

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
DOUTORADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

JULHANA CRISTINA SPONCHIADO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES NA
AVEIA BRANCA**

LAGES, SC

2017

JULHANA CRISTINA SPONCHIADO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES NA
AVEIA BRANCA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal.

Orientador: prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

LAGES, SC

2017

Sponchiado, Julhana Cristina
Estratégias de manejo para altas produtividades na
Aveia branca/ Julhana Cristina Sponchiado
Sponchiado. -2017.

113p. : il. ; 21 cm

Orientador: Clovis Arruda de Souza
Bibliografia: p. 39-42;58-61;75-76;89-90;107-109
Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages,
2017.

1.Avena sativa L. 2.Agricultura. 3. Fisiologia de
plantas. 4.Regulador de crescimento. 5.Filocrono.
6.Nitrogênio. 7.Qualidade de grãos. I.Sponchiado,
Julhana Cristina. II.Souza, Clovis Arruda de.
III.Universidade do Estado de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV.
Estratégias de manejo para altas produtividades na
Aveia branca.

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

JULHANA CRISTINA SPONCHIADO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES NA
AVEIA BRANCA**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador: _____
Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Prof. Dr. Luis Sangoi
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Prof. Dr. Fabio Nascimento da Silva
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Dra. Maraisa Crestani Hawerth
Epagri

Membro: _____
Prof. Dra. Nádia Canali Lângaro
Universidade de Passo Fundo

Lages-SC, 16/02/2017

Aos meus pais **Rosi e Benhur**, que, com muito amor, me mostraram os diferentes caminhos da vida, dando-me apoio e liberdade para seguir aqueles que escolhi.

AGRADECIMENTOS

Estou em dívida com um grande número de pessoas que gentilmente cederam seu tempo e experiência, forneceram informações e ofereceram apoio durante a execução dos experimentos e escrita desta tese.

Agradeço particularmente ao Dr. Clovis Arruda de Souza orientador, pelo valioso ensino, apoio, incentivo e eterno entusiasmo na busca do conhecimento.

Agradeço aos funcionários e professores da Universidade do Estado de Santa Catarina que sempre, prontamente responderam aos meus pedidos de informações.

Compartilho minha gratidão com colegas, amigos que percorreram comigo este caminho, que me receberam e proporcionaram tantos e inesquecíveis momentos de alegria.

Finalmente agradeço de forma especial aos meus pais, irmãos e noivo, Rosi, Benhur, Mariana, Mateus e Nelson, que sempre me ofereceram apoio aos meus esforços.

Tive sorte de encontrar, neste longo caminho, pessoas que tornaram a busca do conhecimento o caminho de uma vida. Assim agradeço.

“Assim como a semente traça a forma e o destino da árvore, os teus próprios desejos é que te configuram a vida”

Emmanuel

APRESENTAÇÃO

Este trabalho representa o interesse pessoal, do grupo de pesquisa e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UDESC sobre a cultura da aveia branca. No Estado de Santa Catarina, a aveia apresenta elevado potencial de produção de sementes e grãos com alta qualidade, em uma grande área, devido às condições edafoclimáticas favoráveis, especialmente na região do planalto do estado. O crescimento da importância econômica desse cereal desafia a pesquisa no que diz respeito ao desenvolvimento permanente de novas cultivares e o desenvolvimento de tecnologias de manejo da cultura que possibilitem alta produtividade associada a qualidade industrial e nutritiva adequada. Desta maneira, as informações geradas neste trabalho buscam identificar as respostas apresentadas pela cultura a diferentes estímulos externos, para manejar adequadamente todos os tratos culturais durante o ciclo produtivo da cultura. A tese está composta por quatro capítulos, conforme abaixo:

O capítulo I aborda os efeitos do regulador vegetal etil-trinexapac, em diferentes densidades de semeadura sobre o crescimento, qualidade industrial, produtividade e acamamento na cultura da aveia branca.

O capítulo II caracteriza a influência de diferentes épocas e doses de adubação nitrogenada (N) sobre a produção e qualidade industrial de grãos de duas cultivares de aveia branca.

O capítulo III descreve a temperatura base (T_b) para a emissão de folhas e o filocrono para diferentes cultivares de aveia branca.

O capítulo IV apresenta os resultados do ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca, desenvolvido pela UDESC. O ensaio acontece em uma parceria entre universidades, instituições de pesquisa, além de instituições de extensão, assistência técnica, cooperativas, produtores, indústrias e órgãos governamentais envolvidos com o desenvolvimento da cultura da aveia no Brasil e que fazem parte da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Este projeto foi financiado, através de uma bolsa de doutorado, pelo Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES, pelo Programa de Apoio a Pesquisa. – PROAP/CAPES e pela parceria FAPESC/UDESC/PAP (Programa de Apoio a Pesquisa); todos diretamente ou indiretamente ligados a fomentos de pesquisa do governo do Estado de Santa Catarina.

RESUMO

SPONCHIADO, Julhana Cristina. **Estratégias de manejo para altas produtividades na aveia branca**. 2017. 91 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal – Área: Fisiologia e Manejo de Plantas) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2017.

As estratégias de manejo das culturas agrícolas devem ser apropriadas para explorar ao máximo potencial genético de uma cultivar em uma determinada condição edafoclimática, levando em consideração aspectos econômicos e a sustentabilidade do sistema de produção. As ações de manejo integra a adoção de determinadas práticas como densidade de semeadura, uso de regulador de crescimento, fungicida e adubação nitrogenada em cobertura. Objetivou-se com este avaliar o desempenho de cultivares de aveia branca sob diferentes estratégias de manejo e caracterizar o desenvolvimento considerando diferentes épocas de semeadura através da identificação do filocrono. Foram realizados quatro experimentos conduzidos no Centro de Ciências Agroveterinárias, na Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC) em Lages/SC nos anos 2014 e 2015. No primeiro experimento identificou-se os efeitos do regulador de crescimento vegetal etil-trinexapac, em diferentes densidades de semeadura e dose de aplicação mais adequada visando a redução da altura da planta e do acamamento, bem como a interferência destes nos componentes de produção, rendimento de grãos e qualidade industrial de grãos. No segundo experimento determinou-se o efeito de diferentes épocas e doses de adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade industrial e composição química dos grãos. No terceiro estimou-se a temperatura base e o filocrono para diferentes cultivares de aveia branca. No quarto experimento avaliou-se o desempenho agrônomo e a qualidade industrial de cultivares de aveia branca, com e sem a aplicação de fungicida, recomendadas pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, no ambiente de Lages (SC) nos anos de 2014 e 2015. As evidências teóricas e experimentais sugeriram que novos avanços na produtividade e qualidade de grãos de aveia branca puderam ser conseguidos, tendo-se como foco o aperfeiçoamento das práticas de manejo da cultura. O uso de regulador de crescimento, controle da adubação nitrogenada e adequação da densidade e época de semeadura das cultivares à região produtora foram requisitos para que as plantas se traduzissem em maior produtividade e qualidade de grãos. Constatou-se que o aumento na densidade de semeadura promoveu incremento na produtividade de grãos de aveia branca e que o regulador de crescimento etil-trinexapac reduziu a altura de plantas e acamamento. As cultivares de aveia branca responderam de forma diferente à adubação nitrogenada. O parcelamento da adubação de cobertura em duas aplicações de N, 50% no início do alongamento do colmo e 50% no emborrachamento, favoreceu maior produtividade teor de proteína dos grãos. O filocrono da aveia branca variou com a época de semeadura em resposta à diferenças de temperatura e com a cultivar, sendo que as cultivares mais precoces têm menor filocrono do que as tardias. As cultivares de aveia branca avaliadas no planalto catarinense apresentaram diferenças na altura de plantas e atributos de qualidade industrial e a estratégia do uso de fungicida na cultura determinou ganho em produtividade de grãos e sobre os caracteres ligados às variáveis de interesse industrial, porém de forma dependente da cultivar e ano de cultivo.

Palavras-chave: *Avena sativa*. Agricultura. Fisiologia de plantas. Regulador de crescimento. Filocrono. Nitrogênio. Qualidade grãos.

ABSTRACT

SPONCHIADO, Julhana Cristina. **Management strategies for high productivity in white oats**. 2017. 91 p. Thesis (Doctorate in Plant Production – Area: Plant Physiology and Management) – Santa Catarina State University. Post-Graduation Program in Plant Production, Lages, 2016.

The crop management strategies were used to explore the maximum genetic potential of a cultivar in a given edaphoclimatic condition, leading to economic accounting and sustainability of the production system. The management actions integrate the adoption of potential practices such as sowing density, use of growth regulator, fungicide and nitrogen fertilization in coverage. The objective of this work was to evaluate the performance of white oat cultivars in different management strategies and characterize the development considering different sowing times through phyllochron identification. The project consists of four experiments conducted at the “Centro de Ciências Agroveterinárias” of the Santa Catarina State University (CAV/UFSC) in Lages/SC in the 2014 and 2015 growing seasons. In the first experiment we identified the effects of plant growth regulator Ethyl-Trinexapac at different sowing densities and the most suitable application dose aiming at reducing plant height and lodging, as well as interference in our production components, grain yield and grain quality. In the second experiment the effect of different seasons and doses of nitrogen fertilization on a production and industrial and chemical quality of the grains was determined. In the third it was estimated a temperature and phyllochron basis for different cultivars of white oats. In the fourth experiment the agronomic performance and industrial quality of white oat cultivars, with and without fungicide application, recommended by the Brazilian Oats Research Committee, Lages (SC) environment in the 2014 and 2015 seasons were evaluated. As theoretical evidence and experimental results suggest that new advances in productivity and quality of white oat grains could be achieved, focusing on the improvement of crop management practices. The use of growth regulator, control of nitrogen fertilization and the suite plant density and time of sowing of the cultivars pointed to plants to translate into higher productivity and grain quality. It was verified that the increase in sowing density promoted greater yield of white oat grains and that the ethyl-trinexapac growth regulator reduced plant height and lodging. As white oat cultivars responded differently to nitrogen fertilization. The application of fertilization in two applications of N, 50% at the beginning of the elongation of the stem and 50% in the booting, favored a higher grain yield. The phyllochron of white oats varied with a sowing season in response to temperature temperatures and with a cultivar, and as earlier cultivars have a lower phyllochron than late ones. The white oats when cropped with no fungicide application at Santa Catarina plateau presented differences in plant height and quality of industrial products and strategy of use of fungicide in culture determined gain in grain yield and on the characters linked to variables of industrial interest, but in a way dependent on cultivar and crop year of cultivation.

Keywords: *Avena sativa*. Agriculture. Physiology of plants. Growth regulator. Phyllochron. Nitrogen. Grains quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Dados de precipitação pluvial (mm acumulado mês⁻¹), temperatura média diária (°C) e normal climatológica 1961- 1990 ocorridas durante os meses de maio a dezembro de 2014 e 2015. Lages-SC.....46
- Figura 2 - Desempenho de cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura e submetida a diferentes doses de etil-trinexapac (ET): (A) altura de planta; (B) acamamento; (C) produtividade de grãos; (D) porcentagem de grãos >2 mm; (E) percentual de descasque. Lages-SC, 2014 e 2015.....52
- Figura 3 - Comprimento dos entrenós (cm) de aveia branca submetida a diferentes doses de etil-trinexapac nos anos 2014 (A) e 2015 (B). Lages-SC.....54
- Figura 4 - Acamamento (A) e porcentagem de grãos maiores que 2 mm (B) das cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.....69
- Figura 5 - Conteúdo de Proteína em grãos das cultivares de aveia branca URS Guria (A), URS Brava (B), aplicadas no estágio 31 de Zadoks e médias das cultivares (C) em dose única ou parcelada sob quatro doses de nitrogênio. Lages-SC, 2014.....73
- Figura 6 - Valores diários da temperatura média do ar e de precipitação acumulada mensal, durante o período de emissão de folhas nas 9 épocas de semeadura. Lages, SC, 2014.....83
- Figura 7 - Relação entre o número de folhas acumuladas na haste principal (NF) e a soma térmica acumulada a partir da emergência (STa) utilizada para a estimativa do filocrono das cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite no ano agrícola 2014. Lages, SC, 2014.....84
- Figura 8 - Determinação da temperatura-base em nove datas de semeadura, pelo método da menor variabilidade, para as cultivares de aveia branca UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite. Lages, SC, 2014.....86
- Figura 9 - Valores de filocrono (°C dia folha⁻¹) com base no número de folhas expandidas (NF) de aveia branca, em nove datas de semeadura, efeito simples de cultivar, desdobramento das cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite. Lages, SC, 2014.....87
- Figura 10 - Dados de precipitação pluvial (mm acumulado mês⁻¹), temperatura média diária (° C) e normal climatológica 1961- 1990 ocorridas durante os meses de maio a dezembro em 2014 e 2015. Lages-SC.....97
- Figura 11 - Altura de planta (A) e massa de mil grãos (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2014 com e sem aplicação de fungicida.....101
- Figura 12 - Porcentagem de grãos >2 mm (A) e índice de descasque (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2014 com e sem aplicação de fungicida.....102

- Figura 13 - Altura de planta (A) e acamamento (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2015 com e sem aplicação de fungicida.....104
- Figura 14 - Massa de mil grãos (A) e massa hectolétrica (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2015 com e sem aplicação de fungicida.....107
- Figura 15 - Porcentagem de grãos >2 mm (A) e índice de descasque (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2015 com e sem aplicação de fungicida.....108

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Análise de variância para os caracteres altura de planta (AP), percentagem de acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), percentagem de grãos >2 mm (G>2), e índice de descasque (ID) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2014.....49
- Tabela 2- Análise de variância para os caracteres número de panículas por m² (NPM), número de espiguetas por panícula (NEP) e número de grãos por espiguetas (NGE) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2015.....50
- Tabela 3- Análise de variância para os caracteres altura de planta (AP), percentagem de acamamento (AC), rendimento de grãos (RG), massa de mil grãos (MMG), peso do hectolitro (PH), percentagem de grãos >2 mm (G>2), e índice de descasque (ID) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento Etil-Trinexapac. Lages, SC, 2015.....51
- Tabela 4- Altura de planta (AP), percentagem de acamamento (AC), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), percentagem de grãos >2 mm (G>2), índice de descasque (ID), número de panículas por m² (NPM), número de espiguetas por panícula (NEP) e número de grãos por espiguetas (NGE) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2014.....55
- Tabela 5- Altura de planta (AP), percentagem de acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), percentagem de grãos >2 mm (G>2), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), índice de descasque (ID), número de panículas por m² (NPM), número de espiguetas por panícula (NEP) e número de grãos por espiguetas (NGE) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2015.....56
- Tabela 6- Propriedades químicas do solo utilizado no experimento. Lages-SC.....64
- Tabela 7- Análise de variância da altura de planta (AP), acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), percentagem de grãos maiores que 2 mm (G>2), número de espiguetas por panícula (NEP), número de grãos por espiguetas (NGE) e proteína bruta nos grãos (PB) nas cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.....67

Tabela 8-	Médias da altura de planta (AP), acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), número de espiguetas por panícula (NEP) das cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014...68
Tabela 9-	Médias da altura de planta (AP), acamamento (ACA), massa hectolétrica (PH), número de espiguetas por panícula (NEP) e proteína bruta nos grãos (PB) das cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.....68
Tabela 10-	Resumo da análise de variância do filocrono de aveia branca, em nove datas de semeadura, cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite. Lages, SC, 2014.....83
Tabela 11-	Entidade responsável e cultivares de aveia branca utilizadas nos experimentos em Lages-SC, safras 2014 e 2015.....98
Tabela 12-	Resumo da análise de variância para os caracteres: altura de plantas (AP), acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), Porcentagem de Grãos >2 mm (G>2) e índice de descasque (ID) referentes ao Ensaio Brasileiro de Cultivares de Aveia Branca, em Lages SC, safra 2014.....100
Tabela 13-	Resumo da análise de variância para os caracteres: altura de plantas (AP), acamamento (ACA), Produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2) e índice de descasque (ID) referentes ao Ensaio Brasileiro de Cultivares de Aveia Branca, em Lages SC, safra 2015.....103
Tabela 14-	Média das cultivares de aveia branca com e sem aplicação de fungicida para os caracteres: altura de plantas (AP), acamamento (ACA), rendimento de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2) e índice de descasque (ID) em Lages SC, safra 2015.....105

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%	Porcentagem
*	Significante a 5% de probabilidade
**	Significante a 1% de probabilidade
'	Minuto
>	Maior
ACA	Acamamento
ANOVA	Análise de Variância
AP	Altura de planta
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CBPA	Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia
Cfb	Clima subtropical úmido mesotérmico (classificação de Koeppen)
cm	Centímetro(s)
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento (
CV	Coefficiente de Variação
dm ⁻³	Decímetro cúbico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ET	Etil-trinexapac
FAOSTAT	Estatísticas da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
g	Gramas
GL	Graus de liberdade
ha	Hectare
hl	Hectolitro
i.a.	Ingrediente ativo
IA	Índice de Acamamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Índice de descasque
K	Potássio
K ₂ O	Óxido de Potássio
kg	Quilo
L	Litros
lb	Libras
m	Metro(s)
m ⁻²	Metro quadrado
mg	Miligrama(s)
mm	Milímetro(s)
MMG	Massa de mil grãos
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
NEP	Número de espiguetas por panícula
NGE	Número de grãos por espiguetas
NPM	Número de panículas por metro quadrado
ns	Não significativo ao nível de 5% de probabilidade
°C	Grau(s) Celsius
°	Graus
O	Oxigênio
P	Fósforo

PG	Produtividade de grãos
PG> ou G>2	Porcentagem de grãos com diâmetro transversal maior que 2 mm
PH	Massa hectolétrica
pH	Potencial hidrogeniônico
Pol	Polegadas
R ²	Coefficiente de determinação
S	Sul
SC	Estado de Santa Catarina
t	Tonela(s)
UR	Umidade Relativa
W	Oeste
\bar{x}	Média

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	33
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	34
1.1.1	Considerações gerais sobre a cultura da aveia branca.....	34
1.1.2	Reguladores de crescimento.....	35
1.1.3	Adubação nitrogenada.....	36
1.1.4	Fatores ligados a densidade de semeadura.....	37
1.2	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
2	EFEITO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO EM CULTIVARES DE AVEIA BRANCA SUBMETIDAS A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA .	39
2.1	RESUMO	43
2.2	INTRODUÇÃO.....	43
2.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
2.5	CONCLUSÕES.....	48
2.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
3	PARCELAMENTO TARDIO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA EM CULTIVARES DE AVEIA BRANCA	62
3.1	RESUMO	62
3.2	INTRODUÇÃO.....	63
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.5	CONCLUSÕES.....	74
3.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
4	TEMPERATURA BASE PARA APARECIMENTO DE FOLHAS E FILOCRONODE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA EM FUNÇÃO DE ÉPOCA DE SEMEADURA.....	78
4.1	RESUMO	78
4.2	INTRODUÇÃO.....	79
4.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	80
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	82

4.5	CONCLUSÕES.....	89
4.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
5	DESEMPENHO AGRONÔMICO E POTENCIAL INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA, NO PLANALTO CATARINENSE.....	92
5.1	RESUMO	92
5.2	INTRODUÇÃO.....	93
5.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	96
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
5.4.1	Safra 2014.....	99
5.4.2	Safra 2015.....	103
5.5	Conclusões.....	108
5.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	112

1 INTRODUÇÃO GERAL

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é considerada uma espécie de múltiplos propósitos. Os grãos ricos em proteína e fibras são destinados à alimentação humana e animal e, a planta inteira, de excelente valor nutricional é comumente empregada na elaboração de pastagens, feno e ensilagem. Trata-se de uma gramínea utilizada como alternativa às culturas do trigo, cevada e triticale, sendo estas, exclusivamente para a produção de grãos. A aveia branca, além do grão destinado à indústria, apresenta elevada produção de matéria seca, fator importante no sistema de plantio direto como manutenção da palhada para a cobertura do solo. O plantio de aveia branca alcança diversas regiões do território nacional, podendo ser cultivado em diferentes sistemas de produção.

Atualmente, o melhoramento genético da aveia busca o desenvolvimento de genótipos superiores àqueles existentes no mercado e que expressem elevado rendimento de grãos e com qualidade industrial. Com contínuo melhoramento genético da cultura da aveia tem-se modificado, significativamente, a arquitetura de planta através de redução na estatura e na área foliar, entre outras características. Essas mudanças podem alterar a resposta das cultivares as técnicas de manejo. O uso de técnicas adequadas, como prática corrente na produção agrícola, tem recebido, através do tempo, reconhecimento acentuado do ponto de vista técnico como um dos meios indispensáveis ao desenvolvimento de agricultura estável.

O manejo cultural deve ser apropriado para explorar ao máximo o potencial genético de uma cultivar em uma determinada condição edafoclimática, levando em consideração aspectos econômicos e a sustentabilidade do sistema de produção. O interesse em maximizar a produtividade de aveia branca tem estimulado o uso de manejo intensivo nessa cultura. As ações de manejo integra a adoção de determinadas práticas, como época de semeadura, espaçamento e densidade de semeadura adequados, aumento do nível de fertilidade do solo e controle de doenças, insetos e do acamamento de plantas. Sendo assim, experimentos que avaliem a capacidade produtiva e qualidade dos grãos de aveia branca por meio das respostas aos manejos testados, possibilitam recomendações de manejo que garantem produtividade ao sistema e qualidade dos grãos produzidos.

Com base no exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar e entender o desempenho agrônomico e potencial industrial de cultivares de aveia branca sob diferentes estratégias de manejo e caracterizar o desenvolvimento considerando diferentes épocas de semeadura através da identificação do filocrono.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Considerações gerais sobre a cultura da aveia branca

A aveia branca, *Avena sativa* L. pertence à família Poaceae, subfamília Poideae, tribo Avenae e gênero *Avena* (FEDERIZZI et al., 1999). Existem evidências de que a aveia branca tenha como centro de origem a Ásia e o Oriente Médio, sendo essa em um primeiro momento considerada como uma planta daninha em lavouras de trigo (*Triticum* sp.) e cevada (*Hordeum* sp.) (COFFMAN, 1961; VAUGHAN et al., 1997). No Brasil, a aveia foi introduzida pelos descobridores e imigrantes europeus no século XVI, e só após muitos anos passou a ser uma cultura de interesse econômico para os agricultores (TAVARES et al., 1993).

A aveia é classificada como a sétima colocada na produção mundial de cereais, de acordo com as estatísticas de produções do ano de 2014, atrás do milho, arroz, trigo, cevada, sorgo e milheto (FAOSTAT, 2014). Na safra de 2014, a área mundial colhida com aveia foi de 9,5 milhões de ha, com uma produtividade média mundial de 2368 kg ha⁻¹. A produção mundial foi cerca de 22 milhões de toneladas, sendo que a Rússia foi o maior produtor mundial com 4,03 milhões de toneladas, seguido pelo Canadá (2,67 milhões t), Polônia (1,47 milhões t), Austrália (1,26 milhões t) e Finlândia (1,07 milhões t). Por outro lado, o Brasil ficou em décimo quinto colocado no ranking mundial de produção de aveia, com produção de 431 mil t (FAOST, 2014).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), a produção brasileira de aveia em grão, na safra 2016, ocupou uma área de aproximadamente 291 mil ha. Os principais estados produtores são Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A produtividade média do país foi de aproximadamente 2840 kg ha⁻¹ na safra 2015. Ainda nesta safra, segundo levantamento do IBGE, o estado de Santa Catarina apresentou uma produção de 18 mil toneladas e produtividade média de 1062 kg ha⁻¹ (IBGE, 2015).

A aveia branca se destaca como importante alternativa para compor o sistema de rotação de culturas no sistema de plantio direto. Pode ser explorada comercialmente por meio da produção de grãos, formação de pastagens de inverno e primavera, elaboração de feno ou silagem e cobertura verde/morta do solo (GOELLNER; FLOSS, 2001).

No Brasil, no final dos anos 1970 a produtividade média de grãos de aveia branca era de 1.000 Kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2012), já na safra 2016, a produtividade média foi de 2840 Kg ha⁻¹. Entretanto, a cultura possui um elevado potencial genético, podendo ultrapassar 4,5 t ha⁻¹ de grãos (IORCZESKI et al., 2008). Isso motiva o desenvolvimento de novas estratégias e a

adequação de práticas rotineiras de manejo para diminuir a lacuna existente entre a produtividade média de grãos alcançada e o potencial que pode ser obtido. Considerável progresso tem sido obtido no aumento da produtividade média de grãos, assim como, em outros caracteres agronômicos desde a implantação dos programas de melhoramento genético de aveia branca no sul do Brasil, promovendo (BARBOSA NETO, 1999). Atualmente 20 cultivares de aveia branca desenvolvidas no Brasil estão inscritas junto as Registro Nacional de Cultivares (RNC) no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017).

1.1.2 Reguladores de Crescimento

A descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias têm contribuído para solucionar problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (CASTRO e VIEIRA, 2001). Seus efeitos fisiológicos têm sido estudados visando o avanço no conhecimento da ação estimulatória ou inibitória no crescimento e desenvolvimento das plantas (MARTINS e CASTRO, 1999).

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas (LAMAS, 2001). Os reguladores atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas (RODRIGUES et al., 2003). Eles se ligam a receptores na planta e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos. Os reguladores que reduzem a estatura de plantas são antagonistas às giberelinas e agem modificando seu o metabolismo.

A descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre plantas cultivadas e os benefícios promovidos por estas substâncias têm contribuído para solucionar problemas associados ao sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (CASTRO; VIEIRA, 2001). Esses compostos atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas (BERTI et al., 2007). Castro (2006) considera que aplicações agrícolas de biorreguladores são ferramentas que compõem estratégias para maximizar a produtividade de algumas plantas cultivadas que já atingiram, no Brasil, estágios de evolução que exigem elevado nível técnico de cultivo, a exemplo o trigo (ESPÍNDULA et al., 2010), arroz (NASCIMENTO et al., 2009), cana de açúcar (CORREIA; LEITE, 2011) e soja (SOUZA et al., 2013).

No início da década passada (2002), foi lançado no mercado brasileiro o etil-trinexapac (comercializado com o nome Moddus), que é um regulador com forte ação na inibição da alongação dos entrenós, o qual reduz a altura da planta e evita, dessa forma, o acamamento e perdas na produtividade associadas a esse fenômeno (RODRIGUES et al., 2003). O etil-trinexapac é um redutor de crescimento usado em cereais de inverno, com ação anti-acamamento, visto que age no balanço do ácido giberélico, promovendo a redução no crescimento das plantas (HECKMAN et al., 2002). Reguladores vegetais classificados como retardantes de crescimento afetam a formação de células e o alongamento do internódio abaixo do meristema apical, assim, plantas com entrenós curtos são obtidas com o desenvolvimento de flores normais.

No Brasil, o trinexapac-ethyl está registrado no MAPA para uso nas culturas de trigo, cevada e cana-de-açúcar (AGROFIT, 2017). Embora haja escassez de informações científicas sobre os efeitos do uso de reguladores de crescimento na cultura da aveia-branca, essa prática pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos negativos do acamamento de plantas nessa cultura (HAWERROTH et al., 2015).

1.1.3 Adubação nitrogenada

Considerado um dos mais importantes elementos para os organismos vivos, o nitrogênio age na formação de ácidos nucléicos (DNA e RNA), na formação de enzimas, aminoácidos e proteínas. Atuante no processo de fotossíntese, também mantém ação sobre a clorofila e tem efeito na diferenciação de tecidos e na emissão de estruturas vegetativas e reprodutivas, como gemas floríferas, frutíferas, afilhos e folhas. É absorvido pelas raízes na forma de nitrato e amônio (MALAVOLTA; MORAES, 2007).

A disponibilidade de nutrientes, como o nitrogênio (N), que é um importante nutriente para o crescimento dos tecidos e constituição de proteínas, é uma prática fundamental para o desenvolvimento adequado dos cereais. O N é um macronutriente essencial ao desenvolvimento vegetal e se coloca como aquele requerido em maiores quantidades. O N exerce forte influência no crescimento e no desenvolvimento de plantas de aveia em estádios iniciais (MUNDSTOCK; BREDEMEIER, 2001), podendo estimular a maior emissão de afilhos. Além disso, o manejo do nitrogênio tem sido uma das práticas agrícolas mais estudadas no sentido de melhorar a sua eficiência de uso, pré-requisito para diminuir os custos de produção, para a proteção ambiental e para o aumento na produtividade das culturas (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2002).

O aumento da produtividade de grãos depende, entre outros fatores, da eficiência da absorção de nitrogênio e sua translocação para os grãos, onde ocorrerá a formação de compostos de reserva. O aumento no aproveitamento da adubação nitrogenada pode ser obtido por vários meios, dentre eles destaca-se a utilização de doses e épocas adequadas (MALAVOLTA, 2006). A época correta de aplicação do nitrogênio é fundamental para incrementar a produtividade de grãos, pois aplicações muito precoces ou muito tardias podem ser pouco aproveitadas pelas plantas (SILVA et al., 2005). Outra estratégia de manejo do N é a aplicação na fase reprodutiva da cultura, com a finalidade de aumentar a qualidade dos grãos. Estudos relatam que teores de proteína e nutrientes nos grãos aumentaram com as doses de N em milho (FERREIRA et al., 2001), trigo (TRIBOI et al., 2000) e arroz (FEI et al., 2007). Fan et al. (2009) observaram que um maior nível de nitrogênio aumentou a produção de grãos de aveia por planta, massa de mil grãos, e também as concentrações de proteína e β -glucana nos grãos.

