



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JOSÉ HENRIQUE BIZZARRI BAZZO

**ÉPOCAS E DENSIDADES DE SEMEADURA NO  
DESEMPENHO PRODUTIVO, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES E INDUSTRIAL DE GRÃOS DE CULTIVARES  
DE AVEIA BRANCA**

---

Londrina  
2019

JOSÉ HENRIQUE BIZZARRI BAZZO

**ÉPOCAS E DENSIDADES DE SEMEADURA NO  
DESEMPENHO PRODUTIVO, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE  
SEMENTES E INDUSTRIAL DE GRÃOS DE CULTIVARES  
DE AVEIA BRANCA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Inês Cristina de  
Batista Fonseca

Coorientador: Dr. Klever Márcio Antunes  
Arruda

Londrina  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Bazzo, José Henrique Bizzarri.

Épocas e densidades de semeadura no desempenho produtivo, qualidade fisiológica de sementes e industrial de grãos de cultivares de aveia branca / José Henrique Bizzarri Bazzo. - Londrina, 2019.  
121 f.

Orientador: Inês Cristina de Batista Fonseca.

Coorientador: Klever Márcio Antunes Arruda.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Ambientes de cultivo - Tese. 2. População de plantas - Tese. 3. Potencial fisiológico de sementes - Tese. 4. Qualidade tecnológica - Tese. I. Fonseca, Inês Cristina de Batista. II. Arruda, Klever Márcio Antunes. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

JOSÉ HENRIQUE BIZZARRI BAZZO

**ÉPOCAS E DENSIDADES DE SEMEADURA NO DESEMPENHO  
PRODUTIVO, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E  
INDUSTRIAL DE GRÃOS DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA**

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Inês Cristina de Batista  
Fonseca  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Dr. Carlos Roberto Riede  
Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR

---

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

---

Prof. Dr. Vagner do Nascimento  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Thiago Montagner Souza  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 15 de abril de 2019.

Dedico este trabalho

A Deus, que me concedeu a vida e todas as oportunidades;

Aos meus pais Antônio e Denise que sempre acreditaram e confiaram em mim, me dando todo suporte e amor para que eu fizesse as minhas escolhas com liberdade e de forma segura;

À minha companheira Catarine, minha irmã Ariane, minha Avó Célia e todos os meus amigos, os quais não mediram esforços para me incentivar a buscar meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina e a todos os docentes e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia que contribuíram para minha formação ética e profissional durante o Mestrado e o Doutorado;

Ao Instituto Agronômico do Paraná e seus colaboradores pelo apoio e disponibilidade para a realização dos experimentos a campo;

À Empresa SL Alimentos pelo apoio na realização das análises de qualidade industrial de grãos;

À CAPES e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos durante os três anos desta pesquisa;

À minha orientadora Prof. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca pelas orientações, atenção, paciência e dedicação;

Ao meu Co-orientador Dr. Klever Márcio Antunes Arruda pela sua grandeza como pessoa, pelos ensinamentos, pelas valiosas oportunidades de desenvolvimento profissional ao seu lado, pelo tempo dedicado à minha formação e pela confiança;

Ao Prof. Dr. Claudemir Zucareli, pelos ensinamentos, apoio e incentivo, pela amizade e sinceridade, pela paciência e dedicação em revisar os textos, pelas valiosas críticas e sugestões, de quem me lembrarei em todas as minhas conquistas;

Aos meus pais, Antônio e Denise, que sempre me proporcionaram as melhores condições de desenvolvimento, sempre priorizando meus interesses;

À minha irmã Ariane e à minha Avó Célia, pelas palavras de incentivo, pelo carinho e pelas orações que tanto me sustentaram durante o trabalho;

À minha companheira Catarine pelo incentivo, pela motivação, pela compreensão e pelo carinho durante todos os momentos desta trajetória;

Aos colegas da Graduação e da Pós-Graduação pelo companheirismo, amizade, convivência e contribuições;

A Deus, por tudo: pela família, pelos amigos, pela saúde, pela oportunidade de estudo e trabalho, e por todos os momentos da minha vida;

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

BAZZO, José Henrique Bizzarri. **Épocas e densidades de semeadura no desempenho produtivo, qualidade fisiológica de sementes e industrial de grãos de cultivares de aveia branca**. 2019. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

Variações nas épocas e densidades de semeadura, bem como a interação entre estes fatores, por alterarem a disponibilidade de recursos do ambiente, refletem diretamente no crescimento, no desenvolvimento, no rendimento e na qualidade de grãos/sementes de aveia. Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, a qualidade fisiológica de sementes e industrial de grãos de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura. Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). Foram avaliados o desempenho produtivo da cultura (altura de plantas, número de panículas m<sup>-2</sup>, número de espiguetas por panícula, número grãos por espiguetas, número de grãos por panícula, massa de mil grãos, acamamento de plantas e produtividade de grãos), a qualidade fisiológica de sementes (massa de mil sementes, germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em areia) e a qualidade industrial de grãos (massa de mil grãos, peso hectolítrico, porcentagem de grãos com espessura superior a dois milímetros de diâmetro, índice de descascamento e rendimento industrial de grãos). Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade. A primeira época de semeadura favorece a maioria dos componentes de rendimento e a produtividade de grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, com exceção do número de panículas m<sup>-2</sup>, que é reduzido nesta época de cultivo para ambas as cultivares. Para a cultivar IPR Artemis, a semeadura tardia resulta em maior acamamento de plantas em todas as densidades avaliadas, entretanto, na época 1, este fenômeno apresenta maior intensidade nas maiores densidades de semeadura. Os componentes de rendimento e a produtividade de grãos variam de acordo com as épocas e densidades de semeadura e a cultivar utilizada. A maior produtividade de grãos da cultivar IPR Afrodite, na primeira época de semeadura, é obtida com menor densidade de semeadura do que na época mais tardia. Já o maior rendimento de grãos da cultivar IPR Artemis é alcançado na densidade de aproximadamente 280 sementes viáveis m<sup>-2</sup>, independentemente da época de cultivo. As duas épocas de semeadura apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie. As sementes produzidas pelas plantas cultivadas na primeira época de semeadura apresentam melhor vigor do que as produzidas pelas plantas oriundas da semeadura mais tardia. O aumento da densidade de semeadura reduz a massa e o vigor das sementes produzidas na

segunda época de cultivo. Para ambas as cultivares, a utilização de 180 sementes  $m^{-2}$ , na primeira época de semeadura, possibilita a produção de sementes de melhor potencial fisiológico. A primeira época de semeadura favorece a qualidade industrial de grãos de ambas as cultivares. O aumento da densidade de semeadura reduz o índice de descascamento da cultivar IPR Artemis, independentemente da época de semeadura e, na semeadura mais tardia, produz grãos com qualidade inferior. O maior rendimento industrial de grãos da cultivar IPR Afrodite é atingido com menor quantidade de sementes na primeira época de semeadura em relação a semeadura mais tardia.

**Palavras chave:** População de plantas. *Avena sativa* L. Ambientes de cultivo. Qualidade tecnológica. Vigor. Germinação.

BAZZO, José Henrique Bizzarri. **Dates and densities sowing on productive performance, physiological seed quality and industrial of grains of white oats cultivars.** 2019. 121 p. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

Variations in sowing dates and densities, as well as the interaction between these factors, because they alter the availability of environmental resources, directly reflect the growth, development, yield and quality of oat grains/seeds. The aim of this study was to evaluate the productive performance, the physiological potential of seeds and the industrial quality of grains of white oat cultivars cultivated under different sowing dates and densities. Two independent experiments, conducted in two sowing dates (05/05 and 06/24) were conducted in Londrina-PR, in a randomized block design in a factorial 4x2, with four replications. The treatments consisted of four sowing densities (180, 240, 300 and 360 viable seeds m<sup>-2</sup>) and two cultivars (IPR Afrodite and IPR Artemis). The productive performance (plant height, number of panicles m<sup>-2</sup>, spikelet number per panicle, number of grains per spikelet, number of grains per panicle, 1.000 grain weight, lodging and grain yield), the physiological seed quality experiment (1.000 seed weight, germination, first count, length of seedlings, dry mass of seedlings, emergence speed index and seedling emergence in sand) and the industrial quality of grain (1.000 grain weight, hectoliter weight, percentage of grains thicker than two millimeters in diameter, peeling index and industrial grain yield) were evaluated. The data were submitted to the analysis of joint variance for sowing times, separately for the cultivars. The averages of sowing times were compared by the F test and densities submitted to polynomial regression analysis up to 2nd degree, at 5% probability. The first sowing date favors the yield components and grain yield of the cultivars IPR Afrodite and IPR Artemis, except for the number of panicles m<sup>-2</sup>, which is reduced in this sowing date for both cultivars. To IPR Artemis, late sowing results in higher lodging at all densities evaluated, however, in season 1, this phenomenon shows higher intensity at higher sowing densities. The components of yield and grain yield vary according to the times and sowing densities and the cultivar used. The higher grain yield of the IPR Afrodite cultivar in the first sowing time is reached with less seeds than at later sowing. The highest grain yield of the IPR Artemis cultivar is reached at the density of 280 viable seeds m<sup>-2</sup>, independently of the sowing date. The two sowing dates present potential for the production of white oat seeds, resulting in seeds with germination above the commercialization standards of the species. The seeds produced by the plants cultivated in the first sowing date present better vigor than those produced by plants from later sowing date. The increase in sowing density reduces the mass and vigor of the seeds produced in the second sowing date. For both cultivars, the use of 180 seeds m<sup>-2</sup>, in the first sowing date, allows the production of better quality seeds. The first sowing date favors the industrial quality of grains of both cultivars. The increase in sowing density reduces the peeling index of the cultivar IPR Artemis, regardless of the sowing time and, at later sowing date, produces grains with inferior quality. The highest industrial grain yield of the IPR Afrodite in the first sowing date is reached with less seeds than at later sowing time.

**Key words:** Plant population. *Avena sativa* L. Growing environments. Technological quality. Vigor. Germination.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ARTIGO A

- Figura 3.1 -** Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina-PR, 2016. E1: emergência época 1 (13/05), E2: emergência época 2 (01/07), C1: colheita época 1 (23/09) e C2: colheita época 2 (21/10).....56
- Figura 3.2 -** Número de espiguetas por panícula da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....61
- Figura 3.3 -** Número de grãos por panícula da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....63
- Figura 3.4 -** Massa de mil grãos das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....65
- Figura 3.5 -** Acamamento de plantas da cultivar de aveia branca IPR Artemis em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....68
- Figura 3.6 -** Produtividade de grãos das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....69

### ARTIGO B

- Figura 4.1 -** Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina-PR, 2016. E1: emergência época 1 (13/05), E2: emergência época 2 (01/07), C1: colheita época 1 (23/09) e C2: colheita época 2 (21/10).....83
- Figura 4.2 -** Massa de mil sementes das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....87

<b>Figura 4.3 -</b>	Primeira contagem da germinação das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) em função das densidades de semeadura, e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....	90
<b>Figura 4.4 -</b>	Comprimento de plântula da cultivar de aveia branca IPR Artemis em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....	91
<b>Figura 4.5 -</b>	Massa seca de plântula das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....	92

## **ARTIGO C**

<b>Figura 5.1 -</b>	Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina-PR, 2016. E1: emergência época 1 (13/05), E2: emergência época 2 (01/07), C1: colheita época 1 (23/09) e C2: colheita época 2 (21/10).....	104
<b>Figura 5.2 -</b>	Massa de mil grãos das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....	108
<b>Figura 5.3 -</b>	Índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019 .....	111
<b>Figura 5.4 -</b>	Índice de descascamento da cultivar de aveia branca IPR Artemis em função de densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....	112
<b>Figura 5.5 -</b>	Rendimento industrial de grãos da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.....	113

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO A

- Tabela 3.1** - Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta para as épocas de semeadura, em função de quatro densidades de semeadura para duas cultivares de aveia branca. Londrina-PR, 2019.....59
- Tabela 3.2** - Valores médios da altura de planta (AP), número de panículas m<sup>-2</sup> (PAN), número de espiguetas por panícula (EP), número de grãos por panícula (GP) e produtividade de grãos (PROD) de duas cultivares de aveia branca em função da época de semeadura (Época 1: 05/05; Época 2: 24/06). Londrina-PR, 2019.....60

### ARTIGO B

- Tabela 4.1** - Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta para as épocas de semeadura, em função de quatro densidades de semeadura para duas cultivares de aveia branca. Londrina-PR, 2019.....86
- Tabela 4.2** - Valores médios da primeira contagem da germinação (PC), comprimento de plântula (CP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de duas cultivares de aveia branca em função da época de semeadura. Londrina-PR, 2019.....89

### ARTIGO C

- Tabela 5.1** - Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta para as épocas de semeadura, em função de quatro densidades de semeadura para duas cultivares de aveia branca. Londrina-PR, 2019..... 107
- Tabela 5.2** - Valores médios do peso hectolítrico (PH), índice de descascamento (ID), índice de grãos com espessura maior que dois milímetros (IG>2mm) e rendimento industrial de grãos (RIG) de duas cultivares de aveia branca em função da época de semeadura. Londrina-PR, 2019 ..... 110

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CBPA	Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
FAOSTAT	Statistics Division of Food and Agriculture Organization
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
2.1	A CULTURA DA AVEIA .....	18
2.2	CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA CULTURA DA AVEIA.....	20
2.2.1	Componentes de Rendimento e Produtividade de Grãos .....	20
2.2.2	Qualidade Fisiológica de Sementes .....	21
2.2.3	Qualidade Industrial de Grãos .....	23
2.3	FATORES DE PRODUÇÃO NA CULTURA DA AVEIA .....	24
2.3.1	Ambiente de Cultivo .....	24
2.3.2	Densidade de Semeadura .....	32
2.3.3	Genótipos .....	36
2.4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
<b>3</b>	<b>ARTIGO A</b> .....	<b>53</b>
3.1	RESUMO E ABSTRACT .....	53
3.2	INTRODUÇÃO .....	54
3.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	55
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
3.5	CONCLUSÕES .....	72
3.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
<b>4</b>	<b>ARTIGO B</b> .....	<b>80</b>
4.1	RESUMO E ABSTRACT .....	80
4.2	INTRODUÇÃO .....	81
4.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	83
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	86
4.5	CONCLUSÕES .....	96
4.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	96

<b>5</b>	<b>ARTIGO C</b> .....	100
5.1	RESUMO E ABSTRACT .....	100
5.2	INTRODUÇÃO .....	101
5.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	103
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	106
5.5	CONCLUSÕES .....	115
5.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	120

## 1 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.), cultivada durante a estação fria do ano, é utilizada com diversas finalidades. No Brasil, o cereal destina-se à alimentação humana e animal, além de ser utilizado como importante componente dos sistemas de sucessão e rotação de culturas.

Na região Sul do país, o cereal tem assumido grande importância como cultura alternativa de inverno, apresentando acréscimos significativos na área de cultivo, rendimento e produção final, em resposta ao aumento da demanda nacional pelo grão e seus derivados.

Neste cenário, verifica-se a necessidade de expansão da área de cultivo e da produtividade, da produção de um considerável volume de sementes com alto padrão de qualidade para suprir a demanda de cultivo, e da oferta no mercado de grãos que possuam atributos considerados ideais para atender a indústria de alimentos.

As características genéticas de uma cultivar, as condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo, as técnicas de manejo e a interação entre esses fatores têm grande influência sobre a expressão do potencial de rendimento de um genótipo, bem como sobre o desempenho fisiológico das sementes e a qualidade industrial dos grãos. A compreensão das relações entre esses fatores pode auxiliar no planejamento e na tomada de decisão no sistema de produção, visando maiores rendimentos e qualidade dos grãos e sementes.

Os programas de melhoramento genético em aveia têm desenvolvido cultivares com modificações significativas na arquitetura das plantas por meio da redução da estatura e da área foliar, além de maior resistência ao acamamento e melhor adaptação às diferentes condições de ambiente. Essas características podem alterar a resposta das cultivares à população de plantas, sendo necessárias recomendações particularizadas para cada grupo de cultivar de acordo com o ambiente. Sendo assim, faz-se necessário a determinação de população específica em função da cultivar e do nível tecnológico considerados.

O ajuste da densidade de semeadura, visando o melhor aproveitamento dos recursos do meio pelas plantas, pode resultar em maior produção por área e alcance de grãos/sementes de alta qualidade. Portanto, o número ideal de plantas por área deve ser estabelecido de forma que não haja

competição inter e intraespecífica, favorecendo o crescimento e desenvolvimento da planta, resultando em maiores níveis de produtividade de grãos/sementes de qualidade superior.

A densidade de semeadura indicada para a cultura da aveia pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (CBPA) é de 200 a 300 sementes viáveis m<sup>-2</sup>, com espaçamento de 0,17 a 0,20 m entre linhas. Nota-se, portanto, que a recomendação é generalista e não considera as variações genótípicas e ambientais, bem como a interação entre densidade de plantas e manejo.

Outro fator que deve ser levado em consideração na implantação da lavoura é a escolha da cultivar, que pode diferir na capacidade de emissão de perfilhos, ciclo, potencial produtivo e composição de grãos. Os diferentes genótipos possuem exigências edafoclimáticas variadas, sendo necessário o conhecimento dos principais fatores ambientais que afetam a cultura. Os distintos potenciais de perfilhamento das cultivares afetam de forma diferenciada as alterações na densidade de semeadura em função do ambiente de cultivo.

Além da densidade e da cultivar, a época de semeadura também pode influenciar o desempenho agrônomo da cultura, o potencial fisiológico das sementes e a qualidade industrial dos grãos produzidos, pois as diferentes épocas de cultivo podem oferecer melhores ou piores condições de tempo ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Estes atributos são influenciados pelas épocas de semeadura, uma vez que elementos como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e fotoperíodo variam com o decorrer do ano. A definição das melhores épocas de cultivo da aveia permite que as necessidades ecofisiológicas da planta sejam atendidas, o que resulta em maiores produções de grãos/sementes de melhor qualidade.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, a qualidade fisiológica de sementes e industrial de grãos de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DA AVEIA

A aveia, pertencente à família *Poaceae*, é uma gramínea anual de inverno (TAVARES; ZANETTINI; CARVALHO, 1993) do gênero *Avena*, o qual apresenta várias espécies silvestres, invasoras e cultivadas (ABREU et al., 2005) distribuídas em três níveis de ploidia: diplóides ( $2n=2x=14$ ), tetraplóides ( $2n=4x=28$ ) e hexaplóides ( $2n=6x=42$ ) (LEGGETT; THOMAS, 1995). No grupo hexaplóide, a *Avena sativa* L. (aveia branca) é considerada a espécie de maior importância econômica (TAVARES; ZANETTINI; CARVALHO, 1993).

A Ásia e o Oriente Médio são considerados os centros de origem da aveia (MARCHIORO, 2003) que, de acordo com Coffman (1961), se caracterizava como planta invasora de lavouras comerciais de trigo (*Triticum* spp.) e cevada (*Hordeum* spp.). Segundo o mesmo autor, a aveia se instalou nos campos europeus juntamente com as sementes de culturas de maior expressão econômica e, à medida que estas espécies foram sendo dispersas para o Centro e o Norte da Europa, ambientes mais frios e úmidos, a aveia foi ganhando competitividade e sendo domesticada como uma lavoura alternativa, tornando-se uma cultura com finalidades alimentícias.

O cultivo da aveia surgiu há aproximadamente 4000 anos, sendo a *Avena strigosa* (aveia preta) a primeira espécie a ser explorada, seguida da *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).

No Brasil, as principais espécies de aveia cultivadas apresentam características fenotípicas e agrônômicas bem distintas, sendo elas: a aveia branca (*Avena sativa* L.) e a aveia amarela (*Avena byzantina* C. Koch), caracterizadas como espécies de duplo propósito com produção de forragem e grãos, e a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) empregada como pastagem, adubo verde (FLOSS, 1988) e indicada para o cultivo como cobertura do solo por sua elevada produção de matéria seca (CBPA, 2014).

A aveia branca é um cereal que apresenta múltiplos propósitos, sendo utilizada na alimentação humana devido à qualidade de seus compostos

nutricionais, e na alimentação animal, 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 para a cobertura do solo, favorecendo a implantação das culturas de verão em sucessão, especialmente em sistema de plantio direto (CECCON; GRASSI FILHO; BICUDO, 2004).

Grande parte da área mundial cultivada com aveia para produção de grãos é ocupada pela aveia branca em virtude da elevada qualidade de seus grãos e derivados, além do advento da semeadura direta e da rotação de culturas, que também impulsionaram seu cultivo (CBPA, 2014).

A aveia destaca-se por ser o sétimo cereal com maior área de cultivo e produção no mundo. A União Europeia, a Rússia, o Canadá, a Austrália, a Bielorrússia e os Estados Unidos são os maiores produtores de aveia e respondem por aproximadamente 85% da produção mundial do grão (FAOSTAT, 2018).

Entre as safras de 1976 e 2018 foi registrado no Brasil um aumento de 225% na produtividade média de grãos de aveia, que passou de 940 kg ha<sup>-1</sup> para 2.116 kg ha<sup>-1</sup>, fator também observado na área cultivada e na produção nacional da cultura que passaram de 39,8 mil ha e 37,4 mil toneladas, em 1976, para 375,6 mil ha e 794,8 mil toneladas, na safra 2018. Isso corresponde a um aumento de 944% em área cultivada e 2125% em produção, nesse período. Na safra 2018 o maior produtor nacional de aveia foi o estado do Rio Grande do Sul, responsável por 265,8 mil hectares de área cultivada, produção de 609,5 mil toneladas de grãos e produtividade média de 2.293 kg ha<sup>-1</sup>, seguido do Paraná (79,8 mil hectares de área cultivada, produção de 155,3 mil toneladas de grãos e produtividade média de 1.946 kg ha<sup>-1</sup>) e Mato Grosso do Sul (30 mil hectares de área cultivada, produção de 30 mil toneladas de grãos e produtividade média de 1.000 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2019).

Para a exploração mais eficiente do potencial produtivo da cultura da aveia branca e o aumento da produção nacional e da qualidade de grãos e sementes, torna-se fundamental a adoção e o aprimoramento de técnicas de manejo como adequações de épocas e densidades de semeadura, escolha de locais de cultivo que favoreçam o melhor crescimento e desenvolvimento das plantas, seleção e utilização de cultivares mais adaptadas aos diferentes ambientes de produção, entre outros fatores.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA CULTURA DA AVEIA

### 2.2.1 Componentes de Rendimento e Produtividade de Grãos

O aumento no potencial de rendimento de grãos da cultura da aveia branca, alcançado pelo melhoramento genético, modificou consideravelmente o cenário produtivo desta espécie no país. Nos últimos anos foi possível verificar elevadas produtividades resultantes do lançamento de novas cultivares adaptadas aos diferentes ambientes de cultivo brasileiros e ao manejo tecnificado incorporado ao sistema de produção (CBPA, 2014).

Para Zaffaroni et al. (1998), existem vários fatores que afetam o rendimento das culturas, porém, acréscimos na produtividade somente serão possíveis por meio de programas de melhoramento que se orientem pelo estudo da importância dos componentes de rendimento e uso de práticas culturais adequadas.

Segundo Grafius (1978), muitos atributos da planta são decisivos para a definição do seu potencial produtivo e, conseqüentemente, do rendimento de grãos, indo desde a estatura média de planta, ciclo de desenvolvimento, componentes diretos e indiretos do rendimento de grãos, até seu comportamento frente a estresses bióticos e abióticos. O mesmo autor cita que caracteres como número de afilhos férteis por área, número de grãos por panícula e massa média de grãos caracterizam os componentes diretos do rendimento na cultura da aveia branca.

Segundo Barbosa Neto et al. (2000), o ganho genético observado sobre a produtividade de grãos em cultivares de aveia lançadas e/ou adotadas no Brasil entre os anos de 1955 e 1996 não foi decorrente da influência decisiva de um caráter agrônomico de forma isolada; todavia, o componente do rendimento que mais contribuiu para o incremento da produtividade de grãos foi a massa média do grão.

Estudos realizados por Caierão et al. (2001) revelam relações positivas entre a massa de mil grãos, número de grãos por panícula e massa de panícula com o rendimento de grãos em linhagens de aveia branca.

Castro, Costa e Neto (2012) relatam que os componentes de produção são determinados sequencialmente durante o desenvolvimento da cultura da aveia, sendo o número de espiguetas formado bem antes da antese, o número

de grãos por volta da antese e o tamanho e massa do grão entre a antese e a maturidade.

Neste contexto, Felicio et al. (2001) e Silva et al. (2015) citam que as características genéticas, as condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo (local e época de semeadura) e as técnicas de cultivo podem diferenciar o crescimento e o desenvolvimento da planta, além de afetar a expressão dos componentes de produção, o rendimento e a qualidade de grãos.

A produtividade de grãos é uma característica controlada por grande número de genes, tendo, portanto, herança quantitativa. Isso ocorre porque a produtividade de grãos depende da interação de vários componentes de rendimento, os quais são controlados por fatores genéticos da cultivar e pelo ambiente (FREITAS et al., 2007).

Embora possa se incrementar cada um dos componentes individualmente, fenômenos compensatórios fazem com que frequentemente os componentes se relacionem de forma negativa, propiciando o incremento de uns e o decréscimo de outros. Deste modo, a mesma produtividade de grãos pode ser obtida por diferentes caminhos, sendo difícil estabelecer uma combinação ótima dos diversos componentes. Entretanto, é essencial sempre considerar as diversas variáveis envolvidas no processo e inserir a matriz ambiental em todo processo decisório. A melhor resposta biológica não é alcançada pela máxima utilização dos diversos fatores de produção e sim pelo equilíbrio entre eles (CÁNOVAS; TRINDADE, 2003).

Neste contexto, Evans e Bhatt (1977) citam que, para cereais, o comprimento da panícula, o número de espiguetas por panícula, a fertilidade das espiguetas e a massa de mil grãos afetam diretamente a produtividade de grãos.

### 2.2.2 Qualidade Fisiológica de Sementes

A qualidade fisiológica de sementes pode ser interpretada como a capacidade destas em realizar funções essenciais à sua sobrevivência, caracterizada pela germinação e vigor, afetando o estabelecimento e o desempenho da cultura em condições de campo (SCHUCH; KOLCHINSKI; CANTARELLI, 2008). A germinação compreende uma sequência ordenada de eventos metabólicos que culminam na retomada do desenvolvimento do embrião e na formação de uma

plântula normal (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987). Já o vigor, refere-se ao conjunto de propriedades que atribuem à semente o potencial para germinar, emergir e resultar em plântulas normais em distintas condições ambientais (MARCOS FILHO, 1999). Assim, o estabelecimento rápido e uniforme das plantas, por meio da utilização de sementes de boa qualidade, pode favorecer a obtenção de rendimentos mais elevados (LUDWIG et al., 2009).

Vários fatores podem afetar o potencial fisiológico das sementes, como a cultivar, a ocorrência de insetos e micro-organismos nocivos, as condições de tempo e os tratos culturais adotados durante o desenvolvimento das sementes, a nutrição da planta-mãe, a época e o manejo durante a colheita, a ocorrência de injúrias mecânicas, a adequação das operações de secagem e beneficiamento, o tratamento químico e as condições e período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2013).

