mauá da Serra results in high technological grain quality than Londrina for most of white oat cultivars. The cultivar URS FAPA Slava has inferior yield and technology grain quality for the majority of environments in relation to the others cultivars. In Londrina, the cultivars URS Taura and URS Tarimba have the highest yields, otherwise, in Mauá da Serra the most productive cultivars are URS Corona and FAEM 4 Carlasul. In Maua da Serra the cultivar URS Carlasul has greater test weight, diameter of grains and industrial yield in

relation to the others. The cultivar IAC 7 has higher grain hardness and cultivars URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul have lower grain hardness.

**Index terms:** Evaluation of cultivars. *Avena sativa* L. Technological quality. AVENACOR.

## 4.2 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma cultura de inverno que apresenta papel importante no sistema de produção de grãos e na integração lavoura-pecuária principalmente nos estados do sul do Brasil. Além disso, a produção desse cereal vem se expandindo, ocupando áreas também na região centro-oeste (CONAB, 2013).

Em virtude do interesse por alimentos com maior valor nutritivo, a aveia destaca-se como uma importante cultura para a alimentação humana. Esse crescente uso deve-se ao valor nutritivo dos grãos de aveia, ricos em proteínas, com bom balanceamento dos aminoácidos, teores de lipídios superiores aos demais cereais, e elevados teores de minerais e fibras solúveis. A dieta regular de grãos da aveia reduz os níveis de colesterol, regula os teores de glicose no sangue (FRANCISCO, 2002) e promove melhorias na digestão (ZAMBONATO, 2011).

Paralelamente ao aumento da demanda de aveia, é crescente a exigência em relação aos atributos considerados ideais para a indústria desse cereal. A elevada produtividade de grãos representa o principal caráter a ser considerado durante o processo de seleção de cultivares. Entretanto, a produção de grãos grandes com reduzida massa de casca, associado à facilidade no descasque mecânico e reduzido índice de quebra caracterizam os principais atributos almejados em um genótipo de aveia branca com elevada aptidão industrial (CRESTANI, 2011).

As características mais utilizadas para determinar a qualidade tecnológica da aveia incluem a massa do hectolitro, o índice de descascamento (DOEHLERT; MCMULLEN; HAMMOND, 2001) e a proporção de grãos maiores que dois milímetros (CRESTANI, 2011). A indústria tem buscado cultivares com aptidão específica para os diferentes nichos de mercado. As principais formas de processamento da aveia são flocos inteiros para a produção de granola e cereais em barra; flocos médios e finos para a produção de mingaus e sopas; farelo para consumo com iogurtes e frutas; e farinha para a panificação, confeitaria e mingaus (MOLIN, 2011).

Um dos fatores que exercem influência sobre a qualidade industrial de grão de aveia branca é a cultivar (KOLCHINSKI, 2001). Gatto (2005) encontrou diferença

significativa entre cultivares de aveia branca em relação as características: massa do hectolitro, massa de mil grãos, grãos maiores que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial.

O fenótipo é o resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Entretanto, quando se considera diversos ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais um efeito adicional, proporcionado pela interação destes (CRUZ; REGAZZI, 2004). Sendo assim, em um mesmo local de cultivo, os genótipos podem expressar respostas variáveis no decorrer dos anos, em função das mudanças nas variáveis ambientais a cada ano (CRESTANI et al., 2010). Francisco et al. (2002) verificaram a existência de interação significativa para o rendimento industrial de cultivares de aveia branca, produzidas em três locais e dois anos agrícolas.

O conhecimento das relações de comportamento da produtividade e das características tecnológicas frente às variáveis climáticas, pode contribuir para a destinação das cultivares de aveia branca visando maior produtividade, maior rendimento industrial de grãos e produtos finais com aptidões mais específicas. As principais variáveis edafoclimáticas que apresentam influência sobre a produtividade e a qualidade tecnológica de grãos são a temperatura, a disponibilidade hídrica, a radiação solar (CRESTANI et al., 2010; DOEHLERT, MCMULLEN, HAMMOND, 2001) e a umidade relativa do ar (CRESTANI et al., 2010).

O melhoramento da aveia tem buscado desenvolver cultivares com estabilidade de produção e qualidade de grãos em diferentes ambientes (DOEHLERT; MCMULLEN; HAMMOND, 2001), além dos caracteres físicos que conferem maior qualidade ao grão como massa do hectolitro, massa de mil grãos, percentagem de grãos com espessura maior que dois milímetros, índice de descasque e rendimento industrial (GATTO, 2005). Ainda é relativamente insignificante a quantidade de informações disponíveis na literatura relacionada aos efeitos ambientais e genotípicos sobre a produtividade e, principalmente, sobre a qualidade tecnológica de grãos de aveia branca.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a qualidade tecnológica de grãos de cultivares de aveia branca em ambientes de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes.

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados grãos de 17 cultivares de aveia branca (Tabela 4.1) provenientes de quatro experimentos do Ensaio Brasileiro de Cultivares Recomendadas de Aveia.

Tabela 4.1. Identificação das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) avaliadas, obtentores, ano de lançamento e altura média.

Cultivares	Obtentor	Ano lançamento	Altura (cm)
1 UPFA Gaudéria	UPF	2009	106
2 UPFA Ouro	UPF	2011	115
3 URS Taura	UFRGS	2009	90
4 URS Tarimba	UFRGS	2009	101
5 URS Guria	UFRGS	2010	108
6 URS Charrua	UFRGS	2010	114
7 URS Torena	UFRGS	2010	105
8 URS Corona	UFRGS	2010	106
9 URS Fapa Slava	FAPA	2010	93
10 Brisasul	UFPeI	2009	99
11 FAEM 4 Carlasul	UFPeI	2010	110
12 FAEM 5 Chiarasul	UFPeI	2010	106
13 IAC 7	IAC	1992	107
14 IPR Afrodite	IAPAR	2011	106
15 FAEM 6 Dilmasul	UFPeI	2011	107
16 URS Estampa	UFRGS	2011	108
17 URS Guará	UFRGS	2011	105

Fonte: Adaptado de Ensaio Brasileiro de Cultivares Recomendados de Aveia (EBCA), 2012.

Os experimentos foram instalados em dois locais na região norte paranaense: Londrina e Mauá da Serra em dois anos agrícolas: 2011 e 2012. As informações referentes às características edafoclimáticas dos ambientes de cultivo estão expostas na Tabela 4.2. Em todos ambientes utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram compostas por cinco linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,17 m. Foram utilizadas nas avaliações as três linhas centrais que totalizaram uma área útil de 2,55 m<sup>2</sup>.

As informações referentes às datas de semeadura, emergência de plântulas, densidade de semeadura e adubação de base nos diferentes ambientes de cultivo estão apresentadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.2. Características edafoclimáticas e as médias climáticas de temperatura mínima (Mín), média (Méd) e máxima (Máx), radiação solar, precipitação pluvial e umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) para os períodos da emergência ao florescimento e do florescimento a maturação fisiológica.

Características	Locais				
	Londrina		Mauá da Serra		
	2011	2012	2011	2012	
Clima	Cfa		Cfb		
Altitude (m)	610		847		
Longitude (W)	51° 11'		51° 19'		
Latitude (S)	23° 23'		23° 58'		
Solo	Latos. Vermelho Eutroférrico		Latos. Vermelho Distroférrico		
<b>Emergência - Florescimento</b>					
Temperatura °C	Mín.	10,8	12,1	12,5	13,0
	Méd.	16,8	17,2	16,36	16,5
	Máx.	23,6	23,2	21,6	21,0
Radiação (W m <sup>-2</sup> )	20590,3	16692,8	25694,7	21539,6	
Precipitação (mm)	196,0	395,6	344,0	358,0	
Umidade relativa (%)	73,0	82,3	69,7	80,7	
<b>Florescimento - Maturação fisiológica</b>					
Temperatura °C	Mín.	13,1	13,4	14,0	15,0
	Méd.	20,1	20,6	19,1	19,9
	Máx.	28,1	28,3	25,3	26,5
Radiação (W m <sup>-2</sup> )	10324,0	12279,5	12217,5	17112,1	
Precipitação (mm)	34,0	0,8	80,0	6,5	
Umidade relativa (%)	64,4	61,0	63,7	58,8	

Tabela 4.3. Datas de semeadura e de emergência de plântulas, densidade de semeadura e adubação de base dos ambientes de cultivo das cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.).

Características	Locais				
	Londrina		Mauá da Serra		
	2011	2012	2011	2012	
Semeadura	13/05/2011	05/05/2012	11/05/2011	07/05/2012	
Emergência	27/05/2011	15/05/2012	20/05/2011	16/05/2012	
Densidade semeadura (sementes m <sup>2</sup> )	300	300	300	300	
Adubação base (kg)	N	26,5	30,0	26,5	20,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	79,5	90,0	79,5	150,0
	K <sub>2</sub> O	26,5	30,0	26,5	50,0

Os dados referentes às características químicas do solo dos ambientes utilizados nos ensaios de cultivares de aveia branca são apresentados na Tabela 4.4. Os experimentos foram conduzidos sob condições naturais de precipitação pluvial. Não foram realizados tratamentos fitossanitários para o controle de doenças e os demais tratamentos culturais

foram realizados conforme a necessidade e recomendações para a cultura. A colheita foi realizada no estágio de maturação plena.

Os dados de caracterização de dias para o florescimento, do florescimento à maturação plena e para a maturação plena, bem como os de incidência e severidade da ferrugem da folha das cultivares de aveia branca em Londrina e Mauá da Serra, nos anos agrícolas de 2011 e 2012, estão apresentados nas Tabelas 4.5 e 4.6, respectivamente.

Tabela 4.4. Características químicas do solo das áreas experimentais em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR utilizadas nos ensaios para a avaliação de produtividade e qualidade tecnológica de grãos de cultivares de aveia branca, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Locais	$\frac{\text{mg dm}^{-3}}{\text{P}}$	$\frac{\text{g dm}^{-3}}{\text{C}}$	pH	Cmolc $\text{dm}^{-3}$ de solo							%	
				Al	H+Al	Ca	Mg	K	*S	*T	*V	*Al
2011												
Londrina	12.70	15.79	4.50	0.26	6.20	2.76	1.62	0.35	4.73	10.93	43.27	5.21
M. Serra	14.40	33.98	4.70	0.10	7.75	4.52	1.47	0.33	6.32	14.07	44.91	1.55
2012												
Londrina	17.70	16.59	4.80	0.08	7.20	5.95	1.52	0.75	8.22	15.42	53.30	0.96
M. Serra	14.20	34.23	4.90	0.09	7.75	4.80	1.64	0.29	6.73	14.48	46.47	1.34

\*S = Soma de bases, T = Capacidade de troca de cátions, V = Saturação por bases, Al = Saturação por alumínio. (P e K: Mehlich; Ca, Mg e Al: KCl M; pH: CaCl<sub>2</sub> 0,01 M).