1.1.4 Fatores ligados a densidade de semeadura

O estabelecimento de estratégias que vise o aumento da produtividade de espécies produtoras de grãos é cada vez mais solicitada e tem por objetivo abranger o maior aproveitamento da área agrícola ou das condições de campo, onde genótipos devem interagir de forma benéfica com diferentes situações de ambiente e de manejo, ou seja, é necessário desenvolver e identificar fatores que maximizem o aproveitamento de estímulos específicos de ambiente (BENIN et al., 2005), com resposta sobre o rendimento de grãos. Vários estudos vêm sendo realizados para a manipulação de plantas com a finalidade de encontrar uma densidade adequada para maximizar o rendimento de grão de diversas culturas.

Pequenas alterações na população podem alterar significativamente a produtividade final (SILVA et al., 2006). Estudos realizados por Silva et al (2012) concluíram que a máxima produtividade de grãos entre os genótipos de aveia branca de estatura e ciclo mais reduzidos foram obtidos com uma densidade de semeadura ajustada em 550 sementes m^{-2} , superior a recomendação técnica da espécie, que fica ao redor de 300-350 plantas m^{-2} (RCBPA, 2016). A elevação na densidade populacional é uma alternativa para incrementar a produtividade da cultura da aveia branca, entretanto, a utilização de densidades excessivas fomenta maior competição por luz, estimula a dominância apical do pedúnculo da panícula, ocasiona o estiolamento da planta e a redução do diâmetro de colmo (CASTRO; KLUGE; SESTARI, 2008).

O contínuo melhoramento genético da aveia tem modificado significativamente a arquitetura de planta através de redução na estatura e área foliar, entre outras características. Com o avanço das evoluções genéticas de diversas variedades produtoras de grãos, sugere-se uma nova densidade de semeadura mais ajustada para o atual biótipo, adotado comercialmente, com um padrão de serem de ciclo curto e estatura reduzida (CRESTANI et al., 2011).

No entanto, o uso de uma densidade muito elevada favorece riscos de perdas por acamamento e aumento no custo de produção. O acamamento é um dos fatores que pode limitar a produção de grãos de aveia branca de modo expressivo, dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre. Em situações que reportam de favorecimento de acamamento o uso de redutores de crescimento vêm sendo utilizado como uma solução eficiente, evitando perdas na produção de grãos (HAWERROT et al., 2015; KASPARY et al., 2015).

1.1.5 Filocrono

Entre os fatores ecológicos que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da planta está a temperatura do ar, que interfere em diferentes processos biológicos incluindo a taxa de emissão de folhas. A medida ou a estimativa da emissão de folhas é importante, porque permite a obtenção do número de folhas acumulado no colmo, que é uma excelente medida de tempo fisiológico, e está associada ao momento de ocorrência de estágios de desenvolvimento e ao início da ramificação em diversas espécies vegetais (STRECK et al., 2002). Uma das maneiras usadas para calcular o número de folhas em modelos matemáticos é pelo conceito do filocrono, que é o intervalo de tempo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas em uma haste (WILHELM; McMASTER, 1995). Assim, o filocrono pode ser diferenciado pela soma térmica, e dessa forma ter-se uma associação com a unidade de calor necessária por dia e por folha.

O filocrono tem sido amplamente usado para definir e conhecer o desenvolvimento dos vegetais. O entendimento sobre o filocrono de determinada cultura pode auxiliar na tomada de decisão para o adequado manejo da cultura, como a escolha da época de semeadura. Caracterizar o filocrono de genótipos de aveia branca em diferentes épocas de semeadura pode representar uma importante ferramenta no manejo, principalmente para as atuais cultivares recomendadas para cultivo no No Brasil e particularmente, no estado de Santa Catarina, caracterizado pela disponibilidade de diferentes agroecossistemas.

1.2 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Disponível em: <http://www.agrofit.com.br>. Acesso em 02 jan. 2017.
- BARBOSA NETO, J.F. et al. Progresso genético no melhoramento da aveia no sul do Brasil. in: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 19.: 1999, Porto Alegre. **Resultados Experimentais...**Porto Alegre: UFRGS, p.23-26.
- BENIN, G. et al. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.4, p.357- 365, 2005.
- BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.2, p.127-134, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares – RNC**. Brasília: MAPA, 1998. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em 07 fev. de 2017.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 864 p.
- CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006. 46p.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: livraria e editora agropecuária, 2001. 588 p.
- COFFMAN, F.A. **Oats and oats improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 650 p. 1961.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Levantamento de grãos na safra 2016/17. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf. Acesso em 05 jan. de 2017.
- CORREIA, N.M.; LEITE, G.J. Selectivity of the plant growth regulators Trinexapac-Ethyl and sulfometuron-methyl to cultivated species. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.69, n.1 p.194-200, 2012.
- CRESTANI, M.; 2011. Interação genótipo vs. ambiente e capacidade combinatória para caracteres de interesse agrônômicos na cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.). Pelotas, 2011, 201p. **Tese (Doutorado em Agronomia)** - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A Aveia no Brasil**. Disponível em < http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do136_3.htm>. Acesso em 03. out. 2016.

ESPINDULA, M.C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.109-116, 2010.

FAN, M. et al. Effect of nitrogen forms and levels on β -glucan accumulation in grains of oat (*Avena sativa* L.) plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Am Bärenberg, v.172, n.6, p.861-866, 2009.

FAO. Sistema FAOSTAT. Disponível em : < www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 02 jan. 2016.

FEDERIZZI, L.C. et al. Melhoramento da Aveia. In: Melhoramento de Espécies Cultivadas. p. 131-157; Editor Aluizio Borém: UFV, Minas Gerais, 1999.

FEI, X. et al. Effects of nitrogen application time on caryopsis development and grain quality of rice variety Yangdao. **Rice Science**, Hangzhou, v.15, n.1, p.57-62, 2008.

FERREIRA, A.C.B. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Curitiba, v.58, n.1, p.131-138, 2001.

GOELLNER, C.I.; FLOSS, E.L. **Insetos – pragas da cultura da aveia**: biologia, manejo e controle. Passo Fundo: UPF, 2001. 98 p.

HAWERROTH, M.C. et al. Redução do acamamento em aveia branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.2, p.115-125. 2015.

HECKMAN, N. L. et al. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madison, v.42, n.2, p.423-427, 2002.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal de 2015. Brasília**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_xls.shtm. Acesso em: 05 jan. de 2017.

INDICAÇÕES TÉCNICAS DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO - TRIGO E TRITICALE – 2005. 37ª Reunião da Comissão Sul – Brasileira de Pesquisa de Trigo, Cruz Alta, março, 2005, 157 p.

IORCZESKI, E.J et al. Aveia, cevada, triticales e centeio. in: albuquerque, a.c.s.; silva, a.g. (eds.). **Agricultura Tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: EMBRAPA informações técnicas, v.1, p.185-198, 2008.

KASPARY, T.E. et al. Regulador de crescimento na produtividade e qualidade de sementes de aveia branca. **Planta Daninha**, Viçosa, v.33, n.4, p.739-750, 2015.

KOLCHINSKI, E.M., SCHUCH, L.O.B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.117-121, 2002.

LAMAS, F.M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, p. 265-272. 2001.

- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; MORAES, M.F. **Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas**. In: Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira. Anais do Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira. Piracicaba, IPNI Brasil, 2007.
- MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.693-703, 1999.
- MUNDSTOCK, C.M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.205-211, 2001.
- NASCIMENTO, V. et al. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.921-929, 2009.
- RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18p. html. (Embrapa Trigo. Circular Técnica Online; 14). Disponível: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/pci14.htm>
- SILVA, J.A.G. Uma proposta na densidade de semeadura de um biotipo atual de cultivares de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, n.4, p.253-263, 2012.
- SILVA, P.R.F. et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, v.1, 2006. 64 p.
- SILVA, P.R.F. et al. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.487-492, 2005.
- SOUZA, C.A. et al. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**, v.29, n.1, p.634-643, 2013.
- STRECK, N.A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.105-111, 2002.
- 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.
- TRIBOI, E. et al. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. quantitative and qualitative variation of storage proteins. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.13, n.1, p.47-64, 2004.
- VAUGHAN, J. G.; GEISSLER, C. A. **The new Oxford book of food plants**. New York: Oxford University, 1997, 234 p.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

CAPÍTULO I

2 USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO TRINEXAPAC-ETIL EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS SOBRE O CRESCIMENTO, ACAMAMENTO E PRODUTIVIDADE DE AVEIA BRANCA

2.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do regulador vegetal etil-trinexapac (ET), em diferentes densidades de semeadura sobre o crescimento, acamamento, produtividade e qualidade industrial na cultura da aveia branca. O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Agroveterinárias - Lages, Estado de Santa Catarina. O delineamento experimental constituiu-se de blocos casualizados, em parcelas sub subdivididas com quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 2 x 4), sendo os tratamentos obtidos pela combinação de 2 cultivares (URS Tarimba e IPR Afrodite), duas densidades de semeadura (350 e 500 sementes aptas m⁻²) e quatro doses de etil-trinexapac (0, 75, 100 e 125 g i.a ha⁻¹). A aplicação do regulador de crescimento foi realizada com um pulverizador costal com pressão constante mantida por CO₂ comprimido a 30 lb.pol⁻² em volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹, nas doses estudadas, quando as plantas atingiram o estágio 33 de Zadoks. Foram realizadas as avaliações de altura de planta, comprimento entrenós, acamamento e componentes da produção e qualidade industrial. O aumento na densidade de semeadura promoveu incremento na produtividade de grãos de aveia branca. A aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac é efetiva para reduzir a altura da planta, principalmente devido ao encurtamento dos entrenós mais tardios, pedúnculo e panícula e diminuiu a percentagem de plantas acamadas independentemente da densidade de plantas e dose utilizada. O aumento na densidade de semeadura promoveu incrementos na produtividade de grãos de aveia branca. O regulador de crescimento etil trinexapac aumentou o rendimento de grãos, porém prejudica sua qualidade industrial.

Palavras-chave: *Avena sativa*, giberelina, regulador de crescimento comprimento entrenó.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the plant regulator ethyl-trinexapac (ET), at different sowing densities on growth, industrial quality, yield and lodging in the white oat crop. The experiment was developed at the "Centro de Ciências Agroveterinárias" Santa Catarina State University, Lages/SC. The experimental design consisted of randomized blocks, in split split-plots design with four replications, in a factorial scheme (2 x 2 x 4). The treatments were obtained by combining two cultivars (URS Tarimba and IPR Afrodite), two seeding densities (350 and 500 fit seeds m⁻²) and four doses of ethyl trinexapac (0.75, 100 and 125 g a.i. ha⁻¹). The plant growth regulator application was performed with a constant pressure squeezer compressed at 30 lb.pol⁻² obtained from backpack CO₂, by volume equivalent to 200 L ha⁻¹; the ethyl trinexapac was applied on oat plants when its reached stage 33 of Zadoks. Evaluations of plant height, internode length, lodging and components of production and industrial quality were performed. The increase in sowing density promoted an increase in the grain yield of white oats. The application of the ethyl trinexapac is effective in reducing plant height, mainly due to shortening of the later internodes, peduncle and panicle lengths and decreased the percentage of lodgings plants independently of the density of plants and the dose used. The increase in sowing density promoted increases in the grain

yield of white oats. The ethyl trinexapac increased the grain yield, but it decrease its industrial quality.

Keywords: *Avena sativa*, gibberellin, growth regulator length trained.

2.2 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa*) é um dos principais cereais utilizados na alimentação animal e, mais recentemente, na alimentação humana. O grão tem excelente valor nutricional, se destacando pela qualidade proteica, porcentagem de lipídios e conteúdo de carboidratos (DAL MOLIN, 2011). Daí o interesse em maximizar a produtividade e qualidade dos grãos e sementes.

A expressão dos potenciais de produtividade da aveia branca está associada as práticas de manejo que envolvem ajuste da população de plantas, disponibilidade de nutrientes, o controle fitossanitário, entre outros (CECCON et al., 2004). Durante a implantação da cultura, a população de plantas é a principal ferramenta para a manipulação do crescimento e desenvolvimento das plantas visando obter uma maior produtividade de grãos por unidade de área. A densidade de semeadura recomendada para a aveia é de 200 a 300 sementes viáveis por metro quadrado, com espaçamento de 0,17 a 0,20 m entre linhas (CBPA, 2014). No entanto, estudos revelam que uma maior população de plantas favorece algumas características da cultura influenciando, inclusive, a produtividade de grãos (SILVA et al., 2015).

O manejo da densidade de semeadura afeta a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento, e influencia na produção e partição de fotoassimilados (ALMEIDA; SANGOI, 1996). Um maior número de plantas por área é um fator positivo para o aumento da produtividade. Por outro lado, altas densidades de plantas interferem na quantidade e qualidade da radiação que atinge o interior do dossel, aumentando a susceptibilidade da lavoura ao acamamento e quebra de colmos (RAJCAN; SWANTON, 2001). O acamamento, quando ocorre na fase de enchimento de grãos, compromete a produtividade por limitar a fotossíntese e a translocação de fotoassimilados. Na maturação, as plantas acamadas deixam as panículas mais próximas ao solo, num microclima mais úmido, o que acarreta diminuição da massa hectolétrica, favorece a germinação ou apodrecimento das sementes, além de dificultar a colheita mecanizada. Segundo Federizzi et al. (1994), o acamamento aumenta o número de espiguetas estéreis, diminui o número de espiguetas totais por espiga, reduz o número de grãos por espiga e a produtividade de grãos na cultura do trigo.

No sentido de contornar esse problema, a utilização de reguladores de crescimento que reduzem a altura da planta e aumentam a resistência ao acamamento tem permitido, em alguns casos, o uso de densidades de semeadura e adubação nitrogenada mais elevadas e, conseqüentemente, maior exploração da capacidade produtiva da planta (RODRIGUES; VARGAS, 2002). Os reguladores de crescimento são substâncias químicas naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nas plantas para alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no seu balanço hormonal, com a finalidade de aumentar a produção, melhorar a qualidade ou facilitar a colheita (LAMAS, 2001; MATEUS et al., 2004). Normalmente, são moléculas que se ligam a receptores na célula e desencadeiam uma série de mudanças, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos da planta (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004). Os reguladores que reduzem a altura de plantas são normalmente antagonistas às giberelinas e agem modificando o seu metabolismo (RODRIGUES et al., 2003). Essas alterações podem ocasionar uma redistribuição de assimilados entre o crescimento vegetativo e reprodutivo, tornando-se um meio pelo qual a produtividade pode ser aumentada (SAWAN et al., 2006).

No início da década passada, no ano de 2002, foi lançado no mercado brasileiro o princípio ativo etil-trinexapac, comercializado com a denominação Moddus®, um regulador de crescimento com forte ação na inibição da alongação dos entrenós. No Brasil, atualmente é indicado para o uso nos cereais de inverno trigo e cevada, e para a cana-de-açúcar como maturador (BULA, 2015). Alguns estudos sobre o efeito desse regulador de crescimento foram realizados em aveia branca (HAWERROTH et al., 2015; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2015; KASPARI et al., 2015). No entanto, o etil-trinexapac ainda não é indicado para o uso comercial nessa cultura, necessitando o direcionamento de estudos que definam estratégias de manejo mais eficiente, como definição da dose de aplicação.

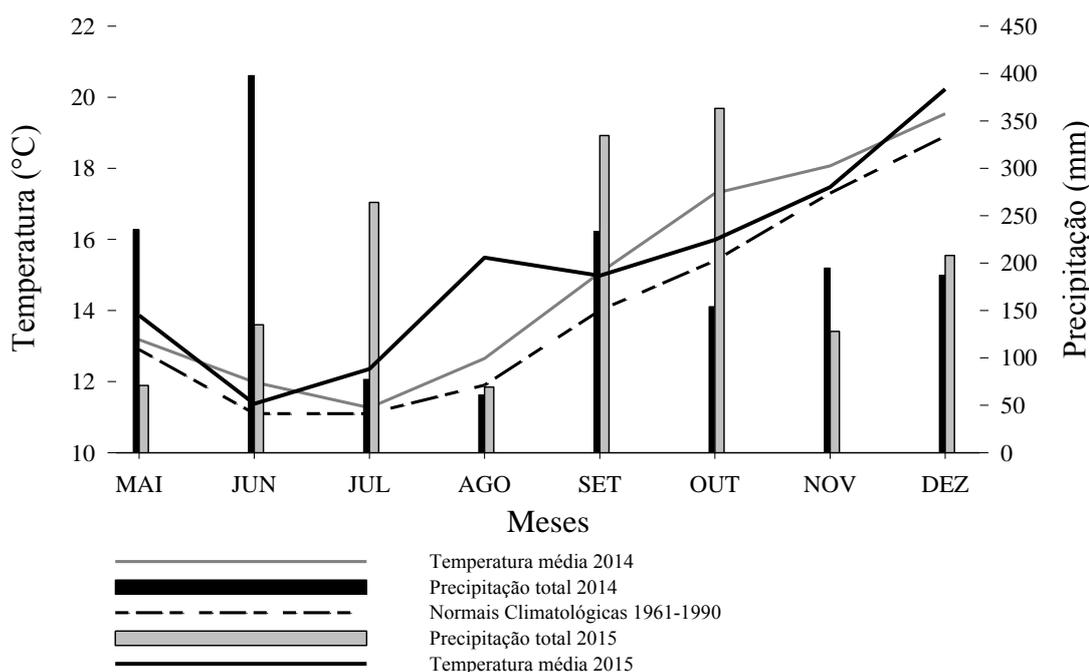
Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivos: (i) investigar as alterações morfofisiológicas ocorridas no colmo principal de plantas de aveia branca cultivadas em diferentes densidades de semeadura e submetidas à aplicação de regulador vegetal e (ii) caracterizar os efeitos sobre a qualidade industrial e rendimento de grãos em função da variação populacional e da aplicação de regulador vegetal em cultivares de aveia branca.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido nos anos agrícolas de 2014 e 2015, em campo experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa

Catarina, no Município de Lages, SC. O município está a 27° 49' S e 50° 10' W, a uma altitude de 923 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (temperado, úmido, sem estação seca, com verão fresco), com temperatura média anual de 15,7 °C e precipitação pluvial média anual na região de 1.556 mm (WREGGE et al., 2011). Os dados de temperatura média diária e precipitação pluviométrica referente ao período de desenvolvimento da cultura encontram-se na Figura 1. O solo é da classe Cambissolo Húmico Alumínico Léptico (EMBRAPA, 2013), de textura argilosa. A análise química do solo foi realizada em amostras retiradas na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento. O solo apresentou as seguintes características: 2,45% de MO; pH em água de 6,07; 17,1 mg dm⁻³ de P (Melich 1) e 47 mg dm⁻³ de K.

Figura 1 -Dados de precipitação pluvial (mm acumulado mês⁻¹), temperatura média diária (°C) e normal climatológica 1961- 1990 ocorridas durante os meses de maio a dezembro de 2014 e 2015. Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Para a condução do experimento, a adubação de base foi caracterizada pela aplicação de 400 kg ha⁻¹ de 05-20-10 (N-P₂O₅-K₂O). Na adubação de cobertura foi aplicado nitrogênio em dois estádios da planta: a primeira no estádio de 3-4 folhas (estádio 13 a 14), com 30 kg ha⁻¹ de N e a segunda na fase de pleno perfilhamento (estádio 23 a 25) na dose de 15 kg ha⁻¹ de N, ambas na forma de ureia. Esta adubação preconizou um potencial produtivo de 5 t.ha⁻¹

de grãos. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com as recomendações da RCBPA (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2014).

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas sub subdivididas, com quatro repetições, em que o fator cultivar foi considerado como parcela principal, a densidade como subparcela as doses de etil-trinexapac como sub subparcela. Foram utilizados duas cultivares de aveia branca, URS Tarimba e IPR Afrodite, escolhidas pelas suas características de resistência ao acamamento, sendo a primeira considerada moderadamente suscetível e a segunda moderadamente resistente. As densidades de semeadura foram de 350 e 500 sementes aptas m^{-2} , escolhidas objetivando testar densidades maiores que a recomendada atualmente pela Comissão Brasileira de Pesquisa em Aveia que é de 250 a 300 sementes aptas m^{-2} . Ambas as cultivares e densidades de semeadura receberam quatro doses de etil-trinexapac (0, 75, 100 e 125 g i.a. ha^{-1}). A aplicação do regulador de crescimento foi realizada com um pulverizador costal com pressão constante mantida por CO_2 comprimido em volume de calda equivalente a 200 L ha^{-1} , quando as plantas atingiram, na sua escala de desenvolvimento, o 3º nó visível (estádio 33 da escala de Zadoks). A época foi determinada com o objetivo de testar a resposta da cultura ao receber o ET fora da época recomendada (1º e 2º nó perceptível) e assim, avaliar a possibilidade de recomendar ou não o produto quando o manejo não possibilite o uso durante o período recomendado.

Quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica foram determinados em centímetros, a partir da colheita de 10 plantas por parcela, o comprimento dos entrenós e a altura de plantas (do colo da planta até o ápice da panícula). Na pré-colheita foram avaliados o número de panículas por metro quadrado, contando-se as panículas em um metro linear da área útil da parcela e o acamamento. O índice de acamamento foi estimado visualmente e expresso em percentagem, considerando o ângulo formado na posição vertical do colmo das plantas em relação ao solo e a área de plantas acamadas. Para essa estimativa, utilizou-se a metodologia sugerida por Moes; Stobbe (1991) modificada, com o índice de acamamento (IA) definido a partir da seguinte equação: $IA (\%) = I \times A \times 2$, em que: I reflete o grau de inclinação das plantas, que varia de 0 a 5, sendo 0 a ausência de inclinação e 5 são todas as plantas completamente acamadas; e A representa a área com plantas acamadas na parcela, que varia de 0 a 10, sendo que 0 corresponde à ausência de plantas acamadas na parcela e 10 às plantas acamadas em toda a parcela, independentemente da sua inclinação. Desse modo, essa equação pondera a incidência e a severidade do acamamento das plantas, por exemplo, quando têm-se $I=5$ e $A=10$, $IA (\%) = 5 \times 10 \times 2 = 100\%$, o que corresponde à existência de plantas acamadas rentes ao solo na área total da parcela. Ainda com essas plantas foram

determinados os componentes da produção: número de espiguetas por panícula, número de grãos por espiguetas e mil grãos massa de mil grãos: determinado em g pela contagem do número de grãos presentes em uma amostra de 5 g.

A colheita mecanizada foi realizada quando 90% das panículas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros. Os grãos colhidos foram armazenados em câmara fria (7°C e 60% de umidade relativa-UR) por dez dias até o início das análises. Foram realizadas as seguintes avaliações: grau de umidade, determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 horas; produtividade de grãos: determinado em Kg com base na produção da parcela útil, corrigindo o teor de água pela umidade apresentada em cada parcela ao valor padrão de 13% e estimadas para Kg ha⁻¹; massa hectolétrica: mensurada em Kg Hl⁻¹ a partir de uma amostra de grãos, a qual foi inserida num tubo com volume conhecido de 0,25 l (balança para massa hectolétrica da marca Dalle Molle, tipo 40), seguido da pesagem desta massa de grãos; índice de descasque: determinado em percentagem através da pesagem de 2 g de grãos (casca + cariopse) os quais foram individual e manualmente descascados e novamente pesados, obtendo-se assim o peso de cariopse; porcentagem de grãos com diâmetro transversal maior que 2 mm (G>2): determinada em porcentagem através da pesagem de 100 g de grãos e posterior peneiramento desta amostra de grãos, em peneira retangular que continha orifícios de espessura de 2 mm x 20 mm de abertura e novamente realizada a pesagem desta amostra remanescente sobre a peneira.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando detectadas variações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para os fatores quantitativos foi procedido o ajuste de regressão. Entre as funções testadas para ajuste dos dados, foram escolhidos os modelos que os componentes da equação foram significativos a 5% de probabilidade. O programa Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002) foi utilizado para a realização das análises de variância. Para os caracteres expressos em porcentagem, os dados foram transformados por $(X+0,5)^{0,5}$ com o objetivo de normalizar a distribuição dos erros.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao desempenho das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite, na safra agrícola de 2014, a análise da variância (ANOVA) evidenciou significância da interação tripla entre cultivar (A), densidade (B) e dose do regulador de crescimento (C) para

o caráter massa de mil grãos e porcentagem de grãos >2 mm (G>2) (Tabela 1). Houve efeitos da interação A x B no caráter acamamento (Tabela 1).

Ainda na safra 2014, houve interação significativa entre A x C para porcentagem de grãos >2 mm, índice de descasque e número de plantas por m² (Tabela 1). Já para a interação B x C houve efeito significativo apenas para a variável produtividade de grão (Tabela 1).

Tabela 1- Análise de variância para os caracteres altura de planta (AP), porcentagem de acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2), e índice de descasque (ID) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2014.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	Quadrado médio							
		AP (cm)	ACA (%)	PG (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	G>2 (%)	ID (%)	
Bloco	3	8,76 ^{ns}	281,06 ^{ns}	658336,78 ^{ns}	3,04 ^{ns}	3,83 ^{ns}	17,54 ^{ns}	7,46 ^{ns}	
Cultivar (A)	1	0,26 ^{ns}	138,06 ^{ns}	19179144,36 ^{**}	509,06 ^{**}	1,35 ^{ns}	663,06 ^{**}	161,6 [*]	
Resíduo a	3	47,13	249,06	267810,09	0,72	3,82	7,86	14,85	
Parcela	7								
CV% parcela		140,1	94,0	12,50	2,6	4,4	3,2	5,3	
Densidade (B)	1	186,83 ^{ns}	217,56 ^{ns}	5027236,62 ^{**}	15,11 [*]	4,78 ^{ns}	1,69 ^{ns}	7,08 ^{ns}	
A x B	1	104,99 ^{ns}	2047,56 ^{**}	447694,81 ^{ns}	10,32 ^{ns}	0,26 ^{ns}	3,7 ^{ns}	0,21 ^{ns}	
Resíduo b	6	32,96	127,72	226847,05	2,15	7,39	15,09	7,57	
Sub parcela	15								
CV% subparcela		8,5	67,3	11,50	4,6	6,1	4,4	3,8	
Dose (C)	3	612,32 ^{**}	1240,89 ^{**}	65504,41 ^{ns}	5,5 ^{ns}	5,26 ^{ns}	9,82 ^{**}	28,66 ^{**}	
A x C	3	15,87 ^{ns}	26,22 ^{ns}	132469,50 ^{ns}	2,53 ^{ns}	0,94 ^{ns}	8,5 ^{**}	14,99 [*]	
B x C	3	19,13 ^{ns}	104,39 ^{ns}	1082,34 ^{**}	0,35 ^{ns}	5,05 ^{ns}	5,82 ^{**}	13,20 ^{ns}	
A x B x C	3	6,58 ^{ns}	300,72 ^{ns}	316382,79 ^{ns}	5,85 [*]	3 ^{ns}	9,16 ^{**}	2,32 ^{ns}	
Resíduo c	36	23,84	141,67	307066,23	1,79	2,68	1,26	5,45	
sub subparcela	63								
CV% sub subparcela		7,2	70,93	13,4	4,1	3,6	1,2	3,2	
Média		67,4	16,8	4127,4	32,1	44,5	88,1	72,1	

GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação.

^{ns} Não significativo. * e ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Já em 2015 não foi observado efeito significativo de interação para nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 2 e 3). A ANOVA também evidenciou significância para os fatores principais, em ambos os anos, para a maioria das avaliações realizadas.

A densidade de plantas não afetou o crescimento em altura de plantas de aveia branca em nenhum dos anos e cultivares avaliadas (Tabela 1 e 2). Segundo Mauad et al. (2010), com o aumento da densidade de semeadura, aumenta também a competição intraespecífica por água, nutrientes e principalmente por luz, resultando no estiolamento das plantas e, portanto, aumento na altura. Porém, nos anos deste estudo, o estande de plantas estabelecido foi

considerado baixo e, portanto, as condições de competição entre plantas não foram suficientes para promover diferença no crescimento das plantas.

Embora não tenha ocorrido diferença entre as densidades, identificou-se efeito da aplicação do regulador vegetal na redução da altura de plantas. Houve redução linear na altura com o aumento da dose de etil-trinexapac (Figura 2A). A eficácia desse regulador de crescimento em reduzir a altura de plantas de aveia branca também foi observada por Hawerth et al. (2015) e Kaspary et al. (2015). Para a dose superior do produto, na média dos dois anos, houve redução de 19,3 % na altura de planta da aveia branca (Figura 2A). Esse resultado é promissor no manejo de plantas de aveia branca, haja visto que há forte associação entre a altura de plantas e a ocorrência do acamamento em gramíneas (PENCKOWSKI; ZAGONEL; FERNANDES, 2010).

Tabela 2- Análise de variância para os caracteres número de panículas por m² (NPM), número de espiguetas por panícula (NEP) e número de grãos por espiguetas (NGE) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2015.

