

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

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE AVEIA BRANCA: EFEITO DE CULTIVARES,
SISTEMA DE CULTIVO ANTECESSOR
E DOSES DE NITROGÊNIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Jordana Schiavo

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE AVEIA BRANCA: EFEITO DE CULTIVARES,
SISTEMA DE CULTIVO ANTECESSOR
E DOSES DE NITROGÊNIO**

Jordana Schiavo

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marlove Fátima Brião Muniz

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Schiavo, Jordana

Produção e qualidade de sementes de aveia branca: efeito de cultivares, sistema de cultivo antecessor e doses de nitrogênio / Jordana Schiavo.-2015.

94 p.; 30cm

Orientadora: Marlove Fátima Brião Muniz

Coorientadores: Ubirajara Russi Nunes, José Antonio Gonzalez da Silva

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2015

1. Avena Sativa 2. Qualidade de sementes 3. Sistemas de cultivo 4. Doses de nitrogênio 5. Armazenamento I. Brião Muniz, Marlove Fátima II. Russi Nunes, Ubirajara III. Gonzalez da Silva, José Antonio IV. Título.

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

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

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES
DE AVEIA BRANCA: EFEITO DE CULTIVARES,
SISTEMA DE CULTIVO ANTECESSOR
E DOSES DE NITROGÊNIO**

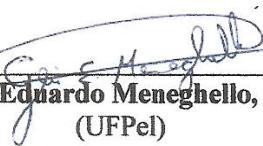
elaborada por
Jordana Schiavo

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

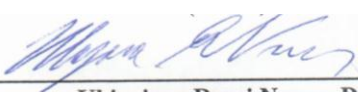
COMISSÃO EXAMINADORA:



Marlove Fátima Brião Muniz, Dr.^a
(Presidente/ Orientadora)



Gêri Eduardo Meneghello, Dr.
(UFPel)



Ubirajara Russi Nunes, Dr.
(UFSM)

Santa Maria, 22 de julho de 2015.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Josemar e Rosângela, aos meus irmãos Morgana e Julio, por todo o amor, apoio e incentivo em todos os dias de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela minha vida, pela saúde, pela sabedoria e por todas as conquistas.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do mestrado.

A professora Dr^a Marlove Fátima Brião Muniz, pela oportunidade, pela paciência e incentivo, orientação e ajuda prestadas durante o desenvolvimento dessa pesquisa, minha gratidão e amizade.

Aos professores Dr. Ubirajara Russi Nunes e José Antonio Gonzalez da Silva, pela co-orientação e disponibilidades sempre que solicitados. E aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos e incentivo.

A banca examinadora, constituída pelos professores Ubirajara Russi Nunes e Géri Eduardo Meneghello.

A Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, em especial ao Departamentos de Estudos Agrários (DEAg) e ao Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pela estrutura disponibilizada para a execução do estudo.

Aos colegas do Departamento de Estudos Agrários da UNIJUÍ, do Laboratório de Sementes e do IRDeR, aos bolsistas de Iniciação Científica, pelo apoio, incentivo e auxílio durante a execução desde trabalho.

Aos meus pais pelo incentivo, compreensão nos momentos de ausência, minha eterna gratidão. A minha irmã Morgana, pelos conselhos, ajuda nos momentos em que mais precisei, ao meu irmão Julio, pelos momentos divididos.

Ao meu afilhado Renan, por toda a sua doçura de criança, por todo amor a mim dedicado, que muito me fortaleceu.

A Bia, a Ana e ao Luis por me acolherem, sempre com muita atenção e carinho, pelo chimarrão e as conversas. Também pelos lanches e jantas com a Ana, a Alessandra e a Jéssica.

Aos amigos, que mesmo não tão presentes, sempre me apoiaram nesta caminhada, Juliana Moraes de Oliveira, Catiane Cinelli, Micheli Olegario, Tatiele Mumbach e Aline Titzmann. E a todos os que estavam presentes dividindo comigo esse momento.

Ao professor José Antonio Gonzalez da Silva e Roberto Carbonera, que me acompanham desde a graduação, pela amizade e contribuição para que este trabalho se realizasse.

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, em especial ao Felipe pelo companheirismo e amizade.

Enfim, a todas aquelas pessoas que, mesmo não mencionadas torceram e participaram de alguma forma dessa trajetória. O meu muito obrigada a todos.

“O que distingue aquele que consegue daquele que não sai do lugar é o fazer”.

(Nuno Cobra)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE AVEIA BRANCA: EFEITO DE CULTIVARES, SISTEMA DE CULTIVO ANTECESSOR E DOSES DE NITROGÊNIO

AUTORA: JORDANA SCHIAVO
ORIENTADORA: MARLOVE FÁTIMA BRIÃO MUNIZ
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 22 de julho de 2015.

A aveia branca é um cereal de inverno de importância mundial e no Brasil destaca-se na região sul como cultura alternativa de inverno. O cultivo da aveia tem diversos fins, seja na rotação de culturas, cobertura de solo, alimentação humana e animal. A adubação nitrogenada é fundamental na cultura da aveia branca, visto que tem efeitos diretos nos componentes de rendimento, atuando na emissão e manutenção de filhos férteis. Com o objetivo de avaliar a produtividade de sementes na safra agrícola, a qualidade fisiológica de sementes e a qualidade de plântulas de aveia branca após oito meses de armazenamento, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em distintos sistemas de cultivo, foi desenvolvido este estudo, conduzido em duas fases, uma de campo e outra de laboratório. O experimento de campo foi desenvolvido em dois sistemas de cultivo. Dessa forma, foi constituído um sistema com cobertura de solo com resíduo vegetal de elevada relação C/N (milho/aveia) e outro de reduzida relação C/N (soja/aveia). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, cultivares e ano, respectivamente. Os níveis foram assim constituídos: i) doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas em 30 dias após a emergência; ii) cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul) e iii) ano agrícola (2011 e 2012). Os caracteres avaliados foram produtividade de sementes, massa de mil grãos, germinação, vigor e massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e massa seca total de plântulas. Foi observado que no sistema soja/aveia, os efeitos principais (dose de nitrogênio e genótipo) promoveram alterações nos caracteres. Os resultados evidenciam que sementes de aveia branca quando armazenadas sem controle de temperatura e umidade, podem ser empregada como semente na lavoura do ano posterior, desde que, o manejo do nitrogênio e outras práticas agronômicas

sejam adequadamente realizadas. As plântulas oriundas de sementes armazenadas em condições não controladas mostram que no sistema soja/aveia há desenvolvimento de plântulas com maior matéria seca de raiz, matéria seca de parte aérea e matéria seca total. Além disso, este sistema obteve maior estabilidade nos caracteres de plântula quando comparado ao sistema milho/aveia.

Palavras chave: *Avena sativa*. Plantabilidade. Viabilidade. Sistema de cultivo.

ABSTRACT

Master Course Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

PRODUCTION AND QUALITY OF WHITE OATS SEEDS: EFFECT OF CULTIVARS, FARMING SYSTEM PREDECESSOR AND DOSES NITROGEN

AUTHOR: JORDANA SCHIAVO

ADVISER: MARLOVE FÁTIMA BRIÃO MUNIZ

Date and Place of Defense: Santa Maria, 22 July 2015.

The oat is a worldwide importance of winter cereal and Brazil stands out in the southern region as an alternative culture of winter. The cultivation of oats has several purposes, whether in crop rotation, soil cover, food and feed. Nitrogen fertilization is essential in the oat crop, since it has direct effects on yield components, working in the issuance and maintenance of fertile tillers. In order to evaluate the seeds of productivity in the agricultural harvest, the physiological seed quality and quality of oat seedlings after eight months of storage, depending on the application of nitrogen in coverage, in different farming systems, was We developed this study, conducted in two stages, the field and another laboratory. The field experiment was conducted in two cropping systems. Thus it was formed a ground cover plant residue with system with high C / N ratio (maize / oat) and other low C / N ratio (soybean / oat). The experimental design was a randomized block with four replications, following a factorial 4 x 2 x 2 for the factors nitrogen, cultivars and year, respectively. The levels were formed as follows: i) nitrogen rates (0, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹) applied 30 days after emergence; ii) oat cultivars (Barbarasul and Brisasul) and iii) agricultural year (2011 and 2012). The evaluated traits were seed yield, thousand grain weight, germination, vigor and root dry weight, dry weight of shoot and total dry mass of seedlings. It was observed that the system soy / oats, the main effects (nitrogen dose and genotype) promoted changes in characters. The results show that oat seeds when stored without temperature and humidity control can be used as a seed crop in the following year, provided that the management of nitrogen and other agronomic practices are properly carried out. Seedlings grown from seeds stored under controlled conditions do not show that the system soy / oats for development of seedlings with larger root dry matter, dry matter of shoot and total dry matter. Furthermore,

this system had a higher stability in character when compared to the corn seedling system /
oats.

Keywords: *Avena sativa*. Plantability; Viability; Cropping system.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 – Parâmetros agroclimáticos do ano agrícola de 2011 e de 2012 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural, UFSM, 2015..... 50

ARTIGO 2

- Figura 1 – Parâmetros agroclimáticos do ano agrícola de 2011 e de 2012 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural. UFSM, 2015..... 74

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1	– Resumo da análise de variância da produtividade de semente (PS) e massa de mil grãos (MMG) na colheita e germinação (GER) e envelhecimento acelerado (EA) no armazenamento da colheita à próxima semeadura em sistemas de cultura. UFSM, 2015.....	53
Tabela 2	– Médias de produtividade de sementes (PS) e massa de mil grãos (MMG) na colheita e germinação (GER) e envelhecimento acelerado (EA) no armazenamento da colheita à próxima semeadura em sistemas de cultura. UFSM, 2015.....	57
Tabela 3	– Regressão das doses de nitrogênio, da produtividade de semente e massa de mil grãos na colheita e germinação e vigor no armazenamento de sementes da colheita à próxima semeadura no sistema soja/aveia. UFSM, 2015.....	59
Tabela 4	– Regressão das doses de nitrogênio, da produtividade de semente e massa de mil sementes na colheita e germinação e vigor no armazenamento de sementes da colheita à próxima semeadura no sistema milho/aveia. UFSM, 2015.....	62

ARTIGO 2

Tabela 1	– Resumo da análise de variância dos efeitos de ano, dose de nitrogênio e cultivar sobre a qualidade da matéria seca de raiz (MSR), de parte aérea (MSPA) e total (MST) de plântulas de aveia após armazenamento nos sistemas de cultivo. UFSM, 2015.....	78
Tabela 2	– Regressão e teste de médias das doses de nitrogênio nos anos de cultivo para a matéria seca de parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de plântula no sistema soja/aveia. UFSM, 2015.....	79
Tabela 3	– Regressão e teste de médias das doses de nitrogênio nos anos de cultivo para a matéria seca de raiz (MSR), de parte aérea (MSPA) e total (MST) de plântulas no sistema de cultivo milho/aveia. UFSM, 2015.....	82

LISTA DE ANEXO

Anexo A	–	Propriedades do solo e agroclimáticas.....	93
---------	---	--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
O que é a qualidade de sementes?	19
A qualidade de sementes na aveia e outros cereais	22
O nitrogênio sobre a qualidade de sementes na aveia e outros cereais	23
A colheita e o armazenamento sobre a qualidade de sementes	27
Qualidade de sementes e os reflexos sobre a plantabilidade	30
Referências bibliográficas.....	34
ARTIGO 1 – O APROVEITAMENTO DE NITROGÊNIO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES ARMazenADAS DE AVEIA	45
Introdução	47
Material e métodos	49
Resultados e discussão.....	52
Conclusão	63
Referências bibliográficas.....	64
ARTIGO 2 – O NITROGÊNIO E A QUALIDADE DE PLÂNTULA EM CONDIÇÕES NÃO CONTROLADAS NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE AVEIA	70
Introdução	71
Material e métodos	73
Resultados e discussão.....	77
Conclusão	84
Referências bibliográficas.....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXO	92

INTRODUÇÃO GERAL

A aveia branca é um cereal produzido mundialmente, destacando-se em termos de produção e área cultivada. O Brasil é um dos principais produtores de aveia branca da América do Sul a Região Sul responde pela maior produção nacional, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2014). Isto pode ser justificado pela necessidade de diversificação de culturas nas propriedades, disponibilidade de cultivares com rendimentos elevados, ao aumento do consumo humano, ao consumo animal, com o desenvolvimento de bacias leiteiras e para a terminação de bovinos em pastagens cultivadas (FLOSS et al., 2007). Além disto, é uma importante cultura para a rotação cultural e usada também na cobertura de solo para sucessão das culturas de verão, contribuindo ainda, no controle de patógenos e nas características químicas, físicas e biológicas do solo (MORI, 2012; SPONCHIADO, 2012, COMISSÃO..., 2014).