Tabela 4.5. Dias para o florescimento, do florescimento à maturação e para a maturação plena das cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivar	Ano											
	2011						2012					
	Londrina			Mauá da Serra			Londrina			Mauá da Serra		
	E-F	F-M	E-M	E-F	F-M	E-M	E-F	F-M	E-M	E-F	F-M	E-M
UPFA Gaudéria	74	29	103	79	34	113	68	40	108	68	42	110
UPFA Ouro	82	34	116	86	41	127	80	33	113	77	41	118
URS Taura	70	30	100	81	30	111	64	41	105	65	42	107
URS Tarimba	71	27	98	80	28	108	72	36	108	68	39	107
URS Guria	74	27	101	79	29	108	68	40	108	70	38	108
URS Charrua	73	29	102	79	35	114	68	40	108	68	40	108
URS Torena	73	30	102	80	32	112	68	40	108	66	42	108
URS Corona	74	28	102	83	28	111	74	36	110	75	38	113
URS Fapa Slava	75	28	103	81	29	110	80	28	108	77	31	108
Brisasul	86	24	110	87	38	125	78	35	113	75	40	115
FAEM 4 Carlasul	77	31	108	84	39	123	75	38	113	77	38	115
FAEM 5 Chiarasul	74	31	105	79	36	115	70	42	112	72	40	112
IAC 7	67	28	95	75	34	109	60	45	105	64	44	108
IPR Afrodite	77	30	107	83	34	117	74	39	113	77	43	120
FAEM 6 Dilmasul	77	30	107	87	39	126	77	35	112	75	40	115
URS Estampa	75	27	102	82	33	115	72	36	108	73	37	110
URS Guará	71	29	100	79	30	109	72	38	110	72	38	110
<b>Média</b>	<b>75</b>	<b>29</b>	<b>104</b>	<b>81</b>	<b>33</b>	<b>115</b>	<b>72</b>	<b>38</b>	<b>110</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	<b>111</b>

E-F = dias da emergência ao florescimento; F-M = dias do florescimento à maturação; E-M = dias da emergência à maturação.

As avaliações da incidência e da severidade para a ferrugem-da-folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) foram realizadas na fase de grão leitoso no estágio 11.1 da escala fenológica de Feekes, ilustrado por Large (1954). A incidência das moléstias foi calculada a partir de uma amostragem de 20 folhas por repetição em cada genótipo, em que foi avaliada a porcentagem de plantas com infecção desta moléstia. A amostragem foi aleatória em perfilhos diferentes. A severidade foi determinada pela média da área infectada pelas moléstias nas 20 folhas.

Tabela 4.6. Incidência e severidade da ferrugem da folha (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*), no estágio de grão leitoso, em cultivares de aveia branca cultivadas em Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivar	Ano							
	2011				2012			
	Londrina		Mauá da Serra		Londrina		Mauá da Serra	
FF-I	FF-S	FF-I	FF-S	FF-I	FF-S	FF-I	FF-S	
UPFA Gaudéria	1	2	5	10	40	40	20	50
UPFA Ouro	0	0	3	1	20	30	10	40
URS Taura	1	1	10	80	20	30	30	40
URS Tarimba	1	1	2	3	30	30	30	40
URS Guria	0	0	3	10	10	10	10	40
URS Charrua	0	0	0	0	5	20	5	10
URS Torena	1	2	1	1	10	30	10	30
URS Corona	0	0	1	1	0	0	0	0
URS Fapa Slava	1	1	70	80	80	50	80	70
Brisasul	3	5	2	3	20	30	40	50
FAEM 4 Carlasul	1	1	0	0	20	30	20	20
FAEM 5 Chiarasul	0	0	0	0	5	20	20	40
IAC 7	50	50	40	70	20	50	40	40
IPR Afrodite	5	30	20	80	20	30	20	40
FAEM 6 Dilmasul	3	10	0	0	30	30	20	20
URS Estampa	10	40	1	1	40	40	40	50
URS Guará	0	0	0	0	1	10	1	20
Média	5	8	9	20	22	28	23	35

FF-I = % de incidência de ferrugem da folha; FF-S = % de severidade da ferrugem da folha.

Após a colheita mecanizada, realizada na fase de maturação plena da cultura, de cada experimento as sementes foram armazenadas por seis meses em embalagens de papel kraft sob condições ambientais não controladas. Para a determinação da produtividade e da qualidade tecnológica de grãos foram feitas as seguintes avaliações:

**Massa de mil grãos (MMG)** - foi determinada por meio da pesagem de duas repetições de 500 sementes, retiradas da amostra média da parcela. A média e o coeficiente de variação foram calculados. O resultado foi obtido multiplicando-se por dois a massa média das repetições de 500 sementes, quando o coeficiente de variação não excedeu

6%. Nas amostras em que o coeficiente de variação excedeu esse limite, outra repetição de 500 sementes foi contada e pesada. A repetição com a maior divergência da média foi desprezada. O resultado do teste foi obtido multiplicando-se por dois a média da massa das repetições de 500 sementes. Os resultados foram expressos em gramas, adaptado de Cunha (2004).

**Massa do hectolitro (PH)** - foi determinado em balança hectolétrica com capacidade de um quarto de litro de sementes. Foram realizadas 2 repetições, retiradas da amostra média da parcela. O resultado foi expresso em kg hL<sup>-1</sup> (BRASIL, 2009). O PH foi calculado pela fórmula:

$$PH = \frac{(PBH \times 100)}{VB}$$

Onde:

PH = Peso do Hectolétrico;

PBH = Peso obtido na balança hectolétrica (g);

VB = Volume da Balança (250 ml).

**Rendimento de grãos (RG)** - determinado a partir da colheita das três linhas centrais das parcelas, posteriormente levadas para pesagem dos grãos, com estimativa do valor de parcela para quilos por hectare, corrigido para 13% de umidade.

**Grãos maiores que dois mm (G > 2mm)** - determinado por peneiramento de uma amostra de 50 gramas de grãos por repetição, em peneira oblonga de malha com orifícios de espessura de dois milímetros de largura (FLOSS et al., 2002). Os dados foram expressos em porcentagem (%) e foram calculados pela seguinte fórmula:

$$IG > 2mm = \frac{MG > 2mm}{50} \times 100$$

Onde:

IG > 2mm = índice de grãos com espessura maior que 2 mm (%);

MG > 2 mm = massa de grãos maiores que 2 mm (g).

**Índice de descasque (ID)** - Uma amostra por parcela composta por 50 gramas de grãos maiores que dois milímetros foi introduzida em descascador de laboratório

(Codema Inc., USA) por um período de 75 segundos. Após a separação da casca, as cariopses foram pesadas. O índice de descasque foi determinado pela seguinte fórmula e expresso em porcentagem (%).

$$ID = \frac{MC}{50} \times 100$$

Onde:

ID = índice de descascamento (%);

MC= massa da cariopse “grãos descascados” (g).

**Rendimento industrial de grãos (RIG)** - determinado pela multiplicação entre o rendimento de grãos (RG), o índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura e o índice de descasque (FLOSS et al., 2002), expresso em kg ha<sup>-1</sup> e obtido segundo a seguinte fórmula:

$$RIG = RG \times IG > 2\text{mm} \times ID$$

Onde:

RIG = rendimento industrial de grãos;

RG = rendimento de grãos;

IG > 2 mm = índice de grãos maiores que 2 mm;

ID = índice de descascamento.

**Dureza de grãos** - determinado segundo procedimento descrito por Kosmolak apud Gutkoski et al. (2000) com algumas modificações. Em micro moinho de laboratório (IKA A11 basic) moeu-se dez gramas de aveia descascada por cinco segundos. Em peneiras com aberturas de 850µm-ABNT 20 (**DG 850µm**) e 250µm-ABNT 60 (**DG 250µm**) passa-se o material obtido após a moagem com o auxílio de um pincel. O resultado é expresso em porcentagem de material retido em cada peneira e no fundo (**FUNDO**), respectivamente.

Os dados foram submetidos às análises de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Hartley). Posteriormente realizou-se a análise de variância conjunta para locais de cultivo, para cada ano isoladamente, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa de análises estatísticas SISVAR (FERREIRA, 2000).

## 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta para locais, no ano de 2011, demonstrou efeito de genótipos e locais para a maioria das variáveis, exceto para massa de mil grãos, rendimento de grãos e material retido no fundo no teste de dureza (FUNDO) para os quais foi observado apenas efeito de genótipo (Tabela 4.7). Além disso, houve efeito da interação C x L na maioria das características avaliadas, exceto para massa de mil grãos, índice de descascamento e material retido em peneira de 850 $\mu$ m.

Tabela 4.7. Resumo das análises de variância conjuntas para locais de cultivo, para genótipos de aveia branca avaliados nos anos de 2011 e 2012 nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR.

Caracteres	QM					CV (%)
	Bloco (local)	Cultivar (C)	Local (L)	C x L	Erro	
Ano 2011						
MMG (g)	21,95	132,18**	22,67	11,76	11,77	9,72
PH (Kg hL <sup>-1</sup> )	7,13	16,88**	51,76**	9,89*	4,93	4,49
RG (Kg ha <sup>-1</sup> )	790910,44**	924506,36**	30276,90	688178,56**	149669,46	7,55
G > 2mm (%)	6,95	601,43**	2690,99**	49,33**	9,30	3,81
ID (%)	8,87	53,89**	124,72**	5,38	3,55	2,80
RIG (kg ha <sup>-1</sup> )	361768,54**	1346773,34**	5684457,01**	467375,08**	75819,99	9,89
TD 850 $\mu$ m (%)	5,94	232,60**	358,97**	11,80	7,01	6,99
TD 250 $\mu$ m (%)	1,83	104,48**	275,39**	30,33**	7,16	8,07
TD FUNDO (%)	1,61	149,88**	3,23	34,11**	8,34	9,97
Ano 2012						
MMG (g)	0,23	71,15**	3,28	4,98**	1,28	4,10
PH (Kg hL <sup>-1</sup> )	13,17	74,75**	22,93	17,06*	8,51	6,35
RG (Kg ha <sup>-1</sup> )	168914,70	4285894,85**	282714,71	1498893,87**	147294,91	10,73
G > 2mm (%)	4,42	670,94**	678,13**	78,02**	6,26	3,30
ID (%)	2,50	100,66**	884,18**	12,44**	1,49	1,87
RIG (kg ha <sup>-1</sup> )	39792,72	2363232,23**	1841118,96**	666130,73**	48764,16	11,98
TD 850 $\mu$ m (%)	2,78	142,20**	10,04	8,65**	3,46	4,62
TD 250 $\mu$ m (%)	7,66	49,25**	1,00	2,92	3,57	5,27
TD FUNDO (%)	10,84	75,90**	3,04	7,70*	3,72	8,08

\*, \*\* Estatisticamente significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F; Ausência de \* = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação. MMG = massa de mil grãos; PH = peso hectolitro; REND = rendimento; G > 2 mm = grãos maiores que dois milímetros; ID = índice de descascamento; RIG = rendimento industrial de grãos; TD 850 $\mu$ m = material retido na peneira 850 $\mu$ m (ABNT 20); TD 250 $\mu$ m = material retido na peneira 250 $\mu$ m (ABNT 60); TD FUNDO = material retido no fundo.

Por outro lado, na análise de variância conjunta para locais no ano de 2012, houve efeito de cultivar e local para grãos maiores que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial de grãos. Para os demais testes verificou-se somente efeito de cultivar (Tabela 4.7). Também foi observado efeito da interação C x L para todas as variáveis, exceto para dureza 250 $\mu$ m. Francisco et al. (2002) verificaram a existência de interação significativa para o rendimento industrial de cultivares de aveia branca, cultivadas em três locais e dois anos agrícolas.

A significância da interação entre C x L demonstra que as cultivares apresentam comportamento diferenciado nos locais estudados. Isto evidencia que a melhor cultivar em um ambiente não é a melhor em outro, mostrando que nem todo melhoramento realizado em um local é transferível (FALCONER, 1981). Desta forma, a interação encontrada entre os fatores de variação para a aveia evidenciam que as cultivares reagem de forma diferenciada à variação dos fatores bióticos e abióticos, quanto a produtividade e a qualidade industrial de grãos.

Em 2011, as médias para a massa de mil grãos das cultivares foram 34,8 e 35,8 g em Londrina e Mauá da Serra, respectivamente (Tabela 4.8). Para o ano de 2012, as médias para a massa de mil grãos foi 27,7 g em Londrina, e 27,4 g em Mauá da Serra. A maior massa de sementes verificada no ano de 2011 ocorreu provavelmente em função da maior disponibilidade hídrica e menor temperatura média verificada na fase de enchimento de grãos. Em pesquisa realizada em Pelotas (RS) Benin et al. (2003), relataram média de 21,0g para a massa de mil grãos de aveia branca, ou seja, inferiores as encontradas nesse estudo (Tabela 4.8). Na fase de enchimento de grãos a deficiência hídrica geralmente promove a aceleração do processo de acúmulo de reservas e sua maturação prematura e anormal, originando grãos menos densos, principalmente quando o déficit hídrico é concomitante a ocorrência de temperaturas elevadas (MARCOS FILHO, 2005).