A seleção e a realização da semeadura com sementes de melhor qualidade fisiológica propicia maior velocidade dos processos metabólicos, ocasionando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária na germinação, maiores taxas de crescimento inicial das plântulas e formação de plântulas de maior tamanho (SCHUCH et al., 1999), permitindo um rápido estabelecimento da cultura a campo (HOSF, 2003). Já a utilização de sementes de baixa qualidade fisiológica causa redução, retardamento e desuniformidade da emergência de plântulas na unidade de produção (HOSF et al., 2004), fato que pode estar associado a maturação desigual e a redução do rendimento de grãos em cereais, devido ao maior grau de competição intraespecífica em resposta à emergência tardia de algumas plantas.

A utilização de sementes com elevada qualidade fisiológica propicia maior porcentagem de germinação e obtenção de plântulas com maior tolerância a adversidades ambientais, o que pode resultar no aumento da produtividade da cultura (BENNETT, 2001). Já sementes de baixa qualidade fisiológica resultam em redução na porcentagem de germinação e aumento de plântulas anormais (TOLEDO et al., 2009).

Sementes com baixa qualidade, quando submetidas a situações estressantes podem resultar em estandes irregulares de plantas, o que gera a necessidade de ressemeadura. Isso resulta em custos extras na produção e também

problemas de manejo, como semeadura em época não recomendada, necessidade de troca de cultivar, entre outros fatores (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Segundo a CBPA (2014), para que a semente de aveia garanta boa qualidade, esta deve ser produzida dentro dos padrões fixados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e/ou pela Comissão de Sementes e Mudas (CSM) em cada estado. O padrão estabelecido para comercialização de sementes de aveia branca pelo MAPA exige germinação mínima de 80%. O conhecimento do potencial fisiológico das sementes antes da realização da semeadura é muito importante para se estabelecer um adequado estande de plantas na lavoura e evitar prejuízos decorrentes de germinação baixa ou desuniforme.

### 2.2.3 Qualidade Industrial de Grãos

A crescente demanda por grãos e derivados de aveia de qualidade na alimentação humana tem feito com que os programas de melhoramento genético selecionem genótipos com características superiores de grãos (BOTHONA; MILACH; THOMÉ, 2002), conferindo a um mesmo material atributos físicos, nutricionais e funcionais que atendam às exigências do mercado consumidor e possibilitem a obtenção de grãos com elevada qualidade industrial aliado a atributos como alto potencial de rendimento, menor ciclo da cultura e melhor adaptação agrônômica aos distintos ambientes de cultivo (CRESTANI et al., 2010).

Dessa forma, o bom desempenho de uma lavoura de cereais de inverno é atingido pela elevada produtividade e qualidade de grãos que, para atender às exigências da indústria, devem ser bem formados, grandes, pesados e uniformes para atingirem um alto rendimento industrial (ALVES; KIST, 2010). Todavia, em virtude da elevada demanda por grãos de aveia e a maior estruturação do setor industrial, o que tem sido visto é o refinamento em relação aos atributos considerados ideais para atender às necessidades das indústrias de alimentos. Sendo assim, outros atributos como grãos com reduzida massa de casca, facilidade no descasque mecânico e menor índice de quebra também têm sido buscados nos genótipos de aveia com aptidão industrial (HAWERROTH et al., 2014).

O rendimento e a qualidade industrial de grãos de aveia são fundamentais para a sua comercialização. Quando o grão de aveia é destinado à

indústria para o preparo de alimentos, é exigida uma qualidade mínima que leva em consideração uma série de atributos expressos pelos grãos (CBPA, 2014).

A determinação da qualidade física e industrial dos grãos de aveia, que diz respeito às características morfológicas que irão influenciar diretamente o beneficiamento industrial (DE FRANCISCO; BEBER; FULCHER, 2002), vem sendo realizada por meio de diversos critérios, sendo eles: o peso do hectolitro, a massa de mil grãos, a proporção de grãos com espessura maior que dois milímetros e o índice de descasque (BRASIL, 1975). Estes dois últimos parâmetros, juntos com o rendimento de grãos, definirão o rendimento industrial, também denominado Avenacor (FLOSS; HAUBERT; ZANATTA, 2002), o qual expressa a porcentagem de produto obtido para a produção de diversos alimentos a partir de amostras de grãos integrais (CBPA, 2014). De acordo com Hawerth et al. (2014), o rendimento industrial também pode ser entendido como a porção de cariopse obtida após seleção e descasque dos grãos colhidos. Estes autores relatam que altas proporções de cariopse são de grande valor comercial na aveia branca, sendo fundamental o desenvolvimento de genótipos que evidenciem elevada massa de grãos associada ao alto percentual de cariopse.

Para ser aceito pela indústria, os grãos de aveia necessitam atender padrões mínimos de qualidade, estabelecidos pelo grau de umidade dos grãos, porcentagem de grãos manchados, escuros e avariados, porcentagem de impurezas e materiais estranhos, peso do hectolitro igual ou superior a 41 kg hL<sup>-1</sup>, alta porcentagem de grãos com espessura maior que dois milímetros, baixos níveis de acidez e ter alto rendimento industrial (BRASIL, 1975).

## 2.3 FATORES DE PRODUÇÃO NA CULTURA DA AVEIA

### 2.3.1 Ambiente de Cultivo

Devido sua ampla adaptabilidade, boa produção de massa e grãos/sementes de qualidade e a substancial resistência a fatores bióticos e abióticos, a aveia branca vem ganhando destaque nas lavouras de inverno das regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país (CONAB, 2019). Contudo, o melhor conhecimento das características de crescimento e desenvolvimento da planta é fator importante para a expansão e aproveitamento corretos da cultura, pois seu

comportamento pode variar em função das diferentes condições ambientais (CBPA, 2014).

A expressão do potencial produtivo de um genótipo depende de fatores genéticos e ambientais, bem como da interação entre ambos, o que resulta em expressivas diferenças no desempenho das cultivares quando produzidas em diferentes condições (YAN; HOLLAND, 2010). O potencial de produção de grãos/sementes de qualidade pode ser maximizado pela realização da semeadura em períodos que favoreçam o crescimento e desenvolvimento da planta, por meio da escolha adequada da época de semeadura, prática de manejo que se destaca pela alteração das relações entre os elementos meteorológicos disponíveis à cultura ao longo de seu ciclo (SUBEDI; MA; XUE, 2007). Esta estratégia permite a ocorrência dos diferentes estádios fenológicos da cultura em momentos em que as condições de tempo sejam as mais favoráveis para a planta, o que impacta positivamente o rendimento e a qualidade dos grãos/sementes (PIRES et al., 2009).

Dessa maneira, a época de semeadura não afeta somente a produtividade de grãos (AMORIM et al., 2011), mas também a qualidade fisiológica de sementes (PEREIRA; PEREIRA; FRAGA, 2000), a qual é a meta prioritária no processo de produção de sementes de qualquer cultura, uma vez que dela dependem a germinação e a emergência das plântulas a campo (VASCONCELOS et al., 2009). Outro fator que pode ser fortemente influenciado pela época de semeadura é a qualidade industrial dos grãos, a qual é exigida pelas indústrias alimentícias que demandam cada vez mais grãos grandes, bem formados, sem danos e que apresentem elevado rendimento industrial.

Segundo Barros et al. (2003), a época de semeadura pode ser definida como um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, causando variações na produtividade e na qualidade de grãos/sementes, além de afetar outras características agrônômicas da planta.

Segundo Amorim et al. (2011), as cultivares, quando semeadas em diferentes épocas, expressam suas potencialidades em relação às condições do ambiente, que mudam no espaço e no tempo. Os mesmos autores afirmam que, dessa forma, é importante a definição criteriosa da época de semeadura, haja vista que maiores rendimentos de grãos/sementes de melhor qualidade serão obtidos quando as condições forem favoráveis em todos os estádios de desenvolvimento da cultura.

Pires et al. (2005), trabalhando com a cultura do trigo, relatam que a época de cultivo tem reflexo direto no rendimento e na qualidade dos grãos/sementes por posicionar os principais estádios de desenvolvimento da cultura em momentos em que as variáveis meteorológicas apresentam menor ou maior efeito sobre a planta. Geralmente, o que se busca, é que a época minimize os riscos e maximize o potencial da planta de produzir mais grãos/sementes de qualidade superior.

Segundo Bassoi et al. (2005), o manejo da época de semeadura na cultura do trigo possibilita acréscimos na produtividade de grãos que variam de 10 até 80%. No Brasil, onde grande número de cultivares se diferenciam pelo ciclo e pela capacidade de adaptação às condições de clima e solo, torna-se de extrema importância a disponibilização de recomendações específicas da melhor época de semeadura para os diversos genótipos disponíveis no mercado (SILVA et al., 2011).

Apesar da aveia branca ser cultivada em várias regiões do mundo, devido à sua alta adaptabilidade, quando se visa rentabilidade é importante cultivá-la em regiões edafoclimaticamente aptas, pois é uma cultura bastante influenciada pelas condições ambientais. Quando estas são satisfatórias a cultura é produtiva, caso contrário podem ocorrer frustrações de safras, que serão proporcionais à duração e intensidade das condições adversas (CASTRO; COSTA; NETO, 2012).

A aveia está distribuída em várias regiões brasileiras e, neste contexto, verifica-se que a época de semeadura mais adequada se difere entre as regiões, variando de 15 de março até 15 de julho, dependendo do local de cultivo. Devido à instabilidade das condições climáticas, é recomendável a semeadura da área de cultivo em mais de uma época, dentro do período indicado (CBPA, 2014).

Sabe-se que os elementos de tempo como precipitação pluvial, umidade, temperatura, intensidade da radiação solar, fotoperíodo, geadas, ventos, entre outros, variam com as estações do ano; assim, a determinação da época de semeadura, em certa região, significa expor a cultura às mais diversas condições do ambiente durante o seu desenvolvimento (MOTTA et al., 2002). A manipulação desses elementos de tempo pode influenciar os componentes de rendimento, a produtividade de grãos, a qualidade fisiológica das sementes e o desempenho industrial dos grãos de aveia branca.

Para Street e Opik (1974) a temperatura ótima para o crescimento vegetal altera-se conforme seu estágio fenológico e entre os órgãos da planta. O

desenvolvimento da parte aérea é estimulado com temperaturas de até 25°C (KEGLER; MOURÃO, 2011). Temperaturas baixas e geadas favorecem o desenvolvimento e o crescimento das gemas laterais, encontradas nas axilas das folhas mais baixas da haste principal, que darão origem aos perfilhos (FLOSS et al., 2009). O afilhamento é fundamental na determinação da produtividade de grãos em aveia, pois afeta o componente de produção número de panículas por área. Durante o período de formação de grãos, as baixas temperaturas são prejudiciais; geadas podem paralisar o crescimento resultando, na colheita, em grãos enrugados e de baixa massa (LEONARD; MARTINELLI, 2005).

Assim como temperaturas excessivamente baixas, as demasiadamente altas também podem prejudicar a cultura, acelerando o ciclo, afetando a formação do grão de pólen e causando menores produções (CASTRO; COSTA; NETO, 2012). Se submetidas a temperaturas iguais ou superiores a 32°C durante um ou mais dias ocorre a paralisação da formação dos grãos e, quando aliadas à baixa umidade do ar, estes amadurecem rapidamente, reduzindo o rendimento (MUNDSTOCK, 1983).

De acordo com Langer (1972), as plantas de aveia branca requerem mais água em determinados períodos críticos vitais para seu completo desenvolvimento, sendo eles: germinação, emborrachamento (período de maior demanda hídrica), floração e formação dos grãos. Segundo Castro, Costa e Neto (2012), a quantidade de água disponível para a cultura, dentre outros fatores, influencia diretamente processos como a fotossíntese, translocação e armazenamento de reservas nos órgãos vegetais e, em especial, o desenvolvimento das inflorescências e sua posterior granação. Estes mesmos autores, apresentaram estudos que revelam que em condições de déficit hídrico a planta de aveia pode orientar a translocação de suas reservas para a manutenção do afilho principal em detrimento dos afilhos secundários, além de afetar negativamente o desenvolvimento de estruturas reprodutivas masculinas e a formação de grãos. O suprimento de água em períodos que antecedem e ultrapassam a antese são de extrema importância para a fixação dos grãos formados na panícula (CASTRO; KLUGE, 1999).

A diferenciação floral e o início do florescimento ocorrem sob o aumento do comprimento do dia (fotoperíodo), da radiação incidente e da temperatura (CASTRO; KLUGE, 1999). Nesta mesma condição de tempo, as plantas

apresentam aumento na velocidade de desenvolvimento das inflorescências, resultando em grande número de espiguetas (LEGGET; THOMAS, 1995). Já a fixação dos grãos é particularmente influenciada pela intensidade luminosa e pelo suprimento de água, logo antes da antese e nas semanas subsequentes (CASTRO; KLUGE, 1999).

Para o florescimento, a aveia branca requer mais de 12 horas de luz por dia, porém algumas variedades são insensíveis a este fator. Normalmente, o fotoperíodo é capaz de influir sobre o número de nós do colmo, número de folhas e o tamanho da estrutura reprodutiva das plantas. O tempo entre a semeadura e a emergência da panícula é diminuído progressivamente com o aumento do comprimento do dia (CASTRO; COSTA; NETO, 2012).

Neste contexto, Caierão et al. (2001), estudando linhagens de aveia branca, observaram que o número de dias da emergência à maturidade fisiológica favorece o rendimento de grãos, sugerindo que genótipos com ciclos de desenvolvimento mais longos expressam rendimentos de grãos mais elevados. No mesmo trabalho foram verificadas correlações negativas entre o período vegetativo e o período reprodutivo. Os resultados revelam que os genótipos de aveia branca apresentam efeito compensatório entre as fases vegetativa e a reprodutiva, sendo que, quando o genótipo tem seu período vegetativo prolongado ou é caracteristicamente mais longo, o período reprodutivo tende a ser mais curto.

Em trabalhos com populações segregantes de aveia branca, foram verificadas relações predominantemente negativas entre o rendimento de grãos e a duração do período vegetativo, e relações positivas do rendimento de grãos com o período reprodutivo. Desta forma, a seleção de plantas que evidenciem menor período vegetativo e maior reprodutivo poderá promover a obtenção de genótipos mais ajustados e produtivos (HARTWIG et al., 2006). Neste sentido, estudos realizados por Barbosa Neto et al. (2000) revelaram que o período vegetativo mais curto (em dias) está associado ao maior rendimento de grãos. Neste trabalho os autores expõem que, ao longo de 40 anos, a duração do ciclo vegetativo das plantas foi reduzido em 21%, enquanto o rendimento de grãos obteve um incremento de 22%.

Ramos et al. (2013), avaliando os componentes de rendimento e a produtividade de grãos de quatro cultivares de trigo de sequeiro (IAC 350, Brilhante, Guamirim e BR 18), cultivadas em duas épocas (23/02 e 19/03) em Tangará da

Serra-MT, verificaram que a primeira época de semeadura proporcionou valores significativamente maiores às variáveis altura de plantas, número de perfilhos  $m^{-1}$  e produtividade de grãos, em relação à segunda época.

Felicio et al. (1999) avaliando a produtividade de grãos, o peso hectolítrico e a massa de mil sementes de dez genótipos de tritcale e dois genótipos de trigo, em três épocas de semeadura, em Capão Bonito-SP, verificaram que semeaduras antecipadas influenciam positivamente os parâmetros estudados.

De acordo com Costa et al. (2005), o ambiente de cultivo (local e época de semeadura) pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento da semente e, conseqüentemente, determinar seu potencial fisiológico, conforme proporciona melhores ou piores condições meteorológicas durante a maturação das plantas. Para Motta et al. (2002), a qualidade das sementes é influenciada pelos locais e pelas épocas de cultivo, uma vez que fatores como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e fotoperíodo variam com a estação do ano e com a latitude das regiões. Entender a relação entre as condições de tempo dos ambientes de cultivo e o desempenho produtivo das cultivares é essencial para a produção de sementes de qualidade superior e com níveis de produtividade satisfatórios (SILVA et al., 2014).

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

Segundo Marcos Filho (2015), a elevação da temperatura, até atingir valores superiores a 30 °C, durante o período de enchimento de sementes, pode causar prejuízos severos à produção e à qualidade das sementes.

A ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação provoca a redução da translocação de fotossintatos para as sementes, especialmente em períodos com baixos índices pluviiais. Nessas condições, a maturação é “forçada”, sendo produzidas sementes de baixo vigor, porque não se verifica a deposição natural de carboidratos, lipídios e proteínas (FRANÇA NETO et al., 1993). Além disso, as baixas temperaturas são igualmente prejudiciais durante o período de formação das sementes, sendo que a geada pode neutralizar o crescimento, resultando em sementes mal formadas e de massa reduzida

(LEONARD; MARTINELLI, 2005), o que prejudica o potencial de germinação e o vigor de sementes.

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

A deficiência hídrica afeta o metabolismo e prejudica o desenvolvimento da planta. Há redução da área foliar e da taxa fotossintética, acarretando menor suprimento de assimilados e abortamento ou diminuição do desenvolvimento das sementes, causados pela limitação do suprimento de carboidratos (BRADFORD, 1994). No entanto, se a deficiência hídrica ocorre durante o florescimento ou no início da formação das sementes, verifica-se redução do número de sementes produzidas, sem afetar significativamente o potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 2015).

A disponibilidade de água durante o período de transferência de matéria seca para as sementes é importante, pois reduz a probabilidade da formação de sementes defeituosas, cujo desempenho é severamente prejudicado. Por outro lado, o déficit hídrico moderado pode não ser prejudicial, dependendo da época em que ocorra. A diminuição na taxa fotossintética, causada pela restrição hídrica, pode ser compensada pela diminuição do número de sementes, mantendo-se um suprimento constante de assimilados para as sementes (MARCOS FILHO, 2015).

No período compreendido entre a fertilização e maturação, a ocorrência de estresse hídrico afeta a viabilidade das sementes. Heatherly (1993) estudando cultivares de soja pertencentes a diferentes grupos de maturidade, durante dois anos em condição de campo, verificou que a restrição hídrica no início do florescimento (R1) até a semente estar completamente desenvolvida (R6) afetou o seu potencial germinativo. Por outro lado, o excesso hídrico na pré-colheita, além de acelerar o metabolismo, favorece a incidência de microrganismos, comprometendo o potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

A seleção da melhor época de cultivo, para uma cultivar, pode viabilizar a obtenção de sementes com qualidade superior, evitando fatores desfavoráveis do ambiente (SÁ et al., 1997).

Venske et al. (2015), avaliando o efeito de duas épocas de semeadura (18/10 e 09/11) na qualidade fisiológica de sementes de arroz produzidas em Capão do Leão-RS, constataram que a semeadura realizada tardiamente, em 09/11, reduziu a qualidade de sementes, dado pelos menores valores de massa de mil sementes, germinação, primeira contagem da germinação, teste de frio, comprimento e massa da matéria seca da parte aérea e de raízes de plântulas e maiores valores de condutividade elétrica. Para os autores, entre as variáveis meteorológicas, a que mais se destacou e parece justificar a menor qualidade das sementes em função da semeadura mais tardia foi a radiação solar durante o período reprodutivo, que foi menor para as plantas semeadas nesta época.

Toledo, Coimbra e Nakagawa (2009), avaliando o potencial fisiológico de sementes de milho provenientes de doze épocas de semeadura (de outubro de 99 a janeiro de 01) em Botucatu-SP, verificaram que a semeadura em setembro resultou na produção de sementes de elevada germinação e vigor.

Bornhofen et al. (2015), estudando o efeito de quatro épocas de semeadura, seis cultivares e dois anos agrícolas sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em São Domingos-SC, verificaram que semeaduras tardias (meados de dezembro) são recomendadas para a produção de sementes com qualidade superior.

Estudos realizados por Kruger et al. (2010) revelam que alterações no ambiente de cultivo resultam em aumento ou redução no rendimento e qualidade industrial dos grãos de aveia branca. Segundo Crestani et al. (2010), o ambiente e a interação genótipo e ambiente alteram de forma expressiva os caracteres relacionados ao rendimento industrial de grãos de aveia. Neste contexto, o potencial genético da cultivar, condições edafoclimáticas, as técnicas de cultivo e a interação entre esses fatores podem influenciar o crescimento e o desenvolvimento da planta além de afetar a expressão dos componentes de produção e a qualidade de grãos (SILVA et al., 2015). Todos esses fatores determinam as características físicas, químicas e biológicas que conferem qualidade aos grãos e aos produtos que deles se derivam (CÁNOVAS; TRINDADE, 2003).

Na cultura do trigo, as variações de qualidade devido ao ambiente superam, com frequência, as vinculadas ao genótipo. Dentre os fatores meteorológicos, a temperatura, a precipitação pluvial e a radiação solar são os de

maior impacto, tanto no crescimento, quanto no desenvolvimento, na adaptação e na qualidade industrial dos grãos. Nesse sentido, a forma mais eficiente para reduzir riscos é o emprego de práticas de manejo nas culturas, tais como escolha de cultivar, época e densidade de semeadura, manejos de água, resíduos na superfície e fertilização, as quais buscam minimizar o impacto das flutuações meteorológicas (FRANCESHI et al., 2009).

Assim, para verificar as possibilidades de adaptação da cultura em uma região, onde as condições climáticas variam no decorrer do ano, há a necessidade da realização de estudos de época de semeadura. Através desses estudos poderão ser definidas as melhores épocas de cultivo, em que as necessidades ecofisiológicas da planta sejam preenchidas, visando sua utilização para produção de grãos ou sementes (COIMBRA; NAKAGAWA, 2006).

De acordo com Caron et al. (2017), a caracterização das modificações fenológicas que ocorrem nas plantas, em épocas contrastantes de semeadura, é importante para definir a adoção de práticas culturais, visando ao melhor aproveitamento das condições ambientais e à maximização da produtividade de grãos em cada época.

Dentre as técnicas de manejo que podem ser combinadas com as épocas de semeadura visando aumento da produtividade e da qualidade de grãos/sementes destacam-se a escolha de cultivares adaptadas às diferentes regiões de cultivo, a utilização de sementes de alta qualidade, a nutrição das plantas e a densidade de semeadura.

### 2.3.2 Densidade de Semeadura

Com a finalidade de maximizar o potencial de rendimento da cultura da aveia, diversas técnicas de manejo vêm sendo adotadas e aprimoradas e, entre elas, destaca-se a densidade de semeadura (CECCON; GRASSI FILHO; BICUDO, 2004), que pode ser entendida como o número de sementes  $m^{-1}$  no sulco de semeadura, ou o número de sementes  $m^{-2}$  ou, ainda, a quantidade de sementes por unidade de área ( $kg\ ha^{-1}$ ) quando a semeadura é realizada a lanço (CARVALHO, 2001). Manejar a densidade de plantas é objeto de pesquisa da comunidade científica, mas os resultados nem sempre são concordantes, já que as condições

ambientais e as respostas das cultivares variam com as épocas e os locais de cultivo (BALBINOT JÚNIOR; FLECK, 2005).

A determinação da densidade de semeadura que proporcione um adequado estande de plantas no campo, visando elevadas produtividades de grãos/sementes, depende de vários fatores que interagem com a planta (ABREU et al., 2006). Segundo Foloni e Bassoi (2015) a densidade é um dos principais fatores que influenciam a capacidade produtiva das lavouras e o seu ajuste depende da interação entre ambiente, cultivar e manejo.

A variação da produtividade em relação à população de plantas está associada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, uma vez que a densidade de semeadura influencia de forma direta o número de espigas e/ou panículas produzidas por área (VALÉRIO et al., 2008).

A cultura da aveia é capaz de tolerar variações na população de plantas, dentro de certos limites, devido à sua capacidade de perfilhamento (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001) e de modificação dos componentes do rendimento de grãos (SCHUCH et al., 2000). É importante destacar que o perfilhamento, maior responsável pela plasticidade da aveia mediante a variação na população de plantas, depende diretamente das condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo (DEBIASI; MARTINS; MISSIO, 2007). Sangoi et al. (2007) relatam que as cultivares podem diferir na capacidade de emissão de perfilhos, no ciclo e no potencial produtivo de grãos. Com isso, a adequação da densidade de semeadura também deve levar em consideração os genótipos, a fim de propiciar redução na competição e contribuir para o incremento da produtividade de grãos/sementes das cultivares (TAVARES et al., 2014).

O perfilhamento é o processo fisiológico que possibilita à planta compensar uma reduzida população inicial no campo ou maximizar o aproveitamento das boas condições de cultivo (FORNASIERI FILHO, 2008). Segundo Zagonel et al. (2002), a população de plantas obtida no momento da semeadura afeta diretamente o número de perfilhos desenvolvidos por planta. Contudo, os mecanismos de controle do desenvolvimento de gemas laterais dependem de uma série de fatores de origem genética, hormonal, nutricional e ambiental (ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2005).

A variação na densidade de semeadura interfere ainda na competição inter e intra-específica por recursos do solo, especialmente água e

nutrientes (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001), além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ZAGONEL; VENANCIO; KUNZ, 2002). Abreu (2001) salienta que a competição de plantas de aveia tem efeitos diretos sobre o crescimento e desenvolvimento e pode afetar o potencial de rendimento da cultura.

Sangoi et al. (2010) citam que o incremento da densidade de plantas reduz a disponibilidade de fotoassimilados para a fase de enchimento de grãos e a manutenção das demais estruturas do vegetal. Os mesmos autores relatam que o aumento da população reduz o tamanho das estruturas produtivas, no entanto esta é compensada na produção pelo aumento do número de plantas por área. Da mesma forma, mesmo com o aumento da produtividade, o acréscimo no número de plantas por unidade de área normalmente afeta de forma negativa alguns componentes de produção como, massa de mil grãos, número de grãos por espiga e número de espigas por planta (KAPPES, 2010).

A produção por planta tende a decrescer quando, em uma população fixa, ocorre o aumento do número de plantas na linha. Essa tendência à menor produção por unidade de área ocorre em consequência da maior competição entre as plantas dentro da mesma linha (VAZQUEZ; CARVALHO; BORBA, 2008). Além disso, densidades altas provocam auto-sombreamento e maior possibilidade de acamamento (ABREU, 2001).

Densidades de semeadura abaixo do ideal aumentam a competição interespecífica com plantas daninhas, reduzindo o potencial produtivo das cultivares, além de possibilitar um perfilhamento intenso, com formação de perfilhos tardios e improdutivo que funcionarão como drenos, os quais são indesejáveis na lavoura (CARVALHO, 2006).

Foloni e Bassoi (2015) relatam que existem genótipos de trigo com maior potencial perfilhador que outros e, quando instalados com quantidades exageradas de sementes, acarretam acamamento de plantas e redução de produtividade de grãos. Os mesmos autores observaram que o inverso também é verdadeiro, ou seja, há cultivares pouco perfilhadoras que necessitam de elevados aportes de sementes para altos rendimentos, mesmo em ambientes favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Portanto, para cultivares menos perfilhadoras são maiores as exigências quanto ao vigor de sementes e condições ambientais adequadas para estabelecimento do estande, bem como de manejo e tratos culturais para estimular a plasticidade em situações de baixo estande.