O cereal é fonte alimentar para animais via grãos, silagem e feno e na composição de rações. Na alimentação humana, pesquisas demonstram que as propriedades nutricionais da aveia destacam-se entre os demais cereais, pois mostram maior teor e qualidade no conteúdo proteico, lipídico e de fibras solúveis de seus grãos (SIMIONI et al., 2007; DAL MOLIN, 2011). Os componentes mais importantes da fibra alimentar são as beta-glucanas, localizadas nas paredes celulares dos grãos, com maior concentração na subcamada de aleurona, na camada de aleurona e no endosperma amiláceo adjacente ao embrião (CRESTANI, 2010; GUTKOSKI et al., 2007).

A aveia é considerada um alimento funcional, passando a ser assim denominada a partir do final da década de 90, quando o Food and Drug Administration (FDA), autorizou a rotulagem desta informação em produtos com aveia e farelo de aveia (DAL MOLIN, 2011). O consumo de alimentos que contém aveia na sua constituição cresceu a partir da denominação de alimento funcional, tanto em nível mundial como nacional. Esse aumento de consumo ocasionou aumento de área semeada no Brasil. Apesar disso, a maior parte da aveia produzida é destinada para a alimentação animal (COMISSÃO ..., 2006).

A qualidade do produto colhido é, em parte, resultado das técnicas de manejo adotadas. A adubação é fundamental para o desenvolvimento das plantas, e no caso da aveia, que é uma gramínea, necessita do aporte de nitrogênio, pois não realiza a fixação biológica de N. Nas plantas, o nitrogênio participa na formação de ácidos nucleicos (DNA e RNA), de enzimas, aminoácidos, proteínas, molécula de clorofila. Atua ainda, de forma efetiva no

processo de fotossíntese, principalmente na formação da enzima rubisco, que atua nos fotossistemas da planta (TAIZ & ZEIGER, 2009; BONO et al., 2008). Nesse sentido, é importante que a dose de nitrogênio aplicada seja suficiente para garantir a produtividade estimada e que não seja excessiva a ponto de onerar o produtor e afetar a qualidade do meio ambiente (WHALEN, 2014). No solo o nitrogênio está ligado a matéria orgânica (BISSANI et al., 2008), são vários os processos que influenciam na dinâmica do nitrogênio no solo, como a volatilização, lixiviação, nitrificação, desnitrificação e imobilização, que vão particularizar o manejo desse nutriente, nos diferentes sistemas de produção (MELERO et al., 2013).

O tipo de resíduo que fica sobre o solo após a colheita influencia diretamente nos processos de imobilização/mineralização, pois existem diferenças na relação C/N entre as culturas agrícolas. Desta maneira, na palhada de gramíneas, como é o caso do milho, há maior imobilização do nitrogênio na solução do solo, pois este tipo de material não oferece quantidade adequada de nitrogênio para os micro-organismos decompositores, o que promove uma liberação lenta do nitrogênio para as plantas. Do contrário, no uso de leguminosas, por exemplo, a soja, a decomposição e liberação de nitrogênio é mais rápida, proporcionando maior disponibilidade do nutriente no solo, contudo, por decompor-se rapidamente, oferece menor proteção ao solo no sistema de plantio direto (TEIXEIRA, et al., 2011; SANTOS et al., 2013).

A qualidade fisiológica de sementes pode ser alterada em função do ambiente de cultivo e da condição nutricional das plantas (TOLEDO et al., 2009). Desta forma, estudos na análise da qualidade de sementes são ferramentas que possibilitam investigar melhor a espécie de aveia branca, tendo em vista a demanda por sementes de alta qualidade para a implantação das lavouras. Isto reforça ainda a necessidade por testes rápidos que possam identificar com rapidez e eficiência as diferenças entre lotes de sementes, possibilitando prever o comportamento no período de armazenamento e no estabelecimento da cultura (CANTOS et al., 2011).

A taxa de utilização de semente legal ainda é baixa, na safra de 2012/2013 foi de 44% no estado do Rio Grande do Sul (ABRASEM, 2014). Isso demonstra que muitos produtores podem estar produzindo as suas sementes, o que está de acordo com a Lei de proteção de Cultivares (Lei nº 9.456, de 25 de Abril de 1997), porém, em muitos casos pode-se estar colhendo sementes de lavouras que não foram destinadas para esse fim, o que pode proporcionar baixa qualidade no lote que será usado para a semeadura do próximo ano. Neste sentido, faz-se necessário aprofundar estudos na perspectiva de elucidar situações desse tipo, determinando qual é o potencial de uso desta estratégia nos distintos sistemas de cultivo e

aproveitamento de nitrogênio. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade de sementes na safra agrícola, a qualidade fisiológica de sementes e a qualidade de plântulas de aveia branca após oito meses de armazenamento, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em distintos sistemas de cultivo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O que é a qualidade de sementes?

O conceito de qualidade das sementes é múltiplo, compreendendo diversos componentes (SILVA, 2011), de ordem genética até sanitária da semente. Contudo, com o avançar do conhecimento sobre o tema, já é consenso entre vários pesquisadores que atributos isolados não são suficientes para determinar o nível de desempenho de um lote de sementes (MARCOS FILHO, 2005). O mesmo pesquisador acrescenta que a qualidade de sementes está atrelada a um conjunto de características de natureza genética, física, fisiológica e de sanidade, que determinam o seu potencial para a semeadura. Para Toledo et al. (2009), a qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente em desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Além disso, Popinigis (1985) define qualidade de semente como sendo o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, os quais influenciam a sua capacidade de originar plantas de alta capacidade produtiva. E acrescenta que a qualidade é fator resultante de características como: viabilidade, vigor, teor de água, infecção de patógenos e longevidade.

A formação da semente é iniciada na flor, com a fusão do gameta feminino e masculino, formando o embrião que é guardado em seu interior. Além do embrião, a semente é formada pelo tegumento, que oferece proteção e mantém a união das partes internas da semente e, pelo endosperma, tecido de reserva que irá alimentar o eixo embrionário até o desenvolvimento da plântula (MARCOS FILHO, 2005). Nesse sentido, a qualidade da semente depende de vários fatores intrínsecos e extrínsecos à semente, desde as características genéticas do cultivar, até os efeitos que o ambiente promove durante o seu desenvolvimento e os promovidos após a sua colheita.

A partir do entendimento comum a respeito da qualidade de sementes, tornasse muito relevante entender e relacionar os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que atuam sobre as sementes. Desta forma, tem-se que a qualidade genética se refere a pureza genética que a semente adquiriu no programa de melhoramento, ou seja, nas características genéticas e fenotípicas que identificam o material dos demais, logo, é a sua identidade. Tratando-se de qualidade, uma preocupação constante que se tem é com a manutenção da pureza genética, que deve ser conservada durante a multiplicação de sementes, para que não

se perca as características agregadas nas sementes nos cultivos subsequentes (PADILHA, 2003).

A qualidade física de sementes é relacionada principalmente a integridade das sementes, levando em consideração também o grau de contaminação das sementes com outras espécies e materiais (BRASIL, 2009). Para Peske et al. (2006), os principais aspectos ligados à qualidade física são a pureza, a umidade, os danos mecânicos, a massa de 1000 sementes, a aparência e o peso volumétrico. Nesse sentido, o beneficiamento é uma etapa muito importante da produção de sementes para a obtenção de lotes de alta qualidade, Marcos Filho (2005) ressalta que a remoção de materiais indesejáveis e a classificação das sementes do lote por tamanho e forma, contribui para retardar o envelhecimento da semente.

O componente fisiológico da qualidade de sementes é o que mais desperta interesse da pesquisa, apesar de apresentar importância equivalente aos demais. A justificativa para isto, reside no fato de que a produção de sementes em condições de ambiente favorável e de manejo adequado após a maturidade, constitui-se no alicerce para o estabelecimento no campo e conseqüentemente de produção elevada (MARCOS FILHO, 2005). A germinação e o vigor são as propriedades estudadas na qualidade fisiológica, e mostram relevância nos critérios para a comercialização de sementes.

O teste de germinação informa o valor das sementes para a semeadura e a comparação entre lotes. O teste é conduzido segundo as instruções das Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e por organizações internacionais como a Internacional Seed Testing Association (ISTA) e a Association of Official Seed Analysts (AOSA). O teste considera semente germinada aquela que é capaz de produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. Além disso, é considerado eficiente, pois fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente e apresenta alto grau de padronizações, permitindo repetição dos resultados se seguidas as regras (MARCOS FILHO, 2005).

O vigor das sementes identifica as manifestações do comportamento da semente no campo ou durante o armazenamento. O conceito de vigor surgiu da necessidade de correlacionar a germinação obtida em condições ideais de laboratório, daquela obtida em condições menos favoráveis, a emergência em campo. Neste sentido, o teste de vigor ajuda detectar diferenças no potencial fisiológico de lote de sementes com germinação semelhante. Ele expressa um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme das plântulas, e por essa razão é que se desenvolveram diversos tipos de

testes para avaliar o vigor das sementes, podendo-se mencionar testes físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência a estresse (MARCOS FILHO, 2005).

Os testes físicos avaliam a morfologia da semente, pode-se mencionar teste de raios X, tamanho, densidade e coloração das sementes. Nos testes fisiológicos, incluem-se classificação do vigor das plântulas, primeira contagem de germinação, velocidade de germinação, entre outros. Para testes bioquímicos pode-se citar o de tetrazólio, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. Enquanto que nos testes de resistência ao estresse avalia-se o envelhecimento acelerado, a deterioração controlada, teste de frio, entre outros (MARCOS FILHO, 2005).

A qualidade sanitária das sementes é a consequência da ação integrada de uma série de fatores que ocorrem durante todo o processo de produção (CARNEIRO, 2012), haja vista que os patógenos usam as sementes como via de transporte e abrigo para a sobrevivência, o que proporciona a continuidade do ciclo de vida, originando focos primários de infecção de doenças (CASA et al., 2005; GOULART, 1997; BARROCAS E MACHADO, 2010). A transmissão de patógenos via sementes assume importância maior quanto mais exclusiva é, ou seja, quanto mais depende da semente para ser transmitida (LUIZ, 1999).