Para a massa de mil grãos, no ano de 2011, houve efeito significativo das cultivares (Tabela 4.7), destacando com maior massa de grãos UPFA Ouro e URS Torena e com menor massa de grãos URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, URS FAPA Slava, Brisasul, IAC 7 e IPR Afrodite (Tabela 4.8). Rizzi (2004) também encontrou diferença significativa entre cultivares para a massa de mil grãos em cultivares de aveia branca, confirmando a existência de variações genotípicas para essa característica.

Para o ano agrícola de 2012, houve interação C x L para a massa de mil grãos. Nas cultivares Brisasul, FAEM 4 Carlasul e URS Estampa Londrina produziu grãos

com maior massa que Mauá da Serra. Já nas cultivares UPFA Gaudéria e URS Charrua Mauá da Serra resultou em grãos com maior massa que Londrina.

Tabela 4.8. Valores médios para massa de mil grãos (MMG) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	32,0	37,3	34,7 c	24,4 d B	27,7 b A	26,1
2 UPFA Ouro	42,8	46,2	44,5 a	31,5 a A	30,5 a A	31,0
3 URS Taura	31,4	32,4	31,9 d	27,7 c A	27,1 b A	27,4
4 URS Tarimba	31,5	33,3	32,4 d	27,7 c A	26,6 c A	27,2
5 URS Guria	33,6	31,7	32,7 d	26,3 d A	25,9 c A	26,1
6 URS Charrua	39,1	34,3	36,7 b	28,1 b B	31,7 a A	29,9
7 URS Torena	46,5	45,0	45,8 a	31,7 a A	31,1 a A	31,4
8 URS Corona	33,1	36,2	34,7 c	32,4 a A	31,5 a A	32,0
9 URS Fapa Slava	26,7	31,0	28,9 d	19,0 e A	19,6 e A	19,3
10 Brisasul	30,3	31,7	31,0 d	27,2 c A	23,5 d B	25,4
11 FAEM 4 Carlasul	38,9	37,3	38,1 b	32,6 a A	29,2 b B	30,9
12 FAEM 5 Chiarasul	34,3	36,7	35,5 c	28,5 b A	28,6 b A	28,6
13 IAC 7	30,9	31,7	31,3 d	24,7 d A	23,5 d A	24,1
14 IPR Afrodite	29,5	31,3	30,4 d	25,9 d A	25,6 c A	25,8
15 FAEM 6 Dilmasul	39,3	37,7	38,5 b	29,9 b A	30,8 a A	30,4
16 URS Estampa	32,4	36,7	34,6 c	24,3 d A	22,2 d B	23,3
17 URS Guará	39,4	37,3	38,4 b	29,1 b A	30,5 a A	29,8
Média	34,8 A	35,8 A		27,7	27,4	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Para Londrina em 2012, observou-se maior massa de mil grãos para UPFA Ouro, URS Torena, URS Corona e FAEM 4 Carlasul. Para os grãos oriundos de Mauá da Serra verificou-se maior massa para as cultivares UPFA Ouro, URS Charrua, URS Torena, URS Corona e FAEM 6 Dilmasul. Dessa forma, verifica-se que as cultivares UPFA Ouro e URS Torena apresentaram melhor resultado para massa de mil grãos nos dois locais, demonstrando uma boa estabilidade mesmo com as variações ambientais. A cultivar URS FAPA Slava produziu grãos com massa inferior as demais cultivares, tanto em Londrina como em Mauá da Serra. Esse fato pode ser explicado em função da cultivar URS FAPA Slava ter apresentado alta incidência e severidade de ferrugem da folha, que foram respectivamente, 80% e 50% em Londrina e 80% e 70% em Mauá da Serra (Tabela 4.6). Segundo Cruz et al (1999) as características ligadas ao rendimento mais afetadas pela

ocorrência da ferrugem da folha em aveia são a massa média de panícula e a massa de mil grãos.

O padrão americano para massa de grãos citado por Ganzmann e Vorwerck (1995) é de no mínimo 27,0g. Em Londrina verificou-se massa inferior ao padrão norte americano apenas para a cultivar URS FAPA Slava no ano de 2011, e para UPFA Gaudéria, URS Guria, URS FAPA Slava, IAC 7, IPR Afrodite e URS Estampa no ano de 2012 (Tabela 4.8). Em Mauá da Serra observou-se médias inferiores a 27g para a massa de mil grãos apenas no ano de 2012 para as cultivares UPFA Gaudéria, URS Guria, URS FAPA Slava, Brisasul, IAC 7, IPR Afrodite e URS Estampa. Esses resultados sugerem que Londrina não proporciona condições ambientais adequadas para o máximo desempenho na massa de grãos para a cultivar URS FAPA Slava.

As médias para a massa do hectolitro das cultivares foram 49,3 e 45,9 kg hL<sup>-1</sup> no ano de 2011 e 2012, respectivamente (Tabela 4.9). Em pesquisa realizada em Pelotas (RS) Benin et al. (2003), relataram média de 34,7 kg hL<sup>-1</sup>; em Passo Fundo (RS), Floss e Tonin (2004), encontraram média de 55,4 kg hL<sup>-1</sup> para a massa do hectolitro.

Dessa forma, observa-se que no ano de 2011 as cultivares UPFA Gaudéria, URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, IPR Afrodite e FAEM 6 Dilmasul apresentaram massa do hectolitro acima do mínimo exigido nos padrões brasileiros (50 kg hL<sup>-1</sup>), enquanto no ano agrícola de 2012 apenas as cultivares URS Taura e a FAEM 4 Carlasul atingiram o padrão brasileiro (BRASIL, 1975). Com isso, verifica-se que a cultivar URS Taura apresenta boa estabilidade para o caractere massa do hectolitro. Em relação ao padrão americano (53 kg hL<sup>-1</sup>), relatado por Ganzman e Vorwerck. (1995), somente a cultivar UPFA Gaudéria apresentou massa PH superior ao padrão (53,6 kg hL<sup>-1</sup>) quando cultivada em Mauá da Serra no ano de 2011.

Para massa do hectolitro a interação C x L foi significativa para o ano de 2011 e 2012 (Tabela 4.7).

No ano agrícola de 2011, a cultivar UPFA Gaudéria apresentou maior massa do hectolitro quando cultivada em Mauá da Serra em relação a Londrina. Por outro lado para a cultivar FAEM 6 Dilmasul o cultivo em Londrina proporcionou maior massa do hectolitro em relação a Mauá da Serra (Tabela 4.9). Entre as cultivares produzidas em Londrina os grãos da FAEM 6 Dilmasul apresentou maior densidade (52,1 kg hL<sup>-1</sup>) em relação as demais. Para Mauá da Serra, os grãos das cultivares UPFA Gaudéria, URS Taura, URS Tarimba, URS

Guria, URS Torena, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, IPR Afrodite e FAEM 6 Dilmasul tiveram maior massa do hectolitro em relação aos demais.

No ano agrícola de 2012, quando produzidos em Mauá da Serra os grãos das cultivares UPFA Gaudéria e URS FAPA Slava foram mais densos do que quando produzidos em Londrina. Em Londrina foi constatado desempenho intermediário para as cultivares UPFA Gaudéria e IAC 7 e inferior para a cultivar URS FAPA Slava, em relação as demais. Em Mauá da Serra verificou-se menor massa do hectolitro para as cultivares URS Tarimba, URS FAPA Slava e IAC 7, em relação as demais.

Segundo Forsberg e Reeves, (1995) e Floss, (1998) os valores da massa do hectolitro variam em função de condições ambientais, de local, ano de cultivo e tratos culturais. Crestani et al., (2010) verificaram que esta variável correlacionou-se positivamente com a precipitação e negativamente com a umidade relativa do ar. É provável que a cultivar URS FAPA Slava tenha apresentado a menor massa do hectolitro ( $36,6 \text{ kg hL}^{-1}$ ) em relação às demais no ano de 2012 devido a alta incidência e severidade da ferrugem da folha (Tabela 4.6) observada nessa cultivar no período de grão leitoso.

Tabela 4.9. Valores médios para a massa do hectolitro (PH) de grãos de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	49,2 b B	53,6 a A	51,4	38,2 b B	46,9 a A	42,6
2 UPFA Ouro	49,2 b A	49,7 b A	49,5	49,0 a A	49,0 a A	49,0
3 URS Taura	50,0 b A	51,0 a A	50,5	49,3 a A	51,7 a A	50,5
4 URS Tarimba	48,8 b A	52,0 a A	50,4	45,7 a A	41,0 b A	43,4
5 URS Guria	49,4 b A	51,8 a A	50,6	44,7 a A	46,3 a A	45,5
6 URS Charrua	47,1 b A	49,3 b A	48,2	47,0 a A	47,3 a A	47,2
7 URS Torena	47,2 b A	50,7 a A	49,0	45,3 a A	47,0 a A	46,2
8 URS Corona	46,3 b A	48,3 b A	47,3	48,0 a A	45,7 a A	46,9
9 URS Fapa Slava	46,3 b A	48,7 b A	47,5	33,2 c B	40,0 b A	36,6
10 Brisasul	46,5 b A	44,7 b A	45,6	44,3 a A	46,0 a A	45,2
11 FAEM 4 Carlasul	47,4 b A	50,7 a A	49,1	51,3 a A	50,3 a A	50,8
12 FAEM 5 Chiarasul	50,0 b A	52,3 a A	51,2	47,7 a A	48,7 a A	48,2
13 IAC 7	48,6 b A	51,3 a A	50,0	39,0 b A	42,7 b A	40,9
14 IPR Afrodite	49,9 b A	52,0 a A	51,0	48,3 a A	47,3 a A	47,8
15 FAEM 6 Dilmasul	52,1 a A	48,0 b B	50,1	45,7 a A	47,7 a A	46,7
16 URS Estampa	50,2 b A	49,3 b A	49,8	47,0 a A	46,0 a A	46,5
17 URS Guar	47,4 b A	48,7 b A	48,1	48,7 a A	45,0 a A	46,9
Mdia	48,6	50,1		45,4	46,4	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

A análise de variância detectou efeito da interação C x L sobre o rendimento de grãos, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 (Tabela 4.6). Doehlert et al. (2001) também verificaram interação entre cultivares e locais de cultivo para a produtividade de grãos em cultivares de aveia branca. A interação entre cultivares e ambientes é comumente constatada no Brasil em virtude do comportamento diferencial de cultivares às variações ambientais para vários caracteres de interesse, principalmente em relação à produtividade de grãos (CRESTANI et al., 2010).

Para o ano de 2011 verificou-se que o cultivo em Londrina resultou em maiores produtividades nas cultivares URS Taura, URS Corona, IAC 7 e URS Guará e menores para as cultivares UPFA Ouro, Brisasul e FAEM 4 Carlasul em relação a Mauá da Serra (Tabela 4.10). Em Londrina, as cultivares mais produtivas foram a URS Taura, URS Tarimba, URS Charrua, URS Corona, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul e URS Guará, em relação as demais. Por outro lado, em Mauá da Serra as maiores produtividades foram verificadas para as cultivares FAEM 4 Carlasul e FAEM 6 Dilmasul, e as menores, para as cultivares URS Taura, URS Charrua, URS Torena, URS Corona, URS Slava, IAC 7, URS Estampa e URS Guará (Tabela 4.10).