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	Quadrado médio											
		2014			2015								
		NPM	NEP	NGE	NPM	NEP	NGE						
Bloco	3	233,95	ns	9,19	ns	0,09	ns	37,50	ns	11,04	ns	0,02	ns
Cultivar (A)	1	1617,05	ns	1494,79	**	0,01	ns	55,50	ns	1,59	ns	0,36	ns
Resíduo a	3	311,91	ns	19,76	ns	0,29	ns	53,48		2,92		0,04	
Parcela	7												
CV% parcela		30,6		22,5		29,2		9,1		14,5		11,7	
Densidade (B)	1	1649,38	*	112,63	ns	0,06	ns	286,46	ns	2,52	ns	0,06	ns
A x B	1	538,82	ns	7,77	ns	0,08	ns	86,03	ns	61,43	ns	0,03	ns
Resíduo b	6	273,71	ns	23,20	ns	0,03	ns	331,14		18,89		0,06	
Subparcela	15												
CV% subparcela		28,7		24,3		9,4		22,8		36,9		14,6	
Dose (C)	3	196,92	ns	40,83	ns	0,05	ns	86,68	ns	4,30	ns	0,05	ns
A x C	3	677,06	*	14,48	ns	0,03	ns	39,79	ns	6,27	ns	0,01	ns
B x C	3	158,92	ns	15,59	ns	0,04	ns	30,38	ns	28,37	ns	0,05	ns
A x B x C	3	27,74	ns	16,65	ns	0,02	ns	136,54	ns	5,68	ns	0,03	ns
Resíduo c	36	205,53	ns	16,82	ns	0,06	ns	119,70		10,07		0,05	
sub subparcela	63												
CV% sub subparcela		24,9		20,8		13,4		13,7		27,0		13,2	
Média		288,5		19,7		1,9		400,0		11,8		1,7	

GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação.

ns Não significativo. * e ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Tabela 3 - Análise de variância para os caracteres altura de planta (AP), percentagem de acamamento (AC), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2), e índice de descasque (ID) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2015.

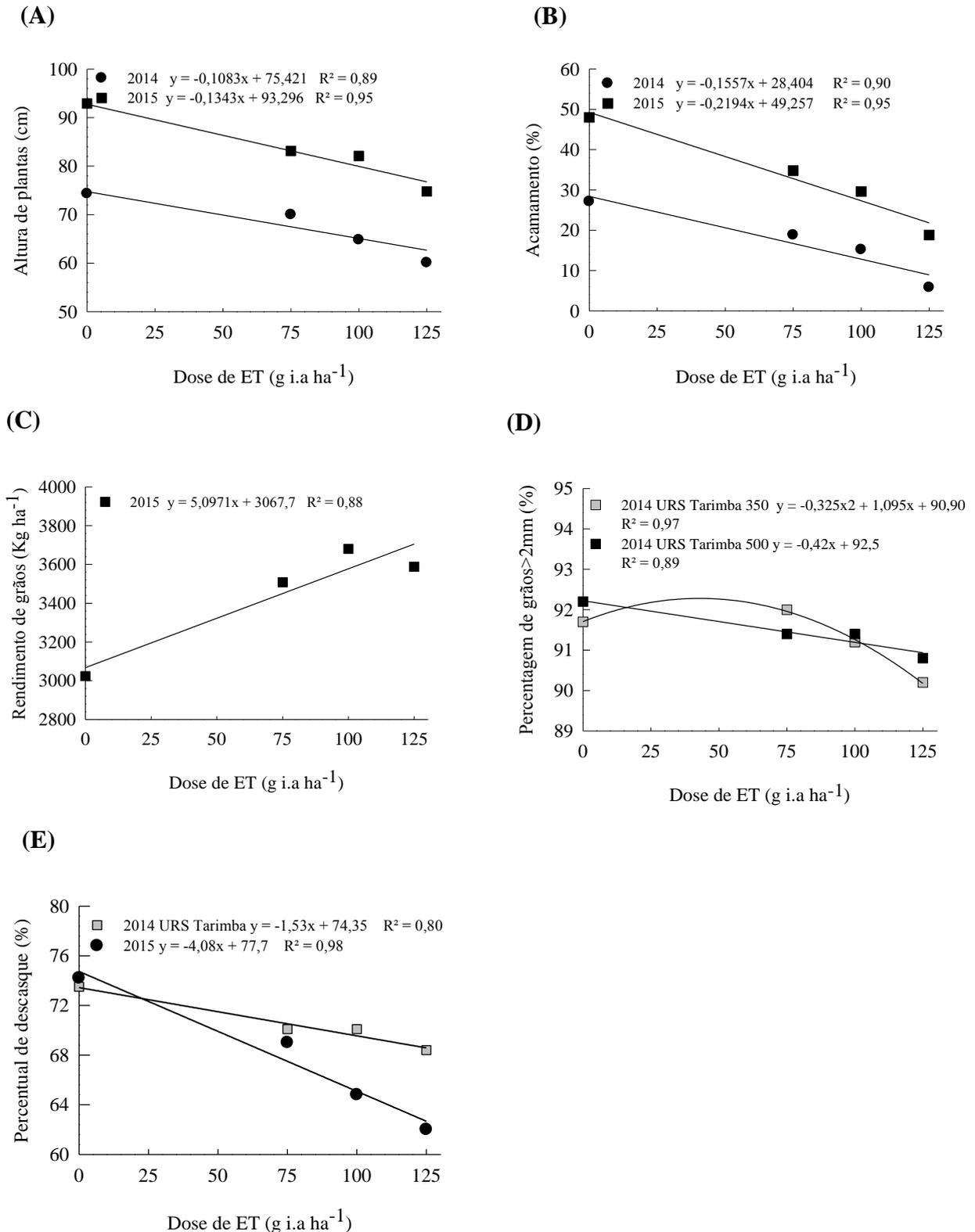
CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	Quadrado médio							
		AP (cm)	ACA (%)	PG (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	G>2 (%)	ID (%)	
Bloco	3	13,73 ^{ns}	752,90 ^{ns}	199341,56 ^{ns}	0,31 ^{ns}	8,36 ^{ns}	52,23 ^{ns}	11,78 ^{ns}	
Cultivar (A)	1	1384,40 [*]	280,56 ^{ns}	4584255,68 ^{ns}	1,32 ^{ns}	49,00 [*]	71,40 ^{ns}	0,00 ^{ns}	
Resíduo a	3	57,13	457,90	804935,33	3,15	4,35	68,07	54,55	
Parcela	7								
CV% parcela		9,08	65,2	26,0	5,8	4,8	9,3	10,9	
Densidade (B)	1	85,42 ^{ns}	2782,56 ^{**}	2017713,71 [*]	0,20 ^{ns}	0,23 ^{ns}	4,73 ^{ns}	185,30 [*]	
A x B	1	54,87 ^{ns}	473,06 ^{ns}	590842,04 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,44 ^{ns}	99,00 ^{ns}	159,08 ^{ns}	
Resíduo b	6	20,76	183,15	168500,12	1,50	2,79	52,44	28,94	
Sub parcela	15								
CV% subparcela		5,47	41,2	11,9	4,56	3,8	8,1	8,0	
Dose (C)	3	876,93 ^{**}	2343,06 ^{**}	1368279,72 ^{**}	4,34 [*]	7,34 ^{**}	33,94 ^{ns}	452,29 ^{**}	
A x C	3	41,70 ^{ns}	77,73 ^{ns}	489332,19 ^{ns}	2,76 ^{ns}	2,34 ^{ns}	33,02 ^{ns}	32,17 ^{ns}	
B x C	3	13,26 ^{ns}	152,06 ^{ns}	499019,54 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,84 ^{ns}	50,39 ^{ns}	46,19 ^{ns}	
A x B x C	3	22,73 ^{ns}	41,56 ^{ns}	88552,60 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,95 ^{ns}	4,39 ^{ns}	19,29 ^{ns}	
Resíduo c	36	19,24	224,88	235792,14	1,05	0,85	58,52	29,52	
sub subparcela	63								
CV% sub subparcela		5,3	45,7	14,0	4,1	2,1	8,6	8,1	
Média		83,2	32,8	3450,8	32,1	43,5	89,1	67,5	

GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação.

^{ns} Não significativo. * e ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 2 - Desempenho de cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de sementeira e submetida a diferentes doses de etil-trinexapac (ET): (A) altura de planta; (B) acamamento; (C) produtividade de grãos; (D) porcentagem de grãos >2 mm; (E) percentual de descasque. Lages-SC, 2014 e 2015.



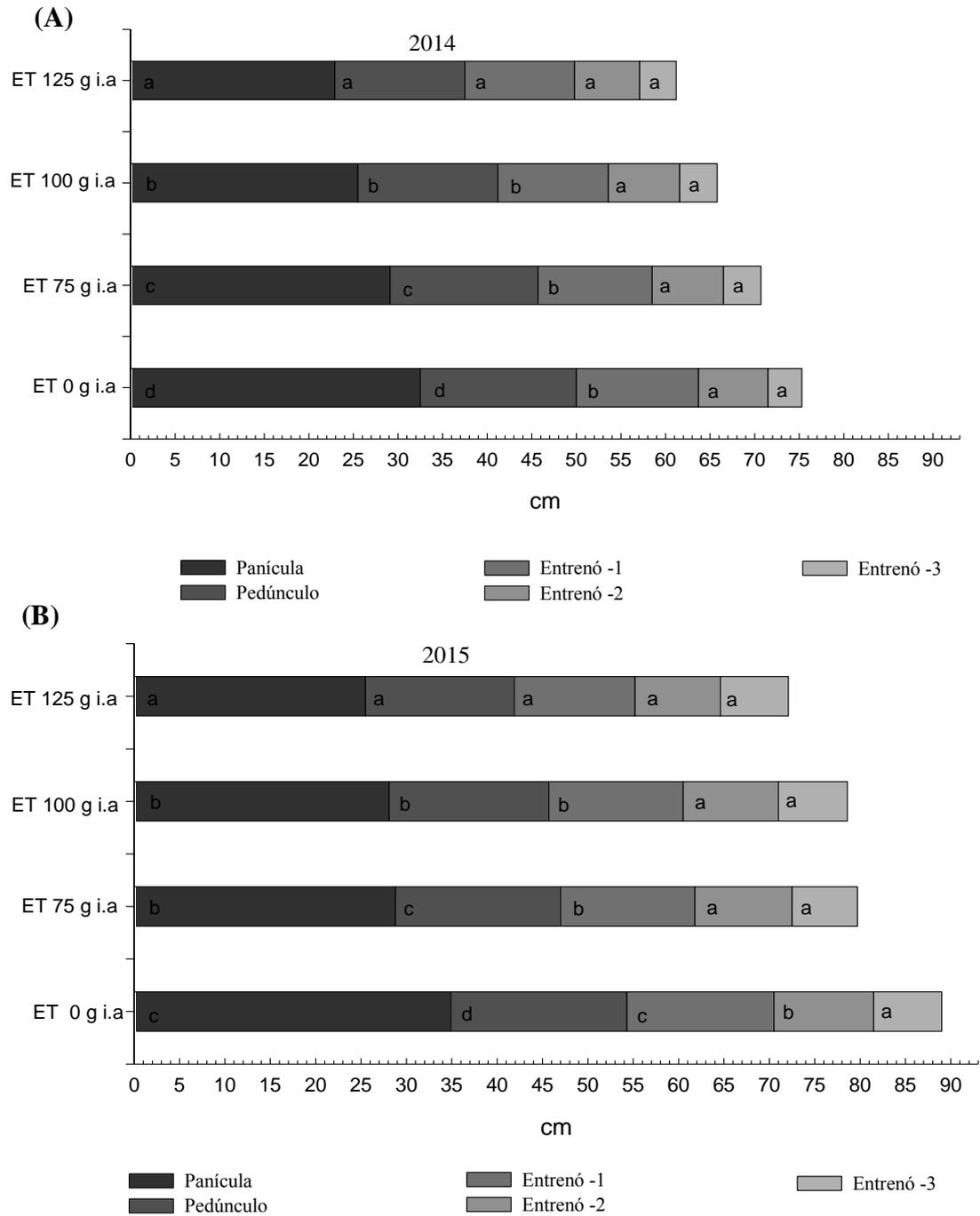
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Verifica-se na Figura 3 que houve redução do comprimento da panícula, do pedúnculo e dos entrenós -1 (2014) e -2 (2015). Estes resultados demonstram que a menor altura de plantas observada em função do aumento das doses de etil-trinexapac (ET) deveu-se ao encurtamento destes fatores. Não foi verificada redução no comprimento do entrenó -3, isto deveu-se, provavelmente, à época da aplicação do produto ter sido por ocasião do 3º nó visível, portanto, este entrenó já estava se alongando ou já alongado, ou seja, seu comprimento já estava definido no momento da aplicação do ET. Estes resultados corroboram com os encontrados por Espíndula et al (2010) onde observaram que os efeitos do etil-trinexapac estão relacionados, principalmente, com a alongação do pedúnculo na cultura do trigo. Do mesmo modo, Zagonel e Fernandes (2007) verificaram que as aplicações mais tardias do regulador de crescimento reduziram mais a altura de plantas na cultura do trigo, inferindo que o etil-trinexapac atua nos entrenós que se formam mais tarde, os mais longos.

De acordo com Bresinsky et al. (2012), as giberelinas controlam um grande número de processos fisiológicos, como a alongação do eixo caulinar (alongamento dos entrenós). A inibição da atividade das giberelinas pelo etil-trinexapac resulta em menor divisão celular e, principalmente, menor expansão da parede celular, interferindo no alongamento dos entrenós, na região de crescimento do colmo das plantas de aveia branca, e com isso interferindo na altura de plantas, reduzindo-a.

Os mesmos efeitos observados sobre a altura foram constatados para o acamamento, confirmando uma das hipóteses deste estudo. Verifica-se que todos os tratamentos com etil-trinexapac, nas doses avaliadas, possibilitaram menor acamamento das plantas quando comparados com a testemunha. Observa-se pelo ajuste de regressão um comportamento linear significativo da redução do acamamento das plantas à medida que aumentou-se a dose do regulador de crescimento (Figura 1B) em ambos os anos. Estudos realizados permitiram verificar que a aplicação de etil-trinexapac resultou em plantas de menor altura e acamamento na cultura do arroz (SILVA, 2009; NASCIMENTO et al., 2009), trigo (ESPINDULA et al., 2010; PAGLIOSA et al., 2013) e aveia branca (HAWERROTH et al., 2015; KASPARY et al., 2015).

Figura 3- Comprimento dos entrenós (cm) de aveia branca submetida a diferentes doses de etil-trinexapac nos anos 2014 (A) e 2015 (B). Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Portanto, considera-se que o uso do produto é benéfico por permitir colheita mecanizada de cultivares suscetíveis ao acamamento, constituindo em uma ferramenta importante para o manejo da cultura da aveia branca. No presente estudo, em função das condições climáticas favoráveis ao fenômeno, chuvas frequentes e ventos fortes, houve

ocorrência de acamamento de plantas, o que possibilitou verificar um efeito pronunciado do etil-trinexapac na diminuição deste em ambos os anos.

O efeito do incremento na população de plantas sobre a incidência de plantas acamadas variou de acordo com a cultivar e ano de cultivo (Tabela 2). Em 2014 o menor número de plantas por hectare estimulou maior queda de colmos da cultivar URS Tarimba, justificada pela sua maior altura encontrada neste estudo. Por outro lado, em 2015, o percentual de plantas acamadas aumentou com o incremento da densidade de plantas. Ao observar a Tabela 4, nota-se este comportamento, resultado este esperado já que o uso de densidades elevadas promove o aumento da relação VE/V (vermelho extremo/vermelho), estimulando a dominância apical e alongação dos entrenós (ALMEIDA; MUNDSTOCK; SANGOI, 2000).

Tabela 4- Altura de planta (AP), percentagem de acamamento (AC), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2), índice de descasque (ID), número de panículas por m² (NPM), número de espiguetas por panícula (NEP) e número de grãos por espiguetas (NGE) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2014.

Cultivar	Dens	EP (m)	ACA (%)	RG (Kg ha ⁻¹)	G>2 (%)	MMG (g)	PH (Kg hl ⁻¹)	ID (%)	NPM -----	NEP -----	NGE -----
URS Tarimba	350	70,3	25,7 aA	3216,2	91,3	34,1	44,0	70,2	273,5	15,8	1,8
	500	64,3	10,7 aB	3944,0	91,5	35,8	44,8	70,8	353,5	13,9	1,9
IPR Afrodite	350	67,9	11,5 bA	4478,3	85,4	29,2	44,5	73,3	252,5	26,2	1,9
	500	67,0	19,1 aA	4871,5	84,6	29,4	45,9	74,1	274,0	22,9	1,9
̄ URS Tarimba		67,3	18,6	3580,0 b	91,4 a	34,9 a	44,4	70,5 b	313,5	14,9 b	1,8
̄ IPR Afrodite		67,5	14,9	4674,9 a	84,9 b	29,3 b	44,8	73,7 a	263,3	24,5 a	1,9
̄ 350		69,1	18,6	3847,2 b	88,3	31,6 b	44,3	71,8	263,1b	21,0	1,8
̄ 500		65,6	14,9	4407,7 a	88,0	32,6 a	44,8	72,4	315,5 a	18,4	1,9

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam médias entre cultivares e letras maiúsculas comparam médias dentro de cada densidade de semeadura

Dens= Densidade

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A produtividade de grãos bem como todos os componentes de produção foram afetados pelos fatores de cultivar, densidade de semeadura e doses de etil-trinexapac, com exceção número de grãos por espiguetas (Tabela 1, 2 e 3). Além dos efeitos simples, também foram observadas interações significativas entre os fatores de estudo para a produtividade de grãos e seus componentes (Tabela 1, 2 e 3).

A produtividade de grãos em aveia branca é determinada por vários componentes, entre eles está o número de panículas por área, número de espiguetas por panícula, número de grãos por espiguetas e massa médio do grão (CASTRO et al., 2012). O aumento da densidade de plantas na linha de cultivo resultou em acréscimo do número de panículas por área em 2014 (Tabela 4). Este comportamento ocorre em resposta ao maior número de plantas por m². Em 2015 não houve diferença significativa entre as densidades (Tabela 5). Nesse ano, com o decorrer do ciclo da cultura observou-se intensa taxa de abortamento de perfilhos para todas as populações de planta estudadas. Houve ocorrência de elevada precipitação pluviométrica nos dias que procederam a semeadura e na fase de perfilhamento (Figura 1). Com a ocorrência de chuvas, há simultaneamente uma redução de energia calórica e luminosa no campo, sendo que segundo Wendt; Caetano (1989) as plantas reagem negativamente a esse estresse abiótico, através da redução de matéria seca e da emissão de novos perfilhos. Nessas condições, a dominância apical é intensificada pelo rápido desenvolvimento do colmo principal, inibindo o desenvolvimento de gemas laterais (WOBETO, 1994), fator esse determinante para o número de plantas/panículas para as condições em que o estudo foi realizado.

Tabela 5- Altura de planta (AP), percentagem de acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), percentagem de grãos >2 mm (G>2), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), índice de descasque (ID), número de panículas por m² (NPM), número de espiguetas por panícula (NEP) e número de grãos por espiguetas (NGE) das cultivares de aveia branca URS Tarimba e IPR Afrodite cultivadas em diferentes densidades de semeadura, com a aplicação de doses do regulador de crescimento etil-trinexapac. Lages, SC, 2015.

Cultivar	Dens	AP (m)	ACA (%)	PG (Kg ha ⁻¹)	G>2 (%)	MMG (g)	PH (Kg hl ⁻¹)	ID (%)	NPM	NEP	NGE
URS Tarimba	350	78,6	26,9	2909,5	88,9	30,8	42,4	70,8	399,5	13,1	1,6
	500	78,8	34,6	3456,8	87,0	30,5	42,9	64,2	390,0	10,8	1,7
IPR Afrodite	350	85,8	25,6	3637,0	88,6	30,3	44,5	67,6	420,5	10,8	1,7
	500	90,0	44,3	3799,9	91,6	30,4	44,3	67,4	388,0	12,4	1,9
̄URS Tarimba		78,3 B	30,7	3183,2	88,0	30,6	42,6 B	67,5	395,2	11,8	1,6
̄IPR Afrodite		87,9 A	34,9	3718,4	90,1	30,3	44,4 A	67,5	404,5	11,6	1,8
̄ 350		82,1	26,2 B	3273,2 B	88,7	30,5	43,4	69,2 A	410,0	11,9	1,7
̄ 500		84,4	39,4 A	3628,3 A	89,3	30,4	43,5	65,8 B	389,0	11,5	1,8

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Dens= Densidade

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Quanto ao número de espiguetas por panícula, houve efeito significativo apenas entre as cultivares em 2014 (Tabela 2). A cultivar IPR Afrodite (24,5 espiguetas) apresentou maior

número em relação a URS Tarimba (14,9 espiguetas). Segundo Buzetti et al. (2006), o número total de espiguetas é influenciado por fatores genéticos e condições externas vigentes, durante a fase reprodutiva, mais precisamente do início da fase reprodutiva até os cinco dias que antecedem o florescimento. Neste caso, o fator genético foi fundamental, discriminando as cultivares de forma substancial. Provavelmente este tenha sido o componente de produtividade determinante para a produtividade final, uma vez que a cultivar que apresentou maior número de espiguetas foi IPR Afrodite, fato verificado, pois esta cultivar teve maior produtividade de grãos.

A produtividade de grãos foi afetada pela variação de cultivar, densidade de plantas e doses de etil-trinexapac de aveia branca (Tabela 1 e 3). Em 2014 a cultivar IPR Afrodite foi superior a URS Tarimba, o que pode ser justificado pelo maior número de espiguetas por panícula (Tabela 2). A densidade de plantas promoveu maior PG em ambos os anos, o que era esperado. Na República Checa, Ulmann (1992) obteve produtividade média de grãos de aveia branca de 3290 kg ha⁻¹ avaliando densidades de 450 e 550 sementes aptas m⁻² e encontrou melhores resultados nas maiores densidades com produtividade de grãos de 6140 kg ha⁻¹. Possivelmente estes resultados ocorreram em função de um maior número de plantas por área.

Em relação às doses de etil-trinexapac, a produtividade de grãos apresentou incremento linear no ano 2015, porém com ausência de resposta em 2014. O efeito do etil-trinexapac nas características morfológicas foi mais acentuado em 2015, já que nesse ano as plantas apresentaram maior altura e acamamento, o que pode explicar a interferência na PG apenas nesta safra. O aumento da produtividade de grãos com o uso de redutores de crescimento vem sendo observado por vários autores (MATYSIAK, 2006; ZAGONEL, FERNANDES, 2007; BORM; BERG, 2008), porém a aplicação de etil-trinexapac, visando aumento na produtividade de grãos, deve ser ajustada para cada espécie e cultivar, sobretudo em genótipos com maior suscetibilidade ao acamamento. Além disso, as respostas são dependentes das condições meteorológicas (anos), especialmente da precipitação pluvial e da temperatura (MATYSYAK, 2006).

A cultivar e a densidade interferiram no percentual de descasque, porcentagem de grãos >2 mm e massa hectolétrica. Em 2014 a cultivar IPR Afrodite foi superior no percentual de descasque, enquanto que na espessura de grãos a URS Tarimba foi superior (Tabela 4). Em 2015 a cultivar influenciou apenas na massa hectolétrica, sendo IPR Afrodite superior (Tabela 5). A densidade provocou efeito significativo no percentual de descasque, onde a menor densidade de plantas obteve a melhor porcentagem.

A qualidade industrial dos grãos de aveia branca produzidas a partir do uso de diferentes doses de regulador de crescimento apresentou, de modo geral, redução com o aumento da dose de etil-trinexapac (Figuras 2D e 2E). Possivelmente os entrenós mais curtos diminuíram a distância entre as folhas superiores, o que pode ter limitado a incidência de radiação solar sobre a planta, gerando menor produção de fotoassimilados que foram direcionados posteriormente ao enchimento de grãos. Além disto, o alongamento do último entrenó é responsável pela emergência da panícula, por meio da bainha da “folha bandeira” (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). O pedúnculo, bem como a panícula, reduziram significativamente o seu tamanho nos dois anos de avaliação (Figura 3) e observou-se a campo que a maior dose do regulador de crescimento causou retenção da panícula na bainha da “folha bandeira”, dificultando a translocação de fotoassimilados, o que pode ter contribuído para a redução do tamanho e da massa dos grãos. Um indicativo deste efeito também pode ser observado na massa de mil grãos.

A aplicação da maior dose de etil-trinexapac resultou em redução na massa de mil grãos da cultura quando comparada com os outros tratamentos, embora o ajuste de regressão não tenha sido significativo. Mesmo provocando redução em um componente importante para a produção de grãos de aveia branca, a aplicação de etil-trinexapac não resultou em decréscimo na produtividade da cultura. Resultados para massa de mil grãos em plantas de trigo submetidas à aplicação de reguladores vegetais têm se mostrado bastante controversos, podendo apresentar aumento (ZAGONEL et al., 2002), redução (ESPINDULA et al., 2010) ou mesmo comportamento variado em função do material genético utilizado (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

A massa de mil grãos também foi afetada pela densidade (2014), com decréscimos nesse componente da produtividade com o menor densidade de plantas (Tabela 1). Este comportamento ocorre em resposta ao menor acúmulo de matéria seca por planta, principalmente na fase de antese, em decorrência da intensa competição entre plantas. Neste estudo, a menor massa de mil grãos na densidade de 350 sementes aptas m^{-2} pode ser explicada pelo maior acamamento observado nos valores absolutos (Tabela 4), provocando a formação de grãos pequenos, enrugados e malformados. Contudo, a amplitude das alterações na massa de mil grãos não foi elevada, porque essa é uma característica fortemente controlada geneticamente (GUARIENTI, 2005).

2.5 CONCLUSÕES

A aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac é efetiva para reduzir a altura da planta, principalmente devido ao encurtamento dos entrenós mais tardios, pedúnculo e panícula e diminuiu a percentagem de plantas acamadas independentemente da densidade de plantas e dose utilizada.

O aumento na densidade de semeadura promoveu incrementos na produtividade de grãos de aveia branca.

O regulador de crescimento etil trinexapac aumentou o rendimento de grãos, porém prejudica a qualidade industrial

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L., SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.179-183. 1996.

ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M.; SANGOI, L. Evocação de afilhos pela qualidade da luz em plantas de trigo cultivadas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.12, n.1, p.25-36, 2000.

BORM, G.E.L.; BERG, W. Effects of the application rate and time of the growth regulator trinexapac-ethyl in seed crops of *Lolium perenne* L. in relation to spring nitrogen rate. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.105, n.3, p.182-192, 2008.

BRESINSKY, A.; KORNER, C.; KADEREIT, J.W.; NEUHAUS, G.; SONNEWALD, U. **Tratado de botânica de Strasburger**. Editor Artmed. 36. ed. Porto Alegre. 2012.
BUZETTI, S. et al. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clomequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1731-1737, 2006.

CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.H.M.; FERRARI NETO, J. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.11, n.3, p.1-15, 2012.
CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S.J. White oat (*Avena sativa* L.) grains yield using different plant densities and nitrogen levels. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1723-1729. 2004.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. 2ª ed. Passo Fundo (RS): A Comissão e Fundação ABC. 2014. 136p.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2013. 353p.

ESPINDULA, M.C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.109-116, 2010.

FEDERIZZI, L.C. et al. Efeito do acamamento artificial em alguns genótipos de trigo de porte alto e baixo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.465-469, 1994.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: Funep, 2006.

GUARIENTI, E.M. et al. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso de déficit hídrico do solo no peso hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p.412-418, 2005.

HAWERROTH, M.C. et al. Redução do acamamento em aveia branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.2, p.115-125. 2015.

KASPARY, T.E. et al. Regulador de crescimento na produtividade e qualidade de sementes de aveia branca. **Planta daninha**, Viçosa, v.33, n.4, p.739-750, 2015.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

MATEUS, G.P.; LIMA, E.V.; ROSOLEM, C.A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.631-636, 2004.

MATYSIAK, K. Influence of trinexapac-ethyl on growth and development of winter wheat. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v.46, n.2, p.133-143, 2006.

MAUAD, M. et al. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MOES, J.; STOBBE, E.H. Barley treated with ethephon: I. yield components and net grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.1, p.86-90, 1991.

PAGLIOSA, E. E. et al. Trinexapac-ethyl e adubação nitrogenada na cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.3, p.623-630, 2013.

PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v.34, n.6, p.1492-1499, 2010.

RODRIGUES, O.; VARGAS, R. **Efeito de redutor de crescimento cycocel e de altas doses de adubação nitrogenada em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 23p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 7).

RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Circular técnica, 14).

RAJCAN, I.; SWANTON, C.J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.71, n.1, p.139-150, 2001.

SAWAN, Z.M.; MAHMOUD, M.H.; EL-GUIBALI A.H. Response of yield, yield components, and fiber properties of egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) to nitrogen fertilization and foliarapplied potassium and mepiquat chloride. **The Journal of Cotton Science**, Baton Rouge, v.10, n.3, p.224-234. 2006.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, J.A.G. et al. Adaptability and stability of yield and industrial grain quality with and without fungicide in Brazilian oat cultivars. **American Journal of Plant Sciences**, v.6, n.1, p.1560-1569, 2015

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 720p. TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 1 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

ULMANN, L. Grain yields of oats cv. Ardo at different rates of nitrogen fertilizers and sowing. **Rostlinna-Vyroba**, v.38, n.11, p.929-934, 1992.

WENDT, W.; CAETANO, V.R. Efeito da indução de deficiência da luminosidade natural em algumas fases fenológicas do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.9, p.1103-1109, 1989.