A densidade de semeadura indicada para a aveia é de 200 a 300 sementes viáveis  $m^{-2}$ , com espaçamento de 0,17 a 0,20 m entre linhas (CBPA, 2014). Os programas de melhoramento genético em aveia têm desenvolvido cultivares com modificações significativas na arquitetura das plantas por meio da redução da estatura e da área foliar, além de maior resistência ao acamamento e melhor adaptação às diferentes condições de ambiente. Essas características podem alterar a resposta das cultivares à população de plantas (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2002), sendo necessárias recomendações particularizadas para cada grupo de cultivar de acordo com o ambiente. Sendo assim, faz-se necessário a determinação de população específica em função da cultivar.

Encontrar uma densidade adequada para a cultura da aveia branca não é tarefa simples, devido ao grande número de cultivares existentes, as distintas condições climáticas dos locais de cultivo, as características de solo, entre outros fatores. Sabe-se que cada cultivar possui uma população ótima, influenciada por características genotípicas e fenotípicas próprias, tais como altura da planta, forma e disposição das folhas em relação ao colmo, potencial de perfilhamento, entre outras características que acabam influenciando na produtividade e qualidade dos grãos/sementes. Assim, a densidade populacional ideal é extremamente variável, em função de fatores intrínsecos e extrínsecos à planta (CARVALHO, 2006).

A densidade de semeadura se mostra como uma técnica de manejo eficiente para o incremento dos componentes de rendimento e a produtividade de grãos em cereais de inverno. Zagonel et al. (2002), estudando o efeito da aplicação de redutor de crescimento na cultivar de trigo IAPAR-53 em diferentes densidades de semeadura e doses de N, verificaram que altas populações de plantas são fatores positivos para o aumento da produtividade de grãos. Ceccon, Grassi Filho e Bicudo (2004), trabalhando com a cultivar de aveia branca UPF 17, cinco densidades de plantas (60, 120, 180, 240 e 300 plantas  $m^{-2}$ ) e cinco doses de N (0, 20, 40 60 e 80  $kg\ ha^{-1}$ ), observaram influência positiva do aumento da população de plantas sobre os componentes de produção e o rendimento de grãos.

Ludwig et al. (2007), ao avaliarem a influência de diferentes densidades de plantas e épocas de semeadura nos componentes do rendimento e produtividade de grãos da cultura da soja, observaram que os prejuízos causados pela semeadura tardia podem ser minimizados pelo aumento de densidade de semeadura.

Flaresso, Gross e Almeida (2001), ao avaliarem o efeito de quatro épocas de semeadura (meados de março, meados de abril, meados de maio e meados de junho), três densidades de semeadura (60, 80 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e três anos agrícolas sobre o rendimento de matéria seca de aveia preta cultivada em Ituporanga-SC, não verificaram diferença significativa entre as densidades de semeaduras para este caractere.

O ajuste da densidade de semeadura é essencial para a produção de sementes de qualidade, pois é um fator que afeta o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento individual da planta. Ademais, a densidade adequada evita acamamento e competição entre as plantas, o que poderia reduzir a qualidade das sementes, seja pelo contato com o solo ou pela criação de um microclima favorável ao desenvolvimento de patógenos (MARINHO, 2015).

Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que em menores densidades há maior expressão do potencial individual por planta, pois há melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e, portanto, há produção de sementes maiores, que são aquelas que apresentam maiores quantidades de reservas, embriões bem formados e, conseqüentemente, maior germinação e vigor.

Além de influenciar o rendimento e o potencial fisiológico de sementes, a densidade de semeadura também pode afetar a qualidade industrial dos grãos de aveia branca devido à alteração nos componentes de rendimento e, conseqüentemente, nas características físicas e morfológicas dos grãos. Neste sentido, o manejo da densidade de semeadura pode resultar na formação de grãos maiores e mais pesados, com menor massa de casca e melhores índices de descascamento atendendo, dessa forma, as exigências da indústria de processamento.

### 2.3.3 Genótipos

No contexto atual da produção agrícola brasileira, é cada vez maior a demanda por cultivares altamente produtivas, que apresentem produtos de elevada qualidade e ampla aceitação comercial. A aveia branca tem assumido grande importância como cultura alternativa na estação fria em uma ampla área de cultivo no Brasil, principalmente nos estados da região Sul (CRESTANI et al., 2010).

Para a indicação de cultivares de aveia branca granífera, são realizados ensaios padronizados de avaliação e promoção de linhagens de aveia considerando-se os dados obtidos pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia (CBPA) nos ensaios regional e brasileiro de linhagens.

A escolha de uma cultivar deve levar em consideração suas características agrônômicas, sua potencialidade para rendimento de grãos, a aptidão para a qualidade industrial e a capacidade de produzir sementes de elevado potencial fisiológico (CBPA, 2014).

O cultivo dos diversos genótipos em diferentes condições ambientais os expõem à interação genótipo x ambiente (YAN; HOLLAND, 2010). Os efeitos desta interação podem ocorrer entre épocas de semeadura em mesmo local, em diferentes anos de cultivo e entre regiões (TAVARES et al., 2014).

Neste contexto, as características genéticas, condições edafoclimáticas e técnicas de cultivo podem diferenciar o crescimento e o desenvolvimento da planta, além da expressão dos componentes de produção e qualidade de grãos/sementes (CBPA, 2014).

Prando et al. (2012), trabalhando com duas cultivares (BRS 208, BRS Pardela) e uma linhagem (IWT 04008) de trigo em Ponta Grossa-PR na safra 2008, verificaram diferença significativa entre os materiais para os componentes de rendimento e produtividade de grãos.

De acordo com Marcos Filho (2015), o comportamento das sementes tem sua base assentada no genótipo, sendo que existem cultivares que produzem sementes com melhor desempenho fisiológico, dentro de uma mesma espécie. Tais diferenças podem existir em virtude de características genéticas e/ou morfofisiológicas inerentes ao genótipo, tornando-o mais ou menos susceptível a danos durante o período de formação ou após a maturidade fisiológica das sementes por adversidades climáticas que irão influenciar em seu desempenho fisiológico (VIEIRA et al., 1998).

Alves e Kist (2011) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de aveia branca e não observaram diferença significativa para esta característica entre as cultivares. No entanto, verificaram diferença significativa para a qualidade fisiológica entre a semente primária e as sementes secundárias e terciárias, nas panículas, sendo as sementes primárias as que apresentaram maior qualidade fisiológica. Já Kolchinski e Schuch, (2003), trabalhando com a cultura da

aveia branca, constataram diferença significativa entre cultivares (CTC 5, UFRGS 15, UFRGS 19 e UPF 18) para o potencial fisiológico de sementes (germinação e vigor).

Além disso, é primordial distinguir cultivares, pois a qualidade industrial dos grãos guarda forte relação com o genótipo, e considera-se imprescindível que o manejo, com vista à qualidade, seja calibrado especificamente para cada cultivar em interação com o ambiente (DUPONT; ALTENBACH, 2003).

Kolchinski e Schuch, (2004), avaliando as características de qualidade industrial de quatro cultivares de aveia branca granífera (CTC 5, UFRGS 15, UFRGS 19 e UPF 18) verificaram que os resultados dos diversos caracteres avaliados variam consideravelmente entre as cultivares.

De acordo com Hawerth et al. (2014), o desempenho do genótipo voltado ao rendimento industrial é um diferencial utilizado pelo agricultor no momento da escolha da cultivar que dará origem a produção de grãos que serão comercializados com as indústrias de alimento.

Crestani et al. (2008), avaliando o desempenho de cultivares de aveia branca, encontraram correlações positivas entre a produtividade de grãos e os caracteres de qualidade industrial de grãos, bem como relações positivas entre os diversos atributos de qualidade industrial de grãos, concluindo que a busca pelo maior rendimento industrial poderá ser bem sucedida com a seleção de genótipos que associem grãos de maior tamanho e elevada porcentagem de cariopse.

Portanto, a expressão do potencial produtivo, a capacidade de produção de sementes com elevado potencial fisiológico e a formação de grãos que possuam atributos que atendam a demanda das indústrias de alimentos são influenciados pelo genótipo escolhido submetido ao ambiente de cultivo. Assim, o estudo das características genotípicas das cultivares é preciso para a otimização da produção de grãos e sementes com alto padrão de qualidade.

## 2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G. T. de. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função da população de plantas**. 2001. 49 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2001.

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.

ABREU, G. T.; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D.; BACCHI, S.; CANTARELLI, L. D.; PEREIRA, E. Produção de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em cultivo companheiro com leguminosas forrageiras. **Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 1-9, 2005.

ABREU, G. T.; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D.; BACCHI, S.; NUNES, E. P.; CANTARELLI, L. D. Efeito da população de plantas do cultivar UPF 18 de aveia branca (*Avena sativa* L.) sobre a produção de biomassa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 31-36, 2006.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 393-400, 2001.

ALVES, A. C.; KIST, V. Composição da espiguetta de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 29-33, 2010.

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

ALVES, A. C.; MUNDSTOCK, C. M.; MEDEIROS, J. D. Iniciação e emergência de filhotes em cereais de estação fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 39-45, 2005.

AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, C. D. L. Época de semeadura no Potencial produtivo de soja em Uberlândia-MG. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1793-1802, 2011.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Redução do espaçamento entre fileiras: benefícios e limitações. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 15, n. 87, p.1-5, 2005.

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

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

BASSOI, M. C.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; SCHEEREN, P.L.; CAETANO, V. R.; TAVARES, L. C. V.; MIRANDA, L. C. Características e desempenho agrônomo no Paraná da cultivar de trigo BRS 220. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 193-196, 2005.

BENNETT, M. A. Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 58-62, 2001.

BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; GALVAN, D.; FLORES, M. F. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 46-55, 2015.

BOTHONA, C. A.; MILACH, S. C. K.; THOMÉ, G. H. 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. 73-80, 2002.

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

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

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

CÁNOVAS, A. D.; TRINDADE, M. G. **Efeito de níveis de nitrogênio e frequência de aplicação de água na produtividade e na aptidão industrial do trigo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 2p. (Comunicado técnico, 70).

CARON, B. O.; OLIVEIRA, D. M.; ELLI, E. F.; ELOY, E.; SCHWERZ, F.; SOUZA, V. Q. Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 2, p. 105-114, 2017.

CARVALHO, J. A. **Espaçamento e densidade de semeadura para arroz de terras altas de ciclo superprecoce**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.

CARVALHO, J. A. **Apostila de culturas anuais**. Machado, MG: EAF, 2001. 109p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

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

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

CBPA - COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia**: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia: Fundação ABC, 2014. 136p.

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

COFFMAN, F. A. **Oats and oats improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1961. 650p.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 21-28, 2006.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: Grãos, nono levantamento fevereiro/2019. Brasília: CONAB, 2019. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/20861\\_fb79e3ca2b3184543c580cd4a4aa402b](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/20861_fb79e3ca2b3184543c580cd4a4aa402b)>. Acesso em 25, fev. 2019.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; NETO, J. B. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 1-6, 2005.

CRESTANI, M.; SILVA, J. A. G.; GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; ZANATTA, O.; CERIOLI, M.; BARETA, D. Correlação fenotípica entre caracteres componentes do rendimento de grãos e rendimento industrial em genótipos de aveia branca. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 28, 2008, PELOTAS. **Resultados Experimentais**. Pelotas: UFPel, 2008. p. 124-127.

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

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

DEBIASI, H.; MARTINS, J. D.; MISSIO, E. L. Produtividade de grãos e componentes de rendimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) afetados pela densidade e velocidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 649-655, 2007.

DUPONT, F. M.; ALTENBACH, S. B. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. **Journal of Cereal Science**, New York, v. 38, p. 133-146, 2003.

EVANS, L. E.; BHATT, G. M. Influence of seed size, protein content and cultivar on early seedling vigor in rice. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 57, p. 929-935, 1977.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS DATA. **Production/Crops**. Disponível em:<<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>> Acesso em: 06 de jul 2018.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; CASTRO, J. L.; CAMARGO, M. B. P. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2193-2202, 1999.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; GERMANI, R.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. V. N. A.; BORTOLETTO, N.; JUNIOR, A. P. Influência do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 111-120, 2001.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Época e Densidade de Semeadura de Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1969-1974, 2001.

FLOSS, E. L. Aveia. In: BAIER, A. C.; FLOSS, L. E.; AUDE, M. I. **As lavouras de inverno**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. p. 17-74.

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

FLOSS, E. L.; HAUBERT, S. A.; ZANATTA, F. S. Rendimento corrigido pela qualidade industrial do grão de aveia - Avenacor. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 22, 2002, Passo Fundo. **Resultados Experimentais**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2002. p. 553-558.

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C. **Indicações fitotécnicas para cultivares BRS de trigo no Paraná**. Londrina: EMBRAPA CNPSO, 2015. 15p. (Circular Técnica, 110)

FORNASIERI FILHO, Domingos. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: FUNEP, 2008, 338p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWKI, F. C.; HENNING, A. A.; WEST, S. H.; MIRANDA, L. C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and

drought stresses during seed filling. **Seed Science and technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 107-116. 1993.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V. S.; MARTIN, T. N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1624-1631, 2009.

FREITAS, J. G.; CANTARELLA, H.; SALOMON, M. V.; MALAVOLTA, V. M. A.; CASTRO, L. H. S. M.; GALLO, P. B.; AZZINI, L. E. Produtividade de cultivares de arroz irrigado resultante da aplicação de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 317-325, 2007.

GRAFIUS, J. E. Multiple characters and correlated response. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 931-934, 1978.

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

HAWERROTH, M. C.; BARBIERI, R. L.; DILVA, J. A. G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. **Importância e dinâmica de caracteres na aveia produtora de grãos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 60p. (Documento 376).

HEATHERLY, L. G. Drought stress and irrigation effects on germination of harvestes soybean seed. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 4, p. 777-781, 1993.

HOSF, A. **Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta a qualidade fisiológica**. 2003. 44 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2003.

HOSF, A.; SCHUCH, L. A. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântula de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2010.

KEGLER, W. F.; MOURÃO, A. P. M. Adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do trigo na região sudoeste do Paraná. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v. 4, n. 1, p. 62-72, 2011.

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

KOLCHINSKI, E. M., SCHUCH, L. O. B. Atributos de desempenho industrial e qualidade de sementes em aveia branca em função da disponibilização da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 587-589, 2003.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 379-383, 2004.

KRUGER, C. A. M. B.; WAGNER, J. F.; VALENTINI, A. P. F.; OLIVEIRA, J. M.; MATTER, E.; SCHIAVO, J.; MATTIONI, T. C.; SILVA, A. J.; ANTONOW, D.; FONTANIVA, C.; BATTISTI, G. K.; BANDEIRA, T. P.; SILVA, J. A. G. Associações entre componentes de produção e os de qualidade em aveia branca. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 30, 2010, São Carlos. **Resultados experimentais**. São Carlos, 2010. p. 20-23.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série**

**Sementes.** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2008. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 55).

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

LEGGETT, J. M.; THOMAS, H. Oat evolution and cytogenetics. In: WELCH, R.W. **The oat crop.** New York: Chapman and Hall, 1995. p. 120-149.

LEONARD K, J.; MARTINELLI, J.A. Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay. **Plant Disease**, Ames, n. 89, n. 8, p. 802-808, 2005.

LUDWIG, M. P., SCHUCH, L. O. B., LUCCA FILHO, O. A., AVELAR, A. A. G., MIELEZRSKI, F., DE OLIVEIRA, S., CRIZEL, R. L. Desempenho de sementes e plantas de milho híbrido originadas de lotes de sementes com alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p. 83-92, 2009.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D.; FARIAS, J. R.; LOSEKANN, M. E.; STEFANELO, C.; LUCCA FILHO, O. A. Efeito da densidade de semeadura e genótipos no rendimento de grãos e seus componentes na soja semeada após a época indicada. **Revista de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguiana, v. 14, n. 2, p. 13-22. 2007.

LUIZ, V.; LIN, S. S. Qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região Sul do Brasil. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 9, n. 112, p. 143, 1999.

MARCHIORO, V. S. **Mecanismos de seleção em populações segregantes de aveia para otimização de ganho genético embasados em conhecimentos quantitativos e moleculares.** 2003. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitomelhoramento) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Londrina: ABRATES. 2. ed. 2015. 660p.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARINHO, J. L. **Densidade de semeadura e de adubação nitrogenada mineral na qualidade física e fisiológica de sementes de soja**. 2015. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

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

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

MOTTA, I. S.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; INOUE, M. H.; ÁVILA, M. R.; BRACCINI, M. C. L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1281-1286, 2002.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivos de cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale**. Porto Alegre: Editora NBS, 1983. 265p.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1653-1662, 2000.

PIRES, J. L. F.; LIMA, M. I. P. M.; VOSS, M.; SCHEEREN, P. L.; WIETHÖLTER, S.; CUNHA, G. R.; IGNACZAK, J. C.; CAIERÃO, E. **Avaliação de cultivares de trigo em sistema de manejo tradicional e otimizado**. Passo Fundo, 2004. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 19 p. Embrapa Trigo. Documentos Online, n. 54. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do54.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do54.htm)> Acesso em: 06 de julho de 2018.

PIRES, J. L. F.; SANTOS, H. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; DE MORI, C.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E.; PILAU, J. **Avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo na região do Planalto do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 23p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 74).

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; BASSOI, M. C.; OLIVEIRA, F. A. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico de genótipos de trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 621-632, 2012.

RAMOS, D. T.; ROQUE, M. W.; RAMOS, F. T.; SILVA, A. B.; PARO, H.; MATTE, W. D. Diferentes épocas de semeadura na produção de trigo de sequeiro em mato grosso. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 6, n. 3, p. 45-56, 2013.

SÁ, M. E.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; OLIVEIRA, G. S. Efeitos de épocas de semeadura sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de nove cultivares de arroz irrigado por aspersão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 244-253, 1997.

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à época da

adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SANGOI, L.; PICOLI, G. J. ; VARGAS, V. P.; ZOLDAN, S. R.; SIEGA, E.; CARNIEL, G.; VIEIRA, J.; PLETSCH, A.; MARIANNO, F. H. F.; FERREIRA, M. A.; COSTA, T. E. O aumento da variabilidade na distribuição espacial das plantas na linha interfere no rendimento de grãos do milho. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 55ª, 2010, Vacaria. **Atas e Resumos**. Vacaria: ASAV, 2010. CD-ROM.

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

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

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 305-312, 2000.

SILVA, A. C.; MORAIS, O. M.; SANTOS, J. L.; ARÊDE, L. O.; SILVA, P. B. Componentes de produção, produtividade e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, BA. **Revista Agroambiente**, Monte Cristo, v. 8, n. 3, p. 327-335, 2014.

SILVA, J. A. G.; ARENHARDT, E. G.; KRUGER, C. A. M. B.; LUCCHESI, O. A.; METZ, M.; MAROLLI, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 27-33, 2015.

SILVA, R. R.; BENIN, G.; SILVA, G. O.; MARCHIORO, V. S.; ALMEIDA, J. L.; MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas

de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1439-1447, 2011.

STREET, H. E.; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 1974.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L.; XUE, A. G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 1, p. 36-47, 2007.

TAVARES, L. C. V.; FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; PRETE, C. E. C. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014.

TAVARES, M. J. C. M. S.; ZANETTINI, 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.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

TOLEDO, M. Z.; COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de milho em função da época de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 16-23, 2009.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 319-326, 2008.

VASCONCELOS, E. S.; REIS, M. S.; SEDYIAMA, T.; CRUZ, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares e linhagens de soja no Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 307-312, 2009.

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VENSKÉ, E.; SCHAEGLER, C. E.; BAHRY, C. A.; CAMARGO, T. O.; ZIMMER, P. D. Fatores abióticos sobre o efeito de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 818-825, 2015.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; PANOBIANCO, M.; BERGAMASCHI, M. C. M.; MAURO, A. O.; Comportamento de cultivares de soja quanto a qualidade fisiológica de sementes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 123-130, 1998.

YAN, W.; HOLLAND, J. B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, Droeendaalsesteeg, v. 171, n. 3, p. 355-369, 2010.

ZAFFARONI, E.; TERRES, A. L.; BEVILAQUA, G. A. P.; ROBAINA, A. D.; DE LIMA, D.; DA SILVA FILHO, P.; LOPES, R. Análise de caminhos nos componentes de rendimento de genótipos de arroz do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 43-48. 1998.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. 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.

### 3 ARTIGO A

#### DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA EM RESPOSTA A ÉPOCAS E DENSIDADES DE SEMEADURA

**3.1 RESUMO:** O ajuste da densidade de semeadura orientado pelo genótipo e pelas condições climáticas do ambiente de cultivo pode favorecer o crescimento, o desenvolvimento e o desempenho produtivo na cultura da aveia branca. Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento, o acamamento, os componentes de rendimento e a produtividade de grãos de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura. Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). Foram avaliados: altura de plantas, número de panículas m<sup>-2</sup>, número de espiguetas por panícula, número grãos por espiguetas, número de grãos por panícula, massa de mil grãos, acamamento de plantas e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade. A primeira época de semeadura favorece a maioria dos componentes de rendimento e a produtividade de grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, com exceção do número de panículas m<sup>-2</sup>, que é reduzido nesta época de cultivo para ambas as cultivares. Para a cultivar IPR Artemis, a semeadura tardia resulta em maior acamamento de plantas em todas as densidades avaliadas, entretanto, na época 1, este fenômeno apresenta maior intensidade nas maiores densidades de semeadura. Os componentes de rendimento e a produtividade de grãos variam de acordo com as épocas e densidades de semeadura e a cultivar utilizada. A maior produtividade de grãos da cultivar IPR Afrodite, na primeira época de semeadura, é obtida com menor densidade de semeadura do que na época mais tardia. Já o maior rendimento de grãos da cultivar IPR Artemis é alcançado na densidade de aproximadamente 280 sementes viáveis m<sup>-2</sup>, independentemente da época de cultivo.

**Palavras-chave:** População de plantas. *Avena sativa* L. Ambientes de cultivo. Plasticidade. Produtividade.

**ABSTRACT:** Adjustment of seeding density oriented by genotype and conditions of the growing environment may favor growth, development and yield performance of the white oat crop. The aim of this study was to evaluate the growth, lodging, yield components and grain yield of white oat cultivars cultivated under different sowing dates and densities. Two independent experiments, conducted in two sowing dates (05/05 and 06/24) were conducted in Londrina-PR, in a randomized block design in a factorial 4x2, with four replications. The treatments consisted of four sowing densities (180, 240, 300 and 360 viable seeds m<sup>-2</sup>) and two cultivars (IPR Afrodite and IPR

Artemis). Plant height, number of panicles  $m^{-2}$ , spikelet number per panicle, number of grains per spikelet, number of grains per panicle, 1000 grain weight, lodging and grain yield were evaluated. The data were submitted to the analysis of joint variance for sowing dates, separately for the cultivars. The averages of sowing dates were compared by the F test and densities submitted to polynomial regression analysis up to 2<sup>nd</sup> degree, at 5% probability. The first sowing date favors the yield components and grain yield of the cultivars IPR Afrodite and IPR Artemis, except for the number of panicles  $m^{-2}$ , which is reduced in this sowing date for both cultivars. To IPR Artemis, late sowing results in higher lodging at all evaluated densities, however, in season 1, this phenomenon shows higher intensity at higher sowing densities. The yield components and grain yield vary according to the dates and sowing densities and the cultivar used. The higher grain yield of the IPR Afrodite cultivar in the first sowing date is reached with less seeds than at later sowing. The highest grain yield of the IPR Artemis cultivar is reached at the density of 280 viable seeds  $m^{-2}$ , independently of the sowing date.

**Keywords:** Plant population. *Avena sativa* L. Growing environments. Plasticity. Productivity.

### 3.2 INTRODUÇÃO

O aumento no potencial de rendimento de grãos da cultura da aveia branca, alcançado pelos programas de melhoramento genético do Sul do Brasil, modificou consideravelmente o cenário produtivo desta espécie no país. Nos últimos anos foi possível verificar elevadas produtividades resultantes do lançamento de novas cultivares adaptadas aos diferentes ambientes de cultivo brasileiros e ao manejo tecnificado incorporado ao sistema de produção (CBPA, 2014).

Dentre as diversas técnicas de cultivo que vêm sendo adotadas e aprimoradas com a finalidade de maximizar o potencial produtivo da cultura da aveia, destaca-se a densidade de semeadura (CECCON; GRASSI FILHO; BICUDO, 2004). Essa prática interfere na capacidade de aproveitamento dos recursos do meio pelas plantas, que são variáveis de acordo com a região ou época de cultivo (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001), além de provocar mudanças morfofisiológicas nos vegetais (ZAGONEL; VENANCIO; KUNZ, 2002), as quais podem afetar significativamente o crescimento e o rendimento final da cultura.

A indicação geral de densidade de semeadura para a aveia é de 200 a 300 sementes viáveis  $m^{-2}$ , com espaçamento de 0,17 a 0,20 m entre linhas (CBPA, 2014). Entretanto, as cultivares de aveia têm apresentado modificações significativas na arquitetura das plantas por meio da redução da estatura e da área foliar, além de

maior resistência ao acamamento e melhor adaptação as diferentes condições de ambiente (HAWERROTH et al., 2015). Essas características podem alterar a resposta das cultivares a população de plantas, sendo necessárias recomendações particularizadas para cada grupo de cultivar (ABREU et al., 2006) de acordo com o ambiente de cultivo (local ou época de semeadura).

Além da densidade, outra técnica de manejo que auxilia de forma substancial na alteração dos componentes de rendimento e no incremento da produtividade de grãos é a época de semeadura em um dado local de cultivo. Segundo Barros et al. (2003), a época de semeadura pode ser definida como um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, causando variações na produtividade e na qualidade de grãos, além de afetar outras características agronômicas da planta.

A escolha adequada da época de semeadura permite a ocorrência dos diferentes estádios fenológicos da cultura em momentos em que os elementos meteorológicos sejam os mais favoráveis para a planta, o que impacta positivamente o crescimento, o rendimento e a qualidade dos grãos (PIRES et al., 2009). De acordo com Silva et al. (2011), no Brasil, onde grande número de cultivares se diferenciam pelo ciclo, pelo potencial de emissão de perfilhos e pela capacidade de adaptação às condições de clima e solo, torna-se de extrema importância a disponibilização de recomendações específicas da melhor época e densidade de semeadura para os diversos genótipos disponíveis no mercado, visando a expressão do máximo potencial genotípico.

Assim, a época de cultivo e a densidade de semeadura, associadas com a escolha de cultivares adaptadas à região de produção, têm-se constituído em estratégias de manejo para a obtenção de elevadas produtividades (FREITAS et al., 2010).