A produtividade nacional de grãos de aveia na safra agrícola de 2011 foi de 2.332 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto no Paraná a produtividade foi 2.237 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2013). As cultivares avaliadas apresentaram rendimento médio para o ano agrícola de 2011 igual a 5.126 kg ha<sup>-1</sup>, mesmo sem a aplicação de fungicidas, portanto superior a média nacional e regional verificada para o mesmo ano, ainda que para estas provavelmente tenha sido realizada a aplicação de fungicida na maioria das lavouras.

No ano de 2012, as produtividades nas cultivares URS Taura, URS Tarimba, URS Torena, URS FAPA Slava e URS Estampa foram maiores em Londrina, enquanto as cultivares URS Corona, IPR Afrodite e URS Guará produziram mais quando cultivadas em Mauá da Serra. Em Londrina observou-se maior produtividade de grãos para as cultivares URS Taura, URS Tarimba e URS Corona. Em Mauá da Serra a cultivar URS Corona apresentou a maior produção em relação às demais. A cultivar URS Corona apresentou maior estabilidade de rendimento em relação as demais cultivares no ano de 2012, provavelmente porque se mostrou resistente a ferrugem da folha. A ferrugem da folha exerce forte influência no desempenho dos genótipos de aveia aumentando, desta forma, a magnitude da interação entre as constituições genéticas e o ambiente. Além disso, Lorencetti et al. (2004) observaram que a aplicação de fungicida afetou intensamente os parâmetros de adaptabilidade

(b1), responsividade (b1+b2) e estabilidade ( $\sigma_{\delta_i}^2$ ) de um conjunto de genótipos de aveia branca avaliadas em treze locais de cultivo.

A cultivar menos produtiva foi a URS FAPA Slava para ambos os locais, com produtividade de 763,3 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo Benin et al. (2003) em ambientes favoráveis a ocorrência da doença pode ocorrer perdas superiores a 50% no rendimento de grãos.

A produtividade nacional de grãos de aveia na safra agrícola de 2012 foi de 2.177 kg ha<sup>-1</sup> e no estado do Paraná foi de 2.525 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2013). Todas as cultivares de aveia branca avaliadas, exceto a URS FAPA Slava apresentaram maior rendimento do que a média nacional para o mesmo ano. A média de produtividade das cultivares em Londrina e Mauá da Serra para o ano de 2012, neste experimento, foi de 3.578 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 4.10. Valores médios de rendimento de grãos (RG) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	4977,1 b A	5435,0 b A	5206,0	2690,0 c A	3090,0 c A	2890,0
2 UPFA Ouro	4285,6 b B	5638,7 b A	4962,1	3543,3 b A	4070,0 b A	3806,6
3 URS Taura	5620,3 a A	4628,7 c B	5124,5	4742,3 a A	2996,7 c B	3869,5
4 URS Tarimba	5685,0 a A	5506,7 b A	5595,8	5016,7 a A	3276,7 c B	4146,7
5 URS Guria	5101,3 b A	5320,3 b A	5210,8	3833,3 b A	4050,0 b A	3941,6
6 URS Charrua	5184,5 a A	4622,3 c A	4903,4	3610,0 b A	4070,0 b A	3840,0
7 URS Torena	4906,6 b A	4477,0 c A	4691,8	3970,0 b A	3320,0 c B	3645,0
8 URS Corona	5635,2 a A	4921,3 c B	5278,2	4270,0 a B	5503,3 a A	4886,6
9 URS Fapa Slava	4680,0 b A	4630,7 c A	4655,3	1766,6 d A	763,3 e B	1264,9
10 Brisasul	4816,3 b B	5632,0 b A	5224,1	3846,7 b A	3420,0 b A	3633,3
11 FAEM 4 Carlasul	5464,7 a B	6343,0 a A	5903,8	4050,0 b A	4570,0 b A	4310,0
12 FAEM 5 Chiarasul	4866,7 b A	5176,0 b A	5021,3	3653,3 b A	4040,0 c A	3846,6
13 IAC 7	4920,3 b A	4143,0 c B	4531,6	2393,3 c A	2146,7 d A	2270,0
14 IPR Afrodite	5464,0 a A	5723,0 b A	5593,5	3556,6 b B	4540,0 b A	4048,3
15 FAEM 6 Dilmasul	5359,7 a A	5951,7 a A	5655,7	3560,0 b A	3770,0 c A	3665,0
16 URS Estampa	4594,1 b A	4794,7 c A	4694,4	3800,0 b A	1866,7 d B	2833,3
17 URS Guará	5315,0 a A	4488,6 c B	4901,8	3416,7 b B	4436,7 b A	3926,7
Média	5110,4	5143,1		3630,5	3525,3	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Para a variável grãos maiores que dois milímetros houve interação significativa C x L para os anos agrícolas de 2011 e 2012 (Tabela 4.7). Contudo, a magnitude do quadrado médio dos efeitos principais, presente no resumo da análise de variância (Tabela

4.7), para o ano de 2011 sugere que a característica espessura de grãos foi mais influenciada pelo local de cultivo do que pela cultivar. Por outro lado, no ano agrícola de 2012, a influência de local de cultivo e cultivar sobre a espessura de grãos foram equivalentes.

No ano agrícola de 2011, o cultivo em Mauá da Serra, exceto para as cultivares UPFA Ouro e URS Guará, resultou em maior porcentagem de grãos com espessura maior que dois milímetros quando comparado com Londrina (Tabela 4.11). Em relação as cultivares dentro de cada local, observou-se maior espessura de grãos para as cultivares UPFA Ouro e URS Torena em Londrina e UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Taura, URS Torena, FAEM 4 Carlasul e FAEM 6 Dilmasul em Mauá da Serra. As cultivares UPFA Ouro e URS Torena apresentaram maior porcentagem de grãos maiores que dois milímetros de 92 e 89% quando produzidas em Londrina e 94 e 95% em Mauá da Serra, respectivamente, demonstrando alta estabilidade para esse caractere. Conforme McMullen (2000), a cariopse representa aproximadamente 65% a 75% do grão, enquanto a casca, os restantes 25% a 35%, sendo que essa proporção é influenciada por condições climáticas e por seus genótipos. Por outro lado, a cultivar URS FAPA Slava apresentou o menor diâmetro de grãos (52,2%) em relação as demais cultivares, tanto em Londrina como em Mauá da Serra.

Para o ano agrícola de 2012, os grãos produzidos em Londrina das cultivares URS Tarimba, Brisasul e URS Estampa apresentaram maior diâmetro em relação a Maua da Serra. Por outro lado, em Mauá da Serra as cultivares UPFA Gaudéria, URS Taura, URS Charrua, URS Torena, URS Corona, URS FAPA Slava, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite e URS Guará produziram grãos com maior espessura em relação a Londrina. Entretanto, parece que o fato dos grão da cultivares URS Tarimba, Brisasul e URS Estampa terem apresentado maior diâmetro de grãos quando produzidos em Londrina em relação a Mauá da Serra, pode ter ocorrido em função da maior severidade da ferrugem da folha para estas cultivares em Mauá da Serra (Tabela 4.6).

As cultivares produzidas em Londrina URS Charrua, URS Torena, FAEM 4 Carlasul e FAEM 6 Dilmasul apresentaram maior e a cultivar URS FAPA Slava menor diâmetro de grãos em relação as demais (Tabela 4.11). Em Mauá da Serra os grãos das cultivares URS Taura, URS Charrua, URS Torena, URS Corona, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite e URS Guará apresentaram maior e os das cultivares URS FAPA Slava e URS Estampa menor diâmetro de grãos em relação as demais. A cultivar URS Torena apresentou a maior e a cultivar URS FAPA Slava a menor porcentagem de grãos maiores que dois milímetros, sendo a média geral 78%. A classificação dos grãos é feita eliminando-se aqueles com espessura inferior a dois milímetros. Em pesquisas anteriores, Floss et al. (2005a)

encontraram média de 88,4%; e, Floss et al. (2005b), de 87,4%. No Brasil, a CBPA (2006), sugere dois níveis de classificação: tipo 1 com no mínimo 75% dos grãos com espessura > que dois milímetros; tipo 2 e tipo 3 com menos de 75% dos grãos com espessura > que dois milímetros. Já Ganzmann e Vorwerck (1995), relatam que o padrão americano é de no mínimo 90% dos grãos com espessura acima de dois milímetros. Observando os resultados desse trabalho, verifica-se que a média é inferior a dos resultados encontrados por Floss et al. (2005a; 2005b) e, é superior ao padrão tipo I de classificação sugerido pela CBPA (2006). Segundo Gatto (2005), a espessura dos grãos varia de acordo com o genótipo, condições ambientais e tratos culturais, justificando as interações observadas neste estudo.

Tabela 4.11. Valores médios para grãos maiores que dois milímetros ( $G > 2\text{mm}$ ) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	77,6 c B	92,8 a A	85,2	65,7 d B	87,2 c A	76,5
2 UPFA Ouro	92,0 a A	94,5 a A	93,3	78,3 b A	78,1 c A	78,2
3 URS Taura	85,6 b B	90,7 a A	88,2	79,4 b B	89,7 a A	84,6
4 URS Tarimba	74,8 c B	86,6 b A	80,7	69,6 c A	63,8 e B	66,7
5 URS Guria	74,1 c B	83,6 b A	78,9	69,0 c A	71,5 d A	70,3
6 URS Charrua	77,7 c B	86,4 b A	82,1	76,5 a B	90,0 a A	83,3
7 URS Torena	89,4 a B	94,7 a A	92,1	82,6 a B	87,0 a A	84,8
8 URS Corona	76,9 c B	84,6 b A	80,8	81,2 b B	89,7 a A	85,5
9 URS Fapa Slava	47,7 f B	56,6 d A	52,2	45,1 f B	54,2 f A	49,7
10 Brisasul	55,1 e B	82,3 b A	68,7	74,9 b A	69,2 d B	72,1
11 FAEM 4 Carlasul	73,3 c B	89,3 a A	81,3	83,3 a B	88,4 a A	85,9
12 FAEM 5 Chiarasul	77,1 c B	86,1 c A	81,6	70,9 c B	84,1 b A	77,5
13 IAC 7	65,3 d B	74,8 b A	70,1	66,5 d A	66,7 e A	66,6
14 IPR Afrodite	77,8 c B	88,0 b A	82,9	78,3 b B	88,2 a A	83,3
15 FAEM 6 Dilmasul	80,8 c B	92,9 a A	86,9	83,6 a A	81,7 b A	82,7
16 URS Estampa	64,4 d B	76,8 c A	70,6	61,2 e A	56,6 f B	58,9
17 URS Guara	83,9 b A	87,5 b A	85,7	77,5 b B	92,2 a A	84,9
Media	74,9	85,2		73,2	78,7	

Medias seguidas da mesma letra maiuscula na linha e minuscula na coluna, dentro de cada ano, nao diferem estatisticamente entre si, ao nivel de 5% de significancia pelo teste de Scott-Knott.

Para o ndice de descascamento de graos houve efeito dos locais de cultivo estudados, para o ano de agricola de 2011 (Tabela 4.7), destacando maior ndice de descasque para os graos produzidos em Maua da Serra em relaao aos produzidos em Londrina (Tabela 4.12).

As cultivares responderam de forma diferenciada, com maior descascamento de grãos para a cultivar URS Estampa que apresentou média igual a 72,7%. A cultivar URS FAPA Slava apresentou menor índice de descascamento de grãos em relação as demais cultivares, com média de 61,2%. Floss e Tonin (2004) avaliando cultivares de aveia obtiveram média de descascamento de 71,2%; Floss et al. (2005b), de 73,2%; e, Gatto (2005), de 67,7%. O padrão americano é de no mínimo 74,0% de grãos descascados (GANZMANN; VORWERCK, 1995). Entretanto, este caráter pode variar em função de genótipo, ano de cultivo, clima e tratos culturais (FORSBERG; REEVES, 1995). De acordo com Possa e Floss (2005) o índice de descascamento é uma variável qualitativa para o recebimento de grãos pela indústria.