WOBETO, C. **Padrão de perfilhamento, sobrevivência de perfilhos e suas relações com o rendimento de grãos em trigo**. 102 f. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1994.

WREGE, M. S. et al (Eds). **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado; Colombo, Embrapa Florestas, 2011, 332p.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v.14, n.6, p.415-421, 1974.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.2, p.331-339, 2007.

ZAGONEL, J. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.25-29, 2002.

CAPÍTULO II

3 PARCELAMENTO TARDIO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA EM CULTIVARES DE AVEIA BRANCA

3.1 RESUMO

Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito de diferentes épocas e doses de adubação nitrogenada (N) sobre a produção e qualidade industrial de grãos em cultivares de aveia branca. O experimento em campo foi conduzido em Lages-SC, de julho a novembro de 2014, seguindo o esquema fatorial 2 x 3 x 4. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em parcelas sub subdivididas, com quatro repetições. O ensaio constou de uma combinação fatorial de cultivares (URS Guria e URS Brava), épocas de adubação nitrogenada (1º nó detectável- semi-tardia; emborrachamento- tardia e 1º nó detectável- semi-tardia + emborrachamento-tardia) e doses de aplicação de N em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹). O experimento foi instalado em solo classificado como Cambissolo Alumínico com 4,5% de matéria orgânica, e o N foi aplicado na forma de ureia. As cultivares de aveia branca responderam de forma diferente à adubação nitrogenada. A aplicação de pelo menos parte do N por ocasião do 1º nó detectável aumentou a altura e o acamamento das plantas, e é importante para os componentes do rendimento e produtividade de grãos. O parcelamento da adubação de cobertura em duas aplicações de N, 50% no início do alongamento do colmo e 50% no emborrachamento, favoreceu maior produtividade e o teor de proteína nos grãos. O incremento nas doses de N até 90 kg ha⁻¹ não promoveu aumento na produtividade de grãos, mas proporcionou acréscimos na espessura e teor de proteína dos grãos em cultivares de aveia branca, aumentando assim a qualidade nutricional e industrial dos grãos.

Palavras-chave: *Avena sativa* L. Rendimento. Proteína. Nutrição nitrogenada.

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the effect of different seasons and nitrogen fertilization rates (N) on the production and industrial quality of grains in white oat cultivars. The experiment in the field was conducted in Lages-SC, from July to November 2014, following the 2 x 3 x 4 factorial scheme. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The experiment consisted of a factorial combination of cultivars (URS Guria and URS Brava), nitrogen fertilization periods (1st detectable node - semi-late, late rubber and 1st detectable node - semi-late + late rubber) and application rates Of N in cover (0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹). The experiment was installed in soil classified as Cambisol Alumínico with 4.5% of organic matter, and N was applied in the form of urea. White oat cultivars responded differently to nitrogen fertilization. The application of at least part of the N at the 1st detectable node increased the height and the lodging of the plants, and is important for the grain yield and productivity components. The application of the fertilization in two applications of N, 50% at the beginning of stem elongation and 50% in the rubber, favored higher yield and protein content in the grains. The increase in N doses up to 90 kg ha⁻¹ did not promote increase in grain yield, but provided increases in grain thickness and protein content in white oat cultivars, thus increasing the nutritional and industrial quality of the grains

Keywords: *Avena sativa* L. Yield. Protein. Nitrogen fertilization.

3.2 INTRODUÇÃO

A aveia branca é uma gramínea anual cultivada nos estados da região sul, sudeste e centroeste do Brasil (CONAB, 2016). É uma importante espécie de inverno, principalmente pela produção de grãos, e de massa seca no sistema de semeadura direta para cobertura do solo (SILVA et al., 2008; WEBSTER; WOOD, 2011). Na produção de grãos, o produto pode ser destinado à alimentação humana, sendo considerado como um alimento funcional ou destinados para alimentação animal, fornecida em rações ou misturada a feno, silagem e forragem (OLIVEIRA et al., 2011).

A pesquisa agrícola tem procurado genótipos de aveia branca com grande potencial genético, buscando maximizar a produção de grãos com padrão tecnológico altamente ajustado ao que preconiza a indústria de flocagem (HARTWIG et al., 2007). De acordo com Jones et al. (2014), o nitrogênio (N) é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade de biomassa e a composição protéica das poáceas. Essa limitação ocorre, porque há grande demanda parcelada desse nutriente na forma sintética (ROSSI; NEVES, 2004).

O N é o nutriente de difícil manejo nos solos de regiões tropicais e subtropicais, em virtude do grande número de reações a que está sujeito e devido a sua alta instabilidade no solo (ERNANI, 2016). O aumento no aproveitamento da adubação nitrogenada pode ser obtido por vários meios, dentre eles destaca-se a utilização de doses aplicadas fracionadamente para melhorar a sua eficiência de uso (AYADI et al., 2016).

Em aveia branca, o fracionamento da aplicação de N pode aumentar o número de grãos por panícula e o número de panículas por área. Para que os componentes de rendimento tenham sua expressão favorecida, Mundstock (2005) preconizou que o N deve ser disponibilizado às plantas de aveia branca na semeadura, para estimular o perfilhamento e favorecer o tamanho da panícula, e em a adubação de cobertura, preferencialmente quando a planta apresentar de 5 a 6 folhas, pois nesse momento a planta responde com a formação de um grande número de espiguetas por panícula e consolida o número de grãos por panícula.

Uma estratégia de manejo já estudada em outras culturas é a aplicação de N na fase reprodutiva da cultura, com a finalidade de aumentar a qualidade dos grãos. Como a absorção de N depende da taxa de crescimento dos tecidos, estratégias para o aumento da biomassa antes da antese podem representar um mecanismo de aumento do teor de proteína nos grãos, sem restrição à produtividade. Vários estudos relacionam a disponibilidade de N ao aumento de proteínas e qualidade dos grãos de trigo (STEFEN et al., 2014; RIAL-LOVERA et al.,

2016), milho (NELSON et al., 2009) e arroz (MINGOTTE et al., 2015). Para a dieta humana existe a preferência por grãos pobres em lipídeos e ricos em proteínas e fibras, especialmente as β -glucanas relacionadas a redução de colesterol e açúcar sanguíneo e a perda de massa corpórea (HOODA et al., 2010). Acredita-se que tal aumento no teor de proteínas pode ser obtido via adubação nitrogenada de cobertura parcelada e aplicada sobre a cultura em estádios fenológicos mais avançados ou tardias.

Os resultados de pesquisas referentes ao efeito de diferentes doses de N sobre a produtividade e a qualidade industrial dos grãos são inconsistentes e, no que se refere à aplicação semi-tardia e tardia de N e sua relação com a qualidade industrial, os estudos são escassos. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes doses da adubação nitrogenada de cobertura aplicadas semi-tardia e tardiamente sobre a produção e qualidade industrial de grãos em duas cultivares de aveia branca.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo em solo classificado como Cambissolo Alumínico, localizado na estação experimental pertencente à Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages, SC (930 m acima do nível do mar, latitude 27°48'58" S e longitude 50°19'34" O). O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb – subtropical úmido mesotérmico, de verões frescos, no inverno e primavera tem ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca, com temperatura média anual de 15,7 °C e precipitação pluvial média anual na região de 1.556 mm (WREGGE et al., 2011). O trabalho foi desenvolvido no período de 04 julho a 12 dezembro de 2014.

A área experimental até então era cultivada em sistema de plantio direto, sendo o cultivo anterior soja. A coleta de solo foi realizada na profundidade de 0-20 cm, e os resultados da análise química estão apresentados na Tabela 5. A semeadura mecanizada da aveia branca foi realizada utilizando-se 350 sementes aptas m⁻².

Tabela 6- Propriedades químicas do solo utilizado no experimento. Lages-SC

Profundidade (cm)	pH em		Mehlich		Complexo Sortivo (cmol.dm ⁻³)						V%
	H ₂ O	(%)	(mg.dm ⁻³)	(mg.dm ⁻³)	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	
20	5,6	4,5	P	K	4,04	3,66	0,00	6,90	5,6	8,11	54,01

pH= Potencial hidrogeniônico; MO= matéria orgânica; P= fósforo, K= potássio; Ca²⁺= cálcio; Mg²⁺ = magnésio; Al³⁺ = alumínio; H + Al= acidez potencial; SB= Soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V= saturação de bases.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação dos fatores cultivares de aveia branca (URS Guria e URS Brava), épocas de aplicação de N em cobertura (1º nó detectável- semi-tardia; emborrachamento- tardia e 1º nó detectável- semi-tardia + emborrachamento-tardia, representado pelos estádio 31, 45, 31+45 de Zadoks) e doses de N (ausência de aplicação de N, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹). O N foi aplicado a lanço, na forma de ureia.

As parcelas experimentais foram constituídas de 5 fileiras com 5 metros de comprimento, perfazendo uma área total de 5 metros quadrados. Em cada parcela, foi desprezada uma primeira fileira de ambos os lados e 0,50 m de cada extremidade, perfazendo 2,4 m² de área útil. A adubação de base constou da aplicação de 400 kg ha⁻¹ da formulação 5-20-10 (N-P₂O₅-K₂O). Os tratos culturais usualmente aplicados em cultivo convencional da aveia branca foram efetuados assim que se fizeram necessários, segundo indicações técnicas para a cultura (CTBPA, 2014). Quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica, foram colhidas 10 plantas de cada parcela, com as quais foram avaliados dos componentes de rendimento número de espiguetas por panícula e número de grãos por espiguetas. Na pré-colheita procedeu-se a avaliação da altura (cm) do início do colmo (próximo ao solo) até a extremidade da panícula. Nesta mesma data realizou-se a avaliação do acamamento estimando visualmente e expresso em percentagem, tendo-se considerado o ângulo formado na posição vertical do colmo das plantas em relação ao solo e a área de plantas acamadas. Para essa estimativa, utilizou-se a metodologia sugerida por Moes; Stobbe (1991) modificada, com o índice de acamamento (IA) definido a partir da seguinte equação: $IA (\%) = I \times A \times 2$, em que: I reflete o grau de inclinação das plantas, que varia de 0 a 5, sendo que 0 é a ausência de inclinação e 5 são todas as plantas completamente acamadas; e A representa a área com plantas acamadas na parcela, que varia de 0 a 10, sendo que 0 corresponde à ausência de plantas acamadas na parcela e 10 às plantas acamadas em toda a parcela, independentemente da sua inclinação. Desse modo, essa equação pondera a incidência e a severidade do acamamento das plantas, por exemplo, quando têm-se I=5 e A=10, $IA (\%) = 5 \times 10 \times 2 = 100\%$, o que corresponde à existência de plantas acamadas rentes ao solo na área total da parcela.

A colheita mecanizada foi realizada quando 90% das panículas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros. Os grãos foram armazenados em câmara fria (7°C e 60% de umidade relativa-UR) por dez dias até o início das análises. Foram realizadas as seguintes avaliações: grau de umidade, determinado pelo método da estufa a 105 °C por 24 horas; produtividade de grãos: determinada em Kg com base na produção da parcela útil, corrigindo

o teor de água pela umidade apresentada em cada parcela ao valor padrão de 13% e estimadas para Kg ha^{-1} ; massa de mil grãos: determinado em g pela contagem do número de grãos presentes em uma amostra de 5 g; massa hectolétrica: mensurada em Kg HI^{-1} a partir de uma amostra de grãos, a qual foi inserida num tubo com volume conhecido de 0,25 l (balança para massa hectolétrica da marca Dalle Molle, tipo 40), seguido da pesagem desta massa de grãos; índice de descasque: determinado em percentagem através da pesagem de 2 g de grãos (casca + cariopse) os quais foram individual e manualmente descascados e novamente pesados, obtendo-se assim o peso de cariopse; porcentagem de grãos > 2 mm: determinada em percentagem através da pesagem e posterior peneiramento de uma amostra de grãos, em peneira retangular cuja continha orifícios de espessura de 2 mm x 20 mm de abertura e novamente realizada a pesagem da amostra.

A determinação do teor de proteína total dos grãos foi a partir do conteúdo total de nitrogênio da amostra, onde porcentagem de proteína é igual o conteúdo de nitrogênio x 6,25. O teor de nitrogênio foi determinado utilizando o método Kjeldahl, descrito por Prazeres; Coelho (2016).

Para os caracteres expressos em percentagem, os dados foram transformados por $(x+0,5)^{1/2}$ com o objetivo de normalizar a distribuição dos erros. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando detectadas variações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. Os fatores quantitativos foram testados por meio de regressão utilizando o teste F ($p < 0,05$) para verificar o ajuste aos modelos.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares apresentaram efeito significativo sobre altura de planta, acamamento, massa hectolétrica, produtividade de grãos, número de espiguetas por panícula e teor de proteína nos grãos, nos demais caracteres diferenças não foram observadas (Tabela 7). Para os estádios de aplicação de N foi detectado efeito significativo na maioria dos caracteres testados, com exceção da massa hectolétrica e número de grãos por espiguetas. Em relação às doses de N, o efeito foi significativo apenas para acamamento, produtividade de grãos e proteína (Tabela 7). Neste ensaio a interação cultivar versus estádio exerceu efeito somente sobre altura de planta e acamamento e a interação cultivar versus dose não exerceu efeitos significativos reportando a um comportamento similar das cultivares à expressão de produtividade e qualidade industrial de grãos de aveia branca (Tabela 7).

As doses de N e a interação com cultivar e estágio de aplicação de N em cobertura foram efetivas sobre um número menor de caracteres avaliados, como a altura de planta, produtividade e teor de proteína nos grãos (Tabela 7). Desta forma, ressalta-se que essas variáveis apresentam dependência na comparação entre as duas cultivares, estádios e doses de aplicação de N em cobertura.

Tabela 7- Análise de variância da altura de planta (AP), acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos maiores que 2 mm (G>2), número de espiguetas por panícula (NEP), número de grãos por espiguetas (NGE) e proteína bruta nos grãos (PB) nas cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Quadrado médio								
		AP (m)	ACA (%)	PG (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	G>2 (%)	NEP	NGE	PB (%)
Bloco	3	0,001 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1040173,7 ^{ns}	2,4 ^{ns}	72,1*	0,42*	0,2 ^{ns}	0,034*	0,00 ^{ns}
Cultivar (A)	1	0,007 ^{ns}	84,3**	8,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}	27,7**	0,00 ^{ns}	2,1*	0,791 ^{ns}	0,27*
Resíduo a	3	0,005	14,5	1303256,9	4,7	358,4	0,09	0,4	0,010	0,09
Parcela	7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV% parcela		4,1	28,6	25,8	6,2	5,2	2,0	8,2	4,6	4,1
Estádio (B)	2	0,037**	64,8**	4682771,1**	10,9*	29,7 ^{ns}	0,21 ^{ns}	1,1*	0,003 ^{ns}	0,06 ^{ns}
A x B	2	0,005*	41,1**	1221467,9 ^{ns}	3,1 ^{ns}	7,6 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo b	12	0,006	16,5	1439219,0	5,1	29,7	0,05 ^{ns}	0,3	0,01	0,04
Sub parcela	23	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV% subparcela		3,3	14,8	20,4	5,8	4,6	2,0	7,6	4,6	4,1
Dose (C)	3	0,002 ^{ns}	2,0 ^{ns}	433022,6 ^{ns}	6,7 ^{ns}	3,9 ^{ns}	0,16*	0,4 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,14**
A x C	6	0,003 ^{ns}	3,0 ^{ns}	267775,8 ^{ns}	8,8 ^{ns}	12,0 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}
B x C	3	0,001 ^{ns}	0,8 ^{ns}	565565,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,03*
A x B x C	6	0,002 ^{ns}	11,0**	632140,0 ^{ns}	1,3 ^{ns}	3,6 ^{ns}	0,06*	0,2 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,01*
Resíduo c	36	0,264	459,8	53278108,3	279,1	886,5	3,12	20,5	0,460	1,27
Sub subparcela	95	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CV% sub subparcela		3,7	20,7	25,0	6,5	8,7	1,6	7,2	4,6	1,9
Média		1,2	51,5	3093,8	30,7	45,5	87,6	29,7	1,7	12,4

GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação.

ns Não significativo. * e **Significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Na altura de plantas, a aveia branca respondeu significativamente à adubação nitrogenada, nos diferentes estádios. As maiores alturas de plantas ocorreram quando aplicado N nos estádios 1º nó detectável e 1º nó detectável + emborrachamento (Tabela 8). Esse resultado está associado à disponibilidade de N nos estádios em que a planta utiliza este nutriente para alongamento dos entrenós.

Tabela 8- Médias da altura de planta (AP), acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), número de espiguetas por panícula (NEP) das cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.

Estádio	AP m	ACA %	PG Kg ha ⁻¹	MMG g	NEP -----
1º nó	1,22 b	62,75 a	3339,05 a	30,91 ab	30,52 a
Emb.	1,17 c	34,43 b	2623,32 b	31,25 a	27,53 b
1º nó+emb	1,24 a	57,50 a	3459,91 a	29,90b	31,37 a
Média	1,21	51,6	3117,9	30,6	29,7

Emb – Emborrachamento; 1º nó- 1º nó detectável.

NS – não significativo a 5% (p<0,05) e 1% (p<0,01) de probabilidade de erro pelo teste F.

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O acamamento de plantas, observado na fase de pré-colheita da aveia branca foi constatado nas duas cultivares estudadas, porém de forma mais pronunciada na URS Guria, esta com 62% e a URS Brava com 41% de acamamento (Tabela 9). Segundo as indicações técnicas de aveia (2014) a cultivar URS Guria é classificada como suscetível e URS Brava como modernamente suscetível, elucidando os resultados obtidos.

Tabela 9- Médias da altura de planta (AP), acamamento (ACA), massa hectolétrica (PH), número de espiguetas por panícula (NEP) e proteína bruta nos grãos (PB) das cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.

Cultivar	Estádio	AP (m)	ACA (%)	PH (Kg hl ⁻¹)	NEP -----	PB (%)
URS Guria	1º nó	^{ns} 1,20 ab	^{ns} 63,21 ab	^{ns} 42,92 ^{ns}	^{ns} 32,64 ^{ns}	^{ns} 11,77 ^{ns}
	emb.	^{ns} 1,18 b	*57,14 b	^{ns} 44,03	^{ns} 29,93	^{ns} 12,24
	1º nó+emb.	*1,22 a	*65,73 a	^{ns} 42,96	^{ns} 31,87	^{ns} 11,88
URS Brava	1º nó	1,23 b	62,22 a	47,02 ^{ns}	28,49 ^{ns}	12,10 ^{ns}
	emb.	1,17 c	11,75 c	48,15	25,14	13,48
	1º nó+emb.	1,26 a	49,21 b	49,24	30,90	13,56
\bar{x} URS Guria		1,20 ^{ns}	62,10*	43,22*	31,41*	11,90 *
\bar{x} URS Brava		1,22	41,20	48,12	28,10	13,01

Emb – Emborrachamento; 1º nó- 1º nó detectável.

* e ** - Significativo a 5% (p<0,05) e 1% (p<0,01) de probabilidade de erro pelo teste F. ns – não significativo.

Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

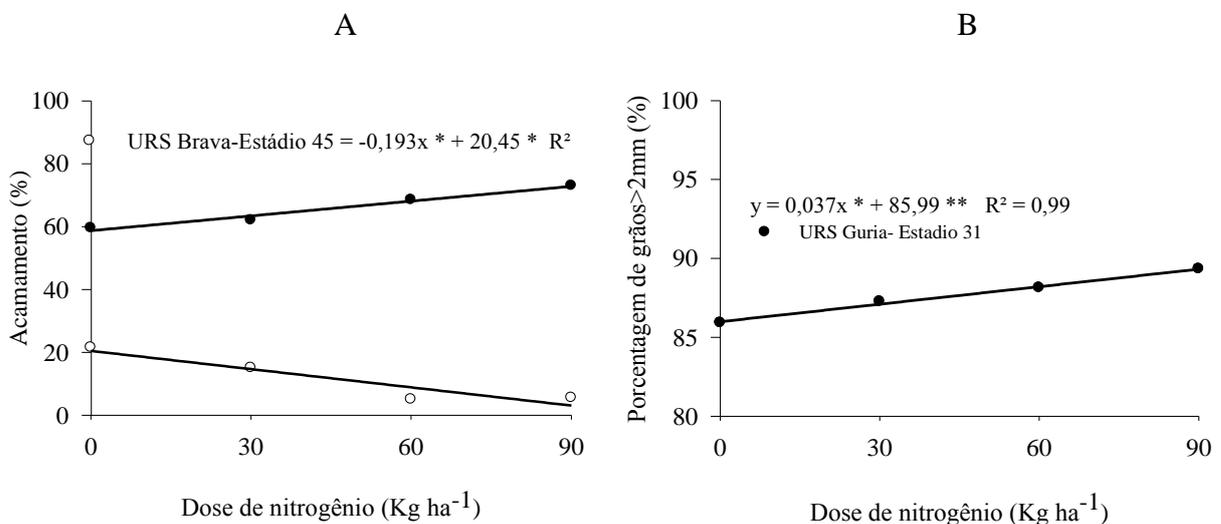
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Foi possível verificar que a aplicação de N também interferiu no acamamento, com significativas diferenças entre as épocas de aplicação. Esse fenômeno foi verificado para os tratamentos com N aplicados nos estádios 1º nó detectável e 1º nó detectável + emborrachamento, em ambas as cultivares, o que provavelmente se deveu à maior altura de plantas combinada com a maior massa das panículas (Tabela 9), pois tais tratamentos

apresentaram considerável altura de plantas (~1,20 e 1,22 m) e produtividade de grãos (3.111 e 3.222 kg ha⁻¹, URS Guria e URS Brava, respectivamente). De maneira diferente, a aplicação de N apenas durante o emborrachamento resultou em plantas com menor altura e menor acamamento (Tabela 9).

Ainda em relação ao acamamento, somente foram encontradas diferenças entre as doses de N, nas cultivares URS Guria, com disponibilização do fertilizante no 1º nó detectável + emborrachamento e URS Brava no emborrachamento (Figura 4A). As respostas às doses foram lineares e distintas, hora aumentou, hora diminuiu o acamamento. Esta diferença pode estar relacionada com a proporção em que o acamamento ocorreu. Na URS Guria, a aplicação parcelada de N no 1º nó detectável + emborrachamento, levou ao aumento do acamamento em função do aumento da dose de N em 0,19% por kg ha⁻¹ de N aplicado (Figura 4A). Já na URS Brava, com aplicação de doses crescentes de N apenas no estágio de emborrachamento resultou em menor acamamento de plantas (Figura 4A).

Figura 4- Acamamento (A) e porcentagem de grãos maiores que 2 mm (B) das cultivares de aveia branca URS Guria e URS Brava cultivadas sob quatro doses de nitrogênio, aplicadas em dose única ou parcelada. Lages-SC, 2014.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Em estudo recente Espindula et al. (2010) verificou diferenças entre cultivares, estádios e doses de nitrogênio na cultura do trigo, sendo que a cultivar BRS 210 não apresentou acamamento em nenhuma das formas de aplicação (dose total aplicada por ocasião da semeadura ou 20 kg ha⁻¹ na semeadura e o restante em cobertura no início da fase de perfilhamento) e doses de nitrogênio (40, 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹) e, por outro lado, para a

cultivar TBIO Pioneiro, o parcelamento promoveu maior acamamento que a aplicação em dose única.

Os melhores resultados de produtividade de grãos foram obtidos com aplicação de N nos estádios 1º nó detectável e 1º nó detectável + emborrachamento, que proporcionaram 3339 e 3459 kg ha⁻¹ de grãos, respectivamente (Tabela 9). Isto evidencia que o fornecimento de N às plantas de aveia branca é de grande importância nos períodos em que o potencial de produtividade está sendo estabelecido. Os componentes da produção são determinados sequencialmente durante o desenvolvimento da cultura, sendo que o início da alongação (estádio 31 à 33 de Zadoks) é determinante para a definição do número de espiguetas, do número de grãos durante o período de grão leitoso (fases 60 a 75 de Zadoks), e do tamanho dos grãos entre a antese e a maturidade fisiológica (69 a 89 de Zadoks) (MUNDSTOK, 2005). Pelos resultados encontrados, a aplicação de N na fase da alongação do 1º entrenó, total ou parcelada, foi fundamental para a expressão da alta produtividade de grãos, das cultivares testadas, aumentando em 24% a produção de grãos em relação a aplicação apenas no estágio mais tardio, de emborrachamento (Tabela 9). Esse fato possivelmente está relacionado ao maior número de espiguetas por panícula (Tabela 9), também observado neste estudo e discutido a diante. Estes resultados corroboram com Mundstock; Bredmeyer (2001) que concluíram que as plantas de aveia exigem grande disponibilidade de N no início do ciclo, com visíveis efeitos sobre a produtividade de grãos.

A produtividade de grãos da aveia branca não respondeu às diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura (Tabela 8). Isso demonstra que grande parte do N extraído e utilizado pela planta possivelmente foi oriundo dos restos culturais da soja e da mineralização da matéria orgânica presente no solo (Tabela 1, M.O. = 4,5%). Valor este considerado de médio a alto, e que, nestas condições, doses menores de N em cobertura são suficientes para a obtenção de satisfatória produtividade de grãos. Na China, Ning et al. (2012) avaliaram um híbrido de milho mantido com níveis de nitrogênio a 150 e 300 kg ha⁻¹, aplicado em forma de ureia em duas vezes (um terço foi usado como fertilizante de base e dois terços aplicado na fase de pré-pendoamento), não encontrando diferenças significativas na produtividade de grãos nos tratamentos utilizados. Os estudos realizados com aveia branca apontam tendência no aumento da produtividade conforme aumento da dose de N, como constatado por Kolchinski; Schuch (2003), porém é importante salientar que os resultados são dependentes das condições de cultivo e genótipos avaliados.

O aumento da dose de N aplicado não proporcionou efeito na massa de mil grãos (Tabela 8). Esse fato pode ter ocorrido devido ao maior número de grãos por panícula

observado (Tabela 8), causando aumento da competição por fotoassimilados na panícula e por consequência reduzindo a massa unitária dos grãos. Contudo, a massa de mil grãos pode sofrer influência do estágio em que o N é fornecido à planta, sendo que neste estudo a máxima resposta foi obtida com N disponibilizado tardiamente (emborrachamento) (Tabela 9). Dados semelhantes foram encontrados por Stefen et al. (2014). Estes autores observaram aumento da massa de mil grãos com aplicação de N (30 kg ha^{-1}) no estágio reprodutivo da cultivar de trigo Mirante. Gomes et al. (2007), avaliando o efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio no milho, também constataram significância somente para as épocas de aplicação de N, e atribuíram a obtenção de maiores valores com o fornecimento do nutriente principalmente nos tratamentos que envolveram a aplicação em cobertura, devido ao maior teor foliar de N nestes tratamentos. A massa de mil grãos é um parâmetro importante haja visto que se pode obter, a partir de um mesmo número de óvulos fecundados, maior produtividade de grãos apenas com o aumento das reservas acumuladas nos grãos (SILVA et al., 2006).

As proporções de parcelamento da adubação nitrogenada não influenciaram a massa hectolétrica (Tabela 8). Resultados semelhantes foram obtidos por Teixeira Filho et al. (2007), avaliando efeito da adubação nitrogenada em cobertura sobre o desempenho agrônomico de cultivares de trigo. Esses autores constataram que a massa hectolétrica não foi significativamente afetado pelas doses de N testadas (0; 20; 30; 40; 50 e 60 kg ha^{-1}), aplicadas na semeadura e no final do perfilhamento. A massa hectolétrica é um importante parâmetro na comercialização dos grãos de aveia e está intimamente relacionado com a proporção de cariopse e casca.

Ainda, a massa hectolétrica apresentou diferença entre as cultivares, onde a cultivar URS Brava foi a que apresentou maior média (Tabela 8). Este parâmetro que qualidade industrial apresenta caráter complexo, na qual, são condicionados principalmente por fatores de origem genética.

A porcentagem de grãos $>2 \text{ mm}$ sofreu efeito da dose de N utilizada (Tabela 8), com os dados se ajustando à função linear (Figura 4B), semelhante ao observado para o teor de proteína dos grãos (Figura 5A). Esse fato é sustentado, uma vez que as maiores doses de N mantem a atividade fotossintética por um período mais prolongado, o que pode ter resultado no maior acúmulo de reservas nos grãos, e, portanto maior tamanho.