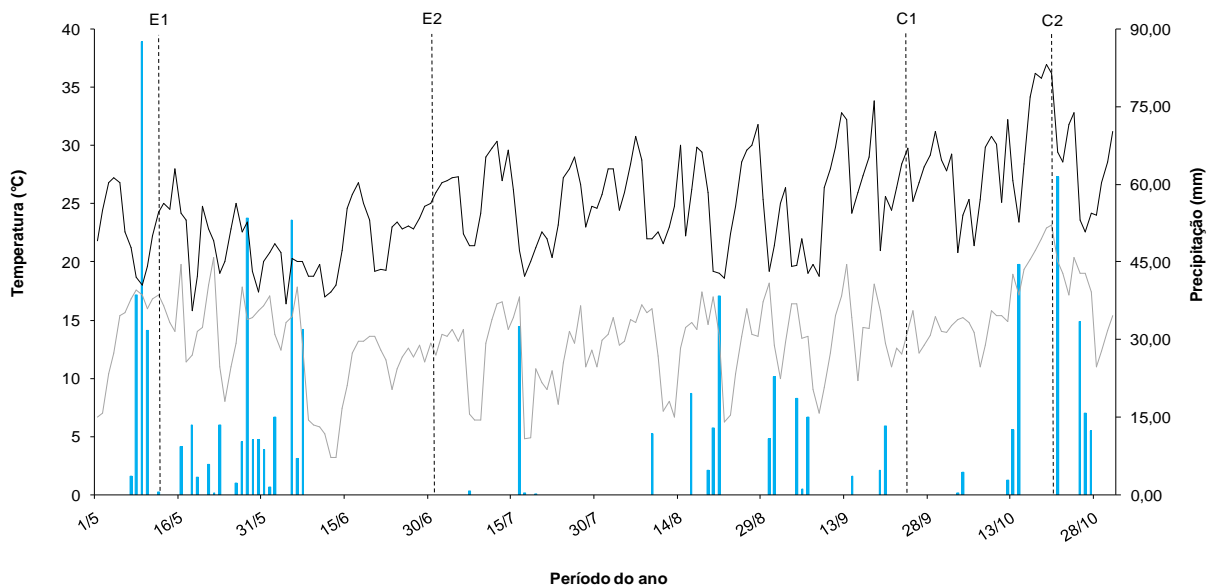
Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento, o acamamento, os componentes de rendimento e a produtividade de grãos de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, na Estação

Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Latossolo Vermelho eutroférico, localizado a 23° 23' S e 51° 11' O, com altitude de 610 m. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido com verões quentes, apresentando geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Os dados de precipitação pluvial e de temperaturas foram obtidos por meio dos registros das estações meteorológicas do IAPAR (Figura 1).

Figura 1. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina-PR, 2016. E1: emergência época 1 (13/05), E2: emergência época 2 (01/07), C1: colheita época 1 (23/09) e C2: colheita época 2 (21/10).



As características químicas do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento, foram representadas por: 0-10 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,80; 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 4,42 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 36,3 mg dm<sup>-3</sup> de P e 19,09 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Para 10-20 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,90; 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 4,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,52 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 15,1 mg dm<sup>-3</sup> de P e 16,59 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica.

Os ensaios foram conduzidos utilizando-se as cultivares IPR Afrodite (ciclo médio; moderada resistência ao acamamento; média estatura; lançada em 2012 pelo IAPAR) e IPR Artemis (ciclo médio; moderada resistência ao

acamamento; média estatura; lançada em 2016 pelo IAPAR). Em ambos os experimentos, nas duas épocas de semeaduras, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). As parcelas foram compostas por seis linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,17 m, com área útil de 5,1 m<sup>2</sup>.

Os experimentos foram conduzidos sob sistema convencional de manejo do solo, em área anteriormente ocupada com a cultura da soja. Com base nas características químicas do solo da área experimental, calculou-se a adubação mineral básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se o fertilizante formulado 10-30-10.

Os tratamentos fitossanitários para o controle de doenças e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendações para a cultura (CBPA, 2014). A colheita foi realizada após os grãos atingirem a maturação de colheita, estágio caracterizado pelo endurecimento da cariopse, plantas com aspecto seco e grãos com umidade abaixo de 20%. Para determinação do desempenho agrônômico da cultura foram realizadas as seguintes avaliações:

Altura de plantas: determinada pela medição do comprimento de cinco plantas tomadas ao acaso na área útil de cada parcela experimental, no período de enchimento de grãos, desde o nível do solo até a extremidade da panícula, com resultados médios expressos em centímetros;

Número de panículas m<sup>-2</sup>: determinado na ocasião da colheita, por meio de contagem do número de panículas em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas, em seguida, foi calculado o número de panículas m<sup>-2</sup>, mediante a multiplicação do número de panículas m<sup>-1</sup> pelo espaçamento entre linhas de plantas (0,17 m);

Número de espiguetas por panícula: determinado por meio da contagem manual de dez panículas colhidas aleatoriamente na parcela;

Número de grãos por espiguetas: determinado por meio da contagem manual dos grãos das espiguetas de dez panículas colhidas aleatoriamente na parcela;

Número de grãos por panícula: procedeu-se inicialmente a retirada dos grãos de dez panículas colhidas aleatoriamente na área útil da parcela e, após sua total separação, os mesmos foram contados manualmente;

Massa de mil grãos: obtida mediante a contagem e pesagem de oito repetições de 100 grãos por parcela. A média desses valores foi multiplicada por dez para obtenção do valor da massa de mil grãos, expressa em gramas;

Acamamento: obtido por meio de observações visuais, na fase de maturação da planta, utilizando-se a escala de notas de 0 a 10, sendo que a nota 10 representa 100% das plantas acamadas e 0 refere-se a nenhuma planta da parcela acamada;

Produtividade de grãos: determinada pela colheita dos grãos das plantas contidas na área útil da parcela. Após a trilhagem mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$  a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade dos erros e, posteriormente, à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cultivar IPR Afrodite houve interação significativa entre os fatores épocas e densidades de semeadura para as características número de espiguetas por panícula, número de grãos por panícula, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Para a altura de plantas e o número de panículas  $\text{m}^{-2}$  verificou-se efeito isolado de épocas de semeadura. Não foi observado efeito significativo de épocas, densidades e interação entre os fatores para os caracteres número de grãos por espiguetas e acamamento de plantas (Tabela 1).

Para a cultivar IPR Artemis verificou-se efeito de interação entre os fatores épocas e densidades de semeadura para as variáveis massa de mil grãos e acamamento de plantas. Houve efeito isolado de épocas de semeadura para as características altura de plantas, número de panículas  $\text{m}^{-2}$ , número de espiguetas por panícula, número de grãos por panícula e produtividade de grãos. Efeito isolado de densidades de semeadura foi constatado apenas para a produtividade de grãos.

Não foi observado efeito significativo de épocas, densidades e interação entre os fatores para o caractere número de grãos por espiguetas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta para as épocas de semeadura, em função de quatro densidades de semeadura para duas cultivares de aveia branca. Londrina-PR, 2019.

Fonte de variação	Características							
	IPR Afrodite							
	AP (cm)	PAN	EP	GE	GP	MMG (g)	AC (%)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Bloco (Época)	102,76	2332,47	61,59*	0,02	261,75*	0,12	1516,66*	381422,01
Época (E)	2045,12*	90791,25*	3797,56*	0,01	13441,03*	98,73*	200,00	37004793,65*
Densidade (D)	100,69	6095,77	45,01	0,02	92,85	0,75	1060,41	4658823,91*
E*D	30,37	2248,25	75,70*	0,03	523,51*	4,66*	547,91	2361866,57*
CV (%)	8,53	11,41	8,53	5,50	9,14	3,57	36,46	9,84
Fonte de variação	IPR Artemis							
	AP (cm)	PAN	EP	GE	GP	MMG (g)	AC (%)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
	AP (cm)	PAN	EP	GE	GP	MMG (g)	AC (%)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Bloco (Época)	83,15	2862,79	21,18	0,06	43,21	1,17	237,23	204965,13
Época (E)	2951,61*	106318,13*	2673,26*	0,02	12431,88*	181,07*	5382,03*	65643197,09*
Densidade (D)	55,31	1717,42	34,03	0,17	159,55	3,63*	1115,36*	1758969,66*
E*D	30,54	2611,67	16,49	0,03	84,34	3,70*	1629,94*	489201,41
CV (%)	7,77	11,54	13,58	12,22	15,20	3,18	20,96	10,25

\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV: coeficiente de variação. AP: altura de planta; PAN: número de panículas m<sup>-2</sup>; EP: número de espiguetas por panícula; GE: número de grãos por espiguetas; GP: número de grãos por panícula; MMG: massa de mil grãos; AC: acamamento de plantas; PROD: produtividade de grãos.

A precipitação pluvial durante o ciclo das plantas cultivadas na primeira época de semeadura foi de 622,70 mm, já na segunda época, foi de 336,80 mm (Figura 1). Na semeadura mais tardia, o volume de chuva ficou abaixo do mínimo requerido pela cultura, com período de restrição hídrica mais acentuada durante a fase vegetativa. Contudo, para ambas as épocas de cultivo, a distribuição pluviométrica foi desuniforme, o que pode ter alterado o desempenho agrônomo das cultivares avaliadas.

As cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis apresentaram maior altura de plantas quando semeadas na época 1 (Tabela 2), o que pode ser atribuído ao maior crescimento vegetativo das plantas nesta época de cultivo em relação a semeadura mais tardia. Na época 2 constatou-se redução de 12,3% e 14,5% na estatura das plantas das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, respectivamente. Tal fato pode estar relacionado com o encurtamento do ciclo das plantas semeadas na segunda época, o que resultou em menor crescimento destas em resposta as condições meteorológicas, como menor precipitação pluvial, temperaturas mais elevadas e dias mais longos, condições que, segundo Coffman e Frey (1961), favorecem o desenvolvimento vegetativo mais acelerado, antecipando o

florescimento. Resultado semelhante foi encontrado por Marchioro et al. (2001), trabalhando com quatro cultivares de aveia branca (UFRGS 7, UFRGS 19, UPF 18 e CTC 5) e três épocas de semeadura (21/07/99, 07/08/99 e 22/08/99) com e sem aplicação de fungicida em Capão do Leão-RS, em que o retardamento da época de cultivo reduziu a estatura média das plantas. Arf et al. (2000), trabalhando com nove cultivares de arroz (IAC 201, Carajás, Guarani, IAC 202, CNA 7800, CNA 7801, Caiapó, Rio Paranaíba e Araguaia), seis épocas de semeadura (início da segunda quinzena dos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) e dois anos agrícolas (1995/96 e 1996/97) no município de Selvíria-MS, também verificaram que as primeiras épocas de semeadura resultaram em plantas com maior estatura.

Tabela 2. Valores médios da altura de planta (AP), número de panículas m<sup>-2</sup> (PAN), número de espiguetas por panícula (EP), número de grãos por panícula (GP) e produtividade de grãos (PROD) de duas cultivares de aveia branca em função da época de semeadura (Época 1: 05/05; Época 2: 24/06). Londrina-PR, 2019.

Época de semeadura	Características				
	IPR Afrodite				
	AP (cm)				PAN
Época 1	130,60 A				411,69 B
Época 2	114,60 B				518,22 A
CV (%)	8,53				11,41
	IPR Artemis				
	AP (cm)	PAN	EP	GP	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Época 1	132,58 A	386,09 B	45,12 A	98,23 A	6810,90 A
Época 2	113,37 B	501,37 A	26,84 B	58,81 B	3946,39 B
CV (%)	7,77	11,54	13,58	15,20	10,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

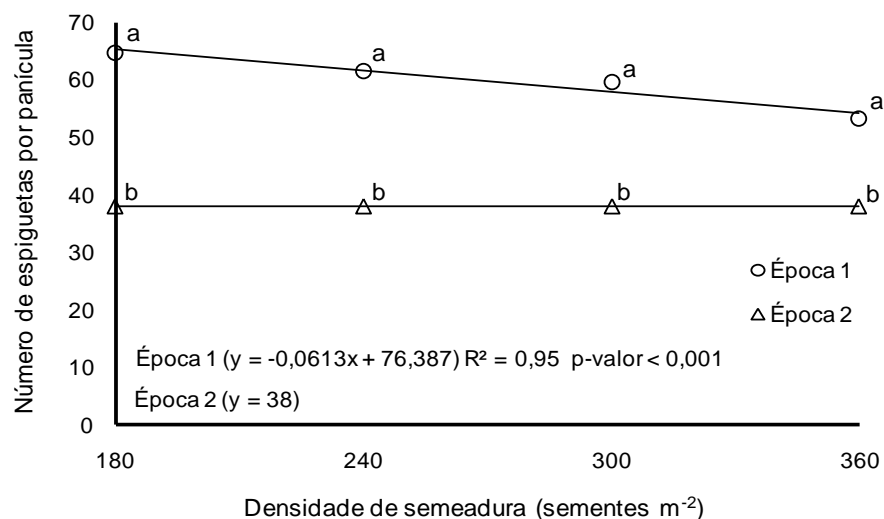
Para as cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, os melhores resultados para a característica número de panículas m<sup>-2</sup> foram encontrados na época 2 (Tabela 2). Os maiores valores obtidos para esta variável na semeadura mais tardia pode estar associado à ocorrência de temperaturas mais baixas e pela boa incidência solar durante o período de perfilhamento da cultura. De acordo com Floss et al. (2009), essas condições favorecem o desenvolvimento e o crescimento das gemas laterais, encontradas nas axilas das folhas mais baixas da haste principal, que darão origem aos perfilhos, os quais afetam o componente de produção número de panículas por área. Segundo Castro, Costa e Neto (2012), o perfilhamento, em gramíneas anuais, é máximo a 25 °C. Estes resultados

corroboram com os encontrados por Ferrazza et al. (2013) que, trabalhando com quatro cultivares de aveia branca (FAPA 2, FUNDACEP FAPA 43, IPR 126 e UTF Iguaçu) e quatro épocas de semeadura (11/3, 08/4, 06/5 e 03/6 de 2009) em Pato Branco-PR, verificaram que o retardamento da época de semeadura favoreceu o desenvolvimento de perfilhos e de estruturas reprodutivas por unidade de área. Resultados semelhantes também foram constatados em estudos realizados com a cultura do arroz em trabalho conduzido por Venske et al. (2016), os quais avaliaram o efeito de épocas de semeadura, aplicação de diferentes herbicidas e fases do desenvolvimento da cultura com luminosidade reduzida sobre os componentes de rendimento e a produtividade de grãos de arroz irrigado.

Para a cultivar IPR Afrodite, na época 1, o número de espiguetas por panícula ajustou-se a uma função linear decrescente com o aumento do número de sementes  $m^{-2}$ . Já na época 2, não foi observado efeito da densidade de semeadura para a característica em questão. Para todas as densidades de semeadura, a época 1 apresentou os maiores valores para o número de espiguetas por panícula (Figura 2).

Para a cultivar IPR Artemis, o número de espiguetas por panícula produzido pelas plantas semeadas na primeira época de cultivo foi maior que o obtido pelas plantas cultivadas na semeadura mais tardia (Tabela 2), sem efeito significativo de densidade de semeadura para ambas as épocas.

Figura 2. Número de espiguetas por panícula da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Vale ressaltar que, para ambas as cultivares, a semeadura mais tardia resultou em plantas mais baixas e com maior número de panículas por área (Tabela 2), fato que pode ter contribuído para a redução do número de espiguetas por panícula devido à menor capacidade fotossintética das plantas e à competição dos perfilhos férteis por fotoassimilados. Além disso, de acordo com Motzo, Giunta e Deidda (2004), gramíneas anuais de inverno, como o trigo, por exemplo, quando apresentam menor número de afilhos, produzem mais espiguetas, como pôde ser observado nos resultados oriundos da primeira época de semeadura para as cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis (Tabela 2 e Figura 2). Resultados contrastantes aos encontrados no presente trabalho com relação à época de semeadura são demonstrados pelas pesquisas realizadas por Ramos et al. (2013) e Venske et al. (2016) com as culturas do trigo e arroz, respectivamente, que não constataram efeito significativo das épocas de semeadura para a variável em análise, contudo essas respostas divergentes podem estar associadas as diferenças nas condições climáticas entre os locais de estudo, bem como com a interação de épocas com o manejo empregado no cultivo.

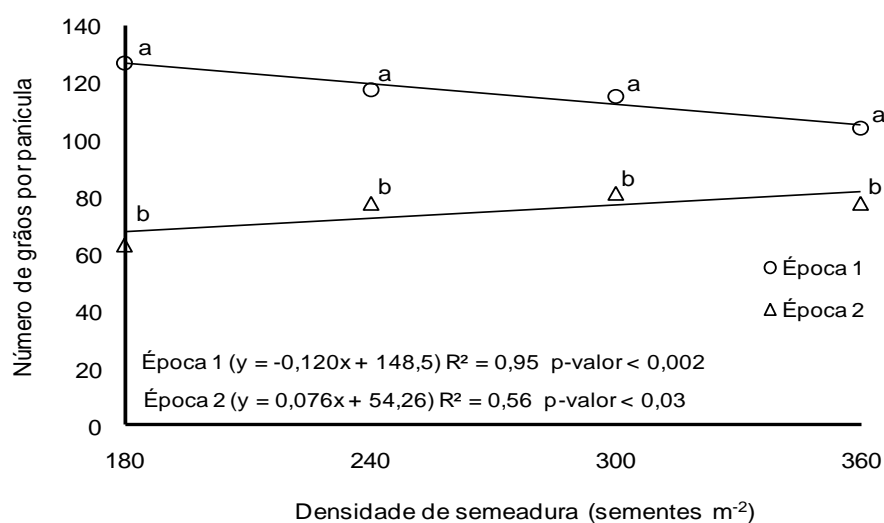
Com relação à densidade de semeadura, Sander, Costa e Duarte Júnior (2017), trabalhando com três espaçamentos entre linhas (13, 17 e 21 cm), quatro densidades de semeadura (200, 300, 400 e 500 sementes viáveis  $m^{-2}$ ) e dois anos agrícolas (2010 e 2011) com a cultivar de trigo BRS 208, e Fioreze e Rodrigues (2014a), avaliando o efeito da aplicação ou não de redutor de crescimento em quatro densidades de semeadura (30, 50, 70 e 90 sementes  $m^{-1}$ ) na cultivar de trigo IAC 370, verificaram que o número de espiguetas por espiga foi reduzido com o aumento da densidade de semeadura, assim como os resultados encontrados no presente estudo para o cultivo da aveia branca granífera na primeira época de semeadura. Gross et al. (2012) relatam que este fato pode ser explicado pela maior competição intraespecífica pelos recursos do meio em decorrência do maior número de sementes por área. De acordo com Nakagawa (2014), a menor população de plantas geralmente acarreta em menor número de espigas por área, contudo o decréscimo deste componente normalmente leva ao incremento de outros, como, por exemplo, o número de espiguetas por espiga. Mundstock (1999) cita que a cultura do trigo apresenta a capacidade de aumentar ou diminuir o número de

espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura, corroborando os resultados encontrados neste trabalho.

Sponchiado (2017), investigando o efeito de duas cultivares de aveia branca (URS Tarimba e IPR Afrodite), duas densidades de semeadura (350 e 500 sementes viáveis  $m^{-2}$ ) e quatro doses de etil-trinexapac (0, 75, 100 e 125 g i.a  $ha^{-1}$ ) sobre os componentes de rendimento e a produtividade de grãos de aveia em Lages-SC durante os anos agrícolas de 2014 e 2015, constatou ausência de efeito da densidade de semeadura sobre o número de espiguetas por panícula para ambas as cultivares nas duas safras analisadas. Estes resultados corroboram os encontrados no presente estudo, em que o número de espiguetas por panícula produzido pelas plantas cultivadas na semeadura mais tardia também não apresentou efeito significativo da densidade de semeadura.

Para a cultivar IPR Afrodite, o número de grãos por panícula das épocas 1 e 2 adequou-se a equações lineares decrescente e crescente, respectivamente, em resposta ao aumento do número de sementes  $m^{-2}$  utilizadas na semeadura (Figura 3). Para todas as densidades de semeadura, a época 1 apresentou os maiores valores para a característica analisada.

Figura 3. Número de grãos por panícula da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Diversos trabalhos que avaliaram o efeito da densidade populacional nas culturas da aveia (CECCON; GRASSI FILHO; BICUDO, 2004; DEBIASI,

MARTINS; MISSIO, 2007), do trigo (VALÉRIO et al., 2008; ALVARENGA et al., 2009; FIOREZE; RODRIGUES, 2014b; SANDER; COSTA; DUARTE JÚNIOR, 2017) e do arroz (HOFS et al., 2004) também constataram que o acréscimo na densidade de semeadura ocasionou redução do número de grãos nas estruturas produtivas. Este fato pode estar associado à maior competição por espaço, água, luz e nutrientes resultantes da maior população de plantas por unidade de área em função do aumento da densidade de semeadura (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006).

Resultado semelhante ao número de grãos por panícula produzido pela cultivar IPR Afrodite na semeadura mais tardia foi divulgado por Akhter et al. (2017) que, avaliando o efeito de três densidades de semeadura (100, 120 e 140 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco variedades de trigo (BARI Gom 24, BARI Gom 25, BARI Gom 26, BARI Gom 27 e BARI Gom 28) sobre os componentes de rendimento e a produtividade de grãos, verificaram que o incremento do número de sementes por unidade de área aumentou o número de grãos por espiga. Em contrapartida, Abati et al. (2017), trabalhando com dois níveis de vigor de sementes (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares de trigo (BRS Sabiá e CD 150), e Teixeira Filho et al. (2008), trabalhando com duas populações (400 e 500 de plantas m<sup>-2</sup>), seis doses de N em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) e duas cultivares de trigo (IAC 24 e IAC 370), não constataram efeito significativo da densidade de semeadura sobre o número de grãos por espiga. Schuch et al. (2000), comparando três populações (150, 300 e 450 plantas m<sup>-2</sup>) em aveia preta, também não encontraram diferenças significativas para o número de cariopses por panícula.

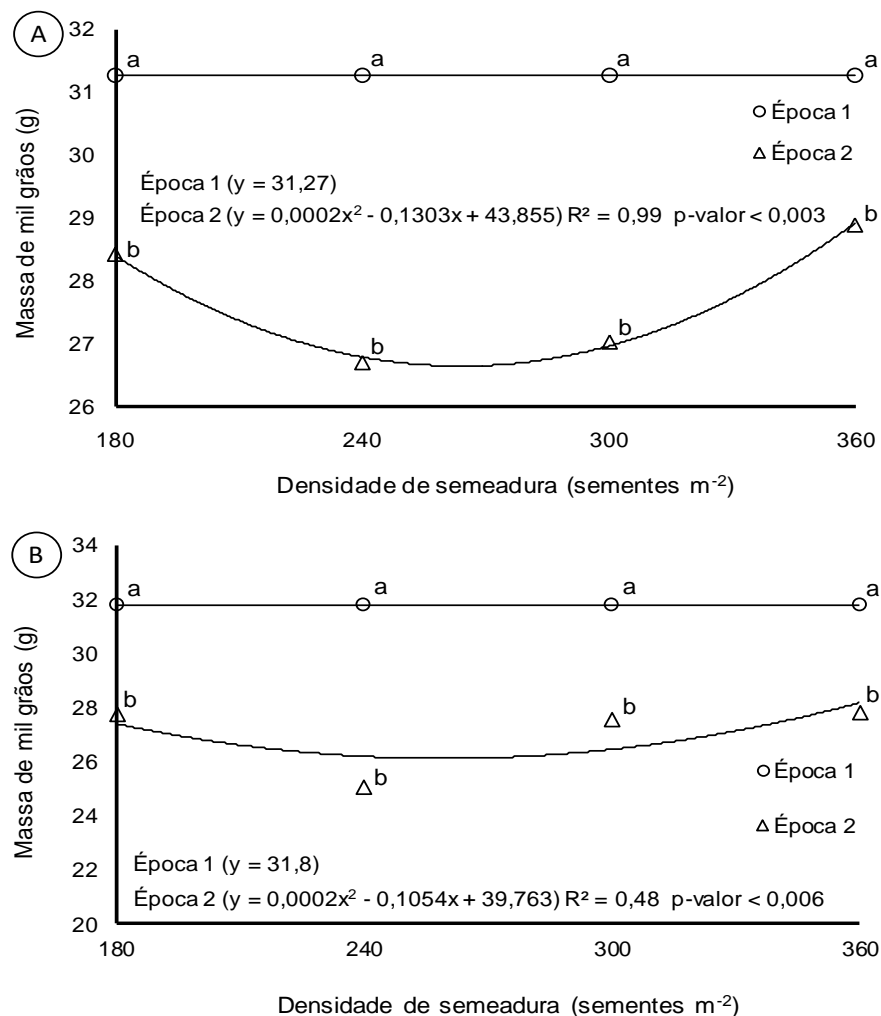
O aumento linear do número de grãos por panícula em função do incremento na densidade de semeadura na época 2 pode estar relacionado ao fato de neste tratamento o aumento populacional estar acompanhado de maior quantidade de perfilhos férteis por área (Tabela 2) o que, possivelmente, pode ter favorecido uma maior competição entre estas estruturas, acarretando na senescência de perfilhos mais tardios, reduzindo a competição entre as panículas pelos recursos do meio/fotoassimilados, culminando com a formação de maior número de grãos por panícula.

Assim como para a cultivar IPR Afrodite (Figura 3), a cultivar IPR Artemis produziu maior número de grãos por panícula na época 1 (Tabela 2). Isto pode ter ocorrido devido ao fato de, nestes tratamentos, as plantas de aveia terem

produzido menor número de panículas  $m^{-2}$  (Tabela 2), o que possibilitou o incremento do número de cariopses por panícula devido à menor competição entre as plantas na semeadura mais precoce. Lima e Lovato (1995), avaliando o efeito de quatro cultivares de trigo (CEP 19, BR 14, BR 15 e BR 23), aplicação ou não de redutor de crescimento (cloreto de cloromequat), duas épocas de semeadura (junho e julho) e dois anos agrícolas (1989 e 1990) em Santa Maria-RS, também verificaram aumento do número de grãos por espiga na semeadura mais tardia.

A massa de mil grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, na época de semeadura 1, não apresentou efeito da densidade de semeadura. Já na época 2, esta característica se ajustou a equações quadráticas com pontos de mínima em 263,89 sementes  $m^{-2}$  e 258,48 sementes  $m^{-2}$  para as cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, respectivamente (Figuras 4A e 4B).

Figura 4. Massa de mil grãos das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Para ambas as cultivares, independentemente da densidade de semeadura, a época 1 resultou na produção de grãos com maior massa. Isto pode ser explicado pelas melhores condições meteorológicas (melhor distribuição de chuvas e temperaturas mais amenas) ocorridas durante a fase de crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas na época 1, permitindo, assim, que estas acumulassem mais matéria seca (produção biológica), com reflexos diretos na massa dos grãos. Outro fator que pode estar relacionado a ocorrência de maior massa de mil grãos na primeira época de semeadura é que, neste tratamento, o ciclo das plantas foi maior, prolongando o período de enchimento de grãos.

Caron et al. (2017), trabalhando com dois híbridos de milho (Dekalb 240 e Dow AgroSciences 2A106) e seis épocas de semeadura (15/09, 30/09, 15/10, 30/10, 16/11 e 03/12) em Frederico Westphalen-RS, também verificaram que ambas as cultivares apresentaram menor massa de mil grãos quando semeadas mais tardiamente. Resultados semelhantes também foram encontrados na cultura do arroz em que Venske et al. (2016), comparando o efeito de duas épocas de semeadura (18/10 e 09/11) sobre os componentes de produção e o rendimento de grãos da cultivar IRGA 424, verificaram que a massa de mil grãos foi reduzida na segunda época de semeadura.