Tabela 4.12. Valores médios do índice de descascamento de grãos (ID) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	66,8	73,2	70.0 b	63,7 c B	70,9 b A	67.3
2 UPFA Ouro	67,3	67,1	67.2 c	60,0 d B	65,5 c A	62.8
3 URS Taura	70,4	69,7	70.1 b	68,9 a B	71,3 b A	70.1
4 URS Tarimba	66,9	69,1	68.0 c	59,6 d B	64,7 c A	62.2
5 URS Guria	64.0	66,8	65.4 d	59,5 d B	66,3 c A	62.9
6 URS Charrua	67,3	69,7	68.5 c	66,9 b B	70,2 b A	68.6
7 URS Torena	68,6	70,6	69.6 b	64,8 c B	67,4 c A	66.1
8 URS Corona	64.0	64,9	64.5 d	63,3 c B	71,9 a A	67.6
9 URS Fapa Slava	61,5	60,8	61.2 e	50,5 f B	62,2 d A	56.4
10 Brisasul	61,2	65,4	63.3 d	59,0 d B	66,0 c A	62.5
11 FAEM 4 Carlasul	65,8	68,9	67.4 c	66,8 b B	69,1 b A	68.0
12 FAEM 5 Chiarasul	64,0	66,7	65.4 d	61,2 d B	66,8 c A	64.0
13 IAC 7	66,9	67,8	67.4 c	55,1 e B	65,1 c A	60.1
14 IPR Afrodite	67,5	71,7	69.6 b	65,4 c B	72,2 a A	68.8
15 FAEM 6 Dilmasul	61,4	65,6	63.5 d	58,1 d B	66,1 c A	62.1
16 URS Estampa	71,9	73,5	72.7 a	69,9 a A	71,1 b A	70.5
17 URS Guará	68,3	70,3	69.3 b	67,9 b B	73,7 a A	70.8
Média	66,1 B	68,3 A		62,4	68,3	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Para o ano agrícola de 2012, verificou-se interação C x L para o índice de descascamento de grãos. Todas as cultivares, salvo a URS Estampa, produziram grãos com maior índice de descascamento em Mauá da Serra quando comparado a Londrina. As cultivares responderam de forma diferenciada dentro dos locais de cultivo, com maior índice

de descascamento de grãos para as cultivares URS Taura e URS Estampa, cultivadas em Londrina e URS Corona, IPR Afrodite e URS Guará quando cultivadas em Mauá da Serra. A cultivar URS FAPA Slava apresentou menor ndice de descascamento, em relação as demais, em Londrina e Mauá da Serra. Resultado este que pode ter ocorrido em função da alta incidência e severidade da ferrugem da folha sobre a cultivar URS FAPA Slava quando cultivada em Londrina e Mauá da Serra (Tabela 4.6).

Para o rendimento industrial de grãos houve efeito da interação C x L, nos anos agrícolas de 2011 e 2012 (Tabela 4.7).

Em 2011, nas cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Tarimba, URS Guria, Brisasul, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul e URS Estampa os grãos produzidos em Mauá da Serra apresentaram maior rendimento industrial que os oriundos de Londrina (Tabela 4.13). Isso pode ter ocorrido em função do maior ndice de grãos maiores que dois milímetros (Tabela 4.10) e do rendimento de grãos (Tabela 4.11) verificados para Mauá da Serra em relação a Londrina. Apenas na cultivar URS Taura houve maior rendimento industrial quando os grãos foram provenientes de Londrina em relação  Mauá da Serra.  provável que isso tenha ocorrido em função da cultivar URS Taura ter apresentado maior incidência e severidade de ferrugem da folha em Mauá da Serra do que em Londrina no ano de 2011 (Tabela 4.5) causando menor produtividade em Mauá da Serra em relação a Londrina, que por sua vez, influenciou o rendimento industrial de grãos. As cultivares responderam diferencialmente dentro de cada local, com rendimento industrial de grãos superior para as cultivares URS Taura, URS Torena e URS Guará, e, inferior para as cultivares URS FAPA Slava e Brisasul, produzidas em Londrina. Por outro lado, para as cultivares produzidas em Mauá da Serra verificou-se maior e menor rendimento industrial de gros em relação as demais, para as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Tarimba, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite e FAEM 6 Dilmasul, e, URS FAPA Slava, respectivamente.

Em 2012, nas cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Charrua, URS Corona, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite e URS Guará Mauá da Serra proporcionou maior rendimento industrial de gros em relação a Londrina. Já nas cultivares URS Taura, URS Tarimba e URS Estampa Londrina resultou em melhor rendimento industrial quando comparada a Mauá da Serra. Segundo Gatto (2005) o rendimento industrial de grãos pode variar em função de condições ambientais, cultivares, tratos culturais, ano e local de cultivo. Dentro dos locais de cultivo, em Londrina verificou-se maior rendimento industrial de gros para a cultivar URS Taura e em Mauá da Serra para a cultivar URS

Corona. O menor rendimento de grãos tanto para Londrina como para Mauá da Serra foi verificado para a cultivar URS FAPA Slava.

A cultivar URS FAPA Slava apresentou o menor rendimento industrial em todos os locais e anos de cultivo em relação as demais cultivares, possivelmente influenciada por fatores genéticos e ambientais, visto que as demais cultivares analisadas nas mesmas condições se expressaram de forma superior. Verificou-se que essa cultivar apresentou a maior incidência e severidade de ferrugem da folha em relação as demais cultivares em todos os locais de cultivo e anos, exceto em Londrina no ano de 2011 (Tabela 4.6).

Tabela 4.13. Valores médios do rendimento industrial de grãos (RIG) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	2571,6 b B	3693,3 a A	3132,4	1124,8 b B	1756,5 c A	1440,6
2 UPFA Ouro	2646,4 b B	3580,7 a A	3113,5	1666,3 c B	2078,2 c A	1872,2
3 URS Taura	3392,5 a A	2933,7 b B	3163,1	2598,4 a A	1921,3 c B	2259,8
4 URS Tarimba	2833,1 b B	3297,4 a A	3065,2	2083,6 b A	1354,4 d B	1719,0
5 URS Guria	2421,4 b B	2989,9 b A	2705,6	1572,3 c A	1920,6 c A	1746,4
6 URS Charrua	2702,6 b A	2788,1 b A	2745,3	1844,8 c B	2573,9 b A	2209,3
7 URS Torena	3022,1 a A	2995,9 b A	3009,0	2128,6 b A	1949,4 c A	2039,0
8 URS Corona	2787,8 b A	2710,2 b A	2749,0	2201,1 b B	3551,9 a A	2876,5
9 URS Fapa Slava	1368,4 d A	1585,6 d A	1477,0	404,5 e A	258,0 f A	331,2
10 Brisasul	1637,6 d B	3049,6 b A	2343,6	1700,6 c A	1564,1 d A	1632,3
11 FAEM 4 Carlasul	2637,1 b B	3913,9 a A	3275,5	2269,4 b B	2791,4 b A	2530,4
12 FAEM 5 Chiarasul	2405,0 b B	2973,2 b A	2689,1	1588,0 d B	2274,0 c A	1931,0
13 IAC 7	2149,7 c A	2100,7 c A	2125,2	879,0 c A	932,2 e A	905,6
14 IPR Afrodite	2876,8 b B	3617,4 a A	3247,1	1821,5 c B	2894,5 b A	2358,0
15 FAEM 6 Dilmasul	2663,0 b B	3624,6 a A	3143,8	1753,9 c A	2038,2 c A	1896,0
16 URS Estampa	2133,0 c B	2706,9 b A	2419,9	1626,7 c A	752,3 c B	1189,5
17 URS Guará	3053,4 a A	2766,7 b A	2910,0	1795,0 c B	3015,6 b A	2405,3
Média	2547,1	3019,3		1709,3	1978,0	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

A dureza pode ser definida como a dificuldade de desintegração do grão quando sobre eles é exercida uma pressão (POMERANZ, 1987). Para o teste de dureza de grãos (850µm) houve efeito de locais de cultivo e cultivares para o ano agrícola de 2011 (Tabela 4.7). Verificou-se maior dureza para os grãos produzidos em Londrina em relação aos produzidos em Mauá da Serra (Tabela 4.14). De acordo com Stone e Nicolas (1998) a quantidade de proteínas aumenta no grão, principalmente quando ocorrem temperaturas

elevadas durante o período de enchimento de grãos, estando em conformidade com este estudo, já que as temperaturas médias e máximas para a fase de enchimento de grãos foi maior em Londrina em relação a Mauá da Serra (Tabela 4.2).

Tabela 4.14. Valores médios (%) de dureza de grãos considerando o material moído retido na peneira com 850 $\mu$ m (TD 850 $\mu$ m) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	41,3	36,4	38,9 d	43,7 b A	42,3 b A	43,0
2 UPFA Ouro	41,1	35,6	38,4 d	44,0 b A	42,4 b A	43,2
3 URS Taura	43,9	39,7	41,8 c	44,8 b A	44,3 b A	44,6
4 URS Tarimba	35,1	33,1	34,1 e	36,2 d A	33,9 c A	35,1
5 URS Guria	37,8	28,4	33,1 e	36,3 d A	35,5 d A	35,9
6 URS Charrua	37,3	34,2	35,8 d	34,9 d B	39,8 c A	37,4
7 URS Torena	43,8	38,9	41,4 c	40,2 c A	42,3 b A	41,3
8 URS Corona	35,6	32,8	34,2 e	34,2 d B	39,7 c A	37,0
9 URS Fapa Slava	48,6	44,3	46,5 b	50,3 a A	47,8 a A	49,1
10 Brisasul	43,5	40,7	42,1 c	43,4 b A	42,5 b A	43,0
11 FAEM 4 Carlasul	33,6	26,7	30,2 f	33,8 d A	36,1 d A	35,0
12 FAEM 5 Chiarasul	31,0	27,7	29,4 f	36,3 d A	35,3 d A	35,8
13 IAC 7	56,1	50,7	53,4 a	51,2 a A	50,1 a A	50,7
14 IPR Afrodite	35,6	32,6	34,1 e	34,4 d A	34,5 d A	34,5
15 FAEM 6 Dilmasul	34,6	29,2	31,9 f	34,8 d A	36,9 d A	35,9
16 URS Estampa	41,0	43,4	42,2 c	42,8 b A	42,8 b A	42,8
17 URS Guará	35,7	37,2	36,5 d	37,1 d A	39,5 c A	38,3
Média	39,7 A	36,0 B		39,9	40,3	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

A cultivar IAC 7 apresentou maior, e as cultivares FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul menores dureza de grãos (850 $\mu$ m) em relação as demais cultivares (Tabela 4.14). Em trigo, a dureza física do grão é uma característica controlada por fatores genéticos (POMERANZ, 1987) e ambientais como solo, capacidade de retenção de água e época de cultivo (ANJUM; WALKER, 1991). Rossi e Lângaro (2013), não encontraram diferença significativa entre cultivares de aveia branca para a variável dureza de grãos (850 $\mu$ m). Em conformidade com os resultados obtidos, Silveira et al. (2013) e Tessman et al. (2013) relatam que a cultivar IAC 7 apresenta as características mais apreciadas pela indústria, como grão duro, conferindo qualidade ao floco e elevado teor de fibras e proteínas. Gutkoski et al. (2010) concluíram que a cultivar de aveia branca IAC 7 apresentou maior

dureza em relação as demais utilizadas no estudo, sendo classificada como a melhor cultivar em termos de qualidade industrial, principalmente para a produção de flocos.

Para o ano agrícola de 2012, houve influência da interação C x L sobre a dureza de grãos (850 $\mu$ m). As cultivares URS Charrua e URS Corona quando cultivadas em Mauá da Serra produziram grãos com maior dureza em relação à Londrina. Dentro dos locais de cultivo verificou-se que as cultivares URS FAPA Slava e IAC 7 apresentaram maior dureza de grãos em relação as demais, em Londrina e Mauá da Serra. Por outro lado, as cultivares URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, FAEM 5 Chiarasul, IAC 7, IPR Afrodite, FAEM 6 Dilmasul e URS Guará apresentaram menor dureza de grãos, quando cultivadas em Londrina. Para os grãos produzidos em Mauá da Serra verificou-se menor dureza nas cultivares URS Guria, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite e FAEM 6 Dilmasul em relação as demais.