Os aspectos sanitários ligados a qualidade sanitária de sementes devem estabelecer estratégias de monitoramento no campo, visto que alguns patógenos causam danos que proporcionam redução no rendimento, porém não afetam a qualidade de semente. Por outro lado, outros caracterizam-se pelos danos que comprometem a viabilidade das sementes, além de afetar o rendimento da cultura (CARNEIRO, 2012). Os prejuízos causados por microrganismos patogênicos vão desde o aparecimento de doenças e manchas, deterioração bioquímica e perda de qualidade nutricional das sementes, perda de germinação e produção de toxinas (CBPA, 2014).

O teste de sanidade é utilizado para definir o perfil de qualidade de um lote, paralelamente aos outros testes que indicam a condição de germinação, vigor, pureza física e identidade genética (BRASIL, 2009a). Para a detecção de fungos em sementes os métodos utilizados variam desde análise visual da amostra e da fração impura, bem como exame microscópico da suspensão proveniente da lavagem de sementes, exame de embriões, método do rolo de papel, incubação em meios de cultura padronizados ou meios semi-seletivos e incubação em substrato de papel de filtro (*blotter test*) (BRASIL, 2009b; BARROCAS E MACHADO, 2010).

A qualidade de sementes na aveia e outros cereais

O uso de sementes de alta qualidade é importante no estabelecimento das plântulas na lavoura, com maior possibilidade de formação de estande uniforme e de obtenção de elevadas produtividades. Nesse sentido a produção e comercialização desse tipo de sementes é fundamental, sendo relevante os estudos que possibilitam entender melhor a espécie de aveia branca, tendo em vista a demanda por sementes de alta qualidade para a implantação das lavouras (ALVES e KIST, 2011). A semente de aveia branca produzida e comercializada deve estar dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As normas e padrões estabelecidos para a cultura da aveia branca constam no Anexo IV da IN n. 45, de 17 de setembro de 2013 (COMISSÃO, 2014).

A qualidade da semente de aveia branca pode ser afetada pelo estado nutricional da planta durante o seu ciclo, o nitrogênio representa um dos nutrientes mais importantes para o rendimento e qualidade das sementes, atuando principalmente na síntese de proteínas. Em estudo, Kolchinski e Schuch (2003), testando doses de nitrogênio (0, 24, 48 e 73 kg ha⁻¹) observaram que cultivares mais modernas apresentaram maior potencial de resposta ao acréscimo nas doses de N para produção de matéria seca (MS) e acúmulo de N no florescimento, remobilização do N e eficiência da fertilização nitrogenada, sendo observados acréscimos na produção de MS e produtividade de sementes com dose de até 73 kg ha⁻¹.

Ao considerar essas mesmas espécies e doses de nitrogênio sobre os atributos qualitativos dos grãos e das sementes de aveia branca, foi observado que o aumento das doses de N proporcionou redução linear da massa do hectolitro. Por outro lado, a concentração de proteína nas cariopses teve resposta positiva ao aumento do N, enquanto, na qualidade de sementes, a germinação e o vigor não sofreram alteração com as doses utilizadas (KOLCHINSKI e SCHUCH, 2004).

Os estudos referentes ao vigor são importantes para diferenciar lotes de sementes com germinação idêntica. Assim, estudos que melhorem a eficiência dos testes são muito importantes para agilizar a tomada de decisão na classificação de lotes. Com esse intuito, Sponchiado et al. (2014), tentaram elucidar a eficiência e o tempo de embebição para o teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor das sementes de aveia branca. O teste de condutividade elétrica foi conduzido à temperatura de 20°C, por períodos de 2, 4, 8, 12, 16, 24, 36 e 48 horas de imersão, o resultado foi promissor, e mostrou que o teste foi eficiente para estratificar os lotes de sementes e o período de embebição de duas a quatro horas.

A classificação dos lotes de sementes possibilita o seu direcionamento de acordo com a sua qualidade. Na cultura do trigo a massa do hectolitro (MH) é usado como parâmetro de qualidade, indicando o seu potencial para extração de farinha. Em sementes essa característica não é utilizada como parâmetro de qualidade. Porém, na tentativa de verificar a hipótese de uso da massa do hectolitro como teste rápido, Battisti et al. (2011) utilizaram lotes de semente de trigo com MH variando de 69,0 a 79,5 kg hl⁻¹, concluíram que a MH pode ser utilizado como teste rápido para informar a qualidade inicial da semente de trigo, pois houve correlação com os testes de condutividade elétrica, lixiviação de potássio, comprimento da parte aérea e raiz de plântula e plântula normais e anormais, contudo, afirmaram que deve ser utilizado os demais testes consagrados para detalhar as características de cada lote.

O nitrogênio sobre a qualidade de sementes na aveia e outros cereais

A adequação de práticas de manejo, para que se possa otimizar a eficiência de uso dos insumos aplicados, especialmente os fertilizantes, pode contribuir para aumentar o rendimento e qualidade das sementes colhidas, além de reduzir custos de produção. Entre as práticas, a adubação nitrogenada é essencial para o desenvolvimento de cereais, visto que não realizam fixação biológica de nitrogênio e o solo não fornece quantidade suficiente para o desenvolvimento destas plantas. Além disso, o N é o fertilizante que mais onera o custo de produção no cultivo de cereais, tornando-se fundamental a utilização de cultivares responsivos, manejo que otimize a eficiência na aplicação e aproveitamento pela planta, propiciando maior acúmulo de N nos grãos, para maximizar a produtividade e qualidade das sementes (SCHUCH et al., 2000b; SILVA et al., 2001).

O melhor entendimento dos processos fisiológicos tais como de absorção, assimilação e retranslocação do N na planta podem esclarecer como funcionam os mecanismos nesta, o que pode contribuir no uso eficiente desse insumo (CARVALHO et al., 2012). O uso mais eficiente do nitrogênio pela cultura da aveia branca tem sido permitido pelo uso de cultivares melhoradas pelos programas de melhoramento genético de aveia do Sul do Brasil, os quais desenvolvem genótipos que se adaptam as diferentes condições ambientais, com menor estatura, colmos resistentes ao acamamento e melhor tolerância a doenças (KOLCHINSKI & SCHUCH, 2003).

Na planta, o nitrogênio destaca-se pela participação na constituição de proteínas, funções metabólicas, na constituição de ácidos nucleicos, clorofila, inúmeras enzimas, coenzimas, controlando o desenvolvimento das plantas (MALAVOLTA et al., 1997;

PRANDO *et al.*, 2012). É atribuído ao nitrogênio a capacidade de incrementar a produtividade (MEIRA *et al.*, 2009; MINGOTTE *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2014) e aumentar a produção de matéria seca (KOLCHINSKI & SCHUCH, 2003; GAVA *et al.*, 2010; SILVEIRA *et al.*, 2012).

O manejo da adubação nitrogenada exige atenção, uma vez que apresenta inúmeras reações no solo e ao seu complexo ciclo (REICHARDT *et al.*, 2008). O nitrogênio (N) é absorvido pelas plantas na forma de nitrato (NO_3^-) e/ou amônio (NH_4^+), sendo que as transformações e perdas desse nutriente no solo são realizadas por processos de mineralização e imobilização, nitrificação e desnitrificação, lixiviação e volatilização (BONO *et al.*, 2008). A dinâmica do nitrogênio está associada à dinâmica do carbono, já que ambos compõem a matéria orgânica do solo (BAYER *et al.*, 2000). Desta forma, o tipo de resíduo vegetal em decomposição é relevante, pois dependendo da sua relação carbono/nitrogênio (C/N), a velocidade da degradação é alterada (BISSANI *et al.*, 2008; AITA *et al.*, 2007; ACOSTA, *et al.*, 2014). Além da natureza do material, a temperatura e a umidade do solo, textura e mineralogia, controla a taxa de decomposição (LEITE *et al.*, 2003).

Considerando a importância dos resíduos vegetais no sistema, a manutenção de cobertura vegetal, associada ao menor revolvimento do solo, são medidas que podem reduzir os impactos ambientais, proporcionando maior economia e eficiência na adubação, pois através da decomposição gradativa da palhada os nutrientes podem ser fornecidos as plantas no decorrer do tempo (SILVA *et al.*, 2014). Nesse sentido, o sistema de plantio direto tem se mostrado técnica economicamente viável, substituindo o sistema convencional, na maioria das regiões agrícolas do país. A proteção do solo, o controle de invasoras, a melhoria das características químicas, físicas e biológicas, e a redução de custos de produção são alguns benefícios promovidos por esse sistema (SILVA *et al.*, 2001; NUNES *et al.*, 2006; REICHARDT *et al.*, 2008).

O período em que os resíduos vegetais permaneceram no solo é variável, sendo afetado por diversos fatores, dentre eles o regime hídrico, o contato solo/resíduo, a adição de N inorgânico ao solo, a temperatura do solo, a relação C/N, o teor de lignina e polifenóis e a concentração de N no tecido vegetal. Contudo, a relação C/N dos resíduos é preponderante na decomposição e na relação entre a mineralização/imobilização do nutriente no solo (JANSSEN, 1996; AITA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2014). A palhada de leguminosa se decompõe mais rápido que a de gramíneas, pois a sua relação C/N é mais baixa, o que deixa o solo descoberto mais cedo se comparado as gramíneas. De acordo com Aita (1997), materiais com relação C/N em torno de 25 causam equilíbrio entre esses processos de imobilização e

mineralização, enquanto que para os valores superiores ocorre imobilização líquida e no inferior, mineralização líquida de N.

Para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a época recomendada para a aplicação de adubação nitrogenada em cobertura é o início do afilhamento, estágio em que a planta se encontra com a quarta folha visível. O tipo do precedente cultural, o teor de matéria orgânica no solo e a expectativa de rendimento são usados como critérios para calcular a quantidade de nitrogênio necessária para as plantas. Na semeadura é indicado aplicar entre 10 e 20 kg ha⁻¹ em cobertura (COMISSÃO..., 2014). A principal fonte nitrogenada comercial utilizada é a ureia, devido à alta concentração de nitrogênio na sua constituição e o menor custo para produção da mesma, quando comparada a outras fontes (BONO et al, 2008; YANO et al., 2005).

A quantidade de N absorvida pela planta durante seu ciclo afeta o teor de proteínas dos grãos, pois na fase de enchimento de grãos, a síntese de proteínas e de amido compete por fotossintetizados. Assim, quando a necessidade pelo elemento estiver satisfeita, o N é usado para a formação de proteínas, caso contrário, os fotoassimilados que seriam convertidos em proteínas, são transformados em carboidratos (KOLCHINSKI e SCHUCH, 2004; TOLEDO et al., 2007). Na semente, o nitrogênio é acumulado na forma de proteínas específicas de armazenamento (BONO et al., 2008), que no caso da aveia branca a maior parte é constituída de avenalina (TORRES et al., 2009).

A aveia é um cereal que apresenta elevado teor proteico, caracterizando quimicamente cariopses de aveia branca, Simioni et al. (2007), encontraram concentrações de proteínas que vão de 14,41 a 14,88%, estando em conformidade com Beber et al. (2002), que afirmam que o grão descascado pode apresentar até 16% de proteína. A aplicação de N na emissão da panícula de aveia elevou o teor de proteína bruta na cariopse quando avaliado os efeitos de adubação nitrogenada sobre a qualidade fisiológica e desempenho industrial (KOLCHINSKI e SCHUCH, 2003).