Com relação à densidade de semeadura, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo para a massa de mil grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis foram obtidos por Almeida et al. (2003), que trabalharam com quatro cultivares de aveia branca (UFRGS 14, UFRGS 18, UPF 16 e UPF 17), cinco densidades de plantas (50, 185, 320, 455 e 590 plantas  $m^{-2}$ ) e dois anos agrícolas (1998 e 1999). Nesta pesquisa os autores verificaram que no ano de 1998 a massa de mil grãos das cultivares UPF 17, UFRGS14 e UFRGS 18 não apresentou efeito significativo para a densidade de plantas, além de constatarem que a mesma variável, para a cultivar UPF 16, ajustou-se a uma equação quadrática com ponto de mínima em 390,90 plantas  $m^{-2}$ . Pesquisa realizada por Tavares et al. (2014), a qual teve como objetivo avaliar a resposta de genótipos de trigo (PF 014384, BRS Tangará e BRS Pardela) cultivados em diferentes densidades de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes viáveis  $m^{-2}$ ), em Londrina-PR e Ponta Grossa-PR, nos anos de 2009 e 2010, sobre os componentes de rendimento e a produtividades de grãos, também apresentou resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo

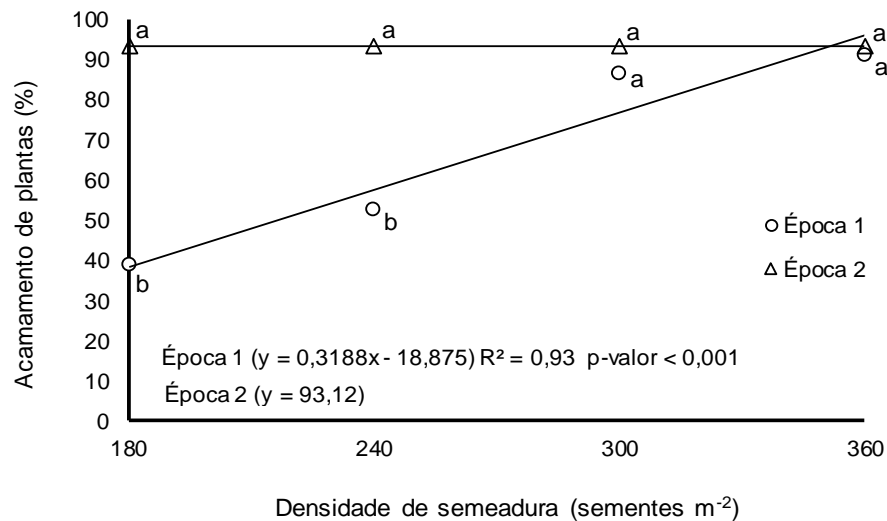
para a massa de mil grãos. Neste trabalho, os autores concluíram que a massa de mil grãos não foi influenciada pelas densidades de semeadura, em ambas as localidades, no ano agrícola de 2009; por outro lado, em Ponta Grossa e Londrina, em 2010, verificaram que ocorreu ajuste quadrático para a massa de mil grãos, em função das densidades de semeadura.

Para a cultivar IPR Afrodite não foi constatado efeito de épocas, densidades e interação entre os fatores para o acamamento de plantas (Tabela 1). Para a cultivar IPR Artemis, o acamamento de plantas, na primeira época de semeadura, se ajustou a uma equação linear crescente em resposta ao aumento do número de sementes  $m^{-2}$  (Figura 5).

Segundo Zagonel et al. (2002), altas densidades de semeadura podem resultar no aumento da porcentagem de acamamento devido a uma série de alterações morfológicas que as plantas nestas condições estão sujeitas, como o menor acúmulo de massa seca e a redução do diâmetro do caule, por exemplo. Na segunda época de semeadura, o acamamento de plantas da cultivar IPR Artemis não apresentou efeito significativo de densidade de semeadura (Figura 5), resultado semelhante ao encontrado por Zagonel, Venancio e Kunz (2002) que, trabalhando com três densidades de plantas (44, 60 e 75 plantas  $m^{-1}$ ), aplicação ou não de redutor de crescimento (trinexapac-ethyl) e quatro doses de N em cobertura (0, 45, 90 e 135  $kg\ ha^{-1}$ ) em trigo, também não verificaram alteração na porcentagem de plantas acamadas em função do aumento do número de sementes  $m^{-2}$ . Na figura 5, observa-se que, para as densidades de semeadura de 180 e 240 sementes  $m^{-2}$ , as maiores porcentagens de plantas acamadas foram encontradas na época de semeadura 2, já para as densidades de 300 e 360 sementes  $m^{-2}$ , não houve diferença significativa entre as épocas de semeadura, devido ao incremento linear do acamamento na época 1 em resposta a densidade, equiparando as porcentagens de acamamento entre as duas épocas nas maiores densidades.

De acordo com Cruz et al. (2003), a expressão do acamamento depende, além das práticas culturais adotadas, de fatores genéticos, inter-relacionados com as características edafoclimáticas do ambiente de cultivo.

Figura 5. Acamamento de plantas da cultivar de aveia branca IPR Artemis em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.

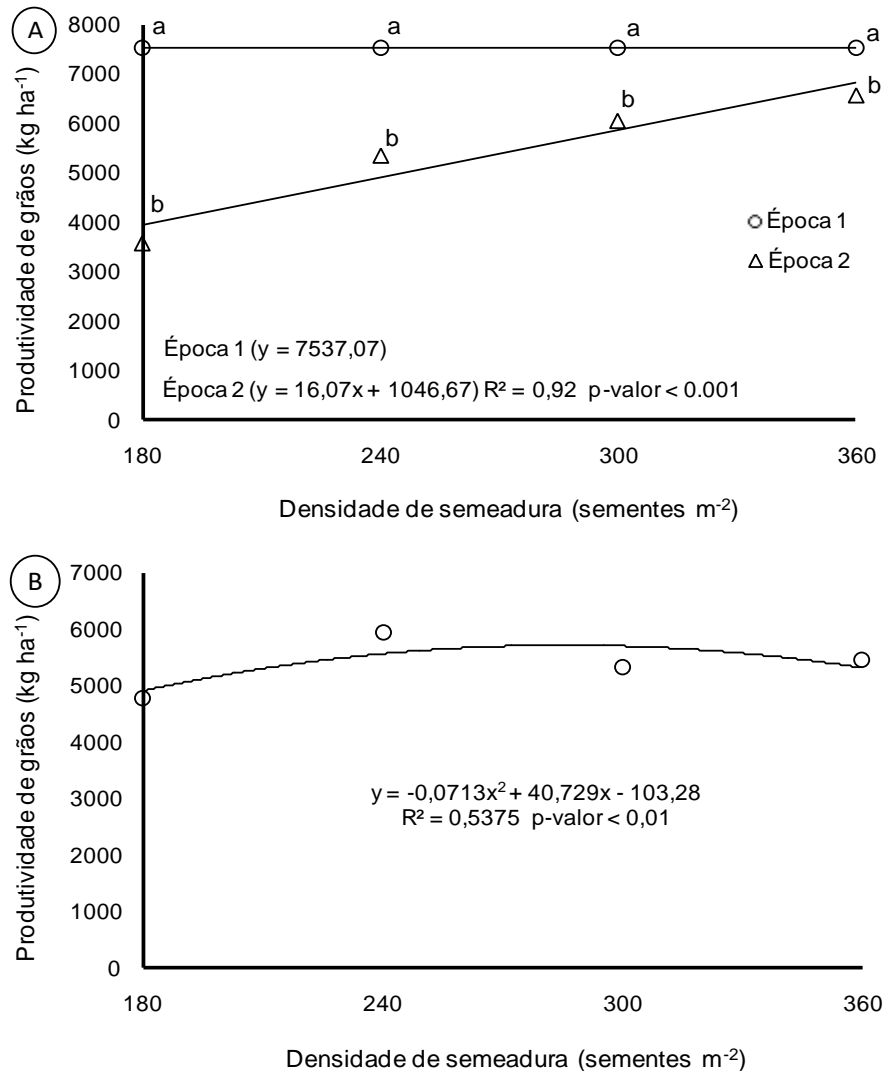


Para a cultivar IPR Afrodite, na época 1, verificou-se que a produtividade de grãos não respondeu a densidade de semeadura. Já na época 2, esta característica se ajustou a uma equação linear crescente em resposta ao aumento do número de sementes m<sup>-2</sup> utilizadas na semeadura (Figura 6A). Para todas as densidades de semeadura, o cultivo na época 1 resultou em maior rendimento de grãos de aveia branca.

Para a cultivar IPR Artemis constatou-se que a época de semeadura 1 favoreceu a produtividade de grãos (Tabela 2). Além disso, esta característica se adequou a uma equação quadrática com ponto de máxima em 285,81 sementes m<sup>-2</sup>, independentemente da época de cultivo (Figura 6B).

Para ambas as cultivares, observou-se que os maiores valores para a produtividade de grãos foram obtidos na primeira época de semeadura. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferrazza et al. (2013) que, trabalhando com quatro cultivares de aveia branca (FAPA 2, FUNDACEP FAPA 43, IPR 126 e UTF Iguaçu) e quatro épocas de semeadura (11/3, 08/4, 06/5 e 03/6 de 2009) em Pato Branco-PR, constataram que as primeiras épocas de semeadura foram as que proporcionaram maior produção, devido ao maior período vegetativo apresentado pelas plantas nestas épocas, indicando que atrasos na implantação das culturas acarretam no encurtamento do ciclo vegetativo e, conseqüentemente, perdas na produtividade (FLARESSO; GROSS; ALMEIDA, 2001).

Figura 6. Produtividade de grãos das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Os resultados de produtividade encontrados no presente trabalho podem estar relacionados a vários fatores, como: características genéticas das cultivares e, principalmente, as condições meteorológicas registradas ao longo do ciclo das plantas em função das épocas de implantação da aveia. Com o atraso da semeadura, as plantas foram submetidas a maiores temperaturas e disponibilidade de radiação solar durante o período de crescimento. De acordo com Castro, Costa e Neto (2012), em aveia branca, isto acelera o crescimento e o desenvolvimento, e estimula a respiração da planta, já que os processos metabólicos são mais ativos. Esses fatores diminuem o potencial de rendimento de grãos nessas épocas, diminuindo a produtividade de grãos.

Outro fator que pode ter contribuído para a maior produtividade de grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis na primeira época de semeadura foi a obtenção de maiores número de espiguetas por panícula (Tabela 2 e Figura 2), número de grãos por panícula (Figura 3 e Tabela 2) e massa de mil grãos (Figuras 4A e 4B) nesta mesma época de cultivo. Evans e Bhatt (1977) e Grafius (1978), relatam que estes componentes de rendimento são decisivos para a determinação da produtividade de grãos em cereais.

Dessa forma, tendo em vista os efeitos que as condições meteorológicas podem causar no desenvolvimento morfológico e na produtividade das plantas de aveia branca, a adequação da época de semeadura pode incrementar o rendimento de grãos. Conseqüentemente, a diversificação de épocas de semeadura pode minimizar efeitos negativos do tempo sobre o rendimento de grãos.

Com relação à densidade de semeadura, a ausência de resposta da cultivar IPR Afrodite quanto a produtividade de grãos, em função do aumento do número de sementes  $m^{-2}$  na primeira época de semeadura (Figura 6A), pode ser atribuída ao efeito compensatório entre os componentes de produção, uma vez que gramíneas anuais de inverno apresentam elevada capacidade de compensar a falta ou excesso de um componente pela modificação ou ajuste nos demais (GRAFIOUS, 1978). Tal modificação, dependendo do genótipo, do ambiente e da interação entre ambos, pode ser suficiente para a maximização do potencial produtivo por unidade de área. Dessa forma, a mesma produtividade pode ser obtida por diferentes caminhos, sendo difícil estabelecer-se uma combinação ótima dos componentes (TAVARES et al., 2014). Assim, o nível ótimo de densidade que determina o máximo rendimento de grãos pode não estar diretamente relacionado apenas à emissão de afilhos (VALÉRIO et al., 2009). Diversos trabalhos realizados com as culturas do trigo (TEIXEIRA FILHO et al., 2008; ALVARENGA et al., 2009; ALVARENGA; SOBRINHO; SANTOS, 2009; ABATI, et al., 2017; SANDER; COSTA; DUARTE JÚNIOR, 2017) e da aveia branca (ABREU; SCHUCH; MAIA, 2002; ABREU et al., 2004; ABREU et al., 2006) mostraram que não há variação de produtividade de grãos com o aumento da densidade de semeadura.

Na época 2, observou-se aumento linear da produtividade de grãos com o acréscimo da densidade de semeadura (Figura 6A), resultado semelhante ao encontrado por Tavares et al. (2014) em trabalho conduzido com a cultura do trigo,

no qual foi possível verificar que a densidade de semeadura de 450 sementes viáveis  $m^{-2}$  acarretou em maior rendimento de grãos no ano de 2009. Entretanto, estes mesmos autores constataram que em 2010, 150 sementes viáveis  $m^{-2}$  foi suficiente para a obtenção de um bom rendimento de grãos. A partir destes resultados é possível aferir que existem diferenças nas condições meteorológicas em diferentes anos de cultivo e nas diferentes épocas de semeadura no mesmo local, sendo que condições meteorológicas inadequadas podem afetar negativamente o potencial de perfilhamento e a expressão do potencial de compensação nos componentes do rendimento pelas plantas, comprometendo a produtividade da cultura.

O ajuste quadrático da produtividade de grãos em função do acréscimo da densidade de semeadura para cultivar IPR Artemis (Figura 6B) pode estar ligado ao acamamento (Figura 5) de plantas verificado para esta cultivar em resposta ao aumento do número de plantas por unidade de área. Ceccon, Grassi Filho e Bicudo (2004), trabalhando com a cultivar de aveia branca UPF 17, cinco densidades de plantas (60, 120, 180, 240 e 300 plantas  $m^{-2}$ ) e cinco doses de N em cobertura (0, 20, 40 60 e 80  $kg\ ha^{-1}$ ), também constataram ajuste quadrático para o rendimento de grãos, com o valor máximo desta característica sendo obtido com a densidade de 120 plantas  $m^{-2}$ .

Atualmente, a densidade de semeadura indicada para a aveia é de 200 a 300 sementes viáveis  $m^{-2}$  (CBPA, 2014). Nota-se, portanto, que a recomendação é generalista e não considera as variações genotípicas e ambientais, bem como a interação entre a densidade de plantas e o manejo.

Os resultados obtidos com a cultivar IPR Afrodite na época 1 (Figura 6A), indicam a possibilidade de utilização de 180 sementes  $m^{-2}$  na semeadura, reduzindo a quantidade de sementes em cultivo comercial, o que auxiliaria na redução do custo de produção. Já para a realização da semeadura desta mesma cultivar na época mais tardia, o incremento da densidade de semeadura (até 360 sementes  $m^{-2}$ ) poderia ser considerada uma estratégia eficiente para aumentar o rendimento de grãos.

Para a cultivar IPR Artemis, os resultados indicam a possibilidade de utilização de aproximadamente 280 sementes  $m^{-2}$  na semeadura (Figura 6B) para que a maior produtividade de grãos seja atingida, independentemente da época de semeadura.

A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar o impacto da escolha de determinada época de semeadura sobre o crescimento, o desenvolvimento e o desempenho produtivo de duas cultivares de aveia branca. Constatou-se que a primeira época de semeadura favorece os componentes de rendimento e a produtividade de grãos de ambas as cultivares e que, a semeadura tardia, quando associada a elevadas densidades de sementes  $m^{-2}$ , contribui com o aumento do rendimento de grãos da cultivar IPR Afrodite.

As características relacionadas aos componentes do rendimento são determinadas pela cultivar, porém também são alterados pelas práticas de manejo adotadas e pelo ambiente de cultivo, visto que as cultivares respondem de maneira distinta aos diferentes ambientes a que são expostas, quanto à compensação aos efeitos nos componentes do rendimento. Por isso, ressalta-se a importância do ajuste adequado da densidade de semeadura em função da época de cultivo, dos genótipos e do ambiente, a fim de buscar equilíbrio satisfatório entre os componentes do rendimento para a determinação de elevadas produtividades.

### 3.5 CONCLUSÕES

A primeira época de semeadura favorece a altura de plantas, o número de espiguetas por panícula, o número de grãos por panícula, a massa de mil grãos e a produtividade de grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis. Em contrapartida, o número de panículas  $m^{-2}$  é reduzido nesta época de cultivo para ambas as cultivares.

Para a cultivar IPR Artemis, a semeadura mais tardia resulta em elevada porcentagem de acamamento em todas as densidades avaliadas. Já na primeira época de semeadura, este fenômeno apresenta maior intensidade nas maiores densidades de semeadura.

Os componentes de rendimento e a produtividade de grãos variam de acordo com as épocas e densidades de semeadura e a cultivar utilizada.

A maior produtividade de grãos da cultivar IPR Afrodite, na primeira época de semeadura, é atingida com menor densidade de semeadura do que na época mais tardia. Já o maior rendimento de grãos da cultivar IPR Artemis é alcançado na densidade aproximada de 280 sementes viáveis  $m^{-2}$ , independentemente da época de cultivo.

### 3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABATI, J.; BRZEZINSKI, C. R.; FOLONI, J. S. S.; ZUCARELI, C.; BASSOI, M. C.; HENNING, F. A. Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 39, n. 11, p. 1-8, 2017.

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.

ABREU, G. T.; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D.; BACCH, S.; CANTARELLI, L. D.; PEREIRA, E. Análise de crescimento de aveia branca (*Avena Sativa* L.) em cultivo companheiro com leguminosas forrageiras. **Revista Agronomia**, Seropédica, v. 38, n. 1, p. 16-21, 2004.

ABREU, G. T.; SCHUCH, L. O. B.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D.; BACCHI, S.; NUNES, E. P.; CANTARELLI, L. D. Efeito da população de plantas do cultivar UPF 18 de aveia branca (*Avena sativa* L.) sobre a produção de biomassa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 31-36, 2006.

AKHTER, M.; SABAGH, A.; ALAM, N.; HASAN, K.; HAFEZ, E.; BARUTÇULAR, C.; ISLAM, M. S. Determination of seed rate of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties with varying seed size. **Scientific Journal of Crop Science**, Madison, v. 6, n. 3, p. 161-167, 2017.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 393-400, 2001.

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; WAMSER, A. F. Tillering does not interfere on white oat grain yield response to plant density. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 253-258, 2003.

ALVARENGA, C. B.; SOBRINHO, J. S.; BUENO, M. R.; GONÇALVES, M. V. Avaliação de quatro densidades de semeadura e duas doses de nitrogênio no comportamento do trigo irrigado sob bioma cerrado em sistema de semeadura direta no município de Perdizes, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 15-20, 2009.

ALVARENGA, C. B.; SOBRINHO, J. S.; SANTOS, E. M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1967-1976, 2000.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

CBPA - COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia**: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia: Fundação ABC, 2014. 136p.

CARON, B. O.; OLIVEIRA, D. M.; ELLI, E. F.; ELOY, E.; SCHWERZ, F.; SOUZA, V. Q. Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 2, p. 105-114, 2017.

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

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

COFFMAN, F. A.; FREY, K. J. Influence of climate and physiologic factors on growth in oats. In: COFFMAN, F.A. Oats and oat improvement. **American Society of Agronomy**: Madison-EUA, p. 420-464, 1961.

CRUZ, P. J.; CARVALHO, F. I. F.; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; BARBIERI, R. L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 5-8, 2003.

DEBIASI, H.; MARTINS, J. D.; MISSIO, E. L. Produtividade de grãos e componentes do rendimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) afetados pela densidade e velocidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, 2007.

EVANS, L. E.; BHATT, G. M. Influence of seed size, protein content and cultivar on early seedling vigor in rice. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 57, p. 929-935, 1977.

FERRAZZA, J. M.; SOARES, A. B.; MARTIN, T. N.; ASSMASNN, A. L.; NICOLA, V. Produção de forrageiras anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 379-389, 2013.

FIOREZE, S. L.; RODRIGUES, J. D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 39-54, 2014a.

FIOREZE, S. L.; RODRIGUES, J. D. Perfilhamento do trigo afetado pela densidade de semeadura e aplicação de reguladores vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 589-604, 2014b.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Época e densidade de semeadura de aveia areta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1969-1974, 2001.

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

FREITAS, M. C. M.; HAMAWAKI, O. T.; BUENO, M. R.; MARQUES, M. C. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFU de ciclo semitardio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 698-708, 2010.

GRAFIUS, J. E. Multiple characters and correlated response. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 6, p. 931-934, 1978.

GROSS, T. F.; DIAS, A. R.; KAPPES, C.; SCHIEBELBEIN, L. M.; ANSELMO, J. L.; HOLANDA, H. V. Comportamento produtivo do trigo em diferentes métodos e densidades de semeadura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 4, p. 50-60, 2012.

HAWERROTH, M. C.; SILVA, J. A. G.; SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, A. C.; LUCHE, H. S.; ZIMMER, C. M.; HAWERROTH, F. J.; SCHIAVO, J.; SPONCHIADO, J. C. 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.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004

LIMA, M. R. S. S.; LOVATO, C. Efeito do cloreto de cloromequat sobre quatro cultivares de trigo em duas épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 371-374, 1995.

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

MOTZO, R., GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expression of a tiller inhibitor gene in the progênies of interspecific crosses *Triticum aestivum* L. x *T. turgidum* subsp. durum. **Field Crop Research**, Orlando, v. 85, n. 1, p. 15-20, 2004.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Editora do Autor, 1999. 228 p.

NAKAGAWA, J. Os componentes da produtividade de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 24, n. 1, 2014.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Madison, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

PIRES, J. L. F.; SANTOS, H. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; DE MORI, C.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E.; PILAU, J. **Avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo na região do Planalto do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 23p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 74).

RAMOS, D. T.; ROQUE, M. W.; RAMOS, F. T.; SILVA, A. B.; PARO, H.; MATTE, W. D. Diferentes épocas de semeadura na produção de trigo de sequeiro em Mato Grosso. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 06, n. 03, p. 45-56, 2013.

SANDER, G.; COSTA, A. C. T.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Agronomic performance of wheat as a function of different spacing and sowing densities in two agricultural years. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 42, p. 3099-3105, 2017.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes de populações de aveia preta II: Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 1-9, 2000.

SILVA, R. R.; BENIN, G.; SILVA, G. O.; MARCHIORO, V. S.; ALMEIDA, J. L.; MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1439-1447, 2011.

SPONCHIADO, J. C. **Estratégias de manejo para altas produtividades na aveia branca**. 2017. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2017.

TAVARES, L. C. V.; FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; PRETE, C. E. C. 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.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.; SÁ, M. E. Desempenho agrônômico de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e a adubação nitrogenada. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 97 - 106, 2008.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. A.; BENIN, G.; SCHEEREN, P. L.; SOUZA, V. Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; MAIA, L. C.; SILVA, J. A. G.; SCHMIDT, D. M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e

desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1207-1218, 2009.

VENSKE, E.; SCHAEGLER, C. E.; RITTER, R.; FIN, S. S.; BAHRY, C. A.; AVILA, L. A.; ZIMMER, P. D. Seletividade de herbicidas sobre arroz irrigado em resposta à época de semeadura e redução da luminosidade em fases do desenvolvimento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 2, p. 165-173, 2016.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. 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.

## 4 ARTIGO B

### ÉPOCAS E DENSIDADES DE SEMEADURA NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA GRANÍFERA

**4.1 RESUMO:** A produção de sementes de aveia branca de elevada qualidade pode ser favorecida por épocas e densidades de semeadura ajustadas às cultivares adaptadas aos diferentes ambientes de cultivo. Neste sentido, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura. Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). Foram avaliados: massa de mil sementes, germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântula, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em areia. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e as de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade. As duas épocas de semeadura apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie. As sementes produzidas pelas plantas cultivadas na primeira época de semeadura apresentam melhor vigor do que as produzidas pelas plantas oriundas da semeadura mais tardia. O aumento da densidade de semeadura reduz a massa e o vigor das sementes produzidas na segunda época de cultivo. Para ambas as cultivares, a utilização de 180 sementes m<sup>-2</sup>, na primeira época de semeadura, possibilita a produção de sementes de melhor potencial fisiológico.

**Palavras-chave:** População de plantas. *Avena sativa* L. Ambientes de cultivo. Vigor. Germinação.

**ABSTRACT:** The production of high quality white oat seeds can be favored by sowing dates and densities adjusted to the cultivars adapted to the different growing environments. The aim of this study was to evaluate the physiological potential of seeds of white oat cultivars cultivated under different sowing dates and densities. Two independent experiments, conducted in two sowing dates (05/05 and 06/24) were conducted in Londrina-PR, in a randomized block design in a factorial 4x2, with four replications. The treatments consisted of four sowing densities (180, 240, 300 and 360 viable seeds m<sup>-2</sup>) and two cultivars (IPR Afrodite and IPR Artemis). Thousand seed weight, germination, first count, length and dry mass of seedlings, emergency speed index, seedling emergency in sand were determined. The data were submitted to the analysis of joint variance for sowing dates, separately for the cultivars. The averages of sowing dates were compared by the F test and densities submitted to polynomial regression analysis up to 2<sup>nd</sup> degree, at 5% probability. The two sowing dates present potential for the production of white oat seeds, resulting in

seeds with germination above the commercialization standards of the species. The seeds produced by the plants cultivated in the first sowing date present better vigor than those produced by plants from later sowing date. The increase in sowing density reduces the mass and vigor of the seeds produced in the second sowing date. For both cultivars, the use of 180 seeds  $m^{-2}$ , in the first sowing date, allows the production of better quality seeds.

**Keywords:** Plant population. *Avena sativa* L. Growing environments. Vigor. Germination.

#### 4.2 INTRODUÇÃO

Devido às múltiplas possibilidades de uso da aveia branca, tem-se notado nas últimas décadas aumento significativo da área de cultivo e da produção do cereal no Brasil, passando de 39,8 mil hectares e 37,4 mil toneladas na safra de 1976 para 375,6 mil hectares e 794,8 mil toneladas na safra 2018 (IBGE, 2018). Neste cenário, em que se observa aumento expressivo na demanda por grãos de aveia, verifica-se a necessidade de produção de um considerável volume de sementes com alta qualidade para o adequado estabelecimento e desenvolvimento das lavouras no campo, visando atender o mercado em quantidade e qualidade.

A qualidade das sementes é um dos principais fatores que afetam o estabelecimento e o desempenho das culturas e está relacionada ao somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influenciam a capacidade das sementes em originar plantas de elevada produtividade (MARCOS FILHO, 2015). O potencial fisiológico está relacionado à habilidade da semente em desempenhar suas funções vitais, reunindo informações sobre a germinação e o vigor das mesmas (SCHUCH; KOLCHINSKI; CANTARELLI, 2008).