Os grãos das cultivares de aveia branca com maior porcentagem retida na peneira de 250 $\mu$ m e no fundo apresentam menor dureza dos grãos em relação aos demais, pois indica de que os grãos se desintegraram com maior facilidade ao serem moídos, ou que apresentaram menor resistência ao impacto. Ainda assim, cultivares que tiveram maior fração desintegrada de grãos retida na peneira de 250 $\mu$ m, indica maior dureza do que cultivares que tiveram maior fração desintegrada retida no fundo.

Para o teste de dureza (250 $\mu$ m) de grãos houve influência da interação C x L para o ano agrícola 2011 (Tabela 4.7). Entre os locais de cultivo observou-se que em Mauá da Serra as cultivares URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Torena e URS FAPA Slava produziram grãos com menor dureza, em relação à Londrina. Entretanto, em Londrina a cultivar UPFA Ouro produziu grãos menos duros, em relação a Mauá da Serra (Tabela 4.15). As cultivares UPFA Ouro, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul produziram grãos menos duros, e as cultivares URS Taura e URS Tarimba os grãos com maior dureza em relação aos demais em Londrina. Para as cultivares produzidas em Mauá da Serra verificou-se menor dureza para os grãos das cultivares FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul em relação às demais.

No ano agrícola de 2012, verificou-se diferença significativa apenas da cultivar sobre a dureza de grãos (250 $\mu$ m), sendo observado maior fração desintegrada para os grãos das cultivares FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul e FAEM 6 Dilmasul, e, menor para as cultivares URS FAPA Slava, Brisasul e IAC 7, em relação as demais. Rossi e Lângaro (2013), também encontraram diferença significativa entre genótipos de aveia branca para a

variável dureza de grãos (250 $\mu$ m), tendo encontrado média de 24,8% para os cultivares, ou seja, inferior a encontrada neste estudo.

Tabela 4.15. Valores médios de dureza de grãos considerando o material moído retido na peneira com 250 $\mu$ m (TD 250 $\mu$ m) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da Serra	Média	Londrina	Mauá da Serra	Média
1 UPFA Gaudéria	34,8 b A	31,1 b A	33.0	33,7	34,7	34.2 c
2 UPFA Ouro	37,3 a A	32,6 b B	35.0	34,0	34,4	34.2 c
3 URS Taura	21,4 d B	36,3 b A	28.9	34,6	35,4	35.0 c
4 URS Tarimba	24,4 d B	33,9 b A	29.2	33,8	34,4	34.1 c
5 URS Guria	29,6 c B	35,2 b A	32.4	36,7	37,3	37.0 c
6 URS Charrua	27,5 c B	33,6 b A	30.6	35,0	34,3	34.7 c
7 URS Torena	26,4 c B	34,1 b A	30.3	36,6	35,5	36.1 c
8 URS Corona	30,3 c A	33,4 b A	31.9	35,1	34,2	34.7 c
9 URS Fapa Slava	26,9 c B	33,9 b A	30.4	31,1	32,1	31.6 d
10 Brisasul	29,9 c A	34,1 b A	32.0	31,9	34,0	33.0 d
11 FAEM 4 Carlasul	38,9 a A	42,2 a A	40.6	41,9	38,9	40.4 a
12 FAEM 5 Chiarasul	40,3 a A	40,3 a A	40.3	41,3	41,1	41.2 a
13 IAC 7	27,9 c A	28,5 b A	28.2	32,3	32,3	32.3 d
14 IPR Afrodite	33,8 b A	35,3 b A	34.6	36,5	36,5	36.5 c
15 FAEM 6 Dilmasul	38,5 a A	42,8 a A	40.7	40,9	40,9	40.9 a
16 URS Estampa	36,2 b A	35,2 b A	35.7	39,4	36,0	37.7 b
17 URS Guará	30,9 c A	31,2 b A	31.1	35,6	35,2	35.4 c
Média	31,5	34,9		35,9 A	35,7 A	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

O teste de dureza (fundo) foi influenciado pela interao C x L nos anos agrícolas de 2011 e 2012 (Tabela 4.7).

No ano de 2011, os grãos produzidos em Londrina das cultivares URS Taura e URS Tarimba apresentaram maior frao desintegrada de grãos, enquanto o cultivo em Mauá da Serra proporcionou maior frao desintegrada para as cultivares URS Gaudéria e UPFA Ouro (Tabela 4.16). Em Londrina as cultivares URS Tarimba e URS Charrua apresentaram as maiores, e a cultivar FAEM 6 Dilmasul, a menor frao desintegrada, em relao as demais cultivares. Para os grãos produzidos em Mauá da Serra verificou-se maior frao desintegrada de gros para as cultivares UPFA Gaudéria, UPFA Ouro, URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, FAEM 4 Carlasul, FAEM 5 Chiarasul, IPR Afrodite e URS Guará, e menor para as cultivares URS FAPA Slava, IAC 7 e URS Estampa.

Para o ano de 2012, em relação aos locais foi constatado que o cultivo em Londrina das cultivares URS Charrua e URS Corona promoveu a maior fração desintegrada de grãos em relação ao cultivo em Mauá da Serra. Por outro lado, o cultivo em Mauá da Serra das cultivares URS Tarimba e URS Estampa produziram grãos menos duros, em relação aos grãos provenientes de Londrina. As cultivares URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, IPR Afrodite e URS Guará apresentaram a maior, e as cultivares URS FAPA Slava, IAC 7 e URS Estampa as menores frações desintegradas de grãos quando cultivadas em Londrina. Em Mauá da Serra, as cultivares URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Corona, FAEM 4 Carlasul, IPR Afrodite e URS Guará tiveram as maiores, e, as cultivares URS FAPA Slava e IAC 7, as menores frações retidas no fundo das peneiras. Gutkoski et al. (2010) também relataram diferença significativa para a dureza de grãos em cultivares de aveia branca.

Tabela 4.16. Valores médios de dureza de grãos considerando o material retido no fundo (FUNDO) de cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) produzidas nos municípios de Londrina-PR e Mauá da Serra-PR, nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Cultivares	Ano					
	2011			2012		
	Londrina	Mauá da	Média	Londrina	Mauá da	Média
1 UPFA Gaudéria	23,3 d B	32,4 a A	27,9	22,5 b A	23,9 b A	23,2
2 UPFA Ouro	21,5 d B	31,7 a A	26,6	21,9 b A	23,1 b A	22,5
3 URS Taura	33,3 b A	26,9 b B	30,1	20,6 b A	21,2 b A	20,9
4 URS Tarimba	39,9 a A	32,9 a B	36,4	26,6 a B	29,9 a A	28,3
5 URS Guria	35,1 b A	36,3 a A	35,7	27,0 a A	27,6 a A	27,3
6 URS Charrua	36,7 a A	32,0 a A	34,4	30,0 a A	25,8 a B	27,9
7 URS Torena	29,1 c A	26,9 b A	28,0	23,1 b A	22,1 b A	22,6
8 URS Corona	34,2 b A	33,7 a A	34,0	30,6 a A	26,0 a B	28,3
9 URS Fapa Slava	24,4 c A	21,7 c A	23,1	18,5 c A	20,1 c A	19,3
10 Brisasul	26,6 c A	25,2 b A	25,9	24,6 b A	23,4 b A	24,0
11 FAEM 4 Carlasul	27,5 c A	31,0 a A	29,3	23,2 b A	25,0 a A	24,1
12 FAEM 5 Chiarasul	28,6 c A	32,0 a A	30,3	21,9 b A	23,5 b A	22,7
13 IAC 7	15,9 e A	20,0 c A	18,0	16,4 c A	17,6 c A	17,0
14 IPR Afrodite	30,5 b A	32,0 a A	31,3	29,0 a A	28,9 a A	29,0
15 FAEM 6 Dilmasul	26,9 c A	27,9 b A	27,4	24,2 b A	22,2 b A	23,3
16 URS Estampa	22,7 d A	21,4 c A	22,1	17,7 c B	21,2 b A	19,5
17 URS Guará	33,5 b A	31,5 a A	32,5	27,2 a A	25,2 a A	26,2
Média	28,8	29,1		23,8	23,9	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, dentro de cada ano, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

De forma geral, observou-se que os anos agrícolas apresentaram variáveis ambientais contrastantes para cada local de cultivo e influenciaram as respostas das cultivares.

No ano agrícola de 2011 observou-se maiores valores nas características massa de mil grãos, massa do hectolitro, rendimento de grãos, grãos com diâmetro maior que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial em relação ao ano agrícola de 2012, em Londrina e Mauá da Serra. É provável que as diferenças encontradas para os caracteres de qualidade tecnológica entre os anos agrícolas estejam relacionados ao comportamento das cultivares frente às variáveis edafoclimáticas tais como disponibilidade hídrica, umidade relativa do ar, temperatura e radiação solar para as quais há variação a cada ano.

A disponibilidade hídrica nos anos de 2011 e 2012 foi satisfatória da emergência ao florescimento, em ambos locais, exceto para Londrina no ano agrícola de 2011 em que verificou-se a ocorrência de apenas 196mm nesse período. Contudo, para a fase do florescimento a maturação (fase de enchimento de grãos), a disponibilidade hídrica para Londrina e Mauá da Serra no ano de 2011 foi de 34,0 e 80,0 mm, respectivamente, enquanto para o ano agrícola de 2012 a disponibilidade hídrica foi 0,8 mm em Londrina e 6,5 mm em Mauá da Serra. Dessa forma, verifica-se que a oferta hídrica no período de enchimento de grãos foi baixa no ano agrícola de 2012, o que pode ter afetado os caracteres massa de mil grãos, peso hectolitro, rendimento de grãos, grãos com diâmetro maior que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial.

O potencial máximo de produção somente é alcançado quando há suprimento satisfatório de água durante o ciclo da cultura, em função do efeito da água nos tecidos das plantas sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produção. Em situações não ideais, a planta é levada a se adaptar - formação de folhas menores, abortamento de perfilhos, poucas espiguetas – ou a fechar os estômatos reduzindo a perda de água por transpiração. Contudo, isso impede a entrada de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese, resultando em menor rendimento potencial (FORNASIERI FILHO, 2008). Conforme Lawlor & Uprety (1993), a principal causa da perda de produção sob estresse hídrico é a redução na área foliar, em virtude da redução do número e tamanho de folhas, produzindo menores taxas fotossintéticas por unidade de área. Na fase de enchimento de grãos a deficiência hídrica geralmente promove a aceleração do processo de acúmulo de reservas e sua complementação prematura e anormal, originando grãos menos densos, principalmente quando a seca é concomitante à ocorrência de temperaturas elevadas (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Murphy e Frei (1962) a largura do grão de aveia é definida ao longo de toda a fase de maturação, pois é um caráter dependente

do enchimento de grão. Ainda, o excesso hídrico pode ter contribuído para a infecção da ferrugem da folha, que são associadas a efeitos negativos no rendimento de grãos. Segundo Sorrels e Simmons (1992), o rendimento da aveia é maior em regiões com adequada, mas não excessiva, precipitação pluvial.