A redução da quantidade de proteínas na semente pode ocasionar a deterioração das sementes mais rapidamente, podendo ser observada pelo aumento da condutividade elétrica, teste bioquímico de vigor que mede a quantidade de solutos citoplasmáticos liberados para o meio líquido, intimamente relacionado com a integridade das membranas (IMOLESI et al., 2001; MARCOS FILHO, 2005). Indiretamente o nitrogênio é muito importante para o rendimento de grãos, pois o elemento se distribui no dossel da cultura, tanto na parte vegetativa quanto reprodutiva, contribuindo para o desenvolvimento das estruturas da planta e potencializando sua capacidade de crescimento, interceptação e captação de radiação e

consequentemente, contribui para a formação de fotoassimilados e no enchimento de grãos, aumentando o rendimento da cultura (SLAFER, 2004).

A utilização de nitrogênio pode ser um fator positivo no incremento da produtividade das culturas, porém se usada em altas quantidades e dependendo das condições climáticas, pode resultar na ocorrência de acamamento e modificações no ciclo da cultura, o que pode comprometer o rendimento de grãos (ZAGONEL et al., 2002). Além disso, as infecções fúngicas são favorecidas pelo N, pois este favorece a concentração de aminoácidos e aminas no apoplasto e em células do mesófilo foliar, influenciando na germinação e desenvolvimento dos conídios (ABRANTES et al., 2010).

Na aplicação de nitrogênio em gramíneas de verão e inverno a ureia é a fonte mais comum. Dessa forma, pesquisas têm sido desenvolvidas com diferentes formas de ureia, para elucidar o aproveitamento do N pelas plantas e a dinâmica de perdas no solo. Na cultura do trigo, utilizando quatro doses de N em cobertura e três formas de ureia (ureia convencional 45% de N, ureia com inibidor de urease-Super N[®] 45% de N e ureia protegida-Kim Coat[®] 41% de N) foi observado que as formas de ureia e as doses de N aplicadas em cobertura não alteraram a qualidade fisiológica das sementes de trigo dos genótipos testados (PRANDO et al., 2012).

Na cultura do milho, utilizando duas fontes de nitrogênio (ureia e ureia de liberação lenta), Bono et al. (2008), encontraram resultados positivos na percentagem de germinação independente da fonte utilizada. Para a fonte de N de liberação lenta o modo de aplicação não influenciou a porcentagem de germinação, entretanto que para a fonte ureia observa-se uma redução da porcentagem de germinação à medida que aumentamos a quantidade de N aplicado na semeadura, o que pode ser explicado pelo fato da ureia de liberação lenta ter proteção nos seus grânulos, o que diminui as perdas por volatilização e nutrir adequadamente ao longo do ciclo da cultura.

A qualidade das sementes pode ser afetada por diversos fatores, dentre eles pelo estado nutricional da planta. Em estudo sobre a qualidade fisiológica de sementes, Toledo et al. (2007) verificaram que a cultura de sorgo-de-guiné gigante foi afetada pela aplicação de nitrogênio em cobertura. Ainda foi observado crescimento linear do teor de proteína das sementes com o acréscimo da dose de nitrogênio, porém, não houve correlação do nível de proteína com a germinação e o vigor.

Na cultura do painço, a aplicação de nitrogênio (N) em cobertura proporcionou produção de sementes com maior índice de velocidade e emergência (IVE) e maior porcentagem de emergência em campo (ABRANTES et al., 2010). Comportamento similar foi

encontrado na cultura de milho, que comparou dois momentos de corte, quatro doses de N e irrigação. Foi observado que o corte com menor remoção de massa e com aporte de N, proporcionou plântulas mais vigorosas e a irrigação plântulas com maior capacidade de emergência, refletindo positivamente na qualidade fisiológica da semente (JORNADA et al., 2008).

Na cultura de milho doce, Zucareli et al. (2012), testando doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg N ha⁻¹) e épocas de aplicação, estágio vegetativo, em V3 e V6 e no estágio reprodutivo em R1, constataram que os tratamentos não afetaram a germinação e a massa de sementes. O vigor foi favorecido com a aplicação no estágio vegetativo, e a aplicação nesse momento proporcionou menor comprimento da parte aérea, raiz e total das plântulas.

A colheita e o armazenamento sobre a qualidade de sementes

A colheita é uma etapa importante no processo de produção de sementes, devendo ser realizada o mais rápido possível, a partir do momento em que as mesmas atinjam altos níveis de qualidade, pois o seu retardamento expõe a semente a ambiente menos favorável, o que contribui para o decréscimo do potencial fisiológico, acelerando a deterioração das sementes ainda presas à planta-mãe. O processo de deterioração é caracterizado por alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas que culmina com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Como forma de orientar a época ideal de colheita, estudos sobre a maturação de sementes são importantes, pois auxiliam no planejamento dessa operação, no processamento, secagem, armazenamento e no controle da qualidade (LOPES et al., 2014). Para Marcos Filho (2005), a maturação é considerada um processo constituído de alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, iniciando com a fertilização e permanece até o momento em que a semente se desliga da planta, na maturidade fisiológica. O mesmo acrescenta que neste ponto a semente apresenta as melhores condições para germinar, maior vigor e capacidade de gerar uma plântula morfológicamente normal.

Dentre as alterações ocorridas desde a fertilização até a maturação, estão o teor de umidade da semente, o aumento do seu tamanho, o acúmulo de massa de matéria seca, a capacidade de germinar e o seu vigor (MARCOS FILHO, 2005). Destas mudanças, o peso de matéria seca é o mais seguro indicador do estágio de maturação da semente, conforme Carvalho e Nakagawa (2000).

A colheita da aveia deve ser realizada o mais próximo possível da maturidade fisiológica, quando os grãos apresentam condições de debulha e as plantas ainda se encontram em pé (COMISSÃO..., 2014). Dessa forma, tanto o retardamento quanto a sua antecipação gera algum efeito sobre as sementes, haja visto que o armazenamento das sementes se inicia no momento em que a maturidade fisiológica é atingida no campo.

O retardamento da colheita favorece a exposição a fatores adversos causando perdas qualitativas e quantitativas no rendimento, com a debulha dos grãos, acamamento e quebra do colmo. Somado a isso, o maior tempo no campo, a semente fica exposta a ação de agentes patogênicos que causam a deterioração das sementes, conseqüentemente há redução do peso do hectolitro e o escurecimento da semente, perdendo qualidade industrial (MARINI et al., 2007; COMISSÃO..., 2014). Isso corrobora com o trabalho de Pádua e Vieira (2001), em que a colheita realizada em diferentes épocas mostrou que a quando foi realizada tardiamente, houve redução nas propriedades fisiológicas da germinação e o vigor, se comparadas àquelas colhidas mais precocemente.

Em momentos em que a colheita é antecipada, há manutenção da qualidade da semente, porém exige-se que seja realizada a secagem para que esta seja mantida durante o armazenamento (MARINI et al., 2007; COMISSÃO..., 2014). A temperatura da massa na secagem artificial para sementes deve ser inferior a 40°C, pois para sementes valores mais elevados podem afetar a germinação, o vigor e o tempo de armazenamento. Somado a isso, o teor de água dos grãos deve ser inferior a 13% para proporcionar um armazenamento seguro (COMISSÃO..., 2014). Nesse contexto, é visto que o sistema de pós-colheita exerce efeito sobre o desempenho final das sementes, pois as etapas que o constituem, como a secagem, beneficiamento e o armazenamento, que vão compor o histórico do lote, são fases importantes para garantir a manutenção da qualidade da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Os principais fatores que agem sobre a qualidade da aveia, de acordo com Marini et al. (2007b) são a secagem adequada, a umidade de armazenamento, o tempo e as condições de armazenamento, incluindo também o metabolismo do próprio grão e a ação de microrganismos associados. Nesse contexto, é importante que a armazenagem seja um processo bem conduzido, a fim de evitar perdas e preservar a qualidade dos produtos agropecuários, exigindo a manutenção de um teor de água na semente, específico para cada cultura, para evitar a proliferação de fungos e insetos (FERRARI FILHO, 2011). Portanto, de acordo com Azevedo et al. (2003), o armazenamento é uma prática auxiliar na manutenção da qualidade fisiológica, que busca a preservação da viabilidade e do vigor da semente até a semeadura.

Para minimizar o efeito da deterioração de sementes, o controle da temperatura e umidade relativa do ar do ambiente são fundamentais (MASSETO et al., 2013). Dessa forma, com baixo teor de água e temperatura da semente, o ataque de microrganismos e a respiração terão os efeitos minimizados (BERBERT et al., 2008), pois o incremento na taxa respiratória é proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. A secagem artificial remove rapidamente o excesso de água do grão, minimizando alterações metabólicas e danos pela ação de fungos e insetos (OLIVEIRA et al., 2010). Com o teor de água superior a 14% (b.u.) a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais ocasionando sua deterioração, conforme Silva (2008). Marini et al. (2007a) verificaram que para grãos de aveia com teor de água superior a 16%, a temperatura máxima na massa de grãos não deve ultrapassar 45°C, para que se conserve as características dos grãos para a moagem. Na cultura da soja, Forti et al. (2010), observaram que houve maior redução do potencial fisiológico das sementes quando armazenadas em ambiente não controlado, quando comparado com a câmara seca (50% UR e 20°C) e câmara fria (90% UR e 10°C).

A secagem das sementes de aveia é uma etapa do pós-colheita que merece atenção, pois o emprego de altas temperaturas na secagem pode comprometer as características físicas e químicas destas, ocasionando escurecimento do óleo, desnaturação proteica e gelatinização do amido e ainda existe tendência à rancidez. Nesse sentido, Oliveira et al. (2010) testaram quatro temperaturas do ar (25, 50, 75 e 100°C) para secagem de sementes de aveia branca até a umidade de 13% e constaram que o aumento da temperatura do ar promoveu redução de peso volumétrico e peso de mil grãos. Assim como diminuição do potencial fisiológico da semente, germinação e vigor. Por outro lado, não houve variações significativas nos teores de lipídios e cinzas com o aumento da temperatura de secagem. Para os teores de carboidratos e fibra alimentar total, foi verificada elevação significativa, enquanto que, em proteínas, amido, fibra alimentar solúvel e teor de beta-glicanas, ocorreu redução com o aumento da temperatura de secagem.

A longevidade das sementes é influenciada por características inerentes de cada espécie. Porém, somado a isso, o tipo de embalagem em que as sementes são acondicionadas, assim como o ambiente de armazenamento influenciam o seu potencial fisiológico (OLIVEIRA et al., 2011; MASSETO et al., 2013). O tipo de embalagem utilizada no armazenamento contribui na manutenção da qualidade das sementes. Em embalagem permeável, o teor de água é alterado conforme a variação da umidade do ar, em embalagem semipermeável há trocas, porém menores e se a embalagem for impermeável, não há troca de ar com o ambiente externo a embalagem (BAUDET, 2003). Nesse contexto, Oliveira et al.

(2011) ao testarem três tipos de embalagens reutilizáveis e dois ambientes de armazenagem na cultura do milho, natural e câmara fria, concluíram que a melhor embalagem foi a garrafa PET independente do ambiente de armazenamento, pois apresenta um ambiente hermético, por outro lado, a câmara fria proporcionou melhores resultados na conservação do potencial fisiológico das sementes. Resultado semelhante foi encontrado por Masseto et al. (2013), constatando que na condição de câmara fria ($15 \pm 2^\circ\text{C}$ e 45% de UR) e com embalagem impermeável houve a manutenção da qualidade fisiológica da semente de crambe, com até 180 dias de armazenamento.