A cultivar URS Guria apresentou maior número de espiguetas por panícula que a URS Brava (Tabela 9). Esse resultado é semelhante ao encontrado em trigo por Costa; Zucareli; Riede (2013), onde os autores afirmam que a produção de grãos em diferentes

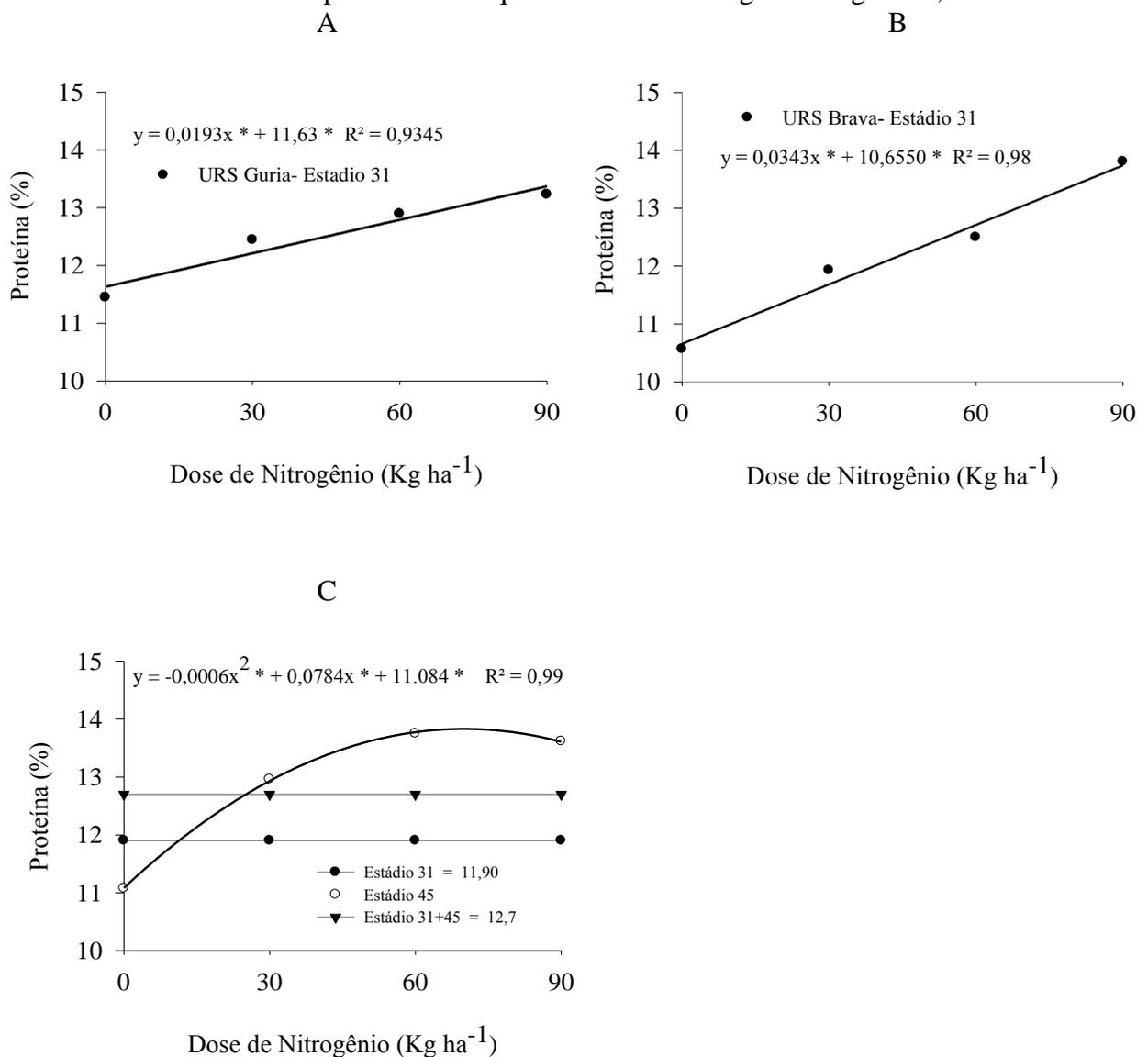
genótipos é em função do ajuste dos componentes do rendimento: número de perfilhos por unidade, número de grãos por espiga e o massa média de grãos. O ajuste desses componentes está diretamente ligado a um controle genético, o que leva a uma adequação entre eles dependendo do tratamento a que são submetidos. Em relação aos estádios, a aplicação de N nos estádios 1º nó detectável e 1º nó detectável + emborrachamento resultaram em maior número de espiguetas por panícula (Tabela 9), enfatizando a importância da disponibilização de N nos estádios iniciais nos quais esse componente de rendimento é definido. Nesse sentido, Wanser; Mundstock (2007), caracterizando o período do desenvolvimento crítico para suplementação de N em cobertura de cevada com base na expressão dos componentes do rendimento de grãos, concluíram que o tratamento em que o N foi aplicado no início do ciclo (emissão da terceira folha) estimulou as plantas a aumentarem o número de espiguetas por espiga. Tal observação justifica o resultado obtido com o menor número de espiguetas por espiga pelo atraso da adubação nitrogenada de cobertura, apenas no emborrachamento.

O número de grãos por espiguetas não foi influenciado pelas cultivares, doses de N e nem pela época de aplicação do fertilizante, apresentando valor médio de 1,73 grãos (Tabela 8). Teixeira Filho et al. (2007) estudando a aplicação de 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, aplicada em cobertura em 4 cultivares de trigo, constataram que não houve resposta ao aumento das doses de N sobre o número de grãos por espiguetas e grãos por espiga, indicando que o potencial genético dos genótipos de trigo não foi limitado pela ausência da aplicação de N, assim como observado no presente experimento.

Foi constatado efeito simples de cultivar e dose, interação dose versus estádio e efeito triplo sobre o teor de proteína nos grãos, indicando interação entre as cultivares, estádios e doses de aplicação de N em cobertura (Tabela 8). O teor médio de proteína bruta foi 12,5%, onde a cultivar URS Brava apresentou 13%, sendo superior a URS Guria, a qual apresentou 11,9%. Os teores máximos de proteínas no grão foram observados com a aplicação de N em uma única aplicação efetuada apenas durante o emborrachamento (Tabela 9). O alto teor de proteínas com a aplicação de N nesse estádio possivelmente se deve a disponibilidade de N num período próximo ao do enchimento de grãos (emborrachamento), permitindo que maiores quantidades de proteína fossem sintetizadas. Grande parte do N usado para sintetizar proteína no grão é absorvido antes da floração. Sendo assim, é possível inferir que a quantidade de N armazenado nos tecidos da planta no momento da floração é que define o N disponível para sintetizar compostos nitrogenados na planta e para a formação de proteína nos grãos.

O efeito simples das doses de N influenciou positivamente o teor de proteína dos grãos, que se ajustou a uma função linear crescente, em ambas as cultivares, com a aplicação no estágio 31 (Figura 5 A e 5 B). Porém, o efeito da aplicação tardia de N (emborrachamento, estágio 45 de Zadoks) quando avaliado as diferentes doses nos diferentes estádios, influenciou o teor de proteína, resultando em um comportamento, com ponto de máximo de 13,6% de PB, atingido com a aplicação de 65,3 kg ha⁻¹ de N (Figura 5C).

Figura 5. Conteúdo de Proteína em grãos das cultivares de aveia branca URS Guria (A), URS Brava (B), aplicadas no estágio 31 de Zadoks e médias das cultivares (C) em dose única ou parcelada sob quatro doses de nitrogênio. Lages-SC, 2014



* Significativa a nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

No desdobramento da interação tripla (dose * estágio * cultivar), a regressão foi significativa apenas na cultivar URS Brava, com adubação nitrogenada no 1º nó detectável. A função ajustou-se linearmente, resultando em aumento da proteína conforme aumento da dose de N em cobertura, nas condições descritas (Figura 5 B). Esses resultados possibilitam fazer inferências relevantes quanto ao manejo de N visando o aumento na quantidade de proteína dos grãos de aveia branca, contribuindo para a crescente demanda de pesquisas na área de manejo de plantas. Também, deve-se levar em consideração que ainda não se tem conhecimento de resultados experimentais de campo abordando esses aspectos para a cultura na região sul do Brasil, tornando os resultados inéditos.

Com base nesses resultados pode-se inferir que a qualidade proteica dos grãos de aveia branca, aumenta com a disponibilização de N em cobertura, porém de forma dependente do momento da disponibilização do nutriente à planta e do genótipo utilizado. Sendo a URS Brava 1,78 vezes mais responsiva que a URS Guria (0,0343/0,0193) ao N aplicado em cobertura durante o estágio 31, com conseqüente incremento no N proteico aos grãos.

3.5 CONCLUSÃO

Os caracteres altura de planta, acamamento, porcentagem de grãos > 2 mm e teor de proteína nos grãos são influenciados pelas doses de N, época de aplicação e cultivar de aveia branca. O N aplicado nas plantas de aveia branca semi-tardiamente aumenta a altura e o acamamento de plantas e é importante para os componentes do rendimento e produtividade de grãos.

O parcelamento da adubação de cobertura em duas aplicações de N, 50% no início do alongamento do colmo e 50% no emborrachamento, favoreceu a maior produtividade, qualidade industrial e teor de proteína dos grãos.

O incremento nas doses de N até 90 kg ha⁻¹ proporcionou acréscimos na espessura e teor de proteína dos grãos em cultivares de aveia branca, aumentando assim a qualidade química e industrial, demonstrando ser uma potencial prática de manejo, mesmo que não tenha aumentado a produtividade de grãos.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYADI, S. et al. Effects of nitrogen rates on grain yield and nitrogen agronomic efficiency of durum wheat genotypes under different environments. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.168, n.2, p.264-273, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra de grãos Brasileira**: Décimo primeiro levantamento, agosto 2016 - safra 2015/16. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2016 Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_12_08_19_boletim_graos_a_gosto_2016.pdf . Acesso em 02 set. 2016.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 215-224, 2013.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. 2ª ed. Passo Fundo (RS): A Comissão e Fundação ABC. 2014. 136p. ERNANI, P.R. **Química do Solo e Disponibilidade de Nutrientes**. Lages: GRAPHEL, 2016. 265p.

ESPINDULA, M.C. et al. Nitrogen application methods and doses in the development and yield of wheat. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, 2010.

GOMES, R.F. et al. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.931-938, 2007.

HARTWIG, I. et al. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.2, p.219-228, 2007.

HAWERROTH, M.C. et al. Redução do acamamento em aveia branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.2, p.115-125, 2015.

HOODA, S. et al. Dietary oat b-glucan reduces peak net glucose flux and insulin production and modulates plasma incretin in portal-vein catheterized grower pigs. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v.140, n.9, p.1564-569, 2010.

JONES, M. B.; FINNAN, J.; HODKINSON, T.R. Morphological and physiological traits for higher biomass production in perennial rhizomatous grasses grown on marginal land. **Global Change Biology Bioenergy**, Malden, v. 7, n. 2, p. 375-385, 2015.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.117-121, 2002.

MINGOTTE, F.L.C. et al. Agronomic efficiency and grain quality of upland rice cultivars as a function of nitrogen topdressing. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.31, n.3, p.748-758, 2015.

- MUNDSTOCK, C.M. **Quando aplicar nitrogênio em trigo, cevada e aveia**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 8p.
- MUNDSTOCK, C.M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p. 205-211, 2001.
- NELSON, K.A.; MOTAVALLI, P.P.; SMOOT, R.L. Utility of dried distillers grain as a fertilizer source for corn. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.1, n.1, p.3-12, 2009.
- NING, T. et al. Nitrogen uptake, biomass yield and quality of intercropped spring-and summer-sown maize at different nitrogen levels in the North China Plain. **Biomass and Bioenergy**, v 47, n.1, p.91-98, 2012.
- OLIVEIRA, A.C. DE. et al. Brisasul: a new high-yielding white oat cultivar with reduced lodging. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.11, n.4, p.370-374, 2011.
- PRAZERES, C.; COELHO, C.M.M. Divergência genética e heterose relacionada à qualidade fisiológica em sementes de milho. **Bragantia**, Campinas, v.75, n.4, p.411-417, 2016 .
- RIAL-LOVERA, K. et al. Influence of tillage systems and nitrogen management on grain yield, grain protein and nitrogen-use efficiency in UK spring wheat. **The Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.97, n.1, p.1–16, 2016.
- ROSSI, R.M.; NEVES, M.F. (Coordenação). **Estratégias para o trigo no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 224 p.
- SILVA, A.A. et al. Desempenho agrônomo e econômico do milho irrigado em sucessão à espécies inverniais de cobertura de solo e/ou para produção de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.620-627, 2008b.
- SILVA, A.D. et al. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.1, p.75-88, 2006.
- STEFEN, D.L.V. et al. Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.13, n.1, p.30-39, 2014.
- TAVARES, L.C.V. et al. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.44, n.2, p.166-174, 2014.
- TEIXEIRA FILHO, M.C.M. et al. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.3, p.421-425, 2007.
- WREGGE, M.S. et al (Eds). **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado; Colombo, Embrapa Florestas, 2011, 332p.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v.14, n.6, p.415-421, 1974.

CAPÍTULO III

4 TEMPERATURA BASE PARA O APARECIMENTO DE FOLHAS E FILOCRONO DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE SEMEADURA

4.1 RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estimar a temperatura base (T_b) para a emissão de folhas e o filocrono para diferentes cultivares de aveia branca. Um experimento a campo foi realizado na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, durante o ano agrícola 2014. Foram utilizadas três cultivares de aveia branca com ciclos de desenvolvimento distintos: UPFA Ouro (médio-tardio), IPR Afrodite (médio) e URS Taura (precoce). As cultivares foram implantadas em nove épocas distintas em intervalos de 15 dias, com início em 04 maio e última sementeira em 27 de agosto. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado segundo um esquema fatorial (3×9), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta de um canteiro preenchido com solo do local e constituída por 30 sementes, desSas 10 foram previamente identificadas e avaliadas. As avaliações corresponderam a contagem do número de folhas no colmo principal semanalmente. A determinação da T_b foi feita utilizando-se os métodos da menor variabilidade e o filocrono foi obtido pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas (NF) e a soma térmica (STa). Os valores de temperatura base determinados para as diferentes cultivares de aveia branca foram: 2,5 °C para UPFA Ouro (ciclo médio-tardio), 3 °C para IPR Afrodite (médio) e de 2,3 para URS Taura (ciclo precoce). Também constatou-se diferença nos valores de temperatura base nas diferentes datas de sementeira. O filocrono varia com a cultivar de aveia branca, onde os valores correspondem a 123,9 °C para UPFA Ouro, 115,9 °C para IPR Afrodite e 120,4 para URS Taura e com as datas de sementeira, de modo que, quanto mais precoce for a cultivar, maior é a sensibilidade à data de sementeira durante a emissão de folhas. O filocrono em aveia branca varia com a época de sementeira em resposta às diferenças de temperatura.

Palavras-chave: *Avena sativa*. Desenvolvimento vegetal. Temperatura.

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate the base temperature (T_b) for leaf emission and the phyllochron for different white oat cultivars. A field experiment was carried out in the experimental area of the Department of Agronomy of the State University of Santa Catarina, Lages, SC, during the agricultural year 2014. Three cultivars of white oats with distinct development cycles were used: UPFA Ouro (medium-late), IPR Aphrodite (medium) and URS Taura (precocious). The cultivars were implanted in nine distinct seasons at 15 day intervals, beginning on May 4 and last sowing on August 27. The design was completely randomized according to a factorial scheme (3×9), with four replications. Each experimental unit was composed of a bed filled with local soil and constituted by 30 seeds, after which 10 were previously identified and evaluated. The assessments corresponded to the count of the number of leaves on the main high weekly. The determination of the T_b was done using the least variability methods and the phyllochron was obtained by the inverse of the linear regression coefficient between the number of leaves (NF) and the thermal sum (STa). The

values of base temperature determined for the different cultivars of white oats were: 2.5 °C for UPFA Ouro (medium-late cycle), 3 °C for Aphrodite IPR (medium) and 2.3 for Taura URS (early cycle). It was also verified difference in the values of base temperature in the different sowing dates. The phyllochron varies with the white oat cultivar, where the values correspond to 123.9 °C for UPFA Gold, 115.9 °C for IPR Aphrodite and 120.4 for URS Taura and with the sowing dates, so that the more Cultivar, the greater the sensitivity to the date of sowing during the emission of leaves. The phyllochron in white oats varies with sowing time in response to temperature differences.

Keywords: *Avena sativa*. Leaf appearance. Plant development. Temperature.

4.2 INTRODUÇÃO

A aveia pertence à família Poaceae, é um cereal anual de inverno e seu gênero compreende várias espécies silvestres, invasoras e cultivadas, distribuídas nos seis continentes. É uma cultura utilizada há aproximadamente 4000 anos, sendo a *Avena strigosa* (aveia preta) a primeira espécie a ser explorada seguida pela *Avena sativa* (aveia branca) (ABREU; SCHUCH; MAIA, 2002). A cultura foi introduzida no Brasil pelos descobridores e imigrantes europeus e é cultivada no país desde 1600 (TAVARES; ZANETTINI; CARVALHO, 1993).

A aveia branca é um cereal que apresenta múltiplos propósitos, sendo utilizada na alimentação humana (aveia branca granífera), devido a qualidade de seus compostos nutricionais, e na alimentação animal (aveia branca granífera e forrageira) como forragem verde, feno, silagem e na composição de rações. No sul do Brasil e em parte do sudeste e centro oeste é cultivada para produção de grãos e formação de palhada visando a cobertura do solo, favorecendo a implantação das culturas de verão, especialmente em sistema de plantio direto.

Entre os fatores ecológicos que influenciam no crescimento e desenvolvimento das plantas de aveia branca está a temperatura do ar, que interfere em diferentes processos incluindo a taxa de emissão de folhas (CASTRO, 2006). Existem muitos métodos de cálculo da soma térmica, no método mais simples, são acumulados os valores de temperatura média diária do ar acima de uma temperatura base (T_b). As relações entre a temperatura acumulada em graus.dia (GD) para o desenvolvimento do vegetal fundamentam-se na média diária de temperatura com a base de temperatura de cada planta, quando esse índice é inferior, o metabolismo paralisa ou estabiliza (FEROLLA et al., 2007). No mecanismo de formação dos fitômeros que resultam em perfilhos, os meristemas captam as sensações térmicas e quando chega numa soma térmica geneticamente controlada (filocrono) ocorre a emissão de uma

nova folha (NABINGER, 2005). Logo, o aumento de temperatura dentro do intervalo compreendido entre a temperatura base inferior e superior, acelera o desenvolvimento da planta, reduzindo o seu ciclo. Com base nesse princípio, explicavam-se as diferentes durações do ciclo de uma cultura, em dias, para cultivos em localidade com regimes de temperaturas diferentes.

A medida ou a estimativa da emissão de folhas é importante porque se obtém o número de folhas acumulado no colmo, que é uma excelente medida de tempo fisiológico e está associado ao momento de ocorrência de estágios de desenvolvimento e ao início da ramificação em diversas espécies vegetais (STRECK et al., 2003). Uma das maneiras usadas para calcular o número de folhas em modelos matemáticos é pelo conceito do filocrono, que é o intervalo de tempo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas em uma haste (WILHELM, McMASTER, 1995). Assim, o filocrono pode ser diferenciado pela soma térmica e, desta forma, ter uma associação com a unidade de calor necessária por dia e por folha.

A análise do filocrono permite identificar a melhor época de semeadura de uma cultivar e as interações entre genótipo x ambiente x tempo, promovendo o desenvolvimento fisiológico e o melhor desempenho das plantas. Yusoff et al. (2012) verificaram a taxa de surgimento de folhas (filocrono) de aveia branca no valor de $123 \pm 3,9$ graus dia (GD). Os genótipos têm respostas diferenciadas ao acúmulo de GD, e por isso são identificados como de ciclo precoce, médio ou tardio até a emissão da inflorescência.

O filocrono tem sido amplamente usado para definir e conhecer o desenvolvimento dos vegetais. O entendimento sobre o filocrono de determinada cultura pode auxiliar na tomada de decisão no manejo da cultura, como a escolha da época de semeadura. Caracterizar o filocrono de genótipos de aveia branca em diferentes épocas de semeadura pode representar uma importante ferramenta no manejo, principalmente para cultivares recomendadas para cultivo no estado de Santa Catarina, caracterizada pela disponibilidade de diferentes agroecossistemas. A caracterização do desenvolvimento desses genótipos em diferentes condições ambientais, especialmente das épocas de semeadura, é um tema relevante e contínuo de pesquisa que pode contribuir para melhorar a eficiência da cadeia produtiva da cultura. Sendo assim, o trabalho teve por objetivo estimar a temperatura base (T_b) para a emissão de folhas e o filocrono para diferentes cultivares de aveia branca.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento a campo foi realizado na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC (930 m acima do nível do mar, latitude 27°48'58" S e longitude 50°19'34" O), durante o ano agrícola 2014. O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb – subtropical úmido mesotérmico, de verões frescos, no inverno e primavera tem ocorrência de geadas severas e frequentes, não apresentando estação seca, com temperatura média anual de 15,7 °C e precipitação pluvial média anual na região de 1556 mm (WREGE et al., 2011).

Foram utilizadas três cultivares de aveia branca com ciclos de desenvolvimento distintos: UPFA Ouro (médio-tardio), IPR Afrodite (médio) e URS Taura (precoce). As cultivares foram implantadas na safra de 2014 em nove épocas distintas, com semeadura nas seguintes datas: 04/maio, 21/maio, 04/junho, 18 junho, 02/julho, 16/julho, 30/agosto, 13/agosto e 27/agosto. As épocas de semeadura foram escolhidas para se ter plantas desenvolvendo antes, durante, e após a época recomendada para a cultura para a Região de Campos Novos e Lages que é de 15 de junho a 15 de julho (RCBPA, 2006), contemplando diferentes condições de temperatura.

A análise dos dados foi realizada segundo um esquema fatorial (3 x 9): três cultivares de aveia branca e nove datas de semeadura, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada repetição foi composta de um canteiro preenchidos com solo do local (Cambissolo Alumínico) e constituída por 30 sementes distribuídas em seis linhas, e estas contendo cinco sementes cada. O espaçamento utilizado foi de 5 cm entre linhas e de 5cm entre plantas, com área total de 25 cm². Dessas, 10 plantas foram identificadas aleatoriamente com arame e placas de e.v.a (Etil, Vinil e Acetato) numeradas de 1 a 10. O espaçamento entre as parcelas foi de 0,5 m.

O manejo das plantas foi feito com base nas recomendações técnicas para a cultura da aveia branca (RCBPA, 2014). A irrigação foi realizada conforme a necessidade das plantas.

No colmo principal das plantas marcadas, foi contado, uma vez por semana, o número de folhas (NF), até o fim da emissão de folhas, caracterizado pelo aparecimento da estrutura floral. A contagem iniciou quando houve no mínimo duas folhas visíveis em cada planta em pelo menos 50 % da parcela. As folhas foram consideradas visíveis quando obtiveram comprimento do limbo de no mínimo 1cm.

Os dados diários de temperatura mínima e máxima do ar foram coletados na estação meteorológica pertencente ao CAV-UDESC, localizada próximo ao experimento. Para o

cálculo da soma térmica foi considerado a média aritmética das temperaturas mínima e máxima diárias do ar menos a temperatura base (ARNOLD, 1960):

$$STd = [(Tmax + Tmin) / 2] - Tb.1 \text{ (Equação 1)}$$

em que: STd é a soma térmica diária (°C.dia), Tmax é a temperatura máxima diária do ar (°C), Tmin é a temperatura mínima diária do ar e Tb é a temperatura basal mínima ou, simplesmente, temperatura base da cultura (°C).

Para calcular a soma térmica acumulada (STa), foi somado as STd, ou seja, $STa = \sum STd$. A estimativa da temperatura base (Tb) para emissão de folhas foi realizada utilizando os dados do NF coletados no experimento. A determinação da Tb foi feita utilizando-se os métodos da menor variabilidade, proposto por Arnold (1960). De acordo com este autor, para determinação da Tb, são escolhidas a priori, valores de temperaturas que vão ser utilizadas para cálculo das somas térmicas. Posteriormente, determina-se o desvio-padrão (Sdd), em graus-dia, sendo a temperatura base da cultivar aquela que corresponder ao menor valor de desvio-padrão (Sd), em dias, calculado como segue: $Sd = Sdd / (Xt - Tb)$ em que:, Xt é a temperatura média para toda a série de cultivos analisados. As temperaturas utilizadas para determinação da Tb foram: 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6° C.

Com o valor de Tb obtido para cada cultivar e em cada data de semeadura, foi estimado o valor do filocrono. Para isso, foram ajustadas equações de regressão linear simples entre o NF e a STa em cada unidade experimental. O filocrono foi obtido pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear. Os valores de filocrono foram submetidos à análise de variância pelo teste F, seguida de comparação de médias pelo teste Scott Knott, a 5% de probabilidade.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo em diferentes épocas de semeadura no campo proporcionou às plantas de aveia branca se desenvolverem em condições climáticas distintas durante seu ciclo representado pela fase vegetativa, as quais foram importantes na estimativa da temperatura basal inferior (Tb) para as três cultivares, como pode ser observado na ANOVA (Tabela 10).

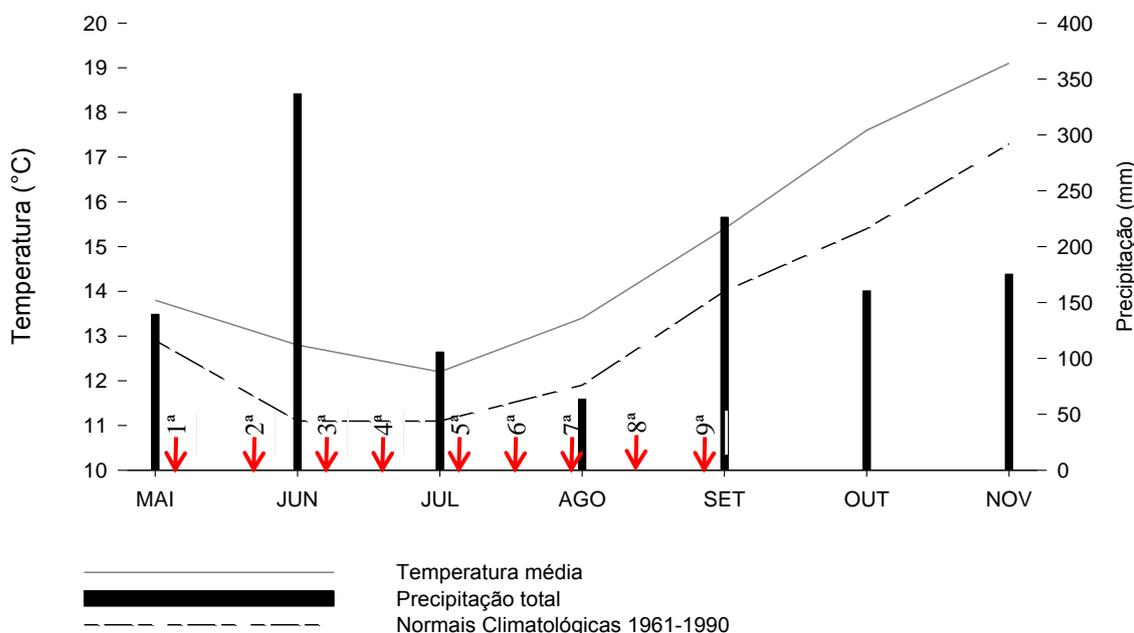
Tabela 10- Resumo da análise de variância do filocrono de aveia branca, em nove datas de semeadura, cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite. Lages, SC, 2014.

FV	GL	QM	P > F	MÉDIA	CV%
Épocas de semeadura (a)	8	3987,55	<,0001	120,11	6,44
Resíduo-a	27	59,91			
Parcelas	35				
Cultivares (b)	2	591,99	<,0001	120,11	4,01
Int. a x b	16	106,80	<,0001		
Resíduo-b	54	23,16			
Sub parcela	107				

GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação; QM- Quadrado médio.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 6- Valores diários da temperatura média do ar e de precipitação acumulada mensal, durante o período de emissão de folhas nas 9 épocas de semeadura. Lages, SC, 2014.



↓ Datas de semeadura: Ano agrícola 2014 (1ª =04/05/14, 2ª=21/05/14, 3ª=04/06/14, 4ª=18/06/14, 5ª=02/07/14, 6ª=16/07/14, 7ª= 30/07/14, 8ª= 13/08/14 e 9ª=27/08/14)

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A diferença entre as condições meteorológicas vigentes durante as nove épocas de semeadura também influenciaram na duração da fase de desenvolvimento da planta, apresentando tendência de diminuição da duração com o avanço da época de semeadura (dados não apresentados). A presença de uma relação inversa entre a temperatura do ar e a duração da fase vegetativa, indica que quanto maior a temperatura média do ar, menor será a duração dessa. Mesma tendência foi observada em outras culturas, como o triticale (PEDRO JR. et al., 2004) e a canola (LUZ et al., 2012).

Elevada relação foi observada entre o NF e a STa para todos as cultivares avaliadas, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,96 (Figura 7). A relação entre o NF acumuladas e a STa é apresentado na figura 7. Essa alta relação linear indica que a emissão de folhas em aveia branca é altamente influenciada pela temperatura e, conseqüentemente, épocas de semeadura.

Figura 7 - Relação entre o número de folhas acumuladas na haste principal (NF) e a soma térmica acumulada a partir da emergência (STa) utilizada para a estimativa do filocrono das cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite no ano agrícola 2014. Lages, SC, 2014 (Continua).