A umidade relativa do ar em relação ao período de emergência ao florescimento para o ano de 2011 foi 73,0% e 69,7% em Londrina e Mauá da Serra, respectivamente (Tabela 4.2). Para o ano de 2012 a média da umidade relativa em Londrina foi 82,3%, e em Mauá da Serra foi 80,7%. Por outro lado, a umidade relativa verificada no período do florescimento a maturação fisiológica no ano de 2011 e 2012 foi inferior a 65,0% para Londrina e Mauá da Serra (Tabela 4.2). Segundo Floss et al. (2009) a umidade relativa do ar deve ser superior a 70%, para a expressão do máximo potencial de rendimento, pois nessa condição o gradiente entre o potencial energético da água, da folha e do ar baixa, diminuindo a transpiração. Com a menor taxa respiratória, os tecidos encontram-se turgidos, condição esta em que a superfície foliar de absorção de luz é maior, com os estômatos abertos e máxima absorção de gás carbônico. Brinholi (1995) considera que geralmente a umidade relativa abaixo de 70% esta associada a boa produtividade. Entretanto, alta umidade relativa do ar favorece a incidência de patógenos (FLOSS et al., 2009).

Os caracteres massa de mil grãos, peso hectolitro, rendimento de grãos, grãos maiores que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial apresentaram melhor desempenho no ano agrícola de 2011 em relação ao ano de 2012, tanto em Londrina como em Mauá da Serra provavelmente em função da menor umidade relativa do ar verificada na fase de emergência a floração que propiciou menor intensidade e severidade da ferrugem da folha no ano de 2011 em relação ao ano agrícola de 2012 (Tabela 6). O patógeno prejudica a fotossíntese das plantas, o que ocasiona a diminuição do rendimento, na massa de grãos, na massa do hectolitro, no índice de descascamento e maior taxa de quebra de grãos durante o descascamento, acarretando a redução na qualidade industrial, nutricional e no valor do produto (SIMONS, 1975; CRUZ et al., 1999; DOEHLERT e MCMULLEN, 2000; DOEHLERT et al., 2001). Doehlet et al. (2001) concluíram que o principal fator que contribuiu para a interação C x L para rendimento, massa do hectolitro e índice de descascamento foi os diferentes níveis de infecção de ferrugem da folha entre as cultivares de aveia branca. Neste trabalho verificou-se que a cultivar URS Corona parece ser mais resistente a ferrugem da folha, em função da menor infecção em relação as demais cultivares.

Em relação à temperatura no ano de 2011, na fase da emergência ao florescimento as médias da temperatura mínima e média foram inferiores, e a máxima foi superior as observadas para o ano de 2012 em Londrina e Mauá da Serra (Tabela 4.2). Assim a amplitude térmica verificada da emergência ao florescimento no ano de 2011 foi superior à verificada no ano de 2012, tanto em Londrina como em Mauá da Serra. As temperaturas mínima, média e máxima na fase do florescimento a maturação fisiológica foram ligeiramente inferiores no ano agrícola de 2011 em relação ao ano de 2012. Assim como verificado neste estudo, Doehlert et al (2001) verificaram que a produtividade de grãos de aveia branca correlacionou-se positivamente tanto para temperaturas altas e baixas no período de desenvolvimento vegetativo, que pode estar associado ao maior desenvolvimento inicial de plântulas.

Crestani et al. (2010) também verificou que a massa do hectolitro, o índice de grãos maiores que dois milímetros, a massa de cariopse e o índice de descascamento correlacionaram-se positivamente com a amplitude térmica na fase vegetativa. Por outro lado, a massa do hectolitro correlacionou-se negativamente com temperaturas elevadas na fase de enchimento de grãos, isso sugere que temperaturas noturnas elevadas nas etapas finais de enchimento de grãos pode reduzir a sua massa em função da respiração excessiva (DOEHLERT et al., 2001). Trabalhos anteriores também encontraram relação negativa entre temperaturas noturnas elevadas e o rendimento na cultura do milho (DURÃES, 2007). O aumento da temperatura noturna contribui para o aumento da soma térmica, contribuindo para a redução do ciclo da cultura, reduzindo o tempo de exposição do aparato fotossintético da planta à radiação e, conseqüentemente, a quantidade de radiação interceptada, bem como expressão do potencial de produção. Temperaturas noturnas superiores a 24 °C incrementam a respiração, proporcionando um menor saldo de fotoassimilados, com conseqüente redução no rendimento na cultura do milho (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

A radiação solar foi maior no ano agrícola de 2011 na fase de emergência ao florescimento, e menor da fase de florescimento a maturação fisiológica em relação ao ano de 2012, em Londrina e Mauá da Serra (Tabela 4.2). Doehlert et al. (2001) constataram alta correlação positiva entre a radiação solar e a produtividade e concluíram que a fotossíntese pode ter sido o principal fator limitante para o desenvolvimento das plantas de aveia branca em estudo na Dakota do Norte. De acordo com Castro e Kluge (1999) cerca de 90% de carboidratos nos grãos é derivado da fixação de CO<sub>2</sub> posteriormente a antese. Assim, a produção de grãos pode ser relacionada com a duração e a taxa de fotossíntese após a antese. Contudo, a fotossíntese antes da antese pode influenciar a produtividade, pelos seus efeitos

sobre os componentes da capacidade de armazenamento. Segundo McDonald e Copeland (1996) o aumento da luminosidade disponível as plantas contribui para a formação de sementes maiores. Em estudo realizado em Dakota – EUA a massa do hectolitro correlacionou-se positivamente com a radiação solar na fase vegetativa, como verificado neste estudo, sugerindo a importância da fotossíntese no processo de enchimento de grãos.

No ano de 2012 foi verificado maior dureza de grãos em relação ao ano de 2011 (Tabela 3.14). Esse comportamento pode ter ocorrido devido as maiores temperaturas observadas na fase de enchimento de grãos, no ano de 2012 em relação ao ano de 2011 (Tabela 4.2). No trigo, as diferenças de textura do endosperma, que existem entre cultivares são explicadas pelas diferenças na resistência de união entre a superfície dos grãos de amido e da matriz de proteínas no interior das células do endosperma (LILLEMO; MORRIS, 2000). A alta temperatura durante o período de enchimento do grão é indicada como uma das principais causas para o aumento da quantidade de proteína (STONE; NICOLAS, 1998).

Em relação aos locais de cultivo, foi possível observar que na média dos dois anos agrícolas que Mauá da Serra produziu grãos com maior massa, massa do hectolitro (densidade), espessura (grãos com diâmetro maior que dois milímetros), índice de descascamento e rendimento industrial em relação à Londrina. As regiões com maior potencial de rendimento e melhor qualidade industrial no Sul do Brasil, são aquelas localizadas em locais com maior altitude, como por exemplo: a região de Vacaria – RS, Campos Novos – SC, Guarapuava e Mauá da Serra – PR. O maior rendimento e qualidade industrial, ocorrem principalmente em função da maior duração do subperíodo compreendido entre a floração e a maturação, como verificado no presente estudo, proporcionando alta atividade fotossintética, durante o dia, e baixa atividade respiratória, durante a noite, consequência da menor temperatura noturna (FLOSS et al., 2009).

A maior disponibilidade hídrica e a menor temperatura média na fase de enchimento de grãos, além da maior umidade relativa e radiação solar para todo o ciclo da cultura verificada em Mauá da Serra em relação à Londrina são fatores que podem justificar a maior qualidade tecnológica de grãos observadas em Mauá da Serra em Relação a Londrina. É provável que a disponibilidade hídrica, a temperatura, a umidade relativa do ar e a radiação solar proporcionaram maior qualidade tecnológica de grãos pelos mesmos processos fisiológicos já discutidos para justificar as diferenças observadas entre os anos agrícolas.

Outra explicação para a maior qualidade tecnológica de grãos observado em Mauá da Serra em relação à Londrina deve-se ao fato do solo de Mauá da Serra apresentar maior teor de matéria orgânica (Tabela 4.4). A matéria orgânica além de melhorar as

condições físicas do solo, aumentar a infiltração de água, diminuir as perdas por erosão e fornecer nutrientes para as plantas (POTAFOS, 1998), principalmente o nitrogênio (DA ROS, 1996). O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura da aveia. Na planta, participa da constituição da estrutura da clorofila, de enzimas e proteínas, afetando a formação de raízes, a fotossíntese, a produção e translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes (TAIZ & ZIEGER, 2004). Devido à sua condição de constituinte molecular, a aplicação de fertilizantes nitrogenados pode afetar o crescimento da planta, a produção e a qualidade de grãos (DIDONET, 1994). O rendimento de grãos na cultura da aveia branca é incrementado com a maior disponibilidade de nitrogênio (CECCEON, et al., 2004) assim como o rendimento industrial (WAGNER et al., 2009). Contudo, não verificou-se diferença para o rendimento entre os locais de cultivo (Tabela 4.10).

Embora as condições climáticas em Mauá da Serra contribuam para o rendimento mais elevado em relação à Londrina, verificou-se maior incidência e severidade de ferrugem da folha em Mauá da Serra do que em Londrina (Tabela 4.6). Assim, é provável que a maior infecção de ferrugem da folha verificada em Mauá da Serra em relação a Londrina, também tenha prejudicado mais o rendimento potencial de grãos em Mauá da Serra em relação a Londrina. Além disso, em Londrina no ano de 2011 observou-se maior saturação por alumínio e menor pH em relação ao solo de Mauá da Serra (Tabela 4.4) o que também pode ter proporcionado menor massa de mil grãos, peso hectolitro, rendimento de grãos, porcentagem de grãos com diâmetro maior que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial em relação a Mauá da Serra no ano de 2011. O baixo pH do solo aliado à presença de alumínio acarretam menor crescimento de plantas e rendimento de grãos, devido ao alumínio trivalente ( $AL^{3+}$ ) que diminui a disponibilidade de elementos essenciais as plantas como o fósforo e o cálcio, além de causar a morte celular em raízes de genótipos sensíveis (KOCHIAN et al., 2004; ROSSIELO; NETTO, 2006).

Em relação as cultivares verificou-se que a URS FAPA Slava apresentou menor massa de mil grãos, massa do hectolitro, rendimento, grãos com diâmetro maior que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial, em relação as demais cultivares em Londrina e em Mauá da Serra. Esse resultado pode ter ocorrido em função da maior susceptibilidade à ferrugem da folha desta cultivar em relação às demais. De forma geral, a cultivar IAC 7 foi a mais dura, as cultivares URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul foram as menos duras, com destaque para as cultivares URS Tarimba e URS Charrua que apresentaram maior fração desintegrada com granulometria

inferior a 250  $\mu\text{m}$ . Os diferentes constituintes químicos do grão de aveia e suas interações permitem a utilização diferenciada desse cereal pela indústria de alimentos, desde estruturas de pequena granulometria como farinhas, até produtos floculados (SIMIONI et al., 2007).

#### 4.5 CONCLUSÕES

Há interação entre genótipos e locais de cultivo para produtividade e qualidade tecnológica de grãos de aveia branca.

O cultivo em Mauá da Serra resulta em grãos com maior qualidade tecnológica em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca.

As cultivares mais produtivas são a URS Taura e URS Tarimba em Londrina, e a URS Corona e FAEM 4 Carlasul em Mauá da Serra.

A cultivar URS FAPA Slava apresenta menor produtividade e qualidade tecnológica quando cultivada em Londrina e Mauá da Serra em relação às demais.

A cultivar URS Carlasul em Mauá da Serra apresenta maior massa do hectolitro, diâmetro de grãos e rendimento industrial em relação as demais.

A cultivar IAC 7 apresenta maior dureza e as cultivares URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul apresentam menor dureza de grãos.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

ANJUM, F. M.; WALKER, C. E. Review on the significance of starch and protein to wheat kernel hardness. **Journal of Science and Food Agriculture**, v.56, p.1-13, 1991.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, P. J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M. Comparação entre medidas de dissimilaridade e estatística multivariadas como critérios no direcionamento de hibridação de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.4, p. 657-662, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Legislação aplicada à agricultura classificação de produtos vegetais**. Portaria Ministerial n. 191 de 14 de abril de 1975.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRINHOLI, O. **Cultura da aveia (*Avena spp*)**. UNESP: Faculdade de Ciências agrônômicas, Botucatu, 1995. 171 p.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.