A umidade das sementes, a temperatura de secagem e o armazenamento são alvos de pesquisa na cultura da aveia, uma série de estudos (AHRENS et al., 2000; MARINI et al., 2007a; RUPOLLO, et al., 2006; SIMIONI, et al., 2007; OLIVEIRA, et al., 2010) têm demonstrado informações interessantes sobre esses aspectos na qualidade fisiológica das sementes. Ahrens et al. (2000), concluiu que a temperatura máxima da secagem estacionária, sem ventilação forçada de ar, para sementes de aveia-branca é de 55°C e que o vigor é afetado por temperaturas superiores a 55°C , embora a germinação não sofra prejuízos na secagem, mesmo com temperaturas de até 67°C .

Em estudo sobre a qualidade das sementes de aveia sob secagem intermitente em altas temperaturas, Marini et al. (2007a), concluíram que a secagem com temperatura do ar até 65°C , foi um método eficiente para a conservação dos parâmetros biológicos de grãos de aveia branca. Por outro lado, Simioni et al. (2007), encontrou resultados positivos com temperatura superior, mostrando que a temperatura de até $85+5^\circ\text{C}$ e umidade de armazenamento até 13% é um método eficaz na conservação de aveia branca. Contudo, Oliveira et al. (2010) verificou que o aumento de temperatura do ar de secagem intensificou a redução da qualidade biológica, expressa pelo poder germinativo e vigor, além de provocar reduções no peso de 1000 grãos e no peso volumétrico, e ainda, na secagem realizada com temperatura do ar superior a 75°C , ocorreu redução no teor de beta-glucanas.

Qualidade de sementes e os reflexos sobre a plantabilidade

A produção de sementes com alta qualidade depende do manejo e uso de técnicas agrônomicas, desde a semeadura até a colheita, na fase de campo, beneficiamento e armazenagem no pós-colheita. A semente é um dos principais meios de propagação de culturas agrícolas e na atualidade carrega consigo muita tecnologia vinda do melhoramento genético, o que a torna um insumo muito importante para estabelecimento das plantas no

campo, guardando consigo a potencialidade produtiva da planta (MARCOS FILHO, 2005; HAWERROTH et al., 2014).

A semente precisa de condições ideais para que possa germinar e a plântula possa se estabelecer. Nesse sentido, a semeadura tornasse uma etapa crítica do sistema de produção da aveia, atuando fortemente no estabelecimento das plantas na lavoura (KRZYZANOWSKI et al., 2008). Nesse sentido, partindo do princípio de que a semente utilizada apresenta alta qualidade, as técnicas utilizadas para semeadura tornam-se chave para o arranque das plântulas. Além disso, existem outros aspectos importantes a serem considerados como a época de semeadura de acordo com o zoneamento agroclimático da região, temperatura, umidade do solo, cultivar, população de plantas, o tipo de precedente cultural, época de adubação, preparo do solo e controle de plantas invasoras, entre outros.

Na região sul do Brasil, a semeadura da aveia branca pode ser realizada de maio a julho quando se destina para a produção de grãos, e de março a junho se for utilizada para pastagem. Para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, a recomendação é fazer a semeadura mais cedo, sendo o mês de abril o mais indicado (CASTRO et al., 2012). A CBPA ainda recomenda fazer a semeadura em mais de uma época, dentro do período recomendado, devido à instabilidade das condições climáticas. Somado à época ideal para a semeadura de acordo com a região agrícola, a temperatura e umidade do solo devem favorecer a germinação. Neste sentido, a temperatura ideal fica na faixa de 20 a 25°C, porém ocorre desde os 4 a 31°C, sendo esta a máxima tolerada (CASTRO et al., 2012; COMISSÃO..., 2014). Além disso, outra época crítica quanto ao suprimento de água é na fase de emborrachamento, floração e a primeira etapa de formação dos grãos, sendo requisitada ao mínimo na fase de maturação e colheita (CASTRO et al., 2012). Cabe ressaltar, que geralmente as mesmas condições que favorecem a germinação também são benéficas ao desenvolvimento dos patógenos, razão pela qual o desencadeamento da doença pode se iniciar durante o processo de germinação (LUIZ, 1999).

De acordo com a Comissão Brasileira de Pesquisa em Aveia (2014), para fazer escolha do cultivar a ser semeado, deve-se ter alguns critérios como o seu potencial de rendimento de grãos e as características agrônômicas relativas ao ciclo, reação a doenças, geadas e qualidade industrial. Nesse sentido, a CBPA faz a indicação das cultivares a partir da realização de ensaios padronizados e em diferentes locais. Além disso, a semente deve se apresentar dentro dos padrões estabelecidos pelo MAPA, apresentando pureza mínima de 98% independente da categoria e germinação mínima de 70% para semente básica e 80% para as demais categorias.

Após a escolha da cultivar, a quantidade de sementes para a semeadura deve ser estabelecida. A CBPA recomenda usar de 200 a 300 sementes viáveis m^{-2} , contudo em semeaduras tardias e regiões mais quentes o afilhamento é menor, assim é indicado usar maior quantidade de semente. Contudo, com as modificações da estrutura das plantas obtidas com os avanços do melhoramento genético é possível verificar resposta diferenciada entre os genótipos. Neste sentido, Silva et al. (2012), elucidaram a resposta de cultivares de aveia branca de ciclo precoce, porte baixo e com distinta resposta ao afilhamento, mostrando que o incremento na densidade de semeadura na ordem de 550 sementes m^{-2} , independente da cultivar e tipo de precedente cultural foi o mais ajustado para alcançar a maior produtividade.

O aumento da densidade de plantas para incrementar a produtividade, associado a cultivares responsivos a adubação nitrogenada pode contribuir para o acamamento das plantas, pois o N é responsável pelo aumento do crescimento dos entrenós das plantas. Nesse sentido, uma alternativa para reduzir os efeitos do acamamento de plantas é o uso de reguladores em crescimento. Em aveia branca, Hawerth et al. (2015), testaram doses de N (30 e 90 $kg\ ha^{-1}$), distintos locais e anos de cultivo, sendo revelado que doses de 100 a 150 de trinexapac-etil reduziram a altura das plantas e a percentagem de acamamento da cultivar de aveia testada, e o redutor não causou perda de produtividade.

Na implantação da lavoura, é fundamental que as sementes apresentem elevada qualidade fisiológica, visto que germinação e o vigor podem ter efeitos diretos e indiretos sobre o rendimento culturas. Indiretamente afetam a densidade e arranjo de plantas e a duração do ciclo, sendo efeitos relacionados a percentagem de plântulas que germinam e o tempo decorrido para a emergência das mesmas. O efeito direto é no acúmulo de matéria seca das plântulas, que em função da variação no nível de vigor, provoca diferenciação na acumulação (SCHUCH et al., 2000). Em trabalho com sementes de aveia, Cantarelli et al. (2004), verificaram que lotes de baixa qualidade fisiológica promoveram a ocorrência de falhas consecutivas ao longo da linha de semeadura. Somado a isto, Schuch et al. (2000), verificaram que o efeito de níveis de vigor em sementes de aveia preta nas condições de campo, mostrou que a redução no vigor das sementes provocou reduções de até 50% na emergência, o que gerou maior desuniformidade e atraso de um a três dias na emergência.

Além da qualidade fisiológica, a classificação das sementes por tamanho é relevante para que a semeadura realizada seja feita com precisão, possibilitando instalação uniforme das plântulas no campo, haja vista que o tamanho das sementes tem efeitos no desenvolvimento das plântulas. Pádua et al. (2010), verificaram na cultura da soja, que sementes menores (peneira 4,0 mm) proporcionaram redução na altura de plantas na colheita e na produtividade,

por outro lado, as sementes maiores (peneira 7,0 mm) proporcionaram maiores percentagem de germinação e vigor das plântulas. Ludwig et al. (2009), usando lotes de sementes de milho com distinta qualidade fisiológica, constataram que sementes com melhor qualidade alcançaram valores mais elevados de emergência em campo, índice de velocidade de emergência, área foliar planta⁻¹, massa seca da parte área planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹, estatura, bem como a taxa de crescimento da cultura. Nesse sentido, cabe destacar que sementes de melhor qualidade fisiológica apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior tamanho inicial, segundo Schuch et al. (1999).

O estudo do tamanho da semente é importante para relacionar a quantidade de reservas nas sementes. Após a embebição, a semente começa o processo de germinação, ocorrendo a mobilização de reservas endospermáticas para garantir o desenvolvimento do eixo embrionário. A enzima alfa-amilase é responsável pela metabolização do amido (NEVES & MORAES, 2005). Nesse sentido, com o objetivo de quantificar os componentes químicos e avaliar a capacidade de mobilização de reservas, na germinação de sementes de soja com distinto vigor, Henning et al. (2010), constataram que as sementes de soja de alto vigor possuem maiores teores de proteínas solúveis, amido e açúcares solúveis, e maior capacidade de mobilização de reservas na germinação, resultando em plântulas de soja com melhor desempenho inicial, confirmando que sementes de baixo vigor podem provocar reduções na velocidade de emergência e na produção de biomassa seca de plântulas, podendo afetar o estabelecimento da cultura.

O reflexo da qualidade das sementes na implantação de uma lavoura, mostra a importância de se considerar os aspectos relacionados a emergência de plântulas, definidos pelas características que qualificam a semente, sejam genéticas, fisiológicas, físicas e/ou sanitárias. Por outro lado, há de se considerar também aqueles relacionados a semeadura, como por exemplo o tipo de semeadora e a velocidade de semeadura, que irão afetar a plantabilidade das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2008). Segundo a CBPA, o espaçamento recomendado para a semeadura da aveia é 17 a 20 cm entre linhas e a profundidade é de 2 a 4 cm, porém em profundidades maiores, sementes com baixo vigor demoram mais tempo para emergir, afetando o afilhamento.

Referências bibliográficas

- ABRANTES, F. L.; KULCZYNSKI, S. M.; SORATTO, R. P.; BARBOSA, M. M. M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 106-115, 2010.
- ABRASEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br>>. Acesso em: 05 jun. 2014.
- ACOSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, maio 2014.
- AHRENS, D. C.; VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L. Secagem estacionária de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) empregando diferentes temperaturas do ar. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 6-11, 2000.
- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Depto de Solos/UFSM, 1997. p. 76-111.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Matéria Orgânica do solo, nitrogênio e enxofre nos diferentes sistemas de exploração agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. p. 1-41.
- 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, jan./mar. 2011.
- AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.
- BARROCAS, E. N.; MACHADO, J. C. M. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo Abrates**., v. 20, n. 3, 2010.

BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; BUSANELLO, C.; SCHWERZ, L. Eficiência do uso da massa hectolitro como teste rápido de vigor de semente de trigo (*Triticum aestivum*). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 1, p. 125-135, 2011.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTAL, M. D.; ROTA, G. R. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p. 369-418.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clayloam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil Till. Res.**, v. 54, p. 101-109, 2000.

BEBER, R. C.; FRANCISCO, A.; ALVES, A. C. et al. Caracterização química de genótipos brasileiros de aveia (*Avena sativa* L.). **Acta Científica Venezuela**, Caracas, v. 53, n. 3, p. 2002-209, 2002.

BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J. S. (Ed). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p. 63-107.