A produção de sementes em quantidade e qualidade pode ser maximizada pela realização da semeadura em épocas que favoreçam o crescimento, o desenvolvimento e o desempenho produtivo da planta, prática de manejo que se destaca pela alteração das relações entre os elementos meteorológicos disponíveis à cultura ao longo de seu ciclo (SUBEDI; MA; XUE, 2007). Esta estratégia fitotécnica combina os diferentes estádios fenológicos da cultura com as condições ambientais mais favoráveis à planta, o que impacta positivamente na produção e partição de assimilados e, conseqüentemente, no rendimento e na qualidade das sementes (PIRES et al., 2009).

Entender a relação entre os elementos de tempo dos ambientes de cultivo e o desempenho produtivo das cultivares é essencial para a produção de sementes de qualidade superior e com níveis de produtividade satisfatórios (SILVA et al., 2014). De acordo com Caron et al. (2017), a caracterização das modificações fenológicas que ocorrem nas plantas, em épocas contrastantes de semeadura, é importante para definir a adoção de práticas culturais que auxiliem no melhor aproveitamento das condições ambientais e à maximização da produtividade de sementes de melhor qualidade em cada época.

Dentre as técnicas de manejo que podem ser combinadas com as épocas de cultivo, visando aumento da produtividade e do desempenho fisiológico das sementes, destaca-se a densidade de semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), por alterar a competição inter e intraespecífica por recursos do meio e consequentemente o número e a composição das sementes (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001).

As variações nas densidades de semeadura na cultura da aveia alteram o número de perfilhos (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001) e acarretam em modificações significativas dos componentes de rendimento (SCHUCH et al., 2000a). Além disso, a densidade de semeadura provoca mudanças morfofisiológicas nas plantas (ZAGONEL; VENANCIO; KUNZ, 2002), o que pode afetar o crescimento e o desenvolvimento destas e, consequentemente, a produtividade e a qualidade das sementes.

Sangoi et al. (2007) relatam que as cultivares podem diferir na capacidade de emissão de perfilhos, no ciclo e no potencial produtivo de sementes. Com isso, a adequação da densidade de semeadura também deve levar em consideração os genótipos, além da época de semeadura, a fim de propiciar redução na competição e contribuir para o incremento da produtividade e da qualidade de sementes das cultivares (TAVARES et al., 2014).

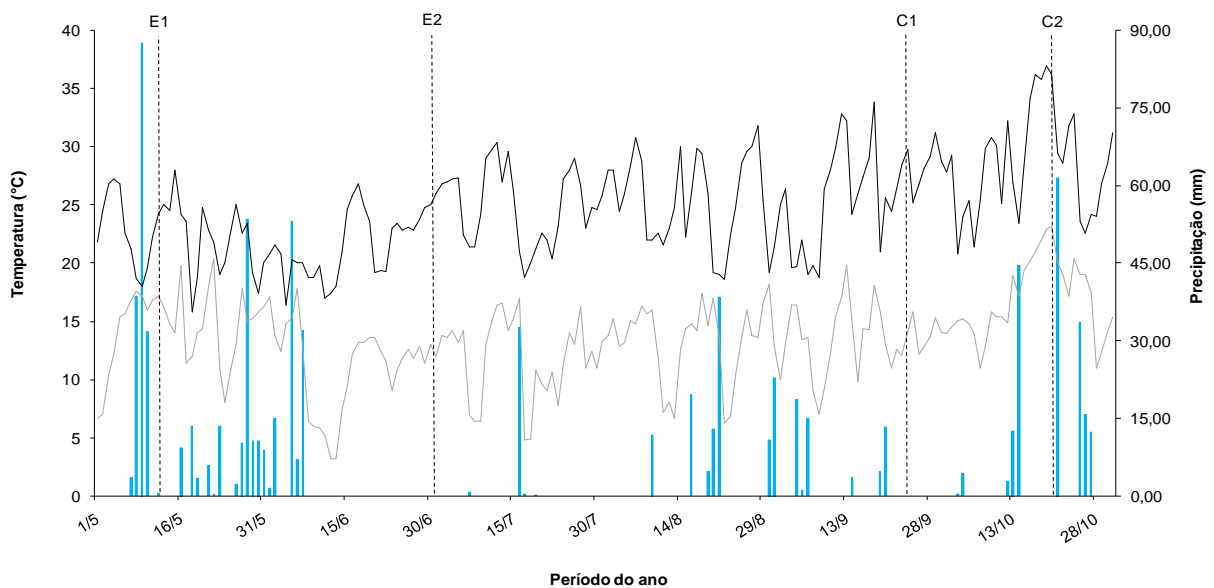
Sendo assim, as densidades de semeadura associadas ao genótipo e às épocas de cultivo podem influenciar os componentes de produção como o número de perfilhos, o número de panículas e o número grãos por área, refletindo de forma direta no potencial da planta para o enchimento de sementes e, consequentemente, a massa e o número de sementes por panícula. Neste sentido, o manejo pode resultar em sementes maiores e de maior massa, possivelmente com maior quantidade de reservas, o que afetaria o seu desempenho fisiológico.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura.

#### 4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Latossolo Vermelho eutroférico, localizado a 23° 23' S e 51° 11' O, com altitude de 610 m. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido com verões quentes, apresentando geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Os dados de precipitação pluvial e de temperaturas foram obtidos por meio dos registros das estações meteorológicas do IAPAR (Figura 1).

Figura 1. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina-PR, 2016. E1: emergência época 1 (13/05), E2: emergência época 2 (01/07), C1: colheita época 1 (23/09) e C2: colheita época 2 (21/10).



As características químicas do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento, foram representadas

por: 0-10 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,80; 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 4,42 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 36,3 mg dm<sup>-3</sup> de P e 19,09 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Para 10-20 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,90; 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 4,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,52 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 15,1 mg dm<sup>-3</sup> de P e 16,59 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica.

Os ensaios foram conduzidos utilizando-se as cultivares IPR Afrodite (ciclo médio; moderada resistência ao acamamento; média estatura; lançada em 2012 pelo IAPAR) e IPR Artemis (ciclo médio; moderada resistência ao acamamento; média estatura; lançada em 2016 pelo IAPAR). Em ambos os experimentos, nas duas épocas de semeaduras, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). As parcelas foram compostas por seis linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,17 m, com área útil de 5,1 m<sup>2</sup>.

Os experimentos foram conduzidos sob sistema convencional de manejo do solo, em área anteriormente ocupada com a cultura da soja. Com base nas características químicas do solo da área experimental, calculou-se a adubação mineral básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se a fórmula 10-30-10.

Os tratamentos fitossanitários para o controle de doenças e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendações para a cultura (CBPA, 2014). A colheita foi realizada após as sementes atingirem a maturação de colheita, estágio caracterizado pelo endurecimento da cariopse, plantas com aspecto seco e sementes com umidade abaixo de 20%. Para determinação do potencial fisiológico de sementes foram realizadas as seguintes avaliações:

Massa de mil sementes: obtida mediante a contagem e pesagem de oito repetições de 100 sementes de aveia branca por parcela. A média desses valores foi multiplicada por 10 para obtenção do valor da massa de mil sementes (BRASIL, 2009);

Germinação: realizada com oito repetições de 50 sementes, em papel toalha germitest<sup>®</sup> umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a

massa do substrato. Os rolos de papel foram mantidos em germinador sob temperatura de 20 °C. A avaliação constou de duas contagens, aos cinco (primeira contagem) e aos dez dias (contagem final) após a instalação do teste, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);

Comprimento de plântula: realizado a partir da semeadura de quatro repetições de 20 sementes, no terço superior da folha de papel germitest®, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram por cinco dias em germinador, à temperatura de 20 °C, quando se avaliou o comprimento das plântulas normais, com auxílio de uma régua milimetrada (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em centímetros por plântula;

Massa seca de plântula: as plântulas normais, provenientes do teste de comprimento de plântulas, foram colocadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçada, regulada à temperatura de 80 °C, até massa constante (NAKAGAWA, 1999). A massa seca foi avaliada e, os resultados foram expressos em mg por plântula;

Emergência de plântulas em areia: realizado em casa de vegetação com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas a 3 cm de profundidade. A areia utilizada foi previamente lavada e, em seguida, alocada em bandejas plásticas. A umidade foi mantida com irrigações de acordo com a necessidade. A avaliação do número de plântulas normais emergidas foi realizada no décimo quinto dia (NAKAGAWA, 1999);

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

Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade dos erros e, posteriormente, à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e as de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2° grau, a 5% de probabilidade.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cultivar IPR Afrodite, houve efeito de interação entre os fatores épocas e densidades de semeadura para as características massa de mil sementes e massa seca de plântula. Para as variáveis primeira contagem da germinação, comprimento de plântula e índice de velocidade de emergência constatou-se efeito isolado de épocas de semeadura. Apenas a primeira contagem da germinação apresentou efeito significativo isolado de densidades de semeadura. Não foi observado efeito significativo de épocas, densidades e interação entre os fatores para as variáveis germinação e emergência de plântulas em areia (Tabela 1).

Para a cultivar IPR Artemis, verificou-se interação significativa entre os fatores épocas e densidades de semeadura para as características massa de mil sementes, primeira contagem da germinação, comprimento e massa seca de plântula. Efeito isolado de épocas de semeadura foi constatado apenas para o índice de velocidade de emergência. Não foi observado efeito significativo de épocas, densidades e interação entre os fatores para as variáveis germinação e emergência de plântulas em areia (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta para as épocas de semeadura, em função de quatro densidades de semeadura para duas cultivares de aveia branca. Londrina-PR, 2019.

Fonte de variação	Características						
	IPR Afrodite						
	MMS (g)	PC (%)	G (%)	CP (cm)	MSP (mg)	IVE (%)	EP (%)
Bloco (Época)	0,12	2,33	1,16	2,88	0,43	0,18	1,15
Época (E)	98,73*	18,00*	4,50	14,24*	1,56*	2,86*	0,03
Densidade (D)	0,75	25,33*	4,83	3,13	1,06*	0,27	1,44
E*D	4,66*	6,00	2,83	3,47	0,93*	0,05	0,53
CV (%)	3,57	1,95	1,19	7,24	9,38	3,75	0,91
Fonte de variação	IPR Artemis						
	MMS (g)	PC (%)	G (%)	CP (cm)	MSP (mg)	IVE (%)	EP (%)
	Bloco (Época)	1,17	4,45	7,66	1,09	0,35	0,29
Época (E)	181,07*	28,12*	18,00	51,73*	1,66*	2,66*	2,53
Densidade (D)	3,63*	8,79	0,66	10,33*	6,35*	0,11	0,86
E*D	3,70*	75,45*	8,66	15,86*	3,81*	0,22	0,86
CV (%)	3,18	2,44	2,28	5,95	12,84	3,87	1,24

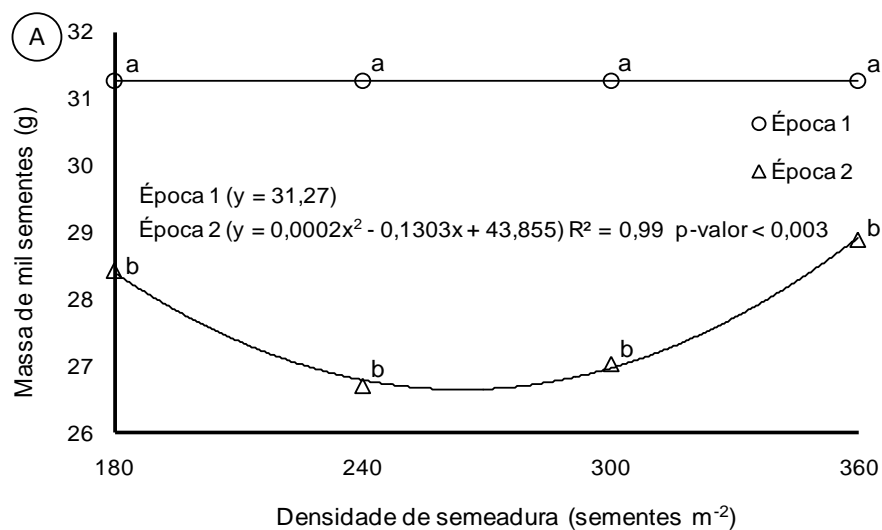
\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV: coeficiente de variação. MMS: massa de mil sementes; PC: primeira contagem da germinação; G: germinação de sementes; CP: comprimento de plântula; MSP: massa seca de plântula; IVE: índice de velocidade de emergência; EP: emergência de plântulas em areia.

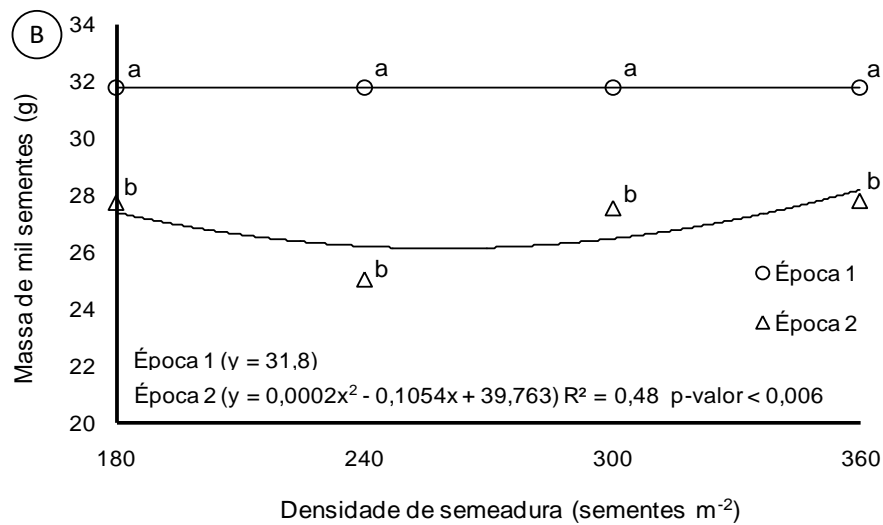
A precipitação pluvial durante o ciclo das plantas cultivadas na primeira época de semeadura foi de 622,70 mm, já na segunda época, foi de 336,80 mm (Figura 1). Na semeadura mais tardia, o volume de chuva ficou abaixo do mínimo requerido pela cultura, com período de restrição hídrica mais acentuada durante a fase vegetativa. Contudo, para ambas as épocas de cultivo, a distribuição pluviométrica foi desuniforme, o que pode ter alterado o desempenho agrônomo e, possivelmente a formação e potencial fisiológico das sementes.

A massa de mil sementes das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, na época 1, não apresentou efeito da densidade de semeadura. Já na época 2, esta característica se ajustou a equações quadráticas com pontos de mínima em 264 sementes m<sup>-2</sup> e 258 sementes m<sup>-2</sup> para as cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, respectivamente (Figuras 2A e 2B).

Para ambas as cultivares, em todas as densidades de semeadura, a época 1 resultou na produção de sementes de maior massa. Isto pode ser explicado pelas melhores condições meteorológicas (melhor distribuição de chuvas e temperaturas mais amenas) ocorridas durante a fase de crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas nesta época, permitindo, assim, que estas acumulassem maior quantidade de matéria seca, aumentando a massa das sementes.

Figura 2. Massa de mil sementes das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.





Caron et al. (2017), trabalhando com dois híbridos de milho (Dekalb 240 e Dow AgroSciences 2A106) e seis épocas de semeadura (15/09, 30/09, 15/10, 30/10, 16/11 e 03/12) em Frederico Westphalen-RS, também verificaram que ambas as cultivares apresentaram menor massa de mil sementes quando semeadas mais tardiamente. Resultados semelhantes também foram encontrados por Venske et al. (2015) que, avaliando a qualidade fisiológica de sementes de arroz em função de duas épocas de semeadura (18/10 e 09/11) em Capão do Leão-RS, verificaram que a massa de mil sementes foi reduzida na segunda época de semeadura.

Com relação à densidade de semeadura, resultados similares aos encontrados para a massa de mil sementes das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis foram obtidos por Almeida et al. (2003) que, trabalhando com quatro cultivares de aveia branca (UFRGS 14, UFRGS 18, UPF 16 e UPF 17), cinco densidades de plantas (50, 185, 320, 455 e 590 planta  $m^{-2}$ ) e dois anos agrícolas (1998 e 1999), verificaram que, no ano de 1998, a massa de mil sementes das cultivares UPF 17, UFRGS14 e UFRGS 18 não apresentou efeito significativo para a densidade de plantas, além de constatarem que a mesma variável para a cultivar UPF 16 ajustou-se a uma equação quadrática com ponto de mínima em 390,90 plantas  $m^{-2}$ . Pesquisa realizada por Tavares et al. (2014), a qual teve como objetivo avaliar a resposta de genótipos de trigo (PF 014384, BRS Tangará e BRS Pardela) cultivados em diferentes densidades de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes viáveis  $m^{-2}$ ), em Londrina-PR e Ponta Grossa-PR, em dois anos agrícolas, sobre os componentes de rendimento e a produtividade de sementes, também apresentou resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo para a massa de sementes.

Neste trabalho, os autores concluíram que a massa de mil sementes não foi influenciada pelas densidades de semeadura, em ambas as localidades no primeiro ano; por outro lado, em Ponta Grossa e Londrina, no segundo ano, verificaram que ocorreu ajuste quadrático para a massa de mil sementes, em função do aumento do número de sementes por unidade de área.

A germinação de sementes das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, embora não tenha apresentado efeito isolado ou de interação entre os fatores analisados neste estudo (Tabela 1), resultou, em todos os tratamentos, em porcentagem de plântulas normais acima do padrão estabelecido para comercialização de sementes de aveia branca pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que exige germinação mínima de 80%.

Para a cultivar IPR Afrodite constatou-se que a época de semeadura 1 favoreceu a primeira contagem da germinação de sementes (Tabela 2), assim como o observado por Venske et al. (2015) que, avaliando o efeito de duas épocas de semeadura (18/10 e 19/11) sobre a qualidade fisiológica de sementes de arroz produzidas em Capão do Leão-RS, também verificaram que a primeira época de cultivo aumentou a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação. Coimbra e Nakagawa (2006), trabalhando com milho, também obtiveram resultados inferiores na primeira contagem da germinação de sementes oriundas da semeadura mais tardia.

Tabela 2. Valores médios da primeira contagem da germinação (PC), comprimento de plântula (CP) e índice de velocidade de emergência (IVE) de duas cultivares de aveia branca em função da época de semeadura. Londrina-PR, 2019.

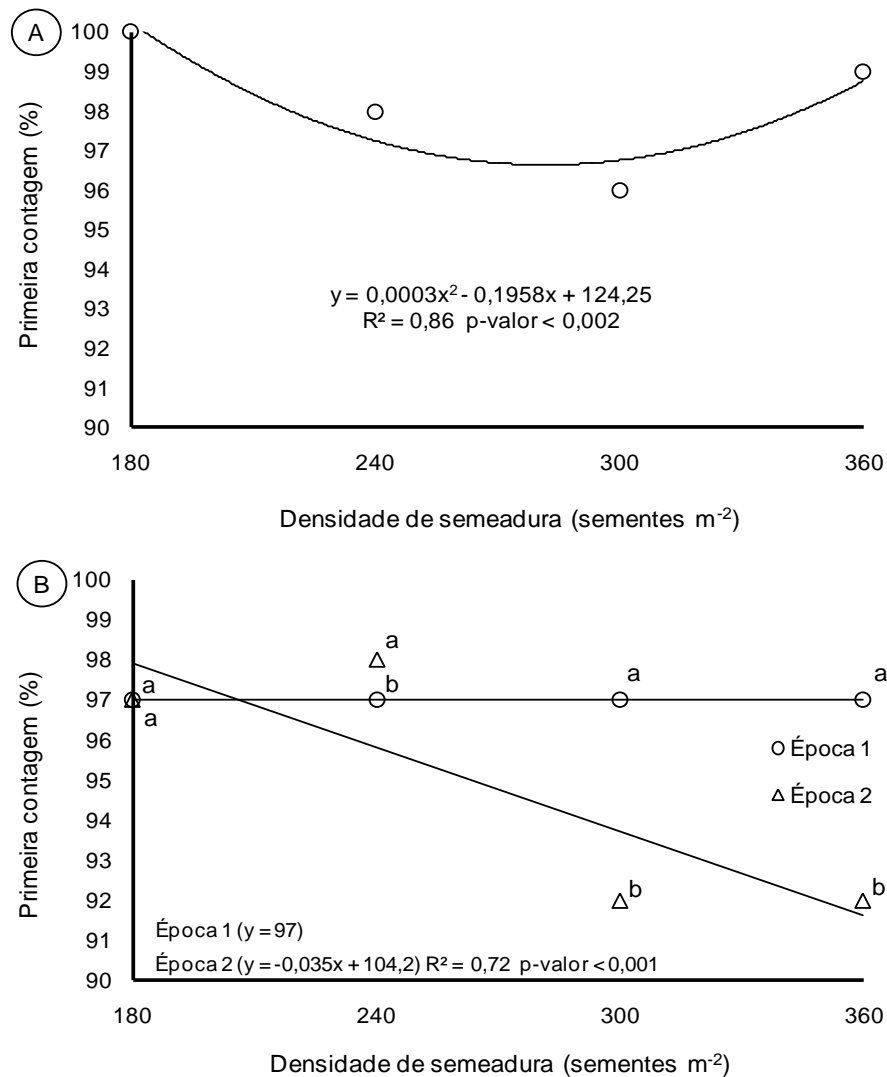
Época de semeadura	Características		
	IPR Afrodite		
	PC (%)	CP (cm)	IVE (%)
Época 1	99 A	16,52 A	10,44 A
Época 2	97 B	15,18 B	9,84 B
CV (%)	1,95	7,24	3,75
Época de semeadura	IPR Artemis		
	IVE (%)		
Época 1	10,45 A		
Época 2	9,87 B		
CV (%)	3,87		

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste ( $p < 0,05$ ).

Com relação a densidade de semeadura, a primeira contagem da germinação de sementes da cultivar IPR Afrodite, independentemente da época de

cultivo, se adequou a uma equação quadrática com ponto de mínima em 279,78 sementes  $m^{-2}$  (Figura 3A). Neste caso vale destacar que a amplitude das alterações no número de plântulas normais verificadas no teste de primeira contagem foi baixa entre as densidades.

Figura 3. Primeira contagem da germinação das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) em função das densidades de semeadura, e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



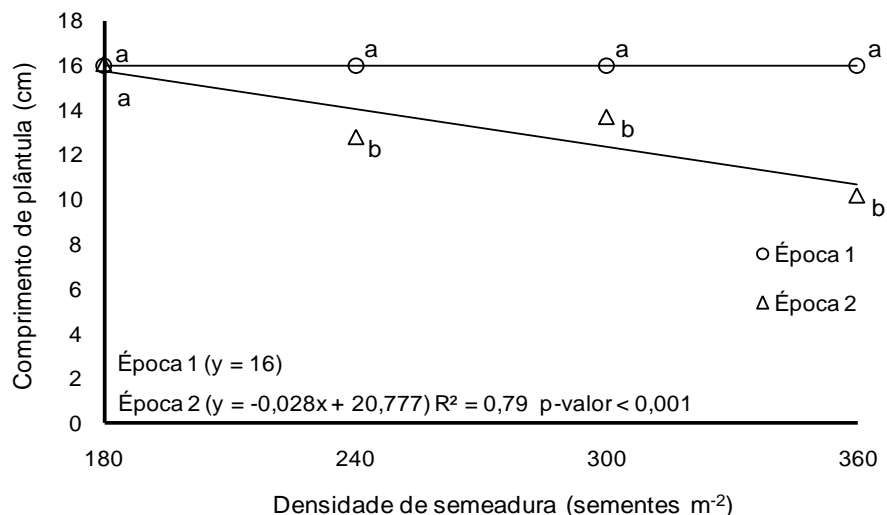
Para a cultivar IPR Artemis, a primeira contagem da germinação de sementes, na época 1, não apresentou resposta ao aumento da densidade de semeadura. Já na época 2, esta característica se ajustou a uma função linear decrescente em resposta ao aumento do número de sementes  $m^{-2}$  (Figura 3B). Na densidade de 180 sementes  $m^{-2}$ , não houve diferença significativa entre as épocas

de semeadura. Já nas densidades de 300 e 360 sementes  $m^{-2}$ , a segunda época de semeadura apresentou os menores valores para a característica avaliada, em virtude do ajuste linear decrescente. Diferentemente desses resultados, pesquisas conduzidas por Salau et al. (2017) e Schuch et al. (2000b), os quais avaliaram o efeito de diferentes populações de plantas sobre o potencial fisiológico de sementes de cevada e aveia preta, respectivamente, não verificaram interferência do aumento do número de plantas por unidade de área sobre o vigor de sementes expresso pelo teste de primeira contagem da germinação.

O comprimento de plântula da cultivar IPR Afrodite foi favorecido pelo cultivo na primeira época de semeadura (Tabela 2). Este resultado corrobora o encontrado por Venske et al. (2015) que, trabalhando com a cultura do arroz, também verificaram que a semeadura realizada mais tardiamente causou a redução da qualidade de sementes por meio do menor desempenho das sementes no teste de comprimento de plântula.

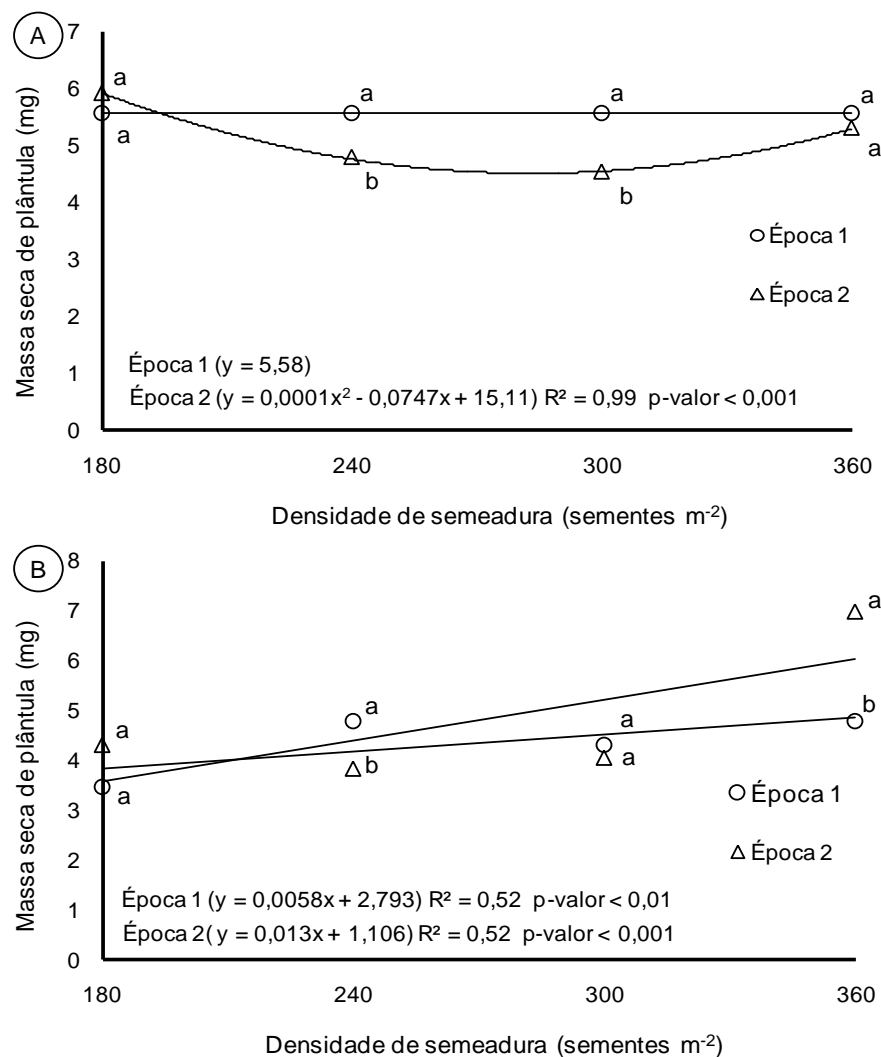
Para a cultivar IPR Artemis, o comprimento de plântula, na primeira época de semeadura, não apresentou resposta significativa ao aumento do número de sementes  $m^{-2}$ . Já na segunda época de semeadura, esta característica se ajustou a uma função linear decrescente em resposta ao aumento do número de sementes  $m^{-2}$  (Figura 4). Na densidade de 180 sementes  $m^{-2}$  não houve diferença significativa entre as épocas de semeadura para a variável analisada. Já para as demais densidades, a época 1 apresentou plântulas de maior comprimento.