CBPA – COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira. 2013.** Disponível em: <  
[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_07\\_09\\_09\\_04\\_53\\_boletim\\_graos\\_junho\\_\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf)>. Acesso em: 4 ago. 2013.

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S.J. Rendimento de grãos de aveiabranca (*Avena sativa*L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1723-1729, 2004.

CRESTANI, M. **Dinâmica de caracteres componentes da produção e da qualidade química e industrial de grãos em aveia branca: interação genótipo vs. ambiente e capacidade combinatória**. 2011. 201 f. Tese (Doutorado em Fitomelhoramento) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

CRESTANI, M.; HAWERROTH, F. J.; NORNBORG, R.; HAGEMANN, T. R.; SILVEIRA, S. F. S.; MEZZALLIRA, I.; WOYANN, L. G.; CERIOLI, M.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Influência do ambiente sobre caracteres de interesse agrônômico em cultivares de aveia branca conduzidas em Capão do Leão-RS, nos anos de 2007, 2008 e 2009. In: **Resultados Experimentais da XXX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2010, São Carlos. São Carlos: Embrapa, 2010. p.140-142.

CRUZ, R. P.; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. K. Severidade da ferrugem da folha e seus efeitos sobre caracteres da panícula de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 543-551, 1999.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 480 p.

CUNHA, M. B. **Comparação de métodos para obtenção do peso de mil sementes de aveia preta e soja**. 2004. 17 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

DA ROS, C.O. & AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, n.1, p.135-140, 1996.

DIDONET, A.D. Revisão sobre aspectos fisiológicos envolvendo qualidade e teor protéico do grão de trigo. In: SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo : Icone, 1994. Cap.15. p.249-255.

DOEHLERT, D. C.; MCMULLEN, M. S. Genotypic and environmental effects of oat milling characteristics and groat hardness. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 77, n. 2, p. 148-154, 2000.

DOEHLERT, D.; MCMULLEN, M. S.; HAMMOND, J. J. Genotypic and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in North Dakota. **Crop Science**. Madison, v.41, p. 1066-1072, 2001.

DURÃES, F. O. M. **Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/limitemilho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/limitemilho/index.htm)>. Acesso em: 08/06/2009.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, UFV: Imp. Univ., 1981. 279 p.

FANCELLI, A. L. & DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 4<sup>a</sup> ed. Piracicaba: Livrocere, 2004, 360 p.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3.ed. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas - EDUFAL, 2000. 422 p.

FLOSS, E. L. Efeito do genótipo, ambiente, anos e controle de moléstias na espessura de grãos de aveia. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 18, 1998, Londrina. Resumos. Londrina, Paraná, 1998. p. 53-54.

FLOSS, E. L.; HAUBERT, S. A.; ZANATTA, F. S. Rendimento corrigido pela qualidade industrial de grãos de aveia – Avenacor. In: **Resultados Experimentais da XXII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2002, Passo Fundo-RS. Passo Fundo: UPF, 2002. p.553-558.

FLOSS, E. L.; TONIN, M. Z. Ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia branca, Passo Fundo, 2003 In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 24, 2004, Pelotas. Resultados Experimentais. Pelotas: UFPEL, 2004. p. 166-175.

FLOSS, E. L.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; SILVA, G. A.; FERRARI, R.; TESSARO, F. Ensaio regional/brasileiro de linhagens de aveia-branca, Passo Fundo 2004. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 25, 2005, Ponta Grossa. Resultados Experimentais. Ponta Grossa: IAPAR, 2005a. p. 388-391.

FLOSS, E. L.; VIEIRA, F. T.; POSSA, F. A.; BIFF, A.; SILVA, G. A. Ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia-branca, Vacaria 2004. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 25, 2005, Ponta Grossa. Resultados Experimentais. Ponta Grossa: IAPAR, 2005b. p. 364 -365.

FLOSS, E. L.; CAIERÃO, E.; CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F. Aveia. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília:INMET, 2009. p. 83-90.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Funep, 2008. 338 p.

FORSBERG, R. A.; REEVES, D. L. R. Agronomy of oats. In: WELCH, R. W. (ed.). **The oat crop**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 222-251.

FRANCISCO, A.; BEBER, R. C.; FULCHER, G.; MEDIN, T.; ALVES, A.C. Estudo comparativo d cultivares de aveia (*Avena sativa* L.) do sul do Brasil: efeito da morfologia do grãos no rendimento industrial. **Acta Científica Venezuelana**, Caracas. v. 53, n.3, p. 195-201, 2002.

GANZMANN, W.; VORWERCK, K. Oat milling, processing and storage. In: WELCH, R. W. (ed.). **The oat crop**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 369-408.

GATTO, LUCIANE. **Dissimilaridade genética e análise de trilha quanto a características físicas e químicas do grão de aveia branca**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 192p, 2000.

GUTKOSKI, L. C.; TEIXEIRA, D. M. F.; DURIGON, A.; GANZER, A. G.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M. Influência dos teores de aveia e gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p. 254-261, Campinas, 2009.

GUTKOSKI, L. C.; MOSSMANN, J.; CEZARE, K.; COLUSSI, R.; LANGARO, N. C.; CHAVARRIA, G. Dureza e a relação com características físicas e químicas do grãos de aveia. **In: XXX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 30, 2010, São Carlos. Anais da XXX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudoeste, 2010. p. 98-101.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 222p. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009/POFpublicacao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/POFpublicacao.pdf). Acesso em: 25 dez 2013.

KOCHIAN, L.V.; HOEKENGA, O.A.; PIÑEROS, M.A. how do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, v.55, p.459-493, 2004.

KOLCHINSKI, M. E. **Eficiência de uso de nitrogênio em cultivares de aveia branca (Avena sativa L.)**.2001. 76 fls. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de pelotas, Pelotas, 2001.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals, illustration of Feekes scale plant. **Phytopathology**, St. Paul, v. 3, p.128-129, 1954.

LAWLOR, D. W.; UPRETY, D. C. Effects of water stress on photosynthesis of crops and the biochemical mechanism. In: ABROL, Y. P.; MOHANTY, P.; GOVINDJE, E. **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity**. New Dehli: Oxford and IBH Publishing Co, 1993. p. 419-449.

LILLEMO, M.; MORRIS, C. F. A leucine to proline mutation in puroindoline b is frequently presente in hard wheats from Northern Europe. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 100, p. 1100-1107, 2000.

LORENCETTI, C.; CARVALHO, F. I. F.; ALMEIDA, J. L.; MARCHIORO, V. S.; BENIN, G.; OLIVEIRA, A. C.; FLOSS, E. L. Implicações da aplicação de fungicida na adaptabilidade e estabilidade de rendimento de grãos em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 693-700, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes**. 12. ed.Piracicaba:Fealq, 2005. 495 p.

MCDONALD, M. B.; COPELAND, L. O. **Seed production – principles and practices**.New York, Chapman & Hall. 749p., 1996.

McMULLEN, M. S. Oats. In: KULP, K.; PONTE Jr, J. G. **Handbook of cereal science and technology**. Marcel Dekker, Inc. New York, p. 127-147. 2000.

DAL MOLIN, V. T. S. **Avaliação química e sensorial do grão da aveia em diferentes formas de processamento**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MURPHY, C.F.; FREY, K.J. Inheritance and heritability of seed weight and its components in oat. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.509-512, 1962.

POMERANZ, Y. **Modern Cereal Science and Technology**. New York: VHC Publishers, 1987. 486p.

POSSA, F. A.; FLOSS, E. L. Influência de anos, locais e fungicida na qualidade industrial de grãos de cultivares de aveia-branca. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 25. Ponta Grossa, 2005. Resultados Experimentais. Ponta Grossa: IAPAR, 2005. p. 275 -279.

POTAFÓS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1998, 177p.

RIZZI, Sabrina Penz. **Caracteres morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de aveia branca**. 2004. 87 fls. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

ROSSIELLO, R. O. P.; NETTO, J. J. **Toxidez de alumínio em plantas: novos enfoques para um velho problema**. In: Fernandes, M. S. (Ed). Nutrição mineral de plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.375-18, 2006.

ROSSI, L.; LÂNGARO, N. C. Características físicas que afetam o desempenho industrial de aveia branca. In: Reunião Brasileira de Pesquisa de Aveia, 33., 2013, Pelotas. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2013. CD-ROM.

SILVEIRA, S. F.; HAWERROTH, M. C.; LUCHE, H. S.; OLIVEIRA, D. C.; SOUSA, R. O.; MAIA, L. C.; OLIVEIRA, A. C. Desempenho de genótipos de aveia branca em resposta ao estresse por alumínio. **Bragantia**, v.72, n.4, p.319-325, 2013.

SIMIONI, D.; WEBBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C. ELIAS, M.; OLIVEIRA, L.; AOSANI, E. Caracterização química de cariopses de aveia branca. **Alimentos e Nutrição**, v.18, p. 191-196, 2007.

SIMONS, M. D. Heritability of field resistance to the oat crown rust fungus. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 65, p. 324-328, 1975.

SORRELS, M. E.; SIMMONS, S. R. Influence of environment on the development and adaptation of oat. In: MARSHALL, H. G.; SORREL, M. E (Eds.). **Oat Science and Technology**. Madison, Wisconsin: American Society of agronomy, 1992. p. 115-163.

STONE, P. J.; NICOLAS, M. E. Comparison of sudden heat stress with gradual exposure to high temperature during grain filling in two wheat varieties differing in heat tolerance. II. Fractional protein accumulation, **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 25, n. 1, p. 1-11, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TESSMANN, E. W.; CRESTANI, M.; SILVA, J. A. G.; SARTORI, J. F.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Desempenho da cultivar IAC 7 para qualidade e rendimento industrial de grãos em distintos ambientes de cultivo. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 33. Pelotas, Resultados Experimentais. Pelotas: FAEM, 2013. CD-ROM.

WAGNER, F. F.; VALENTINI, A. P. F.; BATTISTI, G. K.; ZAMBONATTO, F.; GAVIRAGUI, F; MARTINS, J. A.; SILVA, A. J.; MATTIONI, T.; CRESTANI, M.; KRÜGER, C. A. M. B. BERTO, J. L.; SILVA, J. A. G. Desempenho de componentes da qualidade industrial em aveia pelo emprego de distintas fontes de adubação nitrogenada e da cobertura vegetal remanescente. In: **Resultados Experimentais da XXIX Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2009, Porto Alegre-RS. Porto Alegre: UFRGS, 2009, p. 60-63.

ZAMBONATO, Felipe. **Caracterização fenotípica e genética da resistência parcial à ferrugem da folha em aveia (*Avena sativa* L.)**. 2011. 89 fls. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

Há interação entre genótipos e locais de cultivo para a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca.

Londrina e Mauá da Serra apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie para todas as cultivares avaliadas.

O cultivo em Mauá da Serra resulta em sementes com maior vigor em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca.

A cultivar URS Torena apresenta sementes com menor potencial fisiológico quando cultivadas em Londrina e Mauá da Serra.

Há interação entre cultivares e locais de cultivo para produtividade e qualidade tecnológica de grãos de aveia branca.

O cultivo em Mauá da Serra resulta em grãos com maior qualidade tecnológica em relação à Londrina para a maioria das cultivares de aveia branca.

As cultivares mais produtivas são a URS Taura e URS Tarimba em Londrina, e a URS Corona e FAEM 4 Carlasul em Mauá da Serra.

A cultivar URS FAPA Slava apresenta menor produtividade e qualidade tecnológica quando cultivada em Londrina e Mauá da Serra em relação às demais.

A cultivar URS Carlasul em Mauá da Serra apresenta maior massa do hectolitro, diâmetro de grãos e rendimento industrial em relação às demais.

A cultivar IAC 7 apresenta maior dureza e as cultivares URS Tarimba, URS Charrua, FAEM 4 Carlasul e FAEM 5 Chiarasul apresentam menor dureza de grãos.