BEVILAQUA, G. A. P.; PIEROBOM, C. R. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* SCHREB) da zona sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 19-22, 1995.

BISSANI, C. A.; GIANELO, C.; CAMARGO, F.; TEDESCO, M. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. ed. Porto Alegre: Gráfica Metrôpole, 2008.

BONO, J. A. M.; RODRIGUES, A. P. D. C.; MAUAD, M.; ALBUQUERQUE, J. C.; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. S.; FREITAS, M. E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 91-102, out./dez. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, 2009. p. 33-34.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395p.

CANTARELLI, L. D.; SCHUCH, L. O. B.; PICOLI, V. A.; SCHIAVON, R.; MIELEZRSKI, F.; PANOZZO, L. Distribuição espacial de plantas de aveia branca (*Avena sativa* L.), em função do vigor de sementes. In: XIX SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 2004, Assunção. Assunção, 2004. v. 1. p. 292.

CANTOS, A. A.; TUNES, L. M.; BARBIERI, A. P. P.; TAVARES, L. C. Avaliação de testes de vigor em sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 2, p. 1-11. 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, R. P.; PINHO, R. G. V.; DAVIDE, L. M. C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2125-2136, nov./dez. 2012.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; MOREIRA, E. N. Transmissão de fungos em sementes de cereais de inverno e milho: implicações epidemiológicas. In: **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, 2005.

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

CECCON, G.; GRASSI FILHO, H.; BICUDO, S. J. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa*) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, nov./dez. 2004.

CERETTA, C. B.; BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M. J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas inverniais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002.

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

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. Indicações técnicas para cultura da aveia. In: XXXIV REUNIÃO DA COMISSÃO DE PESQUISA EM AVEIA, 2014, Passo Fundo. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014. 136p.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2014.

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

EMBRAPA. A aveia no mundo. **Documentos online 136**, Passo Fundo – RS, ago. 2012.

FARIAS, C. R. J.; DEL PONTE, E. M.; LUCCA FILHO, O. A.; PIEROBOM, C. R. Fungos causadores de helmintosporiose associados às sementes de aveia-preta (*Avena strigosa*, Schreb.). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 1, p. 57-61, jan./mar. 2005.

FERRARI FILHO, A. **Métodos e temperaturas de secagem sobre a qualidade físico-química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento**. Dissertação (Mestrado – Horticultura), Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FLOSS, E. L.; PALHANO, L. A.; FILHO, C. V. S.; PREMAZZI, L. M. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Sci. Anim. Sci. Maringá**, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2007.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por ‘umidade’ e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 123-133, 2010.

GAVA, G. J. C.; OLIVEIRA, M. W.; SILVA, M. A.; JERÔNIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; TRIVELIN, P. C. O. Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de ¹⁵N-uréia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 851-862, out./dez. 2010.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 11).

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. A.; TEIXEIRA, D. M. F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 355-363, abr./jun. 2007.

GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; BARBIERI, R. L.; BARETTA, D. Conteúdo de β -glucana em cultivares de aveia- branca cultivadas em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 261-268, mar. 2010.

HAWERROTH, M. C.; BARBIERI, R. L.; SILVA, J. A. G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Importância e dinâmica de caracteres na aveia produtora de grãos. **Embrapa Clima Temperado**, Documentos 376, Pelotas – RS, 2014.

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, fev. 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000200003.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.

IMOLESI, A. S.; VON PINHO, E. V. R.; PINHO, R. G. V.; VIEIRA, M. G. G. C.; CORRÊA, R. S. B. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 5, p. 1119-1126, 2001.

JANSSEN, B. H. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. **Plant and Soil**, v. 181, p. 39-45, 1996. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00011290>>. Acesso em: 01 dez. 2014. DOI: 10.1023/A:1004336903214.

JORNADA, J. B. J.; MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; SAIBRO, J. C.; SILVA, M. A. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem sobre a qualidade de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leke). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 010-015, 2008.

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

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Atributos de desempenho industrial de sementes em aveia branca em função da disponibilização da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, 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.

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 Soja. 2008. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 55).

LEITE, L. F. C. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 27, p. 821-832, 2003.

LOPES, I. S.; NÓBREGA, A. M. F.; MATOS, V. P. Maturação e colheita da semente de *Amburana cearenses* (Allem.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 565-572, jul./set. 2014.

LUDWIG, M. P.; SCHUCH, L. O. B.; LUCCA FILHO, O. A.; AVELAR, S. A. G.; MIELEZRSKI, F.; 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**, v. 8, n. 1, p. 83-92, 2009.

LUIZ, V. **Estudo dos parâmetros ecofisiológicos para avaliação da qualidade de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 1999.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARINI, L. J.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; SANTIN, J. A. Qualidade de grãos de aveia sob secagem intermitente em altas temperaturas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, set./out. 2007b.

MARINI, L. J.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. Efeito da temperatura de secagem e relação de intermitência Na inativação enzimática e viscosidade de pasta de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 55-60, jan./mar. 2007a.

MASETTO, T. E.; GORDIN, C. R. B.; QUADROS, J. B.; REZENDE, R. K. S.; SCALON, S. P. Q. Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 646-652, set./out. 2013.

MATTIONI, N. M.; SCHUCH, L. O. B.; VILLELA, F. A.; ZEN, H. D.; MERTZ, L. M. Fertilidade do solo na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 656-661, 2013.

MEIRA, F. A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ORIVALDO, A. R. F. O.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 275-284, abr./jun. 2009.

MELERO, M. M.; GITTI, D. C.; ARF, C.; RODRIGUES, R. A. F. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 343-353, out./dez. 2013.

MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2605-2618, 2012.

MORI, C. A cultura da aveia: cenário internacional e brasileiro. In: XXII REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2012, Passo Fundo. Passo Fundo: Embrapa, 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NEVES, L. A. S.; MORAES, D. M. Análise do vigor e da atividade da α -amilase em sementes de cultivares de arroz submetidas a diferentes tratamentos com ácido acético. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 35-43, 2005.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e produtividade do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, jun. 2006.

OLIVEIRA, A. C. S.; COELHO, F. C.; VIEIRA, H. D.; RUBIM, R. F. Armazenamento de sementes de milho em embalagens reutilizáveis, sob dois ambientes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 1, p. 17-28, 2011.

OLIVEIRA, L. C.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; MAZZUTTI, S.; AOSANI, E.; ROCHA, J. C. Efeito da temperatura de secagem na qualidade dos grãos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 313-319, mar./abr. 2010.

PADILHA, L. Avaliação da pureza genética em sementes de milho utilizando marcadores microssatélites. **CircTéc30**, Minas Gerais: Embrapa, p. 65, dez. 2003.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 009-016, 2010.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 255-262, 2001.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. Produção de sementes. In: **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2. ed. 2006. p. 12-93.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, E. A. P.; PANOFF, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272-279, 2012.

REICHARDT, J.; MAUAD, M.; WOLSCHIK, D. Adubação nitrogenada aplicada no início do perfilhamento da aveia preta. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 71-81, out./dez. 2008.

ROSA, C. R. E.; MARTINELLI, J. A.; FEDERIZZI, L. C.; BOCCHESI, C. A. C. Estabelecimento de *Pyrenophora chaetomioides* em cariopses de aveia branca em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 4, jul./ago. 2003.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARTINS, I. R.; ELIAS, M. C. Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 118-125, jan./fev. 2006.

SANTOS, G. R.; GAMA, F. R.; RODRIGUES, A. C.; BONIFÁCIO, A.; ARDON, C. H.; MOURÃO, D. S. C. Severidade da antracnose e produtividade de sorgo granífero em resposta a doses crescentes de nitrogênio. **Biosciência Jornal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 1070-1076, jul./ago. 2014.

SANTOS, R. F.; WERNCKE, I.; BASSEGIO, D.; PARDINHO, J. P.; SOUZA, S. N. M.; TOMASSONI, F. Dinâmica do uso do nitrogênio em aveia preta para cobertura de solo em plantio direto. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 2, p. 38-46, 2013.

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

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 97-101, maio/ago. 2000.

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**, v. 57, n. 1, p. 121-127, 2000b.

SILVA, C. S.; LUCCA FILHO, O. A.; ZIMMER, P. D.; BONINI FILHO, R. M. Efeito do tratamento químico sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 426-434, 2011.

SILVA, J. A. G.; FONTANIVA, C.; COSTA, J. S. P.; KRÜGER, C. A. M. B.; UBESSI, C.; PINTO, F. B.; ARENHARDT, E. G.; GEWEHR, E. Uma proposta na densidade de semeadura de um biotipo atual de cultivares de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 18, n. 4, p. 253-263, 2012.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SILVA, M. P.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ABRANTES, F. L.; BERTI, C. L. F.; SOUZA, L. C. D.; ARRUDA, N. Palhada, teores de nutrientes e cobertura do solo por plantas de cobertura semeadas no verão para semeadura direta de feijão. **Revista Agrarian.**, Dourados, v. 7, n. 24, p. 233-243, 2014.

SILVA, R. H.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; SILVA, R. A.; CAVARIANI, C. Doses e épocas de aplicação do nitrogênio na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 51-55, 2001.

SILVEIRA, E. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; PIAZZETTA, H. V. L.; LANG, C. R.; CARVALHO, P. C. F. Intensidade de pastejo e adubação nitrogenada na massa seca de aveia e produtividade do milho na integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1323-1332, jul./ago. 2012.

SIMIONI, D.; WEBBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, L. C.; AOSANI, E. Caracterização química de cariopses de aveia branca. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 191-196, abr./jun. 2007.

SLAFER, G. A. Yield and stability in cereals: pasta chievement sand future progress. In: **International Oat Conference**, 7, 2004, Helsinki. Proceedings... Helsinki, 2004. p. 57-63.

SPONCHIADO, J. C.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M. Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia branca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento 1, p. 2405-2414, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TEIXEIRA, C. M.; CASSIA, M. T.; PAES, J. M. V.; MALVINO, J. H. G.; FERREIRA, J. O.; BONILHA, M. A. F. M. Doses de nitrogênio no feijoeiro sob diferentes palhadas em sucessão a milho e soja no sistema plantio direto. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 8, p. 30-35, 2011.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E.; MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné em função da adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2, p. 234-246, 2007.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CESAR, M. N.; 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**, v. 39, n. 2, p. 124-133, abr./jun. 2009.

TORRES, G. A. M.; SIMIONI, A.; GAMBIM, E.; TOMAZIN, T. Proteínas de reserva do trigo: gluteninas. dez. 2009. Disponível em: <http://trigo.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do_117.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2014.

WHALEN, J. K. Managing Soil Biota-Mediated Decomposition and Nutrient Mineralization in Sustainable Agroecosystems. Hindawi Publishing Corporation. **Advances in Agriculture**, v. 2014, Article ID 384604, 13p.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. T.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TONAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade 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.

ZUCARELI, C.; PANOFF, B.; PORTUGAL, G.; FONSECA, I. C. B. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 480-487, 2012.