Figura 4. Comprimento de plântula da cultivar de aveia branca IPR Artemis em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



A massa seca de plântula da cultivar IPR Afrodite, na época 1, não apresentou efeito significativo da densidade de semeadura. Já na época 2, esta variável se ajustou a uma equação quadrática com ponto de mínima em 284 sementes  $m^{-2}$  (Figura 5A). As densidades de 180 e 360 sementes  $m^{-2}$  não apresentaram diferença significativa entre as épocas de semeadura para a variável em questão. Já as densidades de 240 e 300 sementes  $m^{-2}$ , na época 1, apresentaram os maiores valores para a massa seca de plântula.

Figura 5. Massa seca de plântula das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Para a cultivar IPR Artemis, verificou-se que a massa seca de plântula das épocas 1 e 2 se ajustaram a equações lineares crescentes em resposta

ao aumento da densidade de semeadura (Figura 5B). As densidades de 180 e 300 sementes  $m^{-2}$  não apresentaram diferença significativa entre as épocas de semeadura para a variável em questão. Já as densidades de 240 e 360 sementes  $m^{-2}$ , na época 1, apresentaram a maior e a menor massa seca de plântula de aveia, respectivamente.

Resultados contrastantes aos encontrados no presente estudo quanto a influência das épocas de semeadura sobre a massa seca de plântulas foram obtidos por Venske et al. (2015), os quais verificaram que a massa seca de parte aérea e de raiz de plântulas de arroz não se alteraram com o cultivo em diferentes épocas. Com relação à resposta desta mesma variável à densidade de semeadura, Salau et al. (2017), trabalhando com quatro populações de plantas de cevada (44, 66, 88 e 110 plantas  $m^{-2}$ ) em Pelotas-RS, verificaram que a massa seca de parte aérea não foi modificada pelo aumento do número de plantas  $m^{-2}$ , entretanto, constataram que a massa seca de raiz se adequou a uma equação quadrática com ponto de mínima na densidade de 70 plantas  $m^{-2}$ .

O índice de velocidade de emergência de plântulas de ambas as cultivares foi favorecido pelo cultivo na primeira época de semeadura (Tabela 2). Já a emergência de plântulas em areia, não apresentou efeito significativo de épocas, densidades e interação entre os fatores para ambas as cultivares analisadas no presente estudo (Tabela 1).

Com base nos resultados obtidos, é possível observar que o atraso na semeadura de ambas as cultivares causou redução na qualidade das sementes. Entre os elementos meteorológicos, os que mais se destacaram e parecem justificar o menor desempenho fisiológico das sementes em função da semeadura mais tardia, foram a precipitação pluvial e a temperatura do ar, principalmente durante o período vegetativo da cultura (Figura 1). Neste período, a menor precipitação pluvial e as temperaturas mais elevadas favoreceram o desenvolvimento vegetativo mais acelerado, o que resultou no encurtamento do ciclo das plantas semeadas na segunda época, reduzindo o crescimento destas. Essas alterações morfofisiológicas podem ter limitado a capacidade de produção e partição de fotoassimilados das plantas, afetando o desenvolvimento e o acúmulo de reservas nas sementes e, conseqüentemente, a qualidade destas.

Durante a fase final de maturação das sementes das plantas cultivadas na época 2, observou-se a ocorrência de temperaturas superiores a 32

°C. Segundo Marcos Filho (2015), a elevação da temperatura, até atingir valores superiores a 30 °C, durante o período de desenvolvimento das sementes, pode causar prejuízos severos à produção e à qualidade destas. O mesmo autor afirma que esses prejuízos se relacionam à redução significativa do tempo de enchimento e da taxa fotossintética após o florescimento. Além disso, Mundstock (1983) relata que, em cereais de inverno, temperaturas iguais ou superiores a 32 °C durante um ou mais dias na fase de maturação resultam na paralisação do desenvolvimento das sementes e no amadurecimento precoce destas, o que também pode ter contribuído para a redução do vigor de sementes produzidas na segunda época de cultivo.

Ainda neste contexto, segundo França Neto et al. (1993), a ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação também provoca a redução da translocação de fotossintatos para as sementes. Nessas condições, a maturação é “forçada”, sendo produzidas sementes de baixo vigor, porque não se verifica a deposição natural de carboidratos, lipídios e proteínas.

Outro fator que pode ter contribuído para o melhor desempenho fisiológico das sementes produzidas pelas cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis na primeira época de semeadura foi a obtenção de sementes com maior massa nesta época de cultivo (Figuras 2A e 2B). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), sementes que apresentam maior massa são aquelas que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente as mais vigorosas.

Albrecht et al. (2008) relatam que a escolha da época de semeadura é o fator cultural que, isoladamente, mais influencia o desenvolvimento das plantas, a produção da lavoura e a qualidade das sementes. Neste sentido, Marcos Filho (2015) afirma que a influência do ambiente no desenvolvimento da semente é traduzida, principalmente, por variações no tamanho, na massa e na qualidade fisiológica das sementes, o que vai ao encontro dos resultados obtidos no presente estudo.

A resposta do potencial fisiológico das sementes em relação ao aumento da densidade de semeadura variou consideravelmente entre as cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis. De acordo com Marcos Filho (2015), o comportamento fisiológico das sementes tem sua base assentada no genótipo, em virtude de características genéticas e/ou morfofisiológicas, que tornam estes mais ou menos suscetíveis a danos durante o período de formação ou após a maturidade fisiológica

das sementes. Entretanto, a interação entre o potencial genético da cultivar e as técnicas de cultivo, pode resultar em alterações na expressão dos componentes de produção, rendimento e qualidade de sementes (SILVA et al., 2015).

Assim como no presente estudo, variações na qualidade fisiológica de sementes em função do aumento da densidade de semeadura também foram encontradas por Salau et al. (2017), Barbieri et al. (2013) e Schuch et al. (2000b) trabalhando com as culturas da cevada, trigo e aveia preta, respectivamente.

De forma geral, o aumento da densidade de semeadura, para ambas as cultivares, e principalmente na segunda época de cultivo, resultou na alteração pouco expressiva ou na redução do vigor de sementes. A maior competição entre as plantas de aveia branca pelos recursos do meio em decorrência do maior número de sementes por área pode ser uma explicação para os resultados obtidos nestes casos. Neste sentido, verifica-se que o aumento da densidade de semeadura associado às piores condições meteorológicas ocorridas durante o ciclo da plantas cultivadas na época 2 ocasionou prejuízos nas características relacionados ao vigor de sementes.

Com base no exposto, verifica-se que o potencial de produção de sementes de qualidade pode ser otimizado com a realização da semeadura em períodos que favoreçam o crescimento e desenvolvimento da planta, por meio da escolha adequada da época de semeadura, prática de manejo que se destaca pela alteração das relações entre os elementos meteorológicos disponíveis à cultura ao longo de seu ciclo. De acordo com Pires et al. (2009), esta estratégia permite a ocorrência dos diferentes estádios fenológicos da cultura em momentos em que as condições de tempo sejam as mais favoráveis para a planta, o que impacta positivamente na produção de sementes de qualidade.

Ainda, verifica-se que o aumento da densidade de semeadura reduz o vigor das sementes produzidas pelas cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis na semeadura mais tardia. Sendo assim, por meio da utilização conjunta dos resultados dos vários testes que avaliaram o vigor de sementes no presente estudo, constata-se a possibilidade de, na primeira época de semeadura, utilização de 180 sementes  $m^{-2}$  na implantação da lavoura, o que garantiria a produção de sementes de elevada qualidade e impactaria na redução da quantidade de sementes utilizadas.

#### 4.5 CONCLUSÕES

As duas épocas de semeadura apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie.

As sementes produzidas pelas plantas cultivadas na primeira época de semeadura apresentam melhor vigor do que as produzidas pelas plantas oriundas da semeadura mais tardia.

O aumento da densidade de semeadura reduz a massa e o vigor das sementes produzidas na segunda época de cultivo.

Para ambas as cultivares, a utilização de 180 sementes m<sup>-2</sup>, na primeira época de semeadura, possibilita a produção de sementes com maior potencial fisiológico.

#### 4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AGUIAR, C. G.; ÁVILA, M. R.; ATULP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 445-454, 2008.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 393-400, 2001.

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; WAMSER, A. F. Tillering does not interfere on white oat grain yield response to plant density. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 253-258, 2003.

BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N.; MERTZ, L. M.; NUNES, U. R.; CONCEIÇÃO, G. M. Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 724-731, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CARON, B. O.; OLIVEIRA, D. M.; ELLI, E. F.; ELOY, E.; SCHWERZ, F.; SOUZA, V. Q. Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 2, p. 105-114, 2017.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CBPA - COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia**: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia: Fundação ABC, 2014. 136p.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 21-28, 2006.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.sh>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivos de cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale**. Porto Alegre: Editora NBS, 1983. 265p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-21.

PIRES, J. L. F.; SANTOS, H. P.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; DE MORI, C.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E.; PILAU, J. **Avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo na região do Planalto do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 23p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 74).

SALAU, G. M.; ARAÚJO, B. O. N.; DUBAL, I. T. P.; TROYJACK, C.; PIMENTEL, J. R.; MONTEIRO, M. A.; AISENBERG, G. R.; KOCH, R.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Crescimento de plantas e qualidade de sementes de cevada produzidas em baixas densidades populacionais. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n. 5, p. 47-51, 2017.

SANGOI, L.; BERNIS, A. C.; ALMEIDA, M. L.; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 305-312, 2000a.

SCHUCH, L. O.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II. Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 1-9, 2000b.

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

SILVA, A. C.; MORAIS, M. O.; SANTOS, J. L.; D'ARÊDE, L. O.; SILVA, P. B. Componentes de produção, produtividade e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, BA. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 327-335, 2014.

SILVA, J. A. G.; ARENHARDT, E. G.; KRUGER, C. A. M. B.; LUCCHESI, O. A.; METZ, M.; MAROLLI, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 1, p. 27-33, 2015.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L.; XUE, A. G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 1, p. 36-47, 2007.

TAVARES, L. C. V.; FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; PRETE, C. E. C. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014.

VENSKÉ, E.; SCHAEGLER, C. E.; BAHRY, C. A.; CAMARGO, T. O.; ZIMMER, P. D. Fatores abióticos sobre o efeito de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 818-825, 2015.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002.

## 5 ARTIGO C

### QUALIDADE INDUSTRIAL DE GRÃOS DE CULTIVARES DE AVEIA BRANCA GRANÍFERA EM RESPOSTA A ÉPOCAS E DENSIDADES DE SEMEADURA

**5.1 RESUMO:** O desempenho no processamento industrial de grãos de uma cultivar de aveia pode ser favorecido pelas condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo e pelo manejo incorporado ao sistema de produção, fatores que podem alterar as características físicas, químicas e morfológicas dos grãos. Neste sentido, objetivou-se avaliar a qualidade industrial de grãos de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura. Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, em delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). Foram avaliados: massa de mil grãos, peso hectolítrico, índice de grãos com espessura maior que dois milímetros, índice de descascamento e rendimento industrial de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e as de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade. A primeira época de semeadura favorece a qualidade industrial de grãos de ambas as cultivares. O aumento da densidade de semeadura reduz o índice de descascamento da cultivar IPR Artemis, independentemente da época de semeadura e, na semeadura mais tardia, produz grãos com qualidade inferior. O maior rendimento industrial de grãos da cultivar IPR Afrodite é atingido com menor quantidade de sementes na primeira época de semeadura em relação a semeadura mais tardia.

**Palavras-chave:** População de plantas. *Avena sativa* L. Ambientes de cultivo. Qualidade tecnológica. Rendimento industrial.

**ABSTRACT:** The industrial performance of a cultivar can be favored by the edaphoclimatic conditions of the growing environment and by the management incorporated into the production system, which may alter the physical, chemical and morphological characteristics of the grains. The aim of this study was to evaluate the industrial quality of grains of white oat cultivars cultivated under different sowing dates and densities. Two independent experiments, conducted in two sowing dates (05/05 and 06/24) were conducted in Londrina-PR, in a randomized block design in a factorial 4x2, with four replications. The treatments consisted of four sowing densities (180, 240, 300 and 360 viable seeds m<sup>-2</sup>) and two cultivars (IPR Afrodite and IPR Artemis). 1000 grain weight, hectoliter weight, grain index greater than two millimeters, peeling index and industrial grain yield were evaluated. The data were submitted to the analysis of joint variance for sowing dates, separately for the cultivars. The averages of sowing dates were compared by the F test and densities submitted to polynomial regression analysis up to 2<sup>nd</sup> degree, at 5% probability. The first sowing date favors the industrial quality of grains of both cultivars. The increase

in sowing density reduces the peeling index of the cultivar IPR Artemis, regardless of the sowing date and, at later sowing date, produces grains with inferior quality. The highest industrial grain yield of the IPR Afrodite in the first sowing date is reached with less seeds than at later sowing date.

**Keywords:** Plant population. *Avena sativa* L. Growing environments. Technological quality. Industrial yield.

## 5.2 INTRODUÇÃO

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é um cereal que tem assumido papel importante no sistema de produção brasileiro durante a estação fria do ano, principalmente nos estados da região do Sul do país, se consolidando por seu potencial econômico, aplicações industriais e benefícios ao ambiente de cultivo. Para atender as exigências da cadeia produtiva deste cereal, é cada vez maior a demanda por cultivares altamente produtivas, que proporcionem produtos de elevada qualidade e ampla aceitação comercial (CRESTANI et al., 2010).

O aumento da demanda por produtos derivados da aveia, devido as suas propriedades funcionais, tem refletido também na estruturação do setor industrial (HAWERROTH et al., 2014). Os programas de melhoramento do cereal no Brasil têm buscado desenvolver genótipos que apresentem, além de adequado desempenho agrônômico, elevada qualidade de grãos (FEDERIZZI et al., 2005), a qual é expressa por grãos bem formados, grandes, pesados, uniformes, com reduzida massa de casca, facilidade no descasque mecânico e menor índice de quebra (HAWERROTH et al., 2014). Essas características conferem às cultivares um alto rendimento industrial, o que é de fundamental importância para a comercialização dos grãos de aveia (ALVES; KIST, 2010).

A determinação da qualidade industrial do grão de aveia é realizada por meio de diversos critérios, sendo eles: o peso do hectolitro, a massa de mil grãos, a proporção de grãos com espessura maior que dois milímetros e o índice de descasque (BRASIL, 1975). Estes dois últimos parâmetros, juntos com o rendimento de grãos, definirão o rendimento industrial, também denominado Avenacor (FLOSS; HAUBERT; ZANATTA, 2002), o qual representa a porcentagem de produto obtido para a produção de diversos alimentos a partir de amostras de grãos integrais (CBPA, 2014).

Entre as principais técnicas de manejo com potencial de proporcionar efeitos significativos no desempenho dos genótipos de aveia branca para os caracteres relacionados à qualidade industrial, é possível destacar a variação na disponibilidade de nitrogênio (KOLCHINSKI; SCHUCH, 2003; KOLCHINSKI; SCHUCH, 2004) e a aplicação de produtos agrícolas para o controle de doenças de parte aérea (HAWERROTH et al., 2014). Entretanto, outros fatores como épocas e densidades de semeadura também podem afetar a formação, o rendimento e a qualidade dos grãos.

A expressão das características de um genótipo depende de fatores genéticos e ambientais, bem como da interação entre ambos, o que resulta em diferenças significativas no desempenho das cultivares quando produzidas em diferentes condições (YAN; HOLLAND, 2010). Neste contexto, melhores resultados podem ser obtidos por meio da escolha adequada da época de semeadura (SUBEDI; MA; XUE, 2007) a qual, segundo Amorim et al. (2011), possibilita às cultivares produzirem mais grãos de qualidade superior devido ao ambiente proporcionar condições mais favoráveis às plantas em todos os estádios de desenvolvimento da cultura. Dessa maneira, a realização da semeadura no momento ideal resulta no suprimento de recursos para atender as necessidades ecofisiológicas da planta, favorecendo a produção de grãos de qualidade (COIMBRA; NAKAGAWA, 2006).

Outra estratégia de manejo fitotécnico que pode ser ajustada à época de cultivo é a densidade de semeadura a qual, na cultura da aveia, altera a competição das plantas pelos recursos do meio e, conseqüentemente, os componentes de produção, o rendimento e a qualidade de grãos (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001). Neste sentido, Ceccon, Grassi Filho e Bicudo (2004), avaliando o efeito de cinco densidades de plantas (60, 120, 180, 240 e 300 plantas m<sup>-2</sup>) sobre os componentes de rendimento e a produtividade de grãos da cultivar de aveia branca UPF 17, verificaram que as variações na população de plantas modificaram substancialmente esses caracteres. Dessa forma, a alteração dos componentes de produção pode interferir no enchimento, na massa e no tamanho dos grãos, modificando as suas características físicas e morfológicas, as quais determinam a qualidade industrial, atributo de extrema importância para a destinação dos grãos às indústrias alimentícias.

A correta época de cultivo associada a uma cultivar com elevado desempenho produtivo e ao ajuste ideal da densidade de semeadura pode favorecer a qualidade industrial de grãos de aveia. Trabalhos que estudam estes fatores são escassos, sendo assim, verifica-se a necessidade da realização de mais pesquisas que possam relacionar esses fatores a fim de gerar informações sobre o adequado manejo na cultura da aveia branca e seu efeito sobre o desempenho produtivo no campo e a qualidade e rendimento no processamento industrial de grãos.

Neste sentido, objetivou-se avaliar a qualidade industrial de grãos de cultivares de aveia branca granífera cultivadas em diferentes épocas e densidades de semeadura.

### 5.3 MATERIAL E MÉTODOS

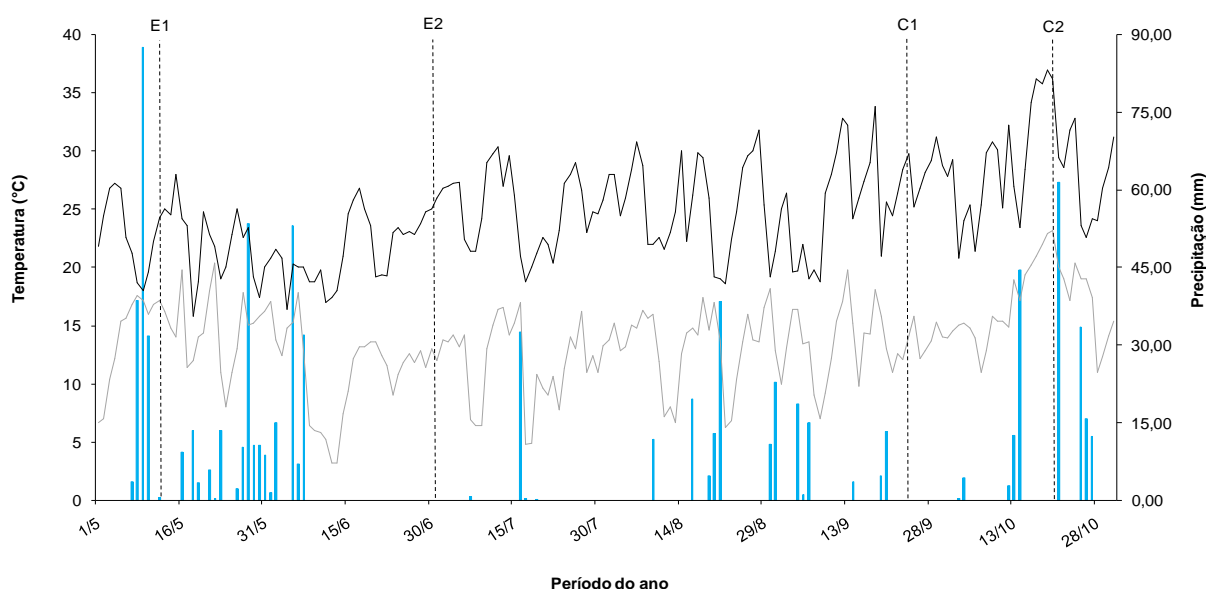
Dois experimentos independentes, conduzidos em duas épocas de semeadura (05/05 e 24/06), foram realizados em Londrina-PR, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Latossolo Vermelho eutroférico, localizado a 23° 23' S e 51° 11' O, com altitude de 610 m. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido com verões quentes, apresentando geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Os dados de precipitação pluvial e de temperaturas foram obtidos por meio dos registros das estações meteorológicas do IAPAR (Figura 1).

As características químicas do solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento, foram representadas por: 0-10 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,80; 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 4,42 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 36,3 mg dm<sup>-3</sup> de P e 19,09 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. Para 10-20 cm - pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,90; 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 4,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 1,52 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,27 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 15,1 mg dm<sup>-3</sup> de P e 16,59 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica.

Os ensaios foram conduzidos utilizando-se as cultivares IPR Afrodite (ciclo médio; moderada resistência ao acamamento; média estatura; lançada em 2012 pelo IAPAR) e IPR Artemis (ciclo médio; moderada resistência ao acamamento; média estatura; lançada em 2016 pelo IAPAR). Em ambos os experimentos, nas duas épocas de semeaduras, utilizou-se o delineamento

experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro densidades de semeadura (180, 240, 300 e 360 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e duas cultivares (IPR Afrodite e IPR Artemis). As parcelas foram compostas por seis linhas de cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,17 m, com área útil de 5,1 m<sup>2</sup>.

Figura 1. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação pluvial para o período de condução dos experimentos em Londrina-PR, 2016. E1: emergência época 1 (13/05), E2: emergência época 2 (01/07), C1: colheita época 1 (23/09) e C2: colheita época 2 (21/10).



Os experimentos foram conduzidos sob sistema convencional de manejo do solo, em área anteriormente ocupada com a cultura da soja. Com base nas características químicas do solo da área experimental, calculou-se a adubação mineral básica no sulco de semeadura, constante para todos os tratamentos, que foi de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se a fórmula 10-30-10.

Os tratamentos fitossanitários para o controle de doenças e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e recomendações para a cultura (CBPA, 2014). A colheita foi realizada após os grãos atingirem a maturação de colheita, estágio caracterizado pelo endurecimento da cariopse, plantas com aspecto seco e grãos com umidade abaixo de 20%. Para determinação da qualidade industrial de grãos foram realizadas as seguintes avaliações:

Massa de mil grãos: obtida mediante a contagem e pesagem de oito repetições de 100 grãos de aveia branca por parcela. A média desses valores foi multiplicada por 10 para obtenção do valor da massa de mil grãos (BRASIL, 2009);

Peso hectolítrico: foi determinado em balança hectolétrica com capacidade de um quarto de litro de grãos. Foram realizadas duas repetições, retiradas da amostra média de cada parcela. O resultado foi expresso em kg hL<sup>-1</sup> (BRASIL, 2009). O peso hectolétrico foi calculado pela fórmula:

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

Em que:

PH = Peso hectolétrico;

PBH = Peso obtido na balança hectolétrica (g);

VB = Volume da Balança (250 ml).

Índice de grãos com espessura maior que dois milímetros: determinado por peneiramento de uma amostra de 50 gramas de grãos por repetição, em peneira oblonga de malha com orifícios de espessura de dois milímetros de largura (FLOSS; HAUBERT; ZANATTA, 2002). Os dados foram expressos em porcentagem (%) e foram calculados pela seguinte fórmula:

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

Em que:

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

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

Índice de descascamento: uma amostra por parcela composta por 50 gramas de grãos maiores que dois milímetros foi introduzida em descascador de laboratório (Codema Inc., USA) por um período de 75 segundos. Após a separação da casca as cariopses foram pesadas. Os dados foram expressos em porcentagem (%) e foram calculados pela seguinte fórmula:

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

Em que:

ID = índice de descascamento (%);

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

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

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

Em que:

RIG = rendimento industrial de grãos (kg ha<sup>-1</sup>);

RG = rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>);

IG > 2 mm = índice de grãos maiores que 2 mm (%);

ID = índice de descascamento (%).

Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade dos erros e, posteriormente, à análise de variância conjunta para épocas de semeadura, separadamente para as cultivares. As médias de épocas foram comparadas pelo teste F e as de densidades submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5% de probabilidade.

#### 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cultivar IPR Afrodite houve efeito de interação entre os fatores épocas e densidades de semeadura para as características massa de mil grãos, índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura e rendimento industrial de grãos. Verificou-se efeito isolado de épocas de semeadura para o peso hectolítrico e o índice de descascamento (Tabela 1).

Para a cultivar IPR Artemis constatou-se interação significativa entre os fatores épocas e densidades de semeadura somente para a variável massa de

mil grãos. Efeito isolado de épocas de semeadura foi constatado para peso hectolítrico, índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura, índice de descascamento e rendimento industrial de grãos. Apenas para o índice de descascamento foi verificado efeito isolado de densidades de semeadura (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta para as épocas de semeadura, em função de quatro densidades de semeadura para duas cultivares de aveia branca. Londrina-PR, 2019.

Fonte de variação	Características				
	IPR Afrodite				
	MMG (g)	PH (kg hL <sup>-1</sup> )	IG>2mm (%)	ID (%)	RIG (kg ha <sup>-1</sup> )
Bloco (Época)	0,12	3,68	9,07	2,21	186421,92
Época (E)	98,73*	428,87*	846,45*	47,38*	29743738,33*
Densidade (D)	0,75	0,51	79,27*	0,41	2445884,90*
E*D	4,66*	2,75	68,78*	0,37	1307598,65*
CV (%)	3,57	2,80	2,59	1,80	11,13
Fonte de variação	IPR Artemis				
	MMG (g)	PH (kg hL <sup>-1</sup> )	IG>2mm (%)	ID (%)	RIG (kg ha <sup>-1</sup> )
	Bloco (Época)	1,17	1,59	11,96	1,35*
Época (E)	181,07*	692,85*	2302,15*	93,50*	50506928,40*
Densidade (D)	3,63*	1,46	15,22	1,64*	654400,76
E*D	3,70*	2,25	41,12	0,63	381586,89
CV (%)	3,18	2,90	3,69	0,96	11,82

\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; CV: coeficiente de variação. MMG: massa de mil grãos; PH: peso hectolítrico; IG>2mm: índice de grãos com espessura maior que dois milímetros; ID: índice de descascamento; RIG: rendimento industrial de grãos.