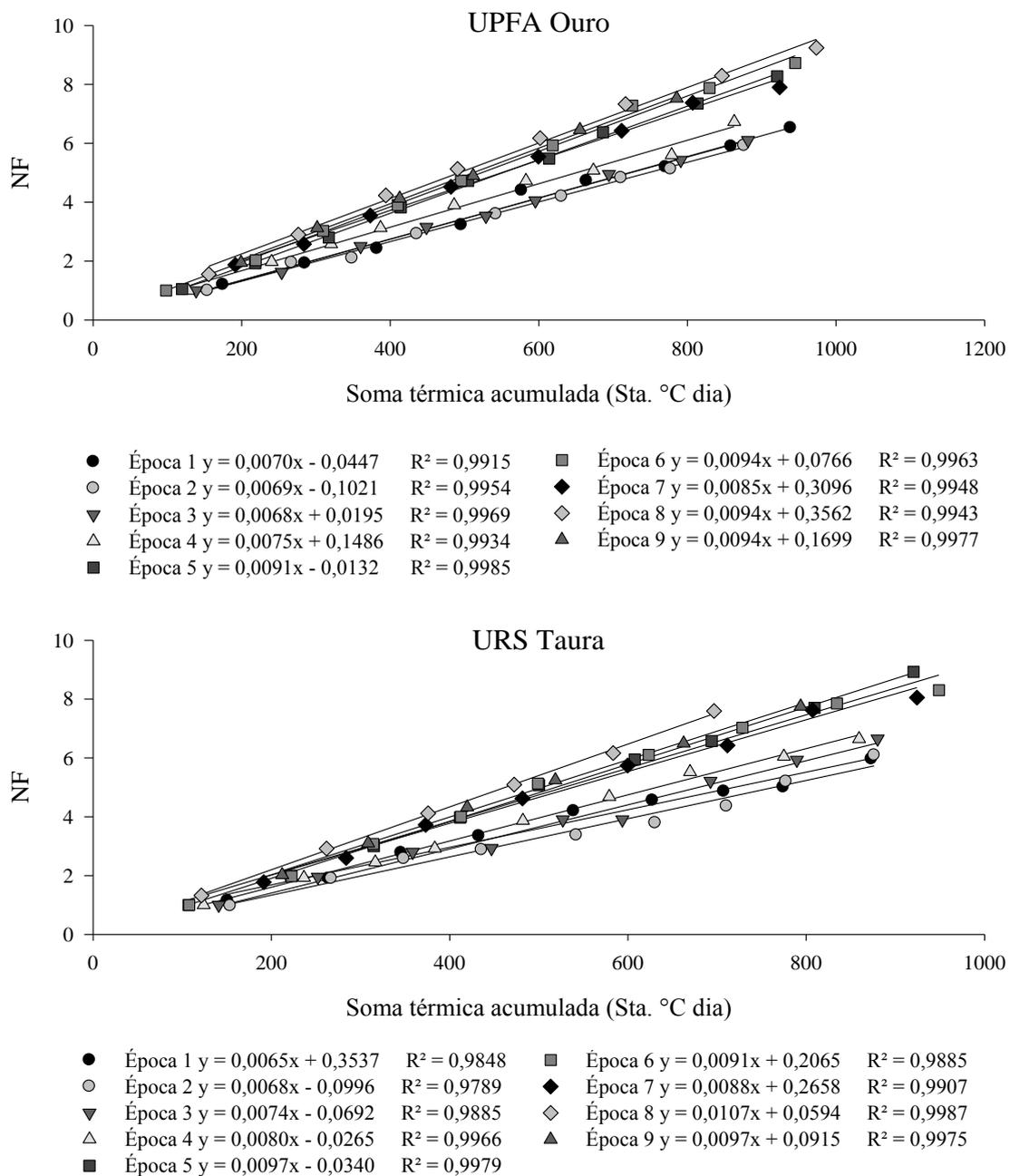
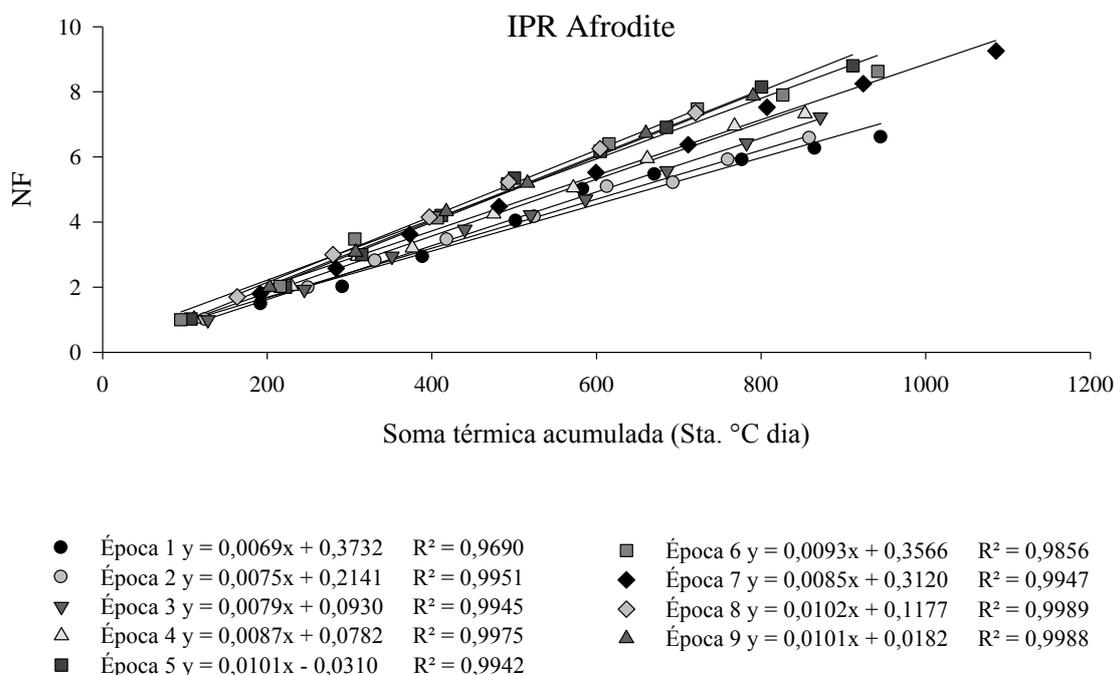


Figura 7 - Relação entre o número de folhas acumuladas na haste principal (NF) e a soma térmica acumulada a partir da emergência (STa) utilizada para a estimativa do filocrono das cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite no ano agrícola 2014. Lages, SC, 2014 (Conclusão).

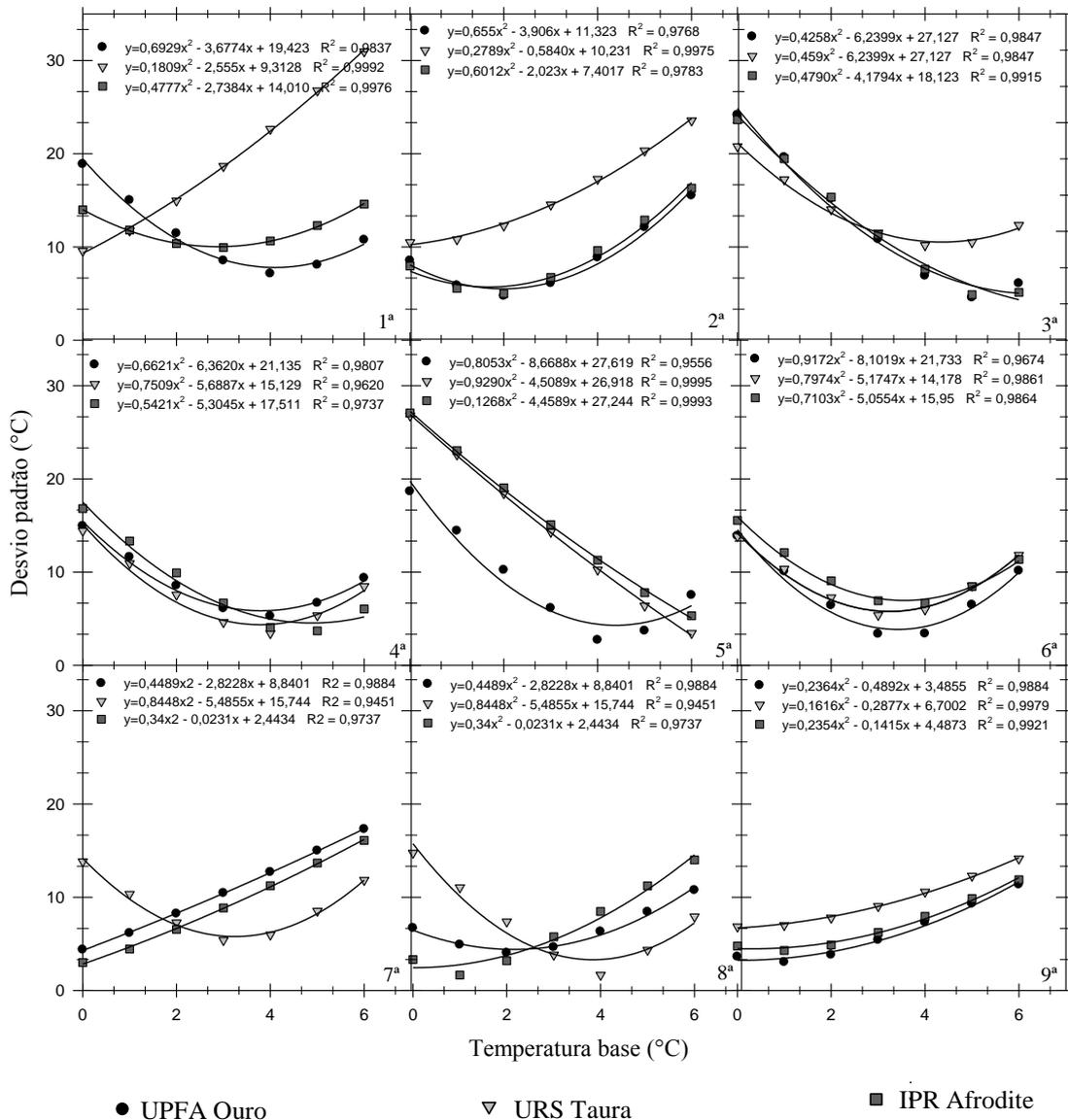


Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A temperatura base (T_b) estimada pelo método de menor variabilidade para os genótipos de aveia branca variou de 0 a 6°C (Figura 8). A média foi de 2,5, 2,3 e 3°C para as cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite, respectivamente. Verificou-se que a variação nos valores da temperatura base, em °C, também foi entre 0 e 6°C entre as épocas de semeadura (Figura 8). As médias foram de 1ª = 2,3, 2ª = 0,6, 3ª = 4,3, 4ª = 4,3, 5ª = 5,3, 6ª = 3,6, 7ª = 0, 8ª = 2,3 e 9ª = 0,6.

No que se refere à cultura da aveia branca, não se conhecem muitos estudos para a determinação das temperaturas base (T_b). Entretanto, pesquisas como o de Sonogo et al (2000), consideraram a T_b da aveia branca de 0°C e Peltonen-Sainio (1999) de 5°C. Estes valores encontrados, independente do local de determinação, assim como condições climáticas, apresentaram grande semelhança aos valores obtidos nesta avaliação, no que se refere a temperatura base.

Figura 8 - Determinação da temperatura-base em nove datas de semeadura, pelo método da menor variabilidade, para as cultivares de aveia branca UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite. Lages, SC, 2014.



Datas de semeadura: Ano agrícola 2014 (1^a=04/05/14, 2^a=21/05/14, 3^a=04/06/14, 4^a=18/06/14, 5^a=02/07/14, 6^a=16/07/14, 7^a=30/07/14, 8^a=13/08/14 e 9^a=27/08/14)

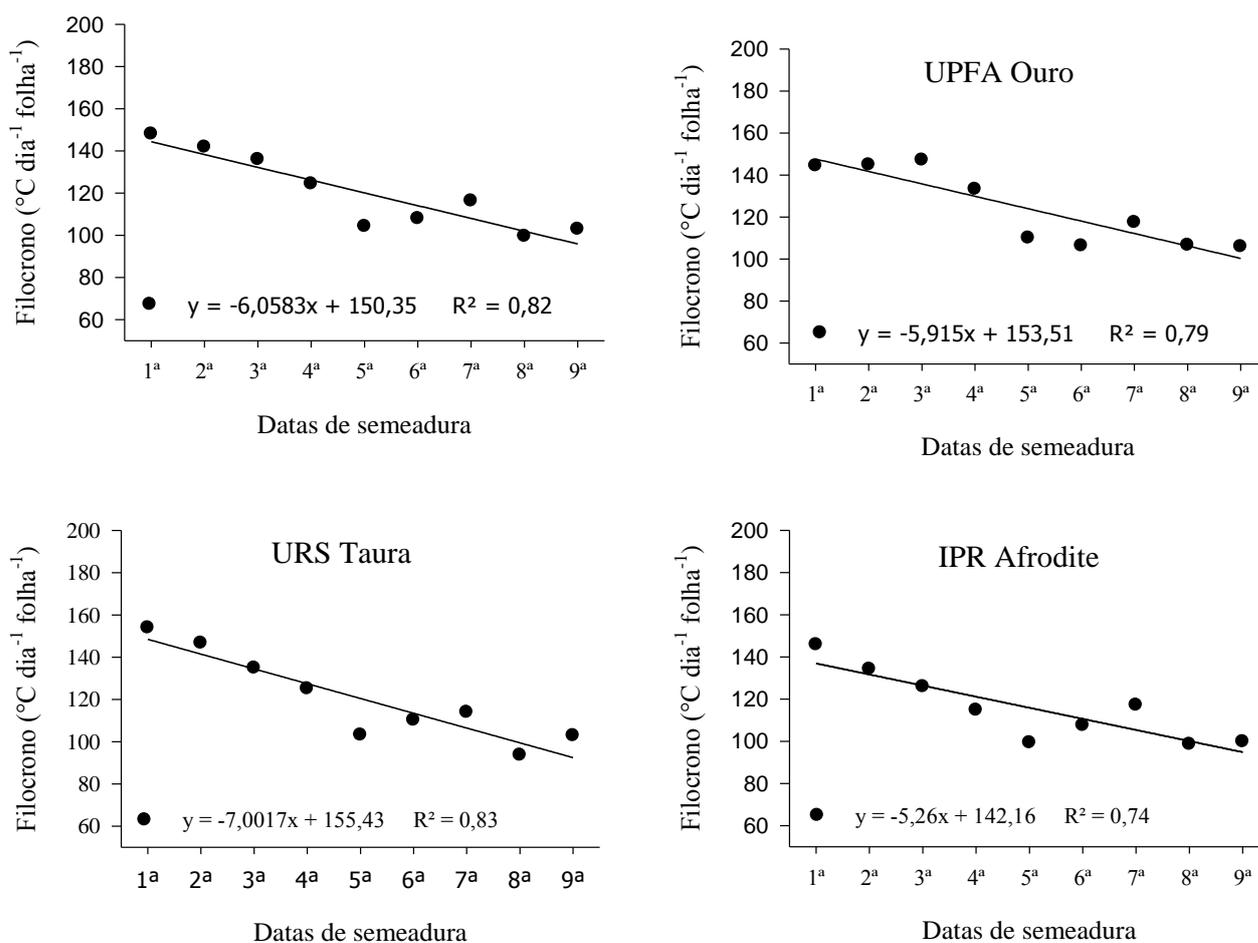
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Mantai et al. (2016), na simulação do ciclo de desenvolvimento da aveia branca associado ao fotoperíodo, temperatura e coeficientes de desenvolvimento, adotaram várias temperaturas no intervalo entre 0 e 35°C, e concluíram que as temperaturas mínimas, ótimas e máximas eficientes para simular o ciclo de desenvolvimento da aveia foram 4, 22 e 30 °C desde emergência até a antese, também semelhantes aos valores de Tb aqui determinados.

Para fins de cálculo da soma térmica e estimativa do filocrono, optou-se por considerar a Tb o valor estimado em cada época de semeadura e em cada cultivar. A análise de variância

resultou em efeito significativo da data de semeadura (Figura 9), da cultivar e da interação data versus cultivar para a variável filocrono com base no NF (Tabela 10). Assim, a análise foi desdobrada dentro de cada fator (Figura 9).

Figura 9 - Valores de filocrono ($^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$) com base no número de folhas expandidas (NF) de aveia branca, em nove datas de semeadura, efeito simples de cultivar, desdobramento das cultivares UPFA Ouro, URS Taura e IPR Afrodite. Lages, SC, 2014.



Datas de semeadura: Ano agrícola 2014 (1^a =04/05/14, 2^a=21/05/14, 3^a=04/06/14, 4^a=18/06/14, 5^a=02/07/14, 6^a=16/07/14, 7^a= 30/07/14, 8^a= 13/08/14 e 9^a=27/08/14

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

As médias obtidas para a variável filocrono variaram de 99,5 a 148,0 $^{\circ}\text{C folha}^{-1}$ para as épocas de semeadura e 115,9 a 123,9 $^{\circ}\text{C folha}^{-1}$ entre as cultivares (Figura 9). A média geral do filocrono obtida neste estudo foi 120,1 $^{\circ}\text{C folha}^{-1}$, muito próximo do encontrado por Yusoff et al. (2013) que estimou o filocrono de aveia em $123 \pm 3,90$ $^{\circ}\text{C folha}^{-1}$ em Lincoln- Nova Zelândia. No mesmo local, Sonogo et al. (1999) obteve valor médio de 108,7 $^{\circ}\text{C folha}^{-1}$, para a cultivar de aveia branca ‘C&F-435’, em seis épocas de semeadura.

Houve diferença no filocrono entre as datas de semeadura e a tendência foi similar entre as cultivares (Figura 9). A relação decrescente na Figura 9 indica que o desenvolvimento (velocidade de emissão de folhas) aumenta com o aumento da temperatura, representado pelas épocas de semeadura. Na Figura 9, também se observa que a resposta as datas de semeadura é distinta entre as cultivares.

O coeficiente angular das equações apresentadas na Figura 9 indica a sensibilidade à temperatura, pois representa o decréscimo do filocrono em relação as datas de semeadura. O coeficiente angular foi de 5,2 para 7,0 ($^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$) da cultivar menos sensível para a cultivar mais sensível, sendo maior na cultivar precoces (URS Taura) e menor na cultivar média IPR Afrodite. A cultivar médio-tardia (UPFA Ouro) ficou na posição intermediária. Esses resultados indicam que a sensibilidade da aveia branca às datas de semeadura está associada ao grupo de maturação da cultivar, de modo que, em geral, quanto mais precoce for a cultivar, maior é a sensibilidade à data de semeadura durante a emissão de folhas. Este efeito ocorre porque a época de semeadura define as temperaturas que as plantas estarão submetidas, afetando a velocidade de crescimento e desenvolvimento da cultura, o número de fitômeros formados durante o ciclo vegetativo da espécie e, conseqüentemente o florescimento. Diferentes valores de filocrono (emissão de folhas) em trigo (ROSA et al., 2013), arroz (STRECK et al., 2007) e canola (DALMAGO et al., 2013) entre épocas de semeadura ao longo do ano são relatados na literatura.

Entre as épocas de cultivo, mesmo nas com soma térmica muito próximas, houve variação no filocrono, então sugere-se a hipótese de que a duração do dia astronômico possa ter contribuído para alterar esse parâmetro do desenvolvimento vegetativo, pois o registro térmico indica decréscimo das temperaturas médias entre maio e julho (Figura 6). Sugerindo que a soma térmica per si não foi a único fator ambiental a afetar o desenvolvimento da aveia. A aveia, em relação à resposta ao fotoperíodo, é considerada uma planta de dias longos (ou noites curtas), apesar da grande diversidade genética existente (SHANDS; CISAR, 1988). Algumas cultivares respondem ao fotoperíodo, embora outras não o façam (LOCATELLI et al., 2008). Nas condições experimentais de Lages, as plantas de aveia branca foram expostas à variação fotoperiódicas, entre 10,7 e 13,9 horas, acima do fotoperíodo crítico que é de 8h (ALBERTO et al., 2009). Neste trabalho, o fato de ocorrer diferenças no filocrono, mesmo em condições de temperatura muito próximas sinaliza a favor da hipótese de que o florescimento é uma resposta da interação entre temperatura (soma térmica) e fotoperíodo. No entanto, mais estudos precisam ser realizados para confirmar tal hipótese, dando-se prioridade para experimentos em que o fotoperíodo seja controlado, pois no campo o fotoperíodo é variável

em nível diário e, ao fazer-se a média do fotoperíodo durante a emissão de folhas, podem ser introduzidos erros compensatórios, que reduzem a certeza da influência desse elemento sobre o desenvolvimento vegetativo dessas cultivares de aveia branca.

Considerando a média das datas de semeadura em cada cultivar, houve diferença entre o filocrono (Figura 9). A cultivar UPFA Ouro foi superior a URS Taura que foi superior a IPR Afrodite, ou seja, a cultivar que apresentou maior valor médio de filocrono foi a de ciclo médio-tardio (UPFA Ouro). Este resultado era esperado já que no presente estudo, foi testada a hipótese de que o filocrono varia em função da precocidade de cada cultivar para atingir o florescimento.

Na Tabela 10 observa-se também que na variável filocrono houve interação significativa entre época versus cultivar, cujo desdobramento encontra-se na figura 9. Essa interação resultou da resposta diferencial dos genótipos à variação ambiental nas diferentes épocas de semeadura. Para Cruz; Castoldi (1991), essa interação proporciona dificuldades no melhoramento, pois indica a inconsistência da superioridade do genótipo com relação às variações impostas pelo ambiente, isto é, há genótipos com melhor desempenho em um ambiente, mas não em um outro, sendo uma dificuldade adicional ao processo de seleção.

Assim, os resultados deste estudo se somam a resultados anteriores que dizem haver variação entre cultivares e entre datas de semeadura para sua respectiva evolução fenológica. Os resultados deste trabalho, no entanto, indicam a estimativa do filocrono em cultivares com diferentes ciclos como um dos fatores adicionais que afetam a estimativa do filocrono da cultura, o que ainda não havia sido descrito na literatura. Apesar da sua dependência de vários fatores, o filocrono pode ser usado em modelos de simulação da produtividade em cereais como o trigo (BASSU et al., 2009) e com potencial para a aveia branca.

4.5 CONCLUSÕES

Os valores de temperatura base determinados para as diferentes cultivares de aveia branca foram: 2,5 °C para UPFA Ouro (ciclo médio-tardio), 3 °C para IPR Afrodite (médio) e de 2,3 para URS Taura (ciclo precoce). Também constatou-se diferença nos valores de temperatura base nas diferentes datas de semeadura.

O filocrono varia com a cultivar de aveia branca, onde os valores correspondem a 123,9 °C para UPFA Ouro, 115,9 °C para IPR Afrodite e 120,4 para URS Taura e com as datas de semeadura, de modo que, quanto mais precoce for a cultivar, maior é a sensibilidade

à data de semeadura durante a emissão de folhas. O filocrono em aveia branca varia com a época de semeadura em resposta às diferenças de temperatura.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G.T. et al. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.1, p.19-24, 2005.

ABREU, G.T.; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M. S. Análise do crescimento e utilização de nitrogênio em aveia branca (*Avena sativa* L.) em função da população de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.111-116, 2002.

ALBERTO, C.M. et al. Modelagem do desenvolvimento de trigo considerando diferentes temperaturas cardinais e métodos de cálculo da função de resposta à temperatura, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.6, p.545-553, 2009.

ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, Alexandria, v.76, n.1, p.682-692, 1960.

BASSU, S. et al. Optimising sowing date of durum wheat in a variable Mediterranean environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.111, n.2, p.109-118, 2009.

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

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. 2ª ed. Passo Fundo (RS): A Comissão e Fundação ABC. 2014. 136p.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipo x ambiente em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, Viçosa, v.38, n.219, p.422-430, 1991.

DALMAGO, G.A. et al. Phyllochron and number of leaves of canola in different environmental conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.6, p.573-581, 2013.

FEROLLA, F.S. et al. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule + bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1512-1517, 2007.

LOCATELLI, A.B. et al. Flowering time in oat: Genotype characterization for photoperiod and vernalization response. **Field Crops Research**, Wageningen, v.106, n.3, p.242-247, 2008.

LUZ, G.L. et al. Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.9, p.1549-1555, 2012.

MANTAI, R.D. et al. Simulation of oat development cycle by photoperiod and temperature. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.21, n.1, p.3-8, 2017.

- NABINGER, C. **Fundamentos da produção e utilização de pastagens**: Bases ecofisiológicas do crescimento das pastagens e as práticas de manejo. Notas do módulo 1 da disciplina AGR 05003. Porto Alegre, 2005. 99p.
- PEDRO JUNIOR, M.J. et al. Temperatura-base, graus-dia e duração do ciclo para cultivares de triticale. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.447-453, 2004.
- PELTONEN-SAINIO, P. Growth and development of oat with special reference to source-sink interaction and productivity. **Crop Yield Physiology and Processes**. SMITH. D.L.; HAMEL C. (Eds.) (1999).
- SHANDS, H.L.; CISAR, G.L. Avena. In: HALEVY, A.N. **CRC Handbook of flowering**. Florida: CRC Press, Inc., 1988. P.523-35
- SONEGO, M. **Effect of temperature and daylength on the phenological development of oats (*Avena sativa* L.)**. Ph.D. thesis, Lincoln University, Canterbury, New Zealand. 129 pp. 2000
- SONEGO, M., et al. Development and growth of oat leaves at different temperatures and nitrogen levels. **Agronomy NZ**, Wellington, v.29, n.1, p.75-81, 1999.
- STRECK, N.A. et al. Estimativa do filocrono em genótipos de trigo de primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.13, n.1, p.423-429, 2005.
- STRECK, N.A. et al. Filocromo de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.323-329, 2007.
- STRECK, N.A. et al. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, Oxford, v.92, n.2, p.181-190, 2003.
- TAVARES, M.; ZANETTINI, M.; CARVALHO, F. Origem e Evolução do Gênero Avena: suas implicações no melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.499-507, 1993.
- WREGGE, M. S. et al. (Eds). **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado; Colombo, Embrapa Florestas, 2011, 332p.
- XUE, Q. et al. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v.175, n.3, p.261-270, 2004.
- YUSOFF, M.M. et al. Quantification of vegetative development of faba bean, oats, and Italian ryegrass. **Crop and Pasture Science**, Victoria, v.63, n.12, p.1097-1105, 2013.

CAPÍTULO IV

5 DESEMPENHO AGRONÔMICO E POTENCIAL INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA, NO PLANALTO CATARINENSE

5.1 RESUMO

O planalto catarinense está incluído dentro do zoneamento agroclimático como região apta para o cultivo da aveia branca. No entanto, há carência de informações técnicas sobre o desempenho de diferentes cultivares de aveia branca para esta região do estado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico e potencial industrial das cultivares de aveia branca recomendadas pela Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia, nas safras 2014 e 2015 nas condições climáticas de Lages-SC, com (CF) e sem (SF) aplicação de fungicida na parte aérea da planta. Foram testadas 22 cultivares em 2014 e 23 em 2015. A parcela experimental foi constituída de 5 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas 0,2 m entrelinha e 0,5 m entre parcelas. Na detecção das primeiras pústulas de ferrugem foi aplicado tebuconazole (150 g i.a. ha⁻¹), posteriormente (intervalos de 15 e 30 dias), aplicaram-se misturas de tebuconazole (113 g i.a. ha⁻¹) e propiconazol (56 g i.a. ha⁻¹). Foram realizadas as avaliações de altura de planta, acamamento, componentes da produção e qualidade industrial. As cultivares de aveia branca avaliadas apresentam diferenças na altura de plantas e atributos de qualidade industrial. A aplicação foliar dos fungicidas na aveia branca promove efeito na produtividade da cultura de forma dependente do ano de cultivo. A estratégia do uso de fungicida na cultura da aveia branca pode determinar ganho em produtividade de grãos e sobre os caracteres ligados às variáveis de interesse industrial, porém de forma dependente da cultivar e ano de cultivo.

Palavras-chave: *Avena sativa*. Qualidade do grão. Aplicação de fungicida.

ABSTRACT

The Santa Catarina plateau is included within the agroclimatic zoning as a region suitable for cultivation of white oat. However, there is a lack of technical information on the performance of different cultivars of white oats for this region of the state. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and industrial potential of the white oat cultivars recommended by the Brazilian Oats Research Commission, in the 2014 and 2015 crops in the climatic conditions of Lages-SC, with (CF) and without (SF) application of Fungicide on the aerial part of the plant. Twenty-two cultivars were tested in 2014 and 23 in 2015. The experimental plot consisted of 5 lines of 4 m in length, spaced 0.2 m between 0.5 and 0.5 m between plots. Tebuconazole (150 g ai ha⁻¹) was applied to the first rust pustules afterwards (15 and 30 day intervals), mixtures of tebuconazole (113 g ai ha⁻¹) and propiconazole (56 g a ha⁻¹). The evaluations of plant height, lodging, components of production and industrial quality were carried out. The evaluated white oat cultivars present differences in plant height and attributes of industrial quality. The foliar application of fungicides in white oats promotes an effect on crop productivity depending on the year of cultivation. The strategy of the use of fungicide in the culture of white oats can determine the gain in grain yield and on the characters related to the variables of industrial interest, but in a way dependent on the cultivar and year of cultivation.

Keywords: *Avena sativa*. Grain quality. Fungicide spray.

5.2 INTRODUÇÃO

A aveia (*Avena* sp.) é um cereal que se apresenta como opção de cultivo no período de inverno (BAIER et al., 1989). O número de espécies é muito grande, sendo três as espécies que se destacam como as mais cultivadas: *Avena sativa*, *Avena byzantina* e *Avena strigosa*. Aparentemente, a *Avena sativa* teve origem na Ásia, enquanto a *Avena byzantina* no Mediterrâneo e Oriente Médio (MUNDSTOCK, 1983).