ARTIGO 1 – O APROVEITAMENTO DE NITROGÊNIO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES ARMAZENADAS DE AVEIA

Resumo

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma cultura anual de inverno que tem grande expressão na região sul do Brasil. Seu cultivo apresenta inúmeros benefícios para o sistema agrícola, tanto na produção de grãos como na integração lavoura-pecuária. Com o objetivo de avaliar a produtividade de sementes na safra agrícola e a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca após oito meses de armazenamento, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em distintos sistemas de cultivo foi desenvolvido este estudo, conduzido em duas fases, uma de campo e outra de laboratório. Na primeira etapa, houve a realização de uso dos fatores de tratamento para análise da produtividade de sementes. O experimento de campo foi desenvolvido em dois sistemas de cultivo. Dessa forma, foi constituído um sistema com cobertura de solo com resíduo vegetal de elevada relação C/N (milho/aveia) e outro de reduzida relação C/N (soja/aveia). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, cultivares e anos, respectivamente. Nestas fontes de variação os níveis de cada fator foram assim constituídos: i) doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas em 30 dias após a emergência; ii) cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul) e iii) ano agrícola (2011 e 2012). Na segunda fase do trabalho, após a colheita, as sementes foram armazenadas, com a intenção de simular uma condição de multiplicação de semente para uso próprio do produtor, em condições não controladas de ambiente, por oito meses. Posteriormente, foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes em laboratório. As variáveis avaliadas no estudo foram: i) estimativa de caracteres de produção. Os caracteres avaliados foram produtividade e massa de mil grãos. ii) Qualidade fisiológica de sementes. Os caracteres avaliados foram germinação e vigor. Foi observado que no sistema soja/aveia, os efeitos principais (dose de nitrogênio e genótipo) promoveram alterações nos caracteres estudados, exceto a massa de mil sementes na fonte de variação ano, e o vigor na fonte de variação genótipo. A dose ideal para atingir a máxima eficiência técnica na condição do estudo revelou que no sistema soja/aveia é em torno de 72 kg N ha⁻¹, enquanto que no sistema milho/aveia a dose ideal é de aproximadamente 88 kg N ha⁻¹. A resposta ao incremento de N-mineral foi distinta entre as cultivares, mostrando que existem diferenças genéticas no

aproveitamento de N. Os resultados evidenciam que a qualidade de sementes de aveia branca quando armazenadas sem controle de temperatura e umidade, pode ser empregada como semente na lavoura do ano posterior, desde que, o manejo do nitrogênio e outras práticas agronômicas sejam adequadamente realizadas para garantir um lote de sementes com qualidade inicial, permitindo o uso dessa prática.

Palavras-chave: Viabilidade de sementes. Condições não controladas. *Avena sativa*.

Abstract

The oat (*Avena sativa* L.) is an annual crop of winter that has great expression in southern Brazil. Its cultivation presents numerous benefits to the farming system, both in grain production and in crop-livestock integration. In order to evaluate the yield of seeds at harvest and the physiological quality of oat seeds after eight months of storage, depending on the application of nitrogen in coverage, in different farming systems was developed this study, conducted in two phases, one field and another laboratory. In the first step was carrying out treatment using the factors for analysis of seed yield. The field experiment was conducted in two cropping systems. Thus it was formed a ground cover plant residue with system with high C / N ratio (maize / oat) and other low C / N ratio (soybean / oat). The experimental design was a randomized block with four replications, following a factorial 4 x 2 x 2 for the factors nitrogen, cultivars and years respectively. These sources of variation in the levels of each factor were formed as follows: i) nitrogen rates (0, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹) applied 30 days after emergence; ii) oat cultivars (Barbarasul and Brisasul) and iii) agricultural year (2011 and 2012). In the second stage of the work, after harvesting the seeds were stored, with the intention of simulating a seed multiplication condition for the producer's own use, not under controlled environmental conditions, for eight months. Later, the seed quality was evaluated in the laboratory. The variables evaluated in the study were: i) production estimate of characters. The characters evaluated were yield and thousand grain weight. ii) Physiological quality of seeds. The characters evaluated were germination and vigor. It was observed that the soy / oats system, the main effects (nitrogen dose and genotype) promoted changes in the studied characters except the mass of a thousand seeds in the year variation source, and the effect on the source of variation genotype. The optimal dose to achieve maximum technical efficiency in the study conditions revealed that the soybean system / oat is about 72 kg ha⁻¹, whereas the corn system / oats optimum dose is about 88 kg ha⁻¹. The response to N-mineral increment was different among cultivars, showing that there are genetic differences in the use

of N. The results show that the quality of oat seeds when stored without temperature and humidity control, can be used as seed in the crop of the following year, provided that the management of nitrogen and other agronomic practices are properly carried out to ensure a lot of seeds with initial quality, allowing the use of this practice.

Keywords: Seed viability. Uncontrolled conditions. *Avena sativa*.

Introdução

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma cultura anual de inverno que tem grande expressão na região sul do Brasil. Seu cultivo apresenta inúmeros benefícios para o sistema agrícola, tanto na produção de grãos como na integração lavoura-pecuária. Destaca-se como uma espécie alternativa na rotação de culturas, na supressão de plantas daninhas, cobertura de solo, ciclagem de nutrientes, controle de nematoides, doenças e pragas (CONAB, 2015; CBPA, 2014). Os grãos de aveia são utilizados tanto na alimentação animal como humana, merecendo destaque pela qualidade nutricional que apresentam (OLIVEIRA et al., 2014; SIMIONI et al., 2007). Inúmeros benefícios à saúde são mencionados pelo seu consumo, cabe ressaltar a contribuição na redução do colesterol, graças a fibra solúvel beta-glucana presente nos grãos (HAWERROTH et al., 2014; GUTKOSKI et al., 2010). Desta forma, dada a relevância que a cultura mostra, ressalta-se um maior cuidado com a qualidade das sementes utilizadas, buscando maiores produtividades e qualidade das mesmas, bem como dos grãos produzidos (SPONCHIADO et al., 2014).

Um dos aspectos fundamentais para o desenvolvimento de gramíneas é adubação nitrogenada. Essa prática de manejo torna-se bastante complexa em função dos diversos fatores que a influenciam, como condições agrometeorológicas, sistemas de cultivo, doses e fontes disponíveis (PRANDO et al., 2012). A ureia é a fonte de N mais utilizada para fertilização dessas culturas (YANO et al., 2005), contudo as perdas por volatilização de NH_3 podem diminuir sua eficiência no aproveitamento pelas plantas. Com a menor umidade do solo e a alta irradiância, a perda de amônia por volatilização pode atingir valores superiores a 50% do N aplicado (TASCA et al., 2011). Somado a isso, Silveira et al. (2012) comentam que além do custo com a adubação da cultura, o nitrogênio é um dos elementos que mais contribui para a contaminação ambiental através de lençóis freáticos, tornando-se necessário estudos visando maior eficiência econômica e ambiental no aproveitamento do N. Desta forma, é importante considerar o tipo de resíduo cultural que antecede a aveia, pois a sua composição

bioquímica é determinante em promover a mineralização ou imobilização de N, o que pode afetar a liberação do elemento no solo e as doses a serem aplicadas (SILVA et al., 2015). Strieder et al. (2006) comentam que existem características intrínsecas das espécies que condicionam a sua velocidade de decomposição na biomassa do solo, destacando-se a relação C/N, a proporção de caule e folhas e a composição química do tecido vegetal. Assim, para o uso de N-mineral na adubação, deve-se levar em conta os aspectos econômicos e ambientais, a fim de proporcionar produções mais sustentáveis.

A qualidade da semente é a expressão da interação dos componentes físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos. Dessa forma, a produtividade e a qualidade fisiológica são diretamente dependentes da disponibilidade dos nutrientes, pois atuam na formação do embrião e estruturas de reserva, composição química e conseqüentemente, no metabolismo e o vigor da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Estudos mostraram que o uso de nitrogênio na qualidade de sementes evidenciou resultados contrastantes, em aveia branca (KOLCHINSKI E SCHUCH, 2004) e em feijão (BARBOSA et al., 2011) não foram observados efeitos positivos das doses de N. Por outro lado, o vigor das sementes de painço (ABRANTES et al., 2010) e de trigo (FAVARATO et al., 2011) foi afetado positivamente.

O sistema de cultivo caracteriza a forma como é preparado o solo conforme o seu grau de movimentação. No sistema de cultivo plantio direto sobre a palha, não há o revolvimento do solo, o que possibilita conservação de maior umidade, manutenção da temperatura e aumenta teor de N no solo. Nesse sentido, Floss (2002) comenta que com o acúmulo de restos vegetais de gramíneas na camada superficial do solo, há o fornecimento de nutrientes a médio e longo prazo, favorecendo o aumento nos teores de fósforo e potássio no sistema de plantio direto.

O nível tecnológico adotado proporciona efeitos na semente desde a colheita, durante o armazenamento, até a sua emergência e estabelecimento no campo. Assim, o armazenamento não tem função de melhorar a qualidade da semente, mas de operar na sua manutenção. Segundo Catão et al. (2010), a armazenabilidade das sementes é influenciada pela qualidade inicial dos lotes, bem como pelas condições de armazenamento. Além disso, Oliveira et al. (2011) acrescentam que o tipo de embalagem e o ambiente de armazenagem influenciam no vigor das sementes. Nesse contexto, uma estratégia comum entre produtores que usam menores níveis tecnológicos, é fazer uso das sementes colhidas para estabelecimento da lavoura da safra seguinte. O armazenamento é feito sem o controle de temperatura e umidade relativa do ar, bem como as técnicas de manejo da lavoura podem proporcionar índices elevados de rendimento, desprezando práticas que otimizem resultados

para o incremento da qualidade das sementes e melhor aproveitamento do nitrogênio pela aveia. Diante do exposto, estudos para elucidar o efeito do N-fertilizante e N-residual sobre a qualidade de sementes após o armazenamento, em condição de pequeno produtor se justificam. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de sementes na safra agrícola e a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca após oito meses de armazenamento, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em distintos sistemas de cultivo.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), no município de Augusto Pestana - RS, localizado geograficamente a 28°26'30" de latitude S e 54°00'58" de longitude W.

O solo da unidade experimental se caracteriza por ser um Latossolo Vermelho Distroférico Típico (SANTOS et al., 2006). Na área experimental em que foi conduzido o trabalho, existe um sistema de semeadura direta consolidado, com pelo menos quinze anos de implantação. Outra particularidade desse sistema é a distribuição das culturas de verão, uma parte da área sempre é semeada com soja e o restante sempre com milho, caracterizando dois precedentes culturais, os quais foram utilizados para análise dos sistemas de cultivo.

Na implantação do trabalho, dez dias antes da semeadura, foi realizada análise de solo nas condições de estudo, identificando as características químicas do local (Anexo A). A semeadura foi realizada em 14 de junho de 2011 e em 06 de junho de 2012 com semeadora-adubadora. Cada parcela foi constituída de 5 linhas com 5 m de comprimento cada, e espaçamento entre linhas de 0,20 m, correspondendo a uma unidade experimental de 5m². A densidade populacional utilizada foi de 300 sementes viáveis por metro quadrado. A adubação de base e cobertura levou em conta as indicações técnicas da cultura sendo aplicados 5, 20, 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio (N, P, K) respectivamente. Para a expectativa de rendimento da cultura de 3 t ha⁻¹, foram aplicados na adubação de base 60 e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente e de N na base com 10 kg ha⁻¹ (exceto na unidade experimental padrão), sendo o restante para contemplar as doses propostas em cobertura no estágio indicado de quarta folha expandida com presença de colar.

De acordo com a classificação climática de Köeppen, o clima da região se enquadra na descrição de Cfa (subtropical úmido), com ocorrência de verões quentes e sem ocorrência de estiagens prolongadas. Apresenta ainda invernos frios e úmidos, com frequente ocorrência de geadas. Quanto ao volume de pluviosidade, a estação meteorológica do IRDeR registra normalmente volumes próximos a 1600 mm anuais, com ocorrência de maiores precipitações no inverno. A precipitação que ocorreu no período experimental foi registrada em estação meteorológica automática, o comportamento pode ser observado na figura 1.