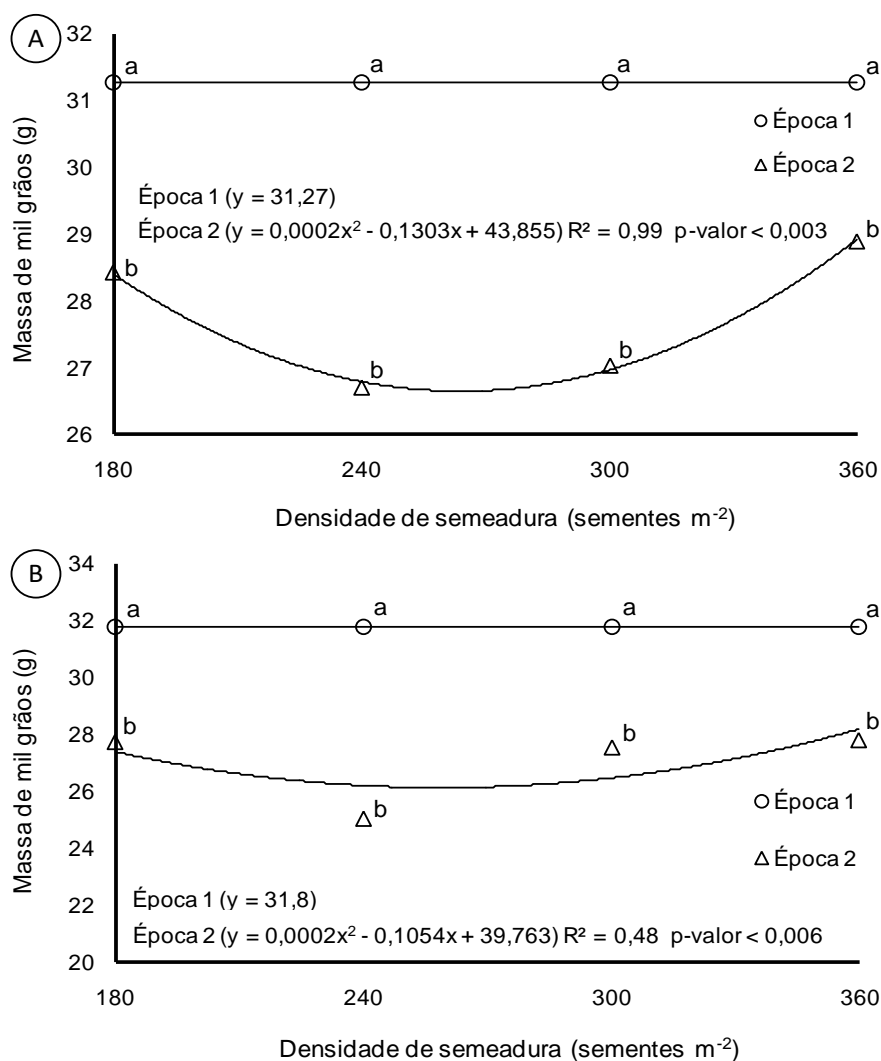
A precipitação pluvial durante o ciclo das plantas cultivadas na primeira época de semeadura foi de 622,70 mm, já na segunda época, foi de 336,80 mm (Figura 1). Na semeadura mais tardia, o volume de chuva ficou abaixo do mínimo requerido pela cultura, com período de restrição hídrica mais acentuada durante a fase vegetativa. Contudo, para ambas as épocas de cultivo, a distribuição pluviométrica foi desuniforme, o que pode ter alterado o desempenho agrônomo e, possivelmente a formação e qualidade industrial dos grãos.

A massa de mil grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis produzidas na primeira época não apresentou efeito da densidade de semeadura. Já na segunda época de cultivo, esta característica se ajustou a equações quadráticas com pontos de mínima em 264 sementes m<sup>-2</sup> e 258 sementes m<sup>-2</sup> para as cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis, respectivamente (Figuras 2A e 2B).

Para ambas as cultivares, em todas as densidades de semeadura, a época 1 resultou na produção de grãos de maior massa. Isto pode ser explicado

pelas melhores condições meteorológicas (maior quantidade e melhor distribuição de chuvas e temperaturas mais amenas) ocorridas durante a fase de crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas nesta época, permitindo, assim, que estas acumulassem maior quantidade de matéria seca, aumentando a massa dos grãos. Outro fator que pode estar relacionado à ocorrência de maior massa de mil grãos na primeira época de semeadura é que, neste tratamento, o ciclo das plantas foi maior, o que possibilitou que o período de enchimento de grãos fosse prolongado.

Figura 2. Massa de mil grãos das cultivares de aveia branca IPR Afrodite (A) e IPR Artemis (B) em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Nascimento et al. (2011), trabalhando com três cultivares de milho (AL 34, AG 9010 e DKB 333B) e quatro épocas de semeadura (agosto, outubro e

dezembro de 2003 e fevereiro de 2004) em Botucatu-SP, também verificaram que as cultivares apresentaram menor massa de mil grãos quando semeadas mais tardiamente. Resultados semelhantes também foram encontrados na cultura do arroz por Venske et al. (2016) que, comparando o efeito de duas épocas de semeadura (18/10/12 e 09/11/12) sobre os componentes de rendimento e a produtividade de grãos da cultivar IRGA 424, verificaram que a massa de mil grãos foi reduzida na segunda época de semeadura.

Com relação à densidade de semeadura, resultados semelhantes aos encontrados para a massa de mil grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis cultivadas na primeira época de semeadura foram obtidos por Alvarenga, Sobrinho e Santos (2009), Debiasi, Martins e Missio (2007) e Hofs et al. (2004) que, trabalhando com as culturas do trigo, aveia preta e arroz, respectivamente, também não constataram efeito significativo do aumento do número de sementes  $m^{-2}$  sobre a massa de grãos. Já Tavares et al. (2014), trabalhando com três genótipos de trigo (PF 014384, BRS Tangará e BRS Pardela), quatro densidades de semeadura (150, 250, 350 e 450 sementes viáveis  $m^{-2}$ ), dois locais de cultivo (Londrina-PR e Ponta Grossa-PR) e dois anos agrícolas (2009 e 2010), encontraram resultado similar a massa de mil grãos obtida pelas cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis na semeadura mais tardia. Neste trabalho, os autores concluíram que a massa de mil grãos em Londrina, na safra de 2010, se ajustou a uma equação quadrática com ponto de mínima na densidade de 316,67 sementes  $m^{-2}$ .

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que o peso hectolítrico dos grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis foi favorecido pelo cultivo na primeira época de semeadura. Este resultado pode ser explicado pela produção de grãos de maior massa, e portanto mais bem formados, por ambas as cultivares nesta mesma época de cultivo (Figuras 2A e 2B).

Felício et al. (1999), trabalhando com dois genótipos de trigo, dez genótipos de tritcale e três épocas de semeadura (terceiro decêndio do mês de março, segundo decêndio de abril e terceiro decêndio de maio) em Capão Bonito-SP, durante os anos agrícolas de 1991 a 1995, também verificaram que a semeadura mais tardia reduziu o peso hectolítrico dos grãos de trigo e tritcale, independentemente dos genótipos e anos de cultivo.

Com relação a densidade de semeadura, assim como no presente estudo, Sander, Costa e Duarte Júnior (2017), trabalhando com a cultivar de trigo

BRS 208, três espaçamentos entre linhas (13, 17 e 21 cm), quatro densidades de semeadura (200, 300, 400 e 500 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) e dois anos agrícolas (2010 e 2011), também não verificaram efeito significativo da densidade de semeadura sobre o peso hectolítrico.

Tabela 2. Valores médios do peso hectolítrico (PH), índice de descascamento (ID), índice de grãos com espessura maior que dois milímetros (IG>2mm) e rendimento industrial de grãos (RIG) de duas cultivares de aveia branca em função da época de semeadura. Londrina-PR, 2019.

Época de semeadura	Características			
	IPR Afrodite			
	PH (kg hL <sup>-1</sup> )		ID (%)	
Época 1	53,06 A		71,76 A	
Época 2	45,74 B		69,32 B	
CV (%)	2,80		1,80	
Época de semeadura	IPR Artemis			
	PH (kg hL <sup>-1</sup> )	IG>2mm (%)	ID (%)	RIG (kg ha <sup>-1</sup> )
Época 1	49,28 A	91,00 A	73,38 A	4574,19 A
Época 2	39,97 B	74,00 B	69,96 B	2061,55 B
CV (%)	2,90	3,69	0,96	11,82

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

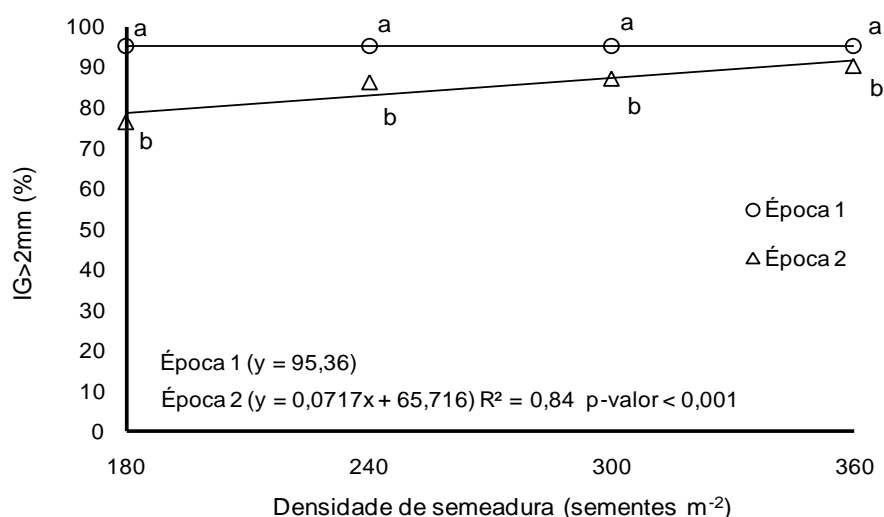
Segundo a Portaria n° 191, de 14 de abril de 1975 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (BRASIL, 1975), que estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade dos grãos de aveia, os grãos podem ser classificados em quatro grupos (1 a 4), com base no peso hectolítrico (grupo 1: PH > 50 kg hL<sup>-1</sup>; grupo 2: PH de 47 a 49 kg hL<sup>-1</sup>; grupo 3: PH de 41 a 46 kg hL<sup>-1</sup> e; grupo 4: PH < 41 kg hL<sup>-1</sup>). Como pode ser observado na Tabela 2, na época 1, a cultivar IPR Afrodite obteve peso hectolítrico de 53,06 kg hL<sup>-1</sup> e a cultivar IPR Artemis de 49,28 kg hL<sup>-1</sup>, enquadrando os grãos produzidos por estas cultivares nos grupos 1 e 2, respectivamente. Dessa forma, constata-se que o cultivo de ambas as cultivares na primeira época de semeadura proporciona a produção de grãos com melhor classificação e qualidade do que os grãos oriundos da semeadura mais tardia (Tabela 2).

Para a cultivar IPR Afrodite, verificou-se que o índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura obtido na primeira época de cultivo não apresentou resposta ao aumento da densidade de semeadura. Entretanto, na segunda época, esta característica se adequou a uma equação linear crescente em resposta ao aumento da densidade de semeadura (Figura 3). Neste caso, nas

menores densidades de semeadura, o fato dos grãos serem oriundos em sua maior parte dos perfilhos, pode ter ocasionado a produção de grãos menores, o que poderia justificaria a ocorrência de grãos com menor espessura nas menores densidades. A primeira época de semeadura apresentou os maiores valores para a característica em questão em todas as densidades avaliadas.

Para a cultivar IPR Artemis, o índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura oriundo das plantas cultivadas na primeira época de semeadura apresentou maiores valores do que os grãos produzidos na semeadura mais tardia (Tabela 2).

Figura 3. Índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.

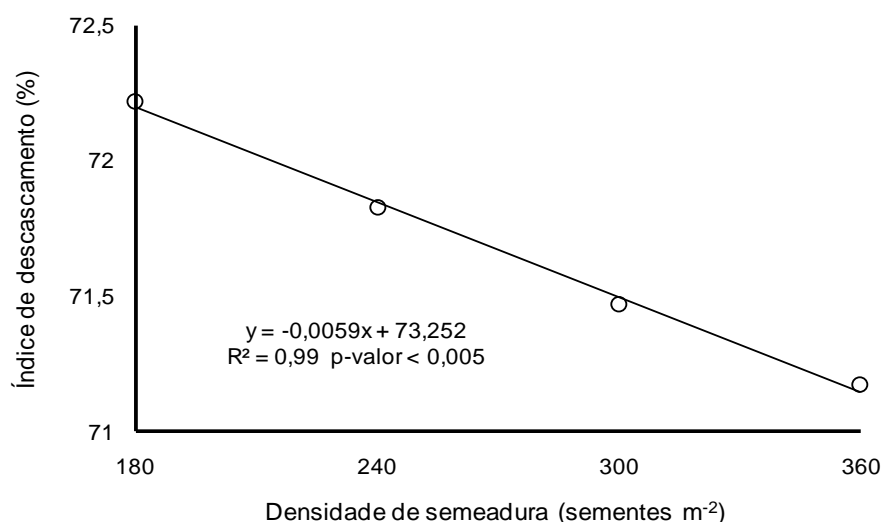


Para ambas as cultivares, verificou-se que a semeadura mais tardia resultou na produção de grãos com menor espessura (Figura 3 e Tabela 2). Este fato pode ser explicado pela maior quantidade de panículas m<sup>-2</sup> emitidas nesta época de cultivo em decorrência de temperaturas mais baixas e da adequada incidência solar durante o período de perfilhamento da cultura (dados apresentados no artigo A). Neste caso, possivelmente, o maior número de unidades reprodutivas por área aumentou a competição por nutrientes e fotoassimilados na planta, o que dificultou o adequado enchimento de grãos e favoreceu a formação de grãos com menor espessura.

No Brasil, a CBPA (2014) sugere dois níveis de classificação para o índice de grãos maiores que dois milímetros: tipo 1 com no mínimo 75% dos grãos com espessura maior que dois milímetros; tipo 2 e tipo 3 com menos de 75% dos grãos com espessura maior que dois milímetros. Além da espessura dos grãos, a diferença entre os tipos é dada pela porcentagem de grãos manchados e/ou escuros, grãos avariados, impurezas e materiais estranhos e acidez dos grãos. Observando os resultados deste trabalho, verifica-se que, os grãos produzidos pela cultivar IPR Afrodite, nas duas épocas de cultivo, para todas as densidades de semeadura avaliada (Figura 3), se adequam ao padrão tipo I de classificação sugerida pela CBPA (2014). Para a cultivar IPR Artemis, constata-se que somente os grãos produzidos na primeira época de semeadura se enquadram ao tipo I da referida classificação.

O índice de descascamento dos grãos produzidos pelas cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis foi favorecido pelo cultivo na primeira época de semeadura (Tabela 2). Além disso, esta mesma variável, para a cultivar IPR Artemis, ajustou-se a uma equação linear decrescente em resposta ao aumento da densidade de semeadura (Figura 4).

Figura 4. Índice de descascamento da cultivar de aveia branca IPR Artemis em função de densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.

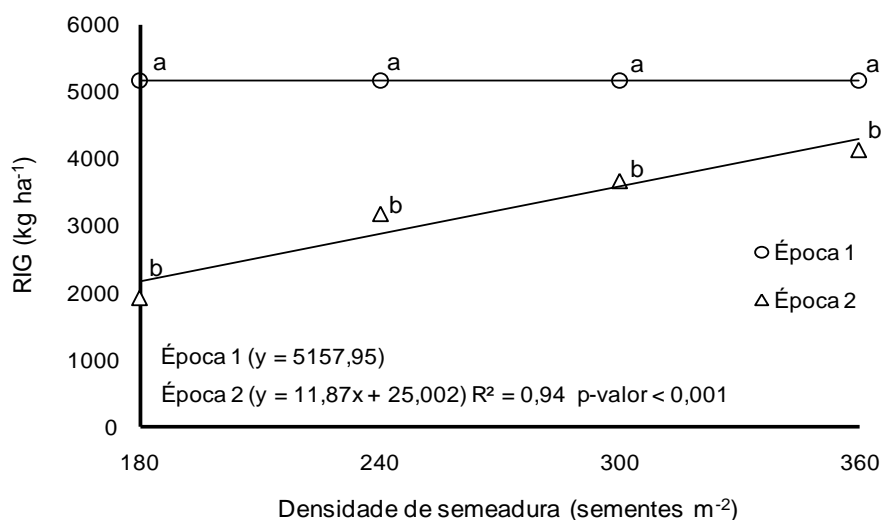


Semelhante ao resultado obtido neste estudo, Sponchiado (2017), avaliando o efeito de duas densidades de semeadura (350 e 500 sementes viáveis m<sup>-2</sup>) sobre a qualidade industrial de grãos de duas cultivares de aveia branca

granífera (URS Tarimba e IPR Afrodite) cultivadas em dois anos agrícolas (2014 e 2015), verificou que o percentual de descasque dos grãos de ambas as cultivares foi favorecido pelo cultivo na safra de 2014 e que, em 2015, o aumento da densidade de semeadura reduziu a porcentagem de grãos descascados, independentemente da cultivar avaliada.

Para a cultivar IPR Afrodite, constatou-se que o rendimento industrial de grãos obtido na época 1 não apresentou resposta a densidade de semeadura. Entretanto, na época 2, esta característica se adequou a uma equação linear crescente em função do aumento da densidade de semeadura (Figura 5). Em todas as densidades de semeadura, a época 1 apresentou os maiores valores para o caractere avaliado.

Figura 5. Rendimento industrial de grãos da cultivar de aveia branca IPR Afrodite em função de épocas e densidades de semeadura. Londrina-PR, 2019.



Para a cultivar IPR Artemis, verificou-se que, independentemente da densidade de semeadura, a primeira época de cultivo resultou no maior rendimento industrial de grãos (Tabela 2).

O melhor desempenho de ambas as cultivares para o rendimento industrial de grãos na primeira época de semeadura pode ter ocorrido em função dos maiores valores de índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura (Figuras 3 e Tabela 2) e de índice de descascamento (Tabela 2) obtidos nesta mesma época. Crestani et al. (2010), trabalhando com 15 cultivares de aveia branca,

duas safras (2007 e 2008) e três locais de cultivo (Augusto Pestana, Capão do Leão e Passo Fundo, no Rio Grande do Sul), verificaram que o rendimento industrial de grãos é alterado de acordo com as condições do ambiente de cultivo, o que pode justificar os diferentes resultados encontrados para este caractere entre as duas épocas de semeadura avaliadas.

Os ajustes obtidos para o rendimento industrial de grãos da cultivar IPR Afrodite na primeira e segunda época de semeadura em resposta ao aumento do número de sementes  $m^{-2}$ , podem ser atribuídos aos resultados obtidos para o índice de grãos maiores que dois milímetros de espessura (Figura 3), que seguiram o mesmo comportamento do caractere em questão.

De forma geral, os testes que determinam a qualidade industrial de grãos evidenciaram diferenças significativas entre as épocas de semeadura para ambas as cultivares, demonstrando a influência do ambiente de cultivo sobre o desenvolvimento das características físicas dos grãos. Observando-se as médias obtidas para as características analisadas, constata-se que as plantas cultivadas na primeira época de semeadura produziram grãos com maior qualidade industrial do que os oriundos da época mais tardia. As diferenças encontradas estão associadas às condições meteorológicas contrastantes entre os períodos de cultivo. A maior quantidade e a melhor distribuição de chuvas, além de temperaturas mais amenas durante as fases vegetativa e reprodutiva das plantas cultivadas na primeira época, favoreceram o crescimento e desenvolvimento destas que, diante da maior capacidade fotossintética, direcionaram o maior saldo de fotoassimilados para a adequada formação e enchimento de grãos que, possuindo melhores características físicas/morfológicas, apresentaram desempenho industrial superior aos grãos produzidos na segunda época.

Durante a fase final de maturação dos grãos das plantas cultivadas na época mais tardia, observou-se a ocorrência de temperaturas superiores a 32 °C. Segundo Mundstock (1983), em cereais de inverno, temperaturas iguais ou superiores a 32 °C durante um ou mais dias na fase de maturação resultam na paralisação do desenvolvimento dos grãos e no amadurecimento precoce destes, o que pode ter contribuído para a redução da qualidade industrial dos grãos produzidos na segunda época de cultivo, por meio do decréscimo da massa, da espessura e do rendimento industrial de grãos.

Com relação à densidade de semeadura, verificou-se que, de forma geral, para ambas as cultivares, o aumento do número de sementes  $m^{-2}$  na semeadura realizada mais cedo não alterou as características relacionadas à qualidade industrial de grãos (massa de mil grãos, índice de grãos maiores que dois milímetros e rendimento industrial de grãos). Entretanto, na segunda época de cultivo, os caracteres relacionados ao desempenho industrial de grãos foi modificado com o aumento da densidade de semeadura, com destaque para o rendimento industrial de grãos.

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que a realização da semeadura das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis na primeira época de cultivo favorece a produção de grãos com melhor aptidão industrial. Além disso, a cultivar IPR Afrodite, quando cultivada na época 1, atinge o máximo rendimento industrial de grãos com a utilização da menor densidade de semeadura (180 sementes viáveis  $m^{-2}$ ); por outro lado, na segunda época de cultivo, o maior rendimento industrial de grãos somente é atingido na maior densidade de semeadura (360 sementes viáveis  $m^{-2}$ ).

## 5.5 CONCLUSÕES

A primeira época de semeadura favorece a qualidade industrial de grãos de ambas as cultivares.

O aumento da densidade de semeadura reduz o índice de descascamento da cultivar IPR Artemis, independentemente da época de semeadura e, na semeadura mais tardia, produz grãos com qualidade inferior.

O maior rendimento industrial de grãos da cultivar IPR Afrodite é atingido com menor quantidade de sementes na primeira época de semeadura em relação a semeadura mais tardia.

## 5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 393-400, 2001.

ALVARENGA, C. B.; SOBRINHO, J. S.; SANTOS, E. M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.

ALVES, A. C.; KIST, V. Composição da espiguetta de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 29-33, 2010.

AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B.; LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, C. D. L. Época de semeadura no Potencial produtivo de Soja em Uberlândia-MG. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1793-1802, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

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

CBPA - COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia**: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia: Fundação ABC, 2014. 136p.

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

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, regimes de corte, produção e qualidade de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 21-28, 2006.

CRESTANI, M.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; BARBIERI, R. L.; BARETTA, D. Conteúdo de  $\beta$ -glucana em

cultivares de aveia-branca cultivadas em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 261-268, 2010.

DEBIASI, H.; MARTINS, J. D.; MISSIO, E. L. Produtividade de grãos e componentes do rendimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) afetados pela densidade e velocidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, 2007.

FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; PACHECO, M. T.; BARBOSA NETO, J. F.; SERENO, M. J. C. M. Melhoramento da aveia. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 141-169.

FELICIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; CASTRO, J. L.; CAMARGO, M. B. P. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2193-2202, 1999.

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

HAWERROTH, M. C.; BARBIERI, R. L.; DILVA, J. A. G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. **Importância e dinâmica de caracteres na aveia produtora de grãos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 60p. (Documento 376).

HOFES, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004

KOLCHINSKI, E. M., SCHUCH, L. O. B. Atributos de desempenho industrial e qualidade de sementes em aveia branca em função da disponibilização da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 587-589, 2003.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 379-383, 2004.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivos de cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticale**. Porto Alegre: Editora NBS, 1983. 265p.

NASCIMENTO, F. M.; BICUDO, S. J.; RODRIGUES, J. G. L.; FURTADO, M. B.; CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 193-201, 2011.

SANDER, G.; COSTA, A. C. T.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Agronomic performance of wheat as a function of different spacing and sowing densities in two agricultural years. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 42, p. 3099-3105, 2017.

SPONCHIADO, J. C. **Estratégias de manejo para altas produtividades na aveia branca**. 2017. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2017.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L.; XUE, A. G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 1, p. 36-47, 2007.

TAVARES, L. C. V.; FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; PRETE, C. E. C. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014.

VENSKÉ, E.; SCHAEGLER, C. E.; RITTER, R.; FIN, S. S.; BAHRY, C. A.; AVILA, L. A.; ZIMMER, P. D. Seletividade de herbicidas sobre arroz irrigado em resposta à época de semeadura e redução da luminosidade em fases do desenvolvimento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 2, p. 165-173, 2016.

YAN, W.; HOLLAND, J. B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, v. 171, n. 3, p. 355-369, 2010.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

A primeira época de semeadura favorece a altura de plantas, o número de espiguetas por panícula, o número de grãos por panícula, a massa de mil grãos e a produtividade de grãos das cultivares IPR Afrodite e IPR Artemis. Em contrapartida, o número de panículas  $m^{-2}$  é reduzido nesta época de cultivo para ambas as cultivares.

Para a cultivar IPR Artemis, a semeadura mais tardia resulta em elevada porcentagem de acamamento em todas as densidades avaliadas. Já na primeira época de semeadura, este fenômeno apresenta maior intensidade nas maiores densidades de semeadura.

Os componentes de rendimento e a produtividade de grãos variam de acordo com as épocas e densidades de semeadura e a cultivar utilizada.

A maior produtividade de grãos da cultivar IPR Afrodite, na primeira época de semeadura, é atingida com menor densidade de semeadura do que na época mais tardia. Já o maior rendimento de grãos da cultivar IPR Artemis é alcançado na densidade aproximada de 280 sementes viáveis  $m^{-2}$ , independentemente da época de cultivo.

As duas épocas de semeadura apresentam potencial para produção de sementes de aveia branca, resultando em sementes com germinação acima dos padrões de comercialização da espécie.

As sementes produzidas pelas plantas cultivadas na primeira época de semeadura apresentam melhor vigor do que as produzidas pelas plantas oriundas da semeadura mais tardia.

O aumento da densidade de semeadura reduz a massa e o vigor das sementes produzidas na segunda época de cultivo.

Para ambas as cultivares, a utilização de 180 sementes  $m^{-2}$ , na primeira época de semeadura, possibilita a produção de sementes com maior potencial fisiológico.

A primeira época de semeadura favorece a qualidade industrial de grãos de ambas as cultivares.

O aumento da densidade de semeadura reduz o índice de descascamento da cultivar IPR Artemis, independentemente da época de semeadura e, na semeadura mais tardia, produz grãos com qualidade inferior.

O maior rendimento industrial de grãos da cultivar IPR Afrodite é atingido com menor quantidade de sementes na primeira época de semeadura em relação a semeadura mais tardia.