Este cereal foi domesticado na Europa e possui ampla adaptação geográfica, sendo cultivada em diferentes regiões do mundo. Sua produção mundial em 2014 chegou a 19 milhões de toneladas. Os cinco principais países produtores são a Rússia, Canadá, Estados Unidos, Austrália e Polônia (FAOSTAT, 2014). De acordo com a divisão de estatísticas da FAO (dados de 2013), nas Américas, os principais produtores são os Estados Unidos da América, seguidos do Brasil, Argentina, México e Uruguai, respectivamente (FAOSTAT, 2016).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017), a produção brasileira de aveia em grão, na safra 2016, ocupou uma área de aproximadamente 291 mil ha. No Brasil, a região sul tem se destacado nesse cultivo, sendo os estados do Rio Grande do Sul e Paraná os maiores produtores de grãos de aveia, seguidos de Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e São Paulo (CONAB, 2017). A produtividade média do país ficou em torno de 2840 kg ha⁻¹. Segundo levantamento do IBGE, o estado de Santa Catarina apresentou uma produção de 12 mil toneladas e produtividade média de 1062 kg ha⁻¹ em 2015 (CONAB, 2017).

O cereal possui múltiplas formas de utilização: produção de grãos para consumo humano e matéria prima industrial, formação de pastagens de inverno para pastejo direto e/ou elaboração de feno e de silagem, cobertura de solo e adubação verde com vistas à implantação das culturas de verão, em sucessão (MORI, 2012). A aveia é uma planta que, quando incorporada ao solo, melhora as suas características físicas e químicas, podendo ser utilizada em sucessão a lavoura de arroz irrigado e outras culturas, além do objetivo de manter o solo protegido para o plantio direto (KOPP et al., 2009).

Estima-se que a *Avena sativa* (aveia branca) ocupe cerca de 80% da área mundial de aveia (FLOSS, 1988). No sul do Brasil e em partes do Sudeste e Centro Oeste, a *Avena sativa* é cultivada como espécie produtora de grãos e palha para a cobertura do solo, favorecendo a implantação das culturas de verão, especialmente em plantio direto (CECCON et al., 2004). A maior demanda dos grãos de aveia branca ainda é para o uso na alimentação de cavalos,

apesar das amplas possibilidades de utilização como insumo na fabricação de rações para outras espécies (gado de leite e corte) (FONTANELI, 2012).

Embora, a alimentação animal ainda seja o principal objetivo da produção de grãos de aveia branca, essa cultura tem assumido um importante papel na alimentação humana, com destaque especial pelas inúmeras funções que apresenta para o organismo humano, principalmente porque possui alto teor de fibras solúveis, complementado com cálcio, ferro, vitaminas, carboidratos e proteína de qualidade e que permitem a classificação da aveia como alimento funcional. Devido a recente classificação como alimento funcional, esta cultura necessita de constante pesquisa de produção e qualidade industrial para cada cultivar lançada, para avaliar, entre outros fatores, a qualidade industrial e produtividade de grãos em diferentes ambientes de cultivo.

Quando o grão de aveia é destinado à indústria para o preparo de alimentos, é exigida uma qualidade mínima, aspecto importante considerado no melhoramento genético, devido à influência da morfologia do grão no beneficiamento industrial (BOTHONA; MILACH, 1998). A qualidade de grãos em aveia depende de vários fatores, que podem estar relacionados a parâmetros físicos ou químicos dos grãos (BOTHONA et al., 1999). A qualidade industrial é avaliada por algumas características, tais como: massa hectolétrica (PH - kg hl⁻¹), massa de mil grãos (MMG - g), porcentagem de grãos > 2 mm (G>2 -%) e índice de descasque (ID%). Para a indústria, padrões de qualidade dos grãos têm grande exigência qualitativa, estabelecendo mistura de no máximo 2% de aveia preta, massa hectolétrica igual ou superior a 50 kg hl⁻¹, máximo de 3% de grãos manchados ou escuros, alta porcentagem de grãos com espessura maior que 2 mm, baixos níveis de acidez e ter alto rendimento industrial (BRASIL, 1975).

Cultivares de aveia branca proveniente de distintos programas de melhoramento podem apresentar variações no desempenho agrônomico. Há um grande esforço dos melhoristas em adequar novas constituições genéticas a diferentes interesses e sistemas de cultivo, tendo por base a escolha de genitores-elite para compor os cruzamentos artificiais para possibilitar ganhos na produtividade e qualidade dos grãos mais rapidamente (HARTWIG et al., 2007). Os programas de melhoramento têm concentrado esforços no desenvolvimento de genótipos de aveia branca com ampla adaptação e resistência aos principais estresses abióticos e bióticos (FEDERIZZI et al., 1991). Segundo Floss (2007) a crescente importância do cultivo de aveia no Brasil desafia permanentemente os pesquisadores na busca de soluções aos problemas enfrentados pelos agricultores.

Atualmente os programas de melhoramento também buscam estratégias que aumentem o rendimento da cultura e um maior conhecimento das características fisiológicas de crescimento e desenvolvimento relacionadas com o aumento da produtividade de grãos. As variedades utilizadas até o fim dos anos 1970 foram introduzidas dos Estados Unidos e Argentina. Essas variedades não tinham adaptação adequada ao ambientes do sul do Brasil, proporcionando baixa produtividade agrícola e grãos de qualidade insatisfatória (FEDERIZZI, 2007). Nesta mesma década iniciaram os programas de melhoramento genético de aveia a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade de Passo Fundo (UPF). O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), desde a década de 1950, é parte essencial do programa de melhoramento de aveia, lançando importantes variedades, dentre elas a IAC-7.

Atualmente são desenvolvidos programas de melhoramento genético de aveia na Universidade de Passo Fundo (Passo Fundo-RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre-RS), Universidade Federal de Pelotas (Pelotas-RS), Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) em Guarapuava-PR e Fundação Pró-sementes (Passo Fundo-RS). Estas instituições são responsáveis pelas cultivares de aveia branca atualmente recomendados para o cultivo no sul do Brasil, e fazem parte da Comissão Brasileira de Pesquisa em Aveia (CBPA, 2014).

Apesar de ter ocorrido melhorias genéticas e no manejo cultural, que possibilitaram o aumento da produção, a aveia branca sofre pressões constantes de redução de rendimento e qualidade de grãos devido ao ataque de doenças. As doenças, principalmente causadas por fungos, são um dos principais fatores que reduzem a produtividade de grãos dos cereais. Para a maioria das doenças, a proteção das culturas é necessária para que se obtenha uma produtividade economicamente viável, bem como de qualidade de grãos elevada. Há várias alternativas para o controle de doenças em plantas, como rotação de culturas, proteção química, uso de sementes sadias e utilização de cultivares resistentes.

A utilização do controle químico pode ser um método eficaz no controle às doenças foliares e na manutenção da sanidade da cultura quando combinadas ao momento certo de aplicação dos fungicidas, possibilitando assim o aumento da produtividade da cultura (CASA et al., 2004). O uso de fungicidas, na condição de clima subtropical, onde as doenças da parte aérea são economicamente importantes, em função das condições meteorológicas, é uma prática relevante.

No estado de Santa Catarina, o planalto catarinense está incluído dentro do zoneamento agroclimático para cultivo da aveia branca como região apta para o cultivo. No

entanto, há carência de informações técnicas do desempenho diferencial das atuais cultivares recomendadas, bem como das cultivares recém lançadas, quanto ao desempenho produtivo de grãos e atributos industriais e tampouco da reação desta cultivares às principais doenças fúngicas. Assim sendo, foi proposta a avaliação das diferentes cultivares recomendadas, sob cultivo com e sem a aplicação de fungicidas nos órgãos aéreos das plantas, nas condições climáticas de Lages-SC.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

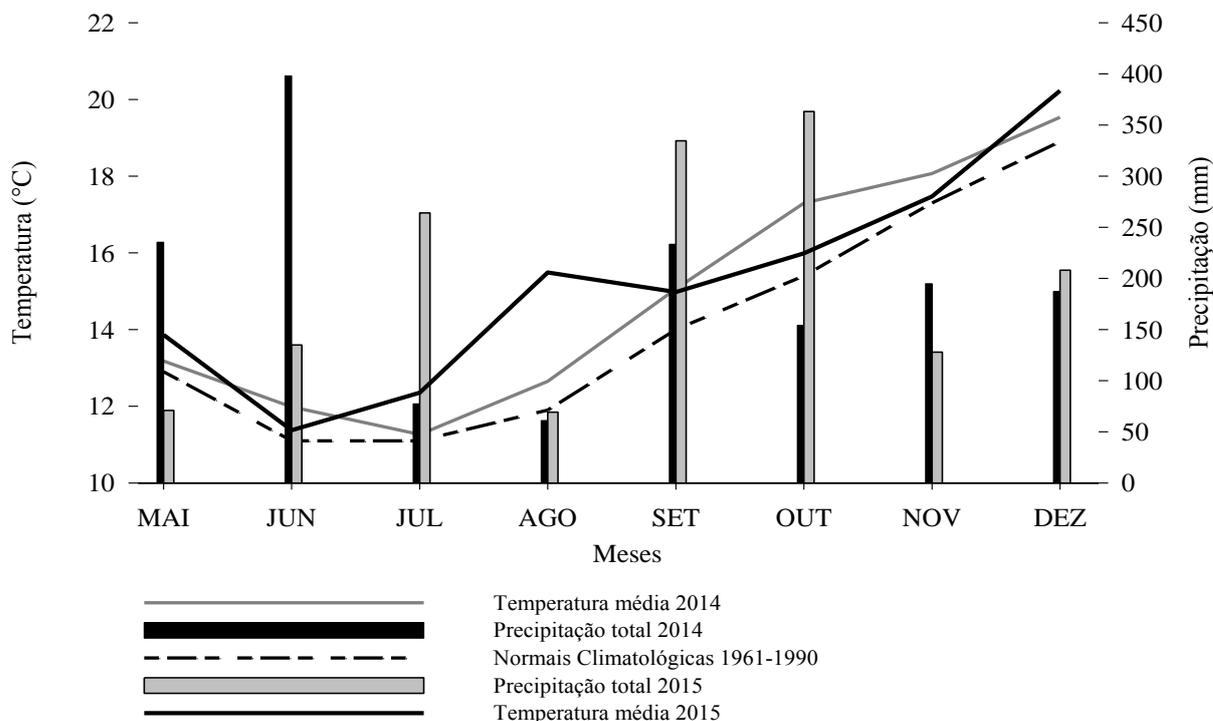
O experimento foi conduzido em condições de campo, em uma propriedade rural de Lages, SC (2014) e no campo experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, no Município de Lages, SC (2015). O município está a 27° 49' S e 50° 10' W, a uma altitude de 923 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (temperado, úmido, sem estação seca, com verão fresco), com temperatura média anual de 15,7 °C e precipitação pluvial média anual na região de 1556 mm (WREGE et al., 2011). Os dados de temperatura média diária e precipitação pluviométrica referente ao período de desenvolvimento da cultura encontram-se na Figura 10. As áreas experimentais vêm sendo cultivada com sistema de plantio direto, sendo o cultivo anterior soja. As semeaduras foram realizadas em 04 de julho de 2014 e 29 de julho de 2015.

O delineamento foi em parcelas subdivididas, sendo a parcela principal com e sem fungicidas e nas subparcelas as cultivares, em esquema 2 x 22 (fungicida x cultivar) em 2014 e 2 x 23 (fungicida x cultivar) em 2015, com três repetições. A parcela experimental foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas 0,2 metros entrelinhas e 0,5 metros entre parcelas.

Adotou-se o mesmo manejo da cultura (densidade de sementes, adubação e controle de plantas daninhas, pragas e doenças) nos dois anos de experimento. A adubação de base foi realizada com 400 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-10 (N-P₂O₅-K₂O) e uma adubação de cobertura com nitrogênio (ureia) de 34 kg N ha⁻¹ no estágio de perfilhamento. Esta adubação foi calculada para um potencial produtivo de 5 t ha⁻¹ de grãos. No início do perfilhamento foi realizada a aplicação do herbicida metsufurom-metílico (3 g i.a. ha⁻¹), para controle de plantas daninhas dicotiledôneas e as monocotiledôneas foram controladas manualmente. Na detecção das primeiras pústulas de ferrugem foi aplicado tebuconazole (150 g i.a. ha⁻¹), posteriormente

(intervalos de 15 e 30 dias), aplicaram-se misturas de tebu-conazole (113 g i.a. ha⁻¹) e propiconazol (56 g i.a. ha⁻¹). Utilizou-se densidade de semeadura de 350 sementes aptas m⁻².

Figura 10 - Dados de precipitação pluvial (mm acumulado mês⁻¹), temperatura média diária (°C) e normal climatológica 1961- 1990 ocorridas durante os meses de maio a dezembro em 2014 e 2015. Lages-SC.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica foram determinados a altura de plantas (do colo da planta até o ápice da panícula) e na pré-colheita foi avaliado o acamamento, pela metodologia sugerida por Moes; Stobbe (1991), modificada, com o índice de acamamento (IA) definido a partir da seguinte equação: $IA (\%) = I \times A \times 2$, em que: I reflete o grau de inclinação das plantas, que varia de 0 a 5, sendo que 0 é a ausência de inclinação e 5 são todas as plantas completamente acamadas; e A representa a área com plantas acamadas na parcela, que varia de 0 a 10, sendo que 0 corresponde à ausência de plantas acamadas na parcela e 10 às plantas acamadas em toda a parcela, independentemente da sua inclinação. Desse modo, essa equação pondera a incidência e a severidade do acamamento das plantas, por exemplo, quando têm-se $I=5$ e $A=10$, $IA (\%) = 5 \times 10 \times 2 = 100\%$, o que corresponde à existência de plantas acamadas rentes ao solo na área total da parcela.

Testou-se todas as cultivares de aveia branca recomendadas pela Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia em 2014 e 2015, descritos na Tabela 11.

Tabela 11 - Entidade responsável e cultivares de aveia branca utilizadas nos experimentos em Lages-SC, safras 2014 e 2015.

CULTIVARES 2014	ENTIDADE RESPONSÁVEL	CULTIVARES 2015	ENTIDADE RESPONSÁVEL
BARBARASUL	UFPeI	BARBARASUL	UFPeI
BRISASUL	UFPeI	BRISASUL	UFPeI
FAEM 006	UFPeI	FAEM 006	UFPeI
FAEM 6 DILMASUL	UFPeI	FAEM 007	UFPeI
FAEM 4 CARLASUL	UFPeI	FAEM 4 CARLASUL	UFPeI
FAEM 5 CHIARASUL	UFPeI	FAEM 5 CHIARASUL	UFPeI
IPR AFRODITE	IAPAR	IPR AFRODITE	IAPAR
UPFA GAUDÉRIA	UPF e FPS	UPFA GAUDÉRIA	UPF e FPS
UPFA OURO	UPF e FPS	UPFA OURO	UPF e FPS
UPFPS FARROPILHA	UPF e FPS	UPFPS FARROPILHA	UPF e FPS
URS 21	UFRGS	URS 21	UFRGS
URS BRAVA	UFRGS	URS ALTIVA	UFRGS
URS CHARUA	UFRGS	URS BRAVA	UFRGS
URS CORONA	UFRGS	URS CHARUA	UFRGS
URS ESTAMPA	UFRGS	URS CORONA	UFRGS
URS GUAPA	UFRGS	URS ESTAMPA	UFRGS
URS GUARÁ	UFRGS	URS GUAPA	UFRGS
URS GURIA	UFRGS	URS GUARÁ	UFRGS
URS TARIMBA	UFRGS	URS GURIA	UFRGS
URS TAURA	UFRGS	URS TARIMBA	UFRGS
URS TORENA	UFRGS	URS TAURA	UFRGS
URS FAPA SLAVA	UFRGS e FAPA	URS TORENA	UFRGS
		URS FAPA SLAVA	UFRGS e FAPA

UPF (Universidade de Passo Fundo), FPS (Fundação Pró-Sementes), UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), FAPA (Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária), UFPeI (Universidade Federal de Pelotas), IAC (Instituto Agronômico de Campinas)

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Após a colheita foram determinados o massa hectolétrica (PH): mensurou-se a partir da pesagem de uma amostra de grãos da parcela colhida contidos num cubo com volume conhecido, utilizou-se balança para massa hectolétrica marca Dalle Molle, tipo 40. O peso obtido foi convertido através de uma tabela específica para a cultura da aveia; índice de descasque (ID): foi determinado através da pesagem de 5g de grãos (casca + cariopse) retirado aleatoriamente de uma amostra, após, descascados os grãos foram novamente pesados, obtendo-se assim o peso de cariopse; porcentagem de grãos >2 mm (G>2): foi determinada através da pesagem e posterior peneiramento de uma amostra de grãos, em peneira oblonga de malha com orifícios de espessura de 2 mm de largura e novamente realizada a pesagem da amostra; a produtividade de grãos (PG) foi determinada com base na

produção da parcela útil, corrigindo o teor de água para 13%; massa de mil grãos (MMG) foi determinado pela contagem de 5 g de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando detectadas variações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. O Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002) foi utilizado para a realização das análises de variância. Para os caracteres apresentados em porcentagem, os dados foram transformados por $(X+0,5)^{0,5}$ com o objetivo de normalizar a distribuição dos erros.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.4.1 Safra 2014

Com base nos dados apresentados na Tabela 12, verificou-se que há diferença significativa entre as cultivares para a altura de planta, massa de mil grãos, porcentagem de grãos >2 mm e índice de descasque. A aplicação de fungicida proporcionou efeito sobre o índice de descasque e a interação entre os fatores foi significativa apenas para porcentagem de grãos >2 mm.

Para característica altura de plantas, não foi constatado diferença significativa entre a aplicação ou não de fungicida (Tabela 12). Entretanto, observou-se diferença significativa entre as cultivares (Tabela 12). As cultivares que apresentaram menor altura de planta foram URS Tarimba, IPR Afrodite, Barbarasul, URS Taura, URS FAPA Slava, URS Corona e Brisasul, todas inferiores a 1,1m (Figura 11A). O contínuo melhoramento genético da cultura da aveia tem modificado, significativamente, a arquitetura de planta através de redução na estatura e na área foliar, entre outras características (ALMEIDA et al. 2000). A estatura da planta foi um dos caracteres que sofreu forte pressão de seleção nos programas de melhoramento nas últimas três décadas. Nos trabalhos antigos, há indicação que o acamamento e a suscetibilidade às ferrugens foram os dois principais empecilhos ao alcance de bons rendimentos de grãos na cultura da aveia (FEDERIZZI, 2007). Em outros cereais como o milho, a menor altura é uma característica desejável entre os produtores por permitir cultivos em maiores densidades e maior eficiência na colheita mecânica, ao mesmo tempo em que reduz problemas relacionados ao acamamento e quebramento de plantas antes do ponto de colheita, comumente evidenciado com plantas de porte elevado (VILELLA et al., 2012).

Tabela 12- Resumo da análise de variância para os caracteres: altura de plantas (AP), acamamento (ACA), produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2) e índice de descasque (ID) referentes ao Ensaio Brasileiro de Cultivares de Aveia Branca, em Lages SC, safra 2014.

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	Quadrado médio						
		AP (cm)	AC (%)	PG (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	G>2 (%)	ID (%)
Bloco	2	0,02 ^{ns}	2067,48 ^{ns}	1024246,80 ^{ns}	10,02 ^{ns}	42,74 ^{ns}	116,39 ^{ns}	10,03 ^{ns}
Fungicida (A)	1	0,12 ^{ns}	8416,03 ^{ns}	1496450,75 ^{ns}	48,02 ^{ns}	86,11 ^{ns}	679,13 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo a Parcela	2 5	0,04	1025,84	551019,23	27,98	15,89	125,21	41,08
CV% parcela		17,8	36,3	23,7	16,5	9,23	12,7	8,8
Cultivar (B)	21	0,01 ^{**}	335,03 ^{ns}	489495,27 ^{ns}	66,09 ^{**}	24,85 ^{ns}	126,87 ^{**}	53,62 ^{**}
A x B	21	0,00 ^{ns}	359,83 ^{ns}	999672,52 ^{ns}	10,00 ^{ns}	12,24 ^{ns}	48,53 [*]	32,79 ^{ns}
Resíduo b Sub parcela	84 131	0,00	241,87	913928,31	9,74	15,05	21,74	23,69
CV% subparcela		7,8	17,6	30,6	9,7	8,98	5,5	6,6
Média		1,1	88,16	3121,76	32,05	43,2	87,6	72,8

GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação.

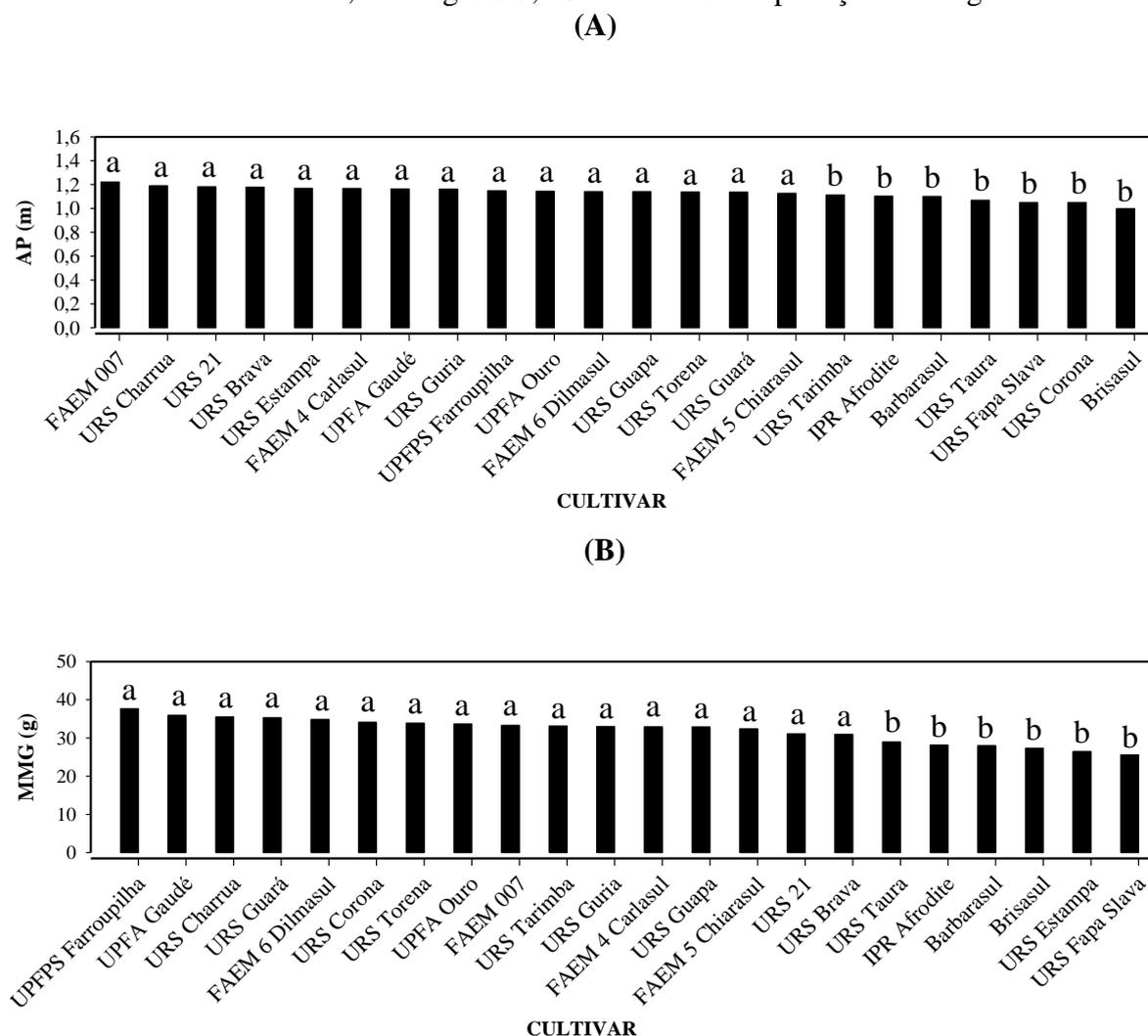
^{ns} Não significativo. * e ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O Acamamento não sofreu efeitos dos tratamentos avaliados. Em 2014 houve condições favoráveis para este fenômeno (ventos fortes e granizo) e todas as parcelas tiveram alta porcentagem de plantas acamadas, muitas chegando a 100%. Provavelmente por esta razão os tratamentos não diferiram estatisticamente. O acamamento prejudica a produtividade e a qualidade dos grãos que são utilizados para alimentação humana e também animal. Este fenômeno, quando ocorre na planta de aveia branca dificulta a colheita do grão de forma mecanizada, e isso faz com que as perdas na colheita sejam acentuadas (ESPINDULA et al., 2010).

As variáveis massa hectolétrica e produtividade de grãos não apresentaram diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos. A média da produtividade de grãos em 2014 foi de 3121 Kg ha⁻¹, superior às safras 2008 (1382 kg ha⁻¹), 2009 (1928 kg ha⁻¹), 2010 (2445 kg ha⁻¹) em Lages (SOUZA et al., 2009; SOUZA et al., 2010; SOUZA et al., 2011), mas ficou aquém dos resultados obtidos nas safras 2011 (3848 kg ha⁻¹), 2012 (3715 Kg ha⁻¹) e 2013 (3292 Kg ha⁻¹) (SOUZA et al., 2012; SOUZA et al., 2013; SOUZA et al., 2014). O alto índice de acamamento possivelmente foi o que promoveu baixa na produtividade, comparados com as últimas três safras. A ausência de resposta ao fungicida está associado as condições ambientais da safra 2014 que não foram favoráveis ao aparecimento das principais moléstias da aveia, fazendo com que essas doenças não fossem o limitante na produtividade.

Figura 11- Altura de planta (A) e massa de mil grãos (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2014 com e sem aplicação de fungicida.



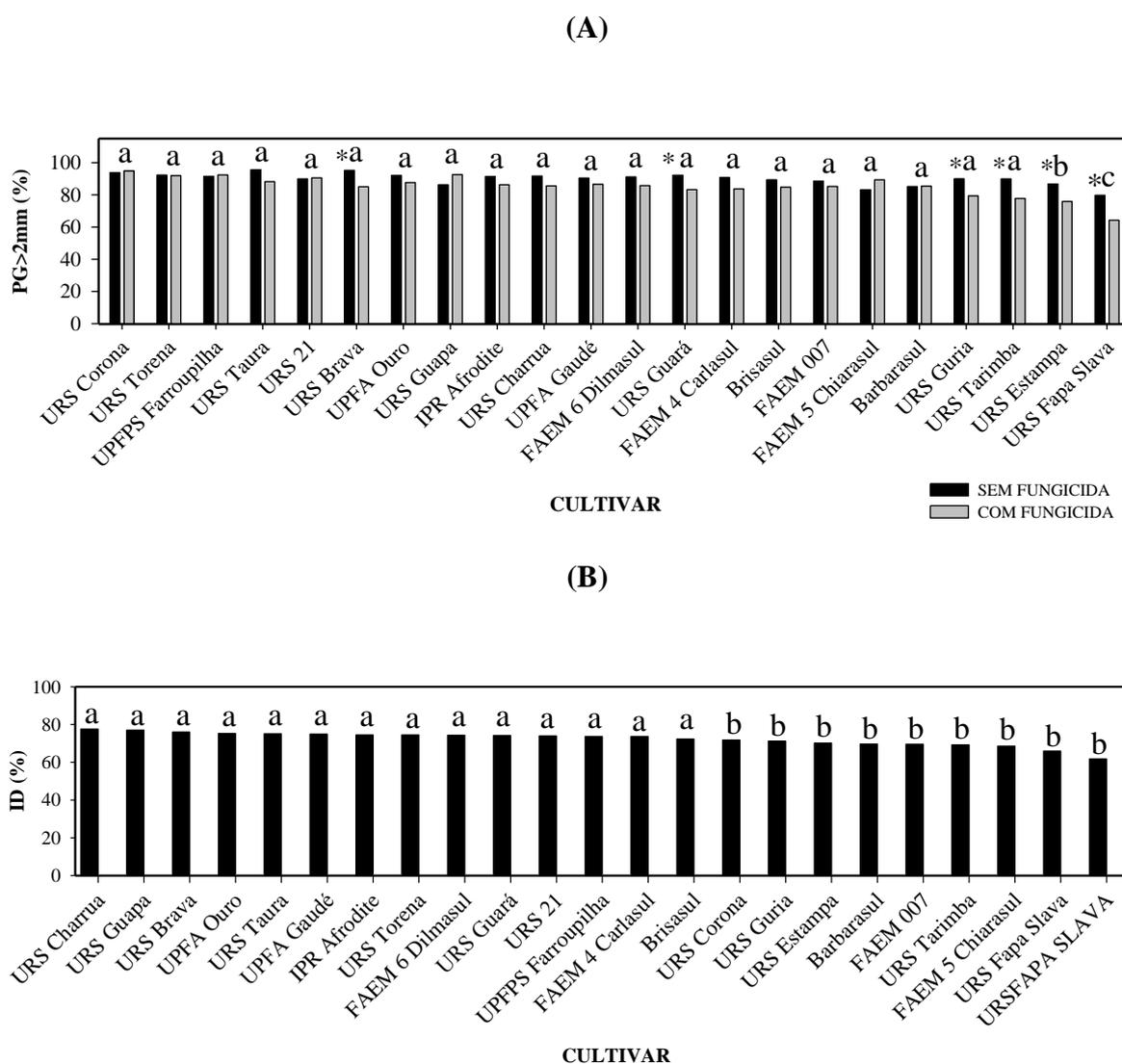
Médias seguidas de letras distintas diferem genótipos estatisticamente (Scott-Knott, $P < 0,05$); * = diferença estatística de tratamento CF de SF por cultivar (Teste F, $P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A massa de mil grãos variou de 24,4 a 39,5 g na safra 2014. Para essa característica formaram-se 2 grupos distintos, o primeiro formado pela cultivar FAEM 006, superior aos demais, com massa de mil grãos de 39,5 g (Figura 11B).

A espessura de grãos sofreu efeito de cultivar e da interação entre os fatores cultivar e fungicida (Tabela 12). As cultivares URS Estampa e URS FAPA Slava apresentaram espessura de grãos significativamente inferiores as demais cultivares, variando de 81,3% a 71,9%, sendo que a média da percentagem de grãos com espessura acima de 2 mm foi de 87,6% (Figura 12A). Foram formados pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de significância, três grupos, que diferem estatisticamente entre si (Figura 12A).

Figura 12- Porcentagem de grãos >2 mm (A) e índice de descasque (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2014 com e sem aplicação de fungicida.



Médias seguidas de letras distintas diferem genótipos estatisticamente (Scott-Knott, $P < 0,05$); * = diferença estatística de tratamento CF de SF por cultivar (Teste F, $P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

As cultivares URS Guarã, URS Guria, URS Tarimba, URS Estampa e URS FAPA Slava formaram as que sofreram efeito do fungicida nesta característica. Todas elas apresentaram maior porcentagem de grãos >2 mm sem a aplicação de fungicida. Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que, as plantas com fungicida produziram maior número de grãos (Dados não apresentados); quanto maior for este número, menor será o tamanho dos grãos.

Pela figura 12B verificou-se que na safra 2014, o percentual de descasque sofreu efeito apenas de cultivar. Esta característica foi separada em dois grupos pelo teste estatístico aplicado. O primeiro grupo, formado pelas cultivares superiores, o índice de descasque variou

de 77,5 a 72,3% enquanto que o segundo grupo variou de 71,7 a 61,7 %. Brown; Patterson (1992) afirmam que um dos principais objetivos dos programas de melhoramento dentro da qualidade de grãos é a redução do percentual de casca.

5.4.2 Safra 2015

Na Tabela 13 encontra-se o resumo da análise de variância para altura de planta, acamamento, produtividade de grãos, massa de mil grãos, massa hectolétrica, porcentagem de grãos > 2 mm e índice de descasque. Verifica-se que todos os caracteres foram influenciados pelo fator cultivar, com exceção da produtividade de grãos, e tal efeito pode estar associado ao próprio caráter genético dos genótipos utilizados no estudo. Estas são características específicas de cada cultivar, mas que podem variar em decorrência de condições ambientais pontuais ou de anos agrícolas. Com baixo coeficiente de variação para todos os caracteres mensurados, a interação cultivar x fungicidas foi significativa para a maiorias das variáveis, indicando que estes fatores comportam-se de maneira dependente.

Tabela 13- Resumo da análise de variância para os caracteres: altura de plantas (AP), acamamento (ACA), Produtividade de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2) e índice de descasque (ID) referentes ao Ensaio Brasileiro de Cultivares de Aveia Branca, em Lages SC, safra 2015.

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	Quadrado médio						
		AP (cm)	AC (%)	PG (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	G>2 (%)	ID (%)
Bloco	2	0,00 ^{ns}	56,46 ^{ns}	1116332,29 ^{ns}	15,07 ^{ns}	24,95 ^{ns}	19,58 ^{ns}	193,55 ^{ns}
Fungicida (A)	1	0,01 ^{ns}	10227,13 [*]	20813284,27 ^{**}	199,39 [*]	231,68 [*]	276,78 [*]	669,68 [*]
Resíduo a	2	0,00	129,39	16147,32	5,72	2,94	7,45	14,42
Parcela	5							
CV% parcela		7,7	16,9	18,0	8,14	4,3	2,8	5,3
Cultivar (B)	21	0,02 ^{**}	1072,38 ^{**}	520916,46 ^{ns}	71,12 ^{**}	40,10 ^{**}	64,18 ^{**}	78,32 ^{**}
A x B	21	0,01 ^{ns}	988,34 ^{**}	505752,70 ^{ns}	7,84 ^{ns}	10,25 ^{**}	18,76 ^{**}	58,32 [*]
Resíduo b	84	0,00	248,74	320580,92	4,86	2,54	4,44	34,94
Sub parcela	131							
CV% subparcela		4,1	23,5	25,3	7,50	4,0	2,2	8,2
Média		1,1	67,1	2232,0	29,4	39,4	94,6	71,6

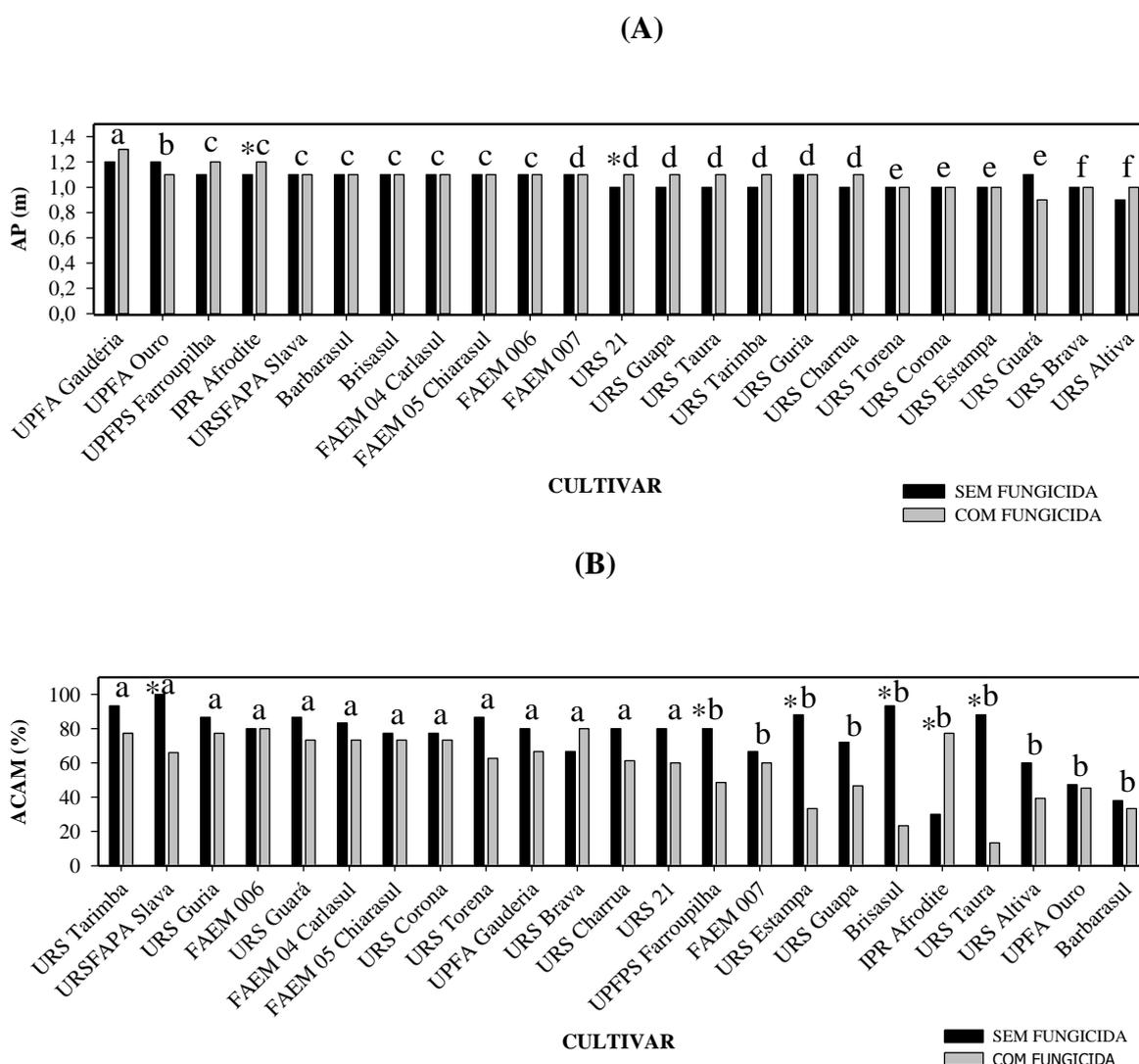
GL -Graus de Liberdade; CV %- Coeficiente e Variação.

^{ns} Não significativo. * e ** Significativo pelo teste F, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Maior altura de planta foi observada nas cultivares UPFA Gaudéria e UPFA Ouro, ao passo que, plantas das cultivares URS Brava e URS Altiva apresentaram as menores alturas (Figura 13A). A presença do fungicida nas cultivares IPR Afrodite e URS 21 contribuiu para o aumento do tamanho de planta. Estes resultados podem ser atribuídos ao fato de que a aplicação de fungicida para o controle de moléstias da parte aérea favorece o desenvolvimento das plantas, possibilitando a expressão genética do caráter.

Figura 13- Altura de planta (A) e acamamento (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2015 com e sem aplicação de fungicida.



Médias seguidas de letras distintas diferem genótipos estatisticamente (Scott-Knott, $P < 0,05$); * = diferença estatística de tratamento CF de SF por cultivar (Teste F, $P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O acamamento, definido como o deslocamento permanente da posição vertical dos colmos (PINTHUS, 1973) é um fenômeno complexo, no qual intervêm fatores intrínsecos das

plantas (características genéticas e morfofisiológicas) e fatores edafoclimáticos extrínsecos (vento, chuva e nitrogênio, entre outros). Estes são os elementos chaves para compreender e caracterizar o acamamento ocorrido nos dois anos de experimentação. Na safra 2015 ocorreram temperaturas moderadas e elevada umidade relativa do ar, em decorrência das precipitações registradas (Figura 10), ocasionando uma média de 67% de acamamento.

Para esta característica observou-se que no ano agrícola 2015 as cultivares menos propícias ao acamamento foram UPFPS Farroupilha, FAEM 007, URS Estampa, URS Guapa, Brisasul, IPR Afrodite, URS Taura, URS Altiva, UPFA Ouro e Barbarasul (Figura 13B). Além disso as cultivares que sofreram efeito no acamamento em função da aplicação ou não de fungicida foram UPFA FAPA Slava, UPF FS Farroupilha, URS Estampa, IPR Afrodite e URS Taura. Destas apenas IPR Afrodite obteve acamamento superior no tratamento com fungicida, nas demais a resposta foi contrária. A aplicação de fungicida geralmente melhora as condições do colmo, pois as doenças de colmo estão entre as mais destrutivas e são universalmente importantes na cultura da aveia por serem responsáveis pelo quebramento do colmo e pelo acamamento. Tais doenças geralmente ocorrem no final do ciclo, já que fatores envolvidos na senescência deixam as plantas mais suscetíveis.

Na safra 2015, foi observada diferença significativa para produtividade de grãos, quando se compara a aplicação de fungicida, sendo de 1843 e 2620 kg ha⁻¹ para sem e com fungicida, respectivamente, havendo uma diferença de 26,6% (Tabela 14). Os dados aqui obtidos confirmam os resultados de Lorencetti et al. (2004) em que os autores observaram um incremento de 26% na produtividade de grãos de aveia branca sob aplicação de fungicida. A cultura da aveia é altamente afetada pela ferrugem da folha, moléstia foliar causada pelo fungo *Puccinia coronata* f.sp. avenae. Em anos favoráveis ao patógeno podem ocorrer perdas superiores a 50% na produtividade de grãos (MARTINELLI et al., 1994).

Tabela 14 - Média das cultivares de aveia branca com e sem aplicação de fungicida para os caracteres: altura de plantas (AP), acamamento (ACA), rendimento de grãos (PG), massa de mil grãos (MMG), massa hectolétrica (PH), porcentagem de grãos >2 mm (G>2) e índice de descasque (ID) em Lages SC, safra 2015.

	AP (cm)	AC (%)	PG (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	PH (kg hl ⁻¹)	G>2 (%)	ID (%)
Sem fungicida	1,1 ^{ns}	75,7 a	1843,7 a	28,2 a	38,1 a	93,1 a	69,4 a
Com fungicida	1,1	58,4 b	2620,4 b	30,6 b	40,7 b	96,0 b	73,8 b
Média	1,1	67,0	2232,0	29,4	39,4	94,5	71,6

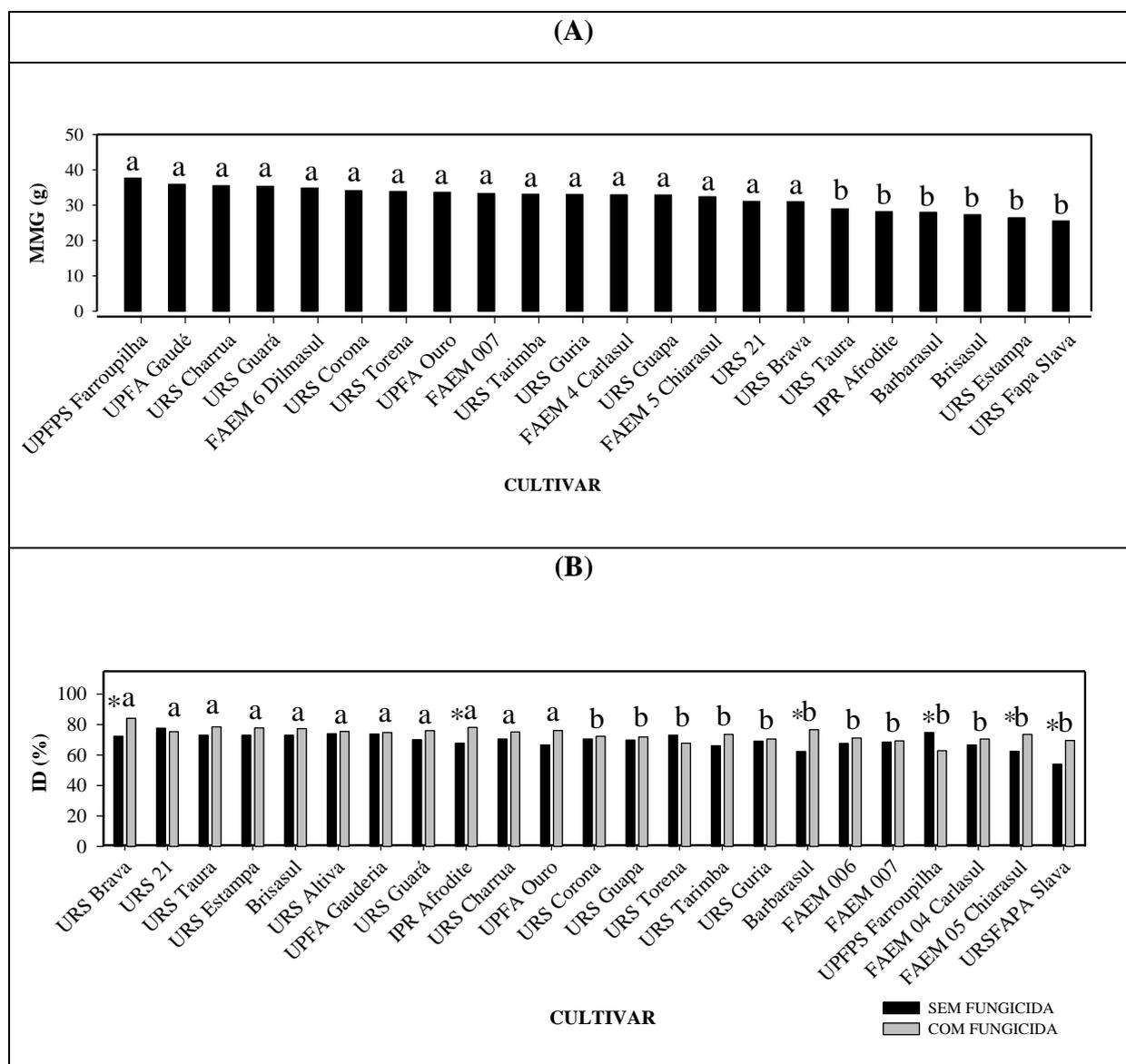
*Letras minúsculas comparam médias na horizontal entre aplicação de fungicida pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Os caracteres massa de mil grãos, massa hectolétrica, porcentagem de grãos > 2 mm e índice de descasque sofreram efeito da aplicação de fungicida (Tabela 14). Em todos os casos o uso de fungicida promoveu melhora em relação às plantas que não receberam tratamento. A melhoria na qualidade dos grãos, em plantas protegidas pelas aplicações de fungicidas, está de acordo com as observações de Martinelli (2003), que relatou a redução significativa da qualidade dos grãos de aveia em plantas atacadas pela ferrugem da folha. As doenças foliares causam redução de área fotossintética e a proteção da área foliar resulta na manutenção da capacidade de produzir fotoassimilados, evitando danos no enchimento dos grãos. Esta significância de aplicação de fungicida, como fator principal, evidenciou uma possível influência das doenças causadas por fungos sobre o desempenho produtivo e qualidade industrial dos grãos.

Ainda em relação a massa de mil grãos, as análises estatísticas revelaram dois grupos entre as cultivares (Figura 14A). O primeiro grupo, as quais a massa de mil grãos foi superior, é formado por 16 cultivares que variaram de 30,9 a 37,6 g. O segundo grupo, formado pelas cultivares URS Taura, IPR Afrodite, Barbarasul, Brisasul, URS Estampa e URS FAPA Slava, a MMG variou de 25,5 a 28,9 g (Figura 14A). O comportamento do índice de descasque foi muito similar ao da massa de mil grãos, com a formação de dois grupos entre as cultivares. Porém o primeiro formado por 14 e o segundo por nove cultivares. A variação foi de 72,3 a 77,5 e de 61,7 a 71,7 % nos respectivos grupos (Figura 14B).

Figura 14- Massa de mil grãos (A) e massa hectolétrica (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2015 com e sem aplicação de fungicida.

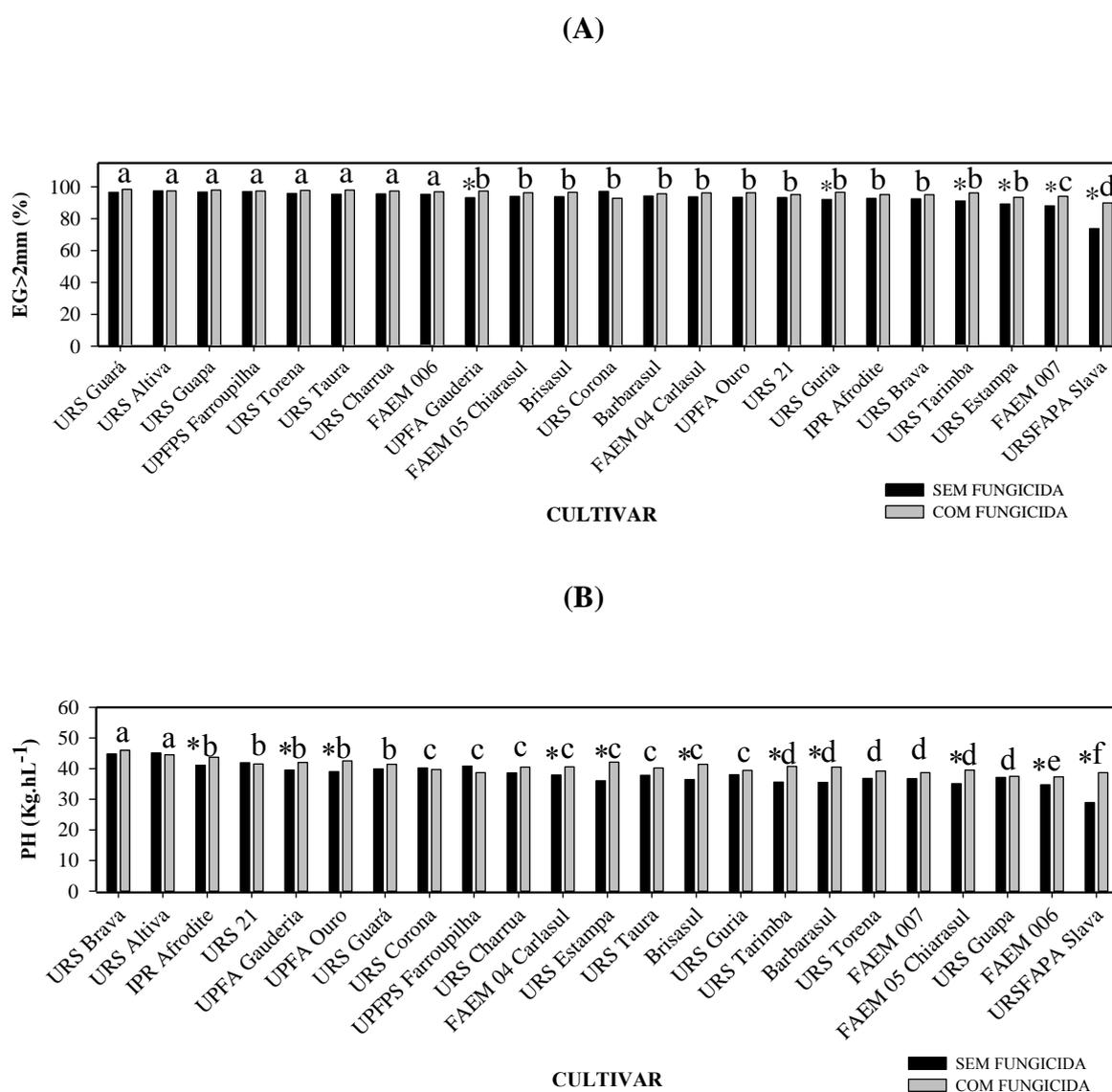


Médias seguidas de letras distintas diferem genótipos estatisticamente (Scott-Knott, $P < 0,05$); * = diferença estatística de tratamento CF de SF por cultivar (Teste F, $P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Para as características porcentagem de grãos > 2 mm e massa hectolétrica foi constatada diferença significativa para a interação fungicida x cultivar. Em ambas avaliações, todas as cultivares que apresentaram diferença significativa entre a aplicação de fungicida, o uso deste protetor de plantas gerou valores superiores em relação ao não aplicado (Figura 15A e 15B). Demonstrando que a aplicação de fungicida na parte aérea de plantas de aveia branca melhora a qualidade industrial dos grãos de algumas cultivares.

Figura 15- Porcentagem de grãos >2 mm (A) e índice de descasque (B) de cultivares de aveia branca do ensaio brasileiro, em Lages SC, 2015 com e sem aplicação de fungicida.



Médias seguidas de letras distintas diferem genótipos estatisticamente (Scott-Knott, $P < 0,05$); * = diferença estatística de tratamento CF de SF por cultivar (Teste F, $P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

5.5 CONCLUSÕES

A estratégia do uso de fungicida na cultura da aveia branca pode determinar ganho em produtividade de grãos e sobre os caracteres ligados às variáveis de interesse industrial, porém de forma dependente da cultivar em cada ano agrícola.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIER, A.C. Triticale. In: BAIER, A.C., AUDE, M.I.S., FLOSS, E.L. **As lavouras de inverno-1**. São Paulo: Globo. p.76-106. 1989

BOTHONA, C. A.; MILACH S. K. Relação entre qualidade física do grão em aveia e indicadores de rendimento industrial. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18, 1998, Londrina. **Resultados experimentais...**Londrina: IAPAR, 1998. p.47-48.

BOTHONA, C.R.A. et al. 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.

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

CECCON, G.; FILHO, H.G.; 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.

COELHO, C.M.M. et al. Ensaio regional/brasileiro de linhagens de aveia branca, em Lages SC, 2007. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 28.:2008, Pelotas, **Resultados experimentais...**, Pelotas: UFPel, 2008. p. 192-195

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. 2ª ed. Passo Fundo (RS): A Comissão e Fundação ABC. 2014. 136p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Levantamento de grãos na safra 2016/17. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf. Acesso em 05 jan. de 2017.

ESPINDULA, M.C. et al. Nitrogen application methods and doses in the development and yield of wheat. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.6, p.1404-1411, 2010.

FAO. Sistema FAOSTAT. Disponível em : < www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em 02 jan. 2016.

FEDERIZZI, L.C. Melhoramento genético da aveia branca no Rio Grande do Sul. **Jornal da Sociedade Brasileira de Melhoramento Genético**, n. 14, 2007. Disponível em: <http://www.urcamp.tche.br/ccr/agronomia/mbs/artigos_2_bi/Melhoramento%20da%20aveia%20branca.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2016.

FEDERIZZI, L.C.; CARVALHO, F. I. F.; BARBOSA NETO, J. F. Programas de melhoramento genético de aveia no Sul do Brasil: possibilidades e perspectivas. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 11., 1991, Passo Fundo. **Resultados experimentais...** Passo Fundo/ UPF 1991. p. 3-11.

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. **Resultados experimentais...** Londrina, 1998. p. 53-54.

FLOSS, E. L. et al. Programa de Pesquisa em Aveia da UPF “30 anos de atividades, 2007”. **Revista Plantio Direto**. Disponível em:
<http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=785> Acesso em 02 mai. 2012.

FONTANELI, R.S. **Valor nutritivo das aveias para produção animal**. Passo Fundo. 2012. Palestra realizada na XXII Reunião anual da Comissão brasileira de Pesquisa de Aveia/ EMBRAPA em 03 nov. 2016.

HARTWIG, I. et al. Variabilidade fenotípica de caracteres adaptativos da aveia branca (*Avena sativa* L.) em cruzamentos dialéticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.337-345, 2007.

IBGE. Produção Agrícola Municipal de 2015. Brasília. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_xls.shtm. Acesso em: 05 jan. 2017.

KOPP, M.M. et al. Avaliação de genótipos de aveia branca sob estresse de ácidos orgânicos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.329-338, 2009.

LÂNGARO, N.C. et al. Análise conjunta do ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca, 2010. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE AVEIA, 31, 2011, Passo Fundo. **Resultados experimentais...** Passo Fundo: UPF, 2011. p.365-387.

MOES, J.; STOBBE, E.H. Barley treated with ethephon: I. yield components and net grain yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.1, p.86-90, 1991.

MORI, C. **A cultura da aveia: cenário internacional e brasileiro**. Passo Fundo. 2012. Palestra realizada na XXII Reunião anual da Comissão brasileira de Pesquisa de Aveia/ Embrapa em 03 abr. de 2012.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale**. Porto Alegre: Ed. NBS Ltda. 1983.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SOUZA, C.A. et al. Ensaio Brasileiro De Cultivares De Aveia Branca, Safra 2012 Em Lages In: Reunião Da Comissão Brasileira De Pesquisa De Aveia, 33.: 2013, Pelotas. **Resultados experimentais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2013. p.1-4.

SOUZA, C.A. et al. Ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca, safra 2011 em Lages/SC. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA, 32.:2012, Passo Fundo. **Resultados experimentais...** Passo fundo: Embrapa, 2012. 1 CD-ROM.

SOUZA, C.A. et al. Ensaio Brasileiro De Cultivares De Aveia branca, Em Lages, SC, 2013 IN: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 34.: 2014, Castro. **Resultados experimentais...** Castro: Fundação ABC, 2014. p.1-4.

SOUZA, C.A. et al. Ensaio Brasileiro De Cultivares De Aveia branca, Em Lages, 2010 In: Reunião Da Comissão Brasileira De Pesquisa De Aveia, 31.: 2011, Passo Fundo. **Resultados experimentais...** Passo Fundo: Embrapa trigo, 2012. p.1-4.

SOUZA, C.A.; et al. Ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca, em Lages, 2009. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA, 30.:2010, São Carlos. **Resultados experimentais...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010. p.327-330

SOUZA, C.A. et al. Ensaio brasileiro de cultivares de aveia branca, em Lages, 2008. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DA AVEIA, 29.:2009, Porto Alegre, **Resultados experimentais...**, Porto Alegre: UFRGS, p. 382-385.

VILELA, R.G.et al. Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.25-33, 2012.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Nos sistemas produtivos as lavouras de aveia branca, inevitavelmente, estarão submetidas a diferentes condições ambientais e manejo de plantas, por isso foi importante compreender as relações de causas e efeitos que influenciam o crescimento e desenvolvimento das plantas e produtividade e qualidade de grãos nas diversas situações em que um ou mais fatores podem alterar as respostas produtivas.

A fim de atingir o máximo potencial de produtividade e qualidade dos grãos, constatou-se que a adoção de boas técnicas de manejo aliada a escolha de uma cultivar adequada são aspectos primordiais a serem considerados no planejamento de lavouras de aveia branca. Com o conhecimento gerado, as características das cultivares, ajuste preciso da população ótima de plantas, uso eficiente da adubação nitrogenada em cobertura e uso de defensivos como reguladores de crescimento e fungicidas passam a ser premissa básica para a melhoria e aumento da eficiência produtiva. Isso coloca os resultados em perspectiva e, espera-se que sirva de base para novas discussões e estudos envolvendo o manejo de plantas para fins de planejamento da cultura e que permitam um grande avanço, adicional àquele já alcançado, propiciando condições de ajuste fino nas atuais práticas de manejo da cultura vigentes no país.