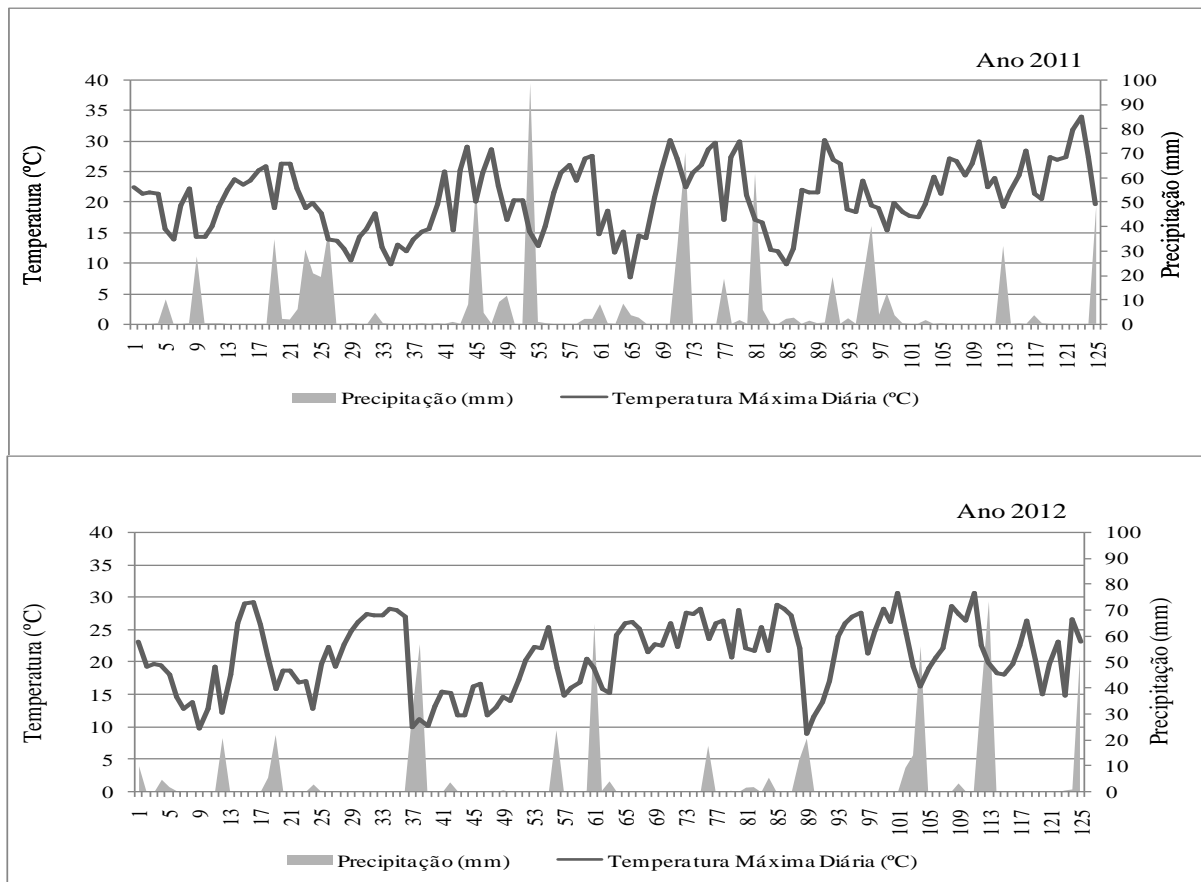


Figura 1 – Parâmetros agroclimáticos do ano agrícola de 2011 e de 2012 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural, UFSM, 2015

O controle de insetos e doenças foi executado conforme as recomendações técnicas preconizadas para a cultura. Foi realizada aplicação de fungicida tebuconazole de nome comercial FOLICUR® CE na dosagem de 0,75 L ha⁻¹. E o controle de plantas invasoras foi realizado de acordo com a necessidade, mediante aplicação de herbicida e/ou capina manual. O herbicida utilizado foi metsulfuron-metil na dose de 4 g ha⁻¹ do produto comercial.

Os estudos foram conduzidos em duas fases, uma de campo e outra de laboratório. Na primeira etapa, houve a realização de uso dos fatores de tratamento para análise da

produtividade de sementes. O experimento de campo foi desenvolvido em dois sistemas de cultivo. Dessa forma, foi constituído um sistema com cobertura de solo com resíduo vegetal de elevada relação C/N (milho/aveia) e outro de reduzida relação C/N (soja/aveia). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, cultivares e ano respectivamente. Nestas fontes de variação os níveis de cada fator foram assim constituídos: i) doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas em 30 dias após a emergência; ii) cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul) e iii) ano (2011 e 2012). As cultivares utilizadas são indicadas para o cultivo pela CBPA e tem aceitação pelos produtores do noroeste do RS, ambas apresentam estatura baixa, hábito de crescimento semi-ereto, contudo, apresentam diferença no ciclo, precoce e médio a precoce para as cultivares Barbarasul e Brisasul, respectivamente.

Na segunda fase do trabalho, após a colheita, as sementes foram armazenadas, com a intenção de simular uma condição de multiplicação de semente para uso próprio do produtor. Esta prática é adotada em pequenas propriedades rurais, que guardam a semente para fazer a semeadura no próximo ano agrícola, ou seja, nesse sistema não há controle de temperatura e umidade, caracterizando uma condição de galpão. Para a execução desta técnica, as sementes ficaram armazenadas em uma sala de alvenaria, embaladas em sacos de algodão, submetidas a variações de temperatura e umidade do ambiente, durante o período após a colheita até a próxima semeadura, totalizando oito meses. Posteriormente, foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes em laboratório, a partir da retirada de uma amostra simples de semente de cada bloco do experimento. Os testes de laboratório foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Sementes da UNIJUÍ. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com 4 repetições, de acordo com os tratamentos da fase de campo.

As variáveis avaliadas no estudo foram: i) Estimativa de caracteres de produção. Baseados na produtividade e massa de mil sementes. Na estimativa da produtividade de sementes (PS - kg ha⁻¹) foi utilizada a massa proveniente da colheita das três linhas centrais de cada parcela. Para determinar a massa de mil grãos (MMG - g) foram contados 250 grãos, após, essa massa foi pesada em balança de precisão, e posteriormente se fez a correção para mil grãos. ii) Qualidade fisiológica de sementes. Os caracteres avaliados foram germinação e envelhecimento acelerado. O teste de germinação foi determinado a partir de 4 repetições de 100 sementes por tratamento, acondicionada em rolos de papel, umedecidos com água destilada, equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados em germinador regulado a temperatura de 20°C mantidos pelo tempo de 10 dias, necessário para

executar o teste, posteriormente foi realizada a contagem, computando-se as porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O teste de vigor foi determinado pelo método de envelhecimento acelerado, foram utilizadas 4 repetições de 42g de sementes puras. Cada repetição foi colocada sobre tela de gerbox (devidamente esterilizado com álcool 70%). Ao fundo do gerbox foi colocado 40 ml de água destilada, tendo o cuidado de não encostar as sementes na água. Posteriormente, os gerboxes foram levados à BOD à temperatura de 41°C (TUNES et al., 2008), onde permaneceram por um período de 60 horas. Após as sementes foram submetidas ao teste de germinação (4 repetições de 100 sementes) e avaliadas no quinto dia.

Após atender os pressupostos iniciais de homogeneidade e normalidade via testes de *Bartlett* e *Liliefors*, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detecção dos efeitos principais e de interação nos distintos sistemas de cultivo sobre a expressão do rendimento de grãos, componentes de rendimento e da qualidade de sementes. Após procedeu ao teste de comparação de médias pelo modelo de agrupamento de Scott & Knott em nível de 0,05 de probabilidade de erro, visando quantificar em cada condição as diferenças e similaridades. Os dados da germinação e do envelhecimento acelerado passaram por transformação em $\text{arc sen } (x/100)^{1/2}$. Além disto, equações de regressão de grau um ($y = b_0 \pm b_1x$) e dois ($y = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$), visando o ajuste da dose de nitrogênio ideal voltada a produtividade e qualidade fisiológica de sementes, em cada sistema de sucessão. Quando a equação para os caracteres da qualidade fisiológica mostrou comportamento linear, foi usado para simulação (Y_E), o valor da dose ideal obtido da produtividade de sementes. Para todas estas determinações foi empregado o programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e discussão

Foi observado que no sistema soja/aveia, os efeitos principais (ano, dose de nitrogênio e genótipo) promoveram alterações nos caracteres estudados, exceto a massa de mil grãos (MMG) na fonte de variação ano, e o envelhecimento acelerado (EA) na fonte de variação genótipo (Tabela 1). Além disso, os efeitos de interação tripla frente a estes caracteres também foram confirmados, mostrando a necessidade de decomposição desta interação em seus efeitos mais simples. No sistema milho/aveia, para os efeitos principais das fontes de variação foi verificado que não houve efeitos significativos na massa de mil grãos na fonte de variação ano e para germinação na fonte de variação genótipo, sobre os demais caracteres

estudados foi constatada diferenças. Também foi observado efeito da interação sobre os caracteres em estudo, exceto para o envelhecimento acelerado.

Cabe destacar, que no sistema de cultivo milho/aveia, a dose de nitrogênio proporcionou quadrado médio com magnitude superior ao da interação para a produção de sementes, indicando a maior efetividade do N em promover mudança nessa variável, visto que a relação C/N é alta. Segundo Okumura et al. (2011) a dose de N a ser aplicada é a decisão mais importante no manejo de fertilizantes, tornando-se uma das práticas agrícolas mais estudadas para melhorar a eficiência de uso. Para a sua recomendação as condições edafoclimáticas, sistema de cultivo (relação C/N), época de semeadura, eficiência de aproveitamento do genótipo, rotação de culturas, época e modo de aplicação, fontes de N, aspectos econômicos e operacionais, são alguns dos aspectos a serem considerados. Somado ao fato que os benefícios da adubação nitrogenada podem ir além do aumento da produtividade, possivelmente estando também associados à qualidade fisiológica das sementes (PRANDO et al., 2012).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância da produtividade de semente (PS) e massa de mil grãos (MMG) na colheita e germinação (GER) e envelhecimento acelerado (EA) no armazenamento da colheita à próxima semeadura em sistemas de cultura. UFSM, 2015

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Colheita		Armazenamento (8 meses)	
		PS (Kg ha ⁻¹)	MMG (g)	GER (%)	EA (%)
Sistema soja/aveia					
Bloco	3	30315	3,86	5,39	34,01
Ano (A)	1	7842800*	10,44	1691,26*	6724*
Dose (D)	3	1441467*	65,76*	144,01*	342,21*
Genótipo (G)	1	634811*	97,31*	192,51*	25,01
A x D	3	256702*	31,06*	77,39*	64,37
A x G	1	668715*	4,84	19,14	2025*
D x G	3	65637	1,72	212,47*	75,95
A x D x G	3	189280*	15,79*	109,01*	169,12*
Erro	36	23593	6,27	10,40	27,94
Média Geral		3271	32,84	89,04	64,87
CV (%)		4,69	7,62	3,62	8,14
Sistema milho/aveia					
Bloco	3	31257	2,81	11,05	66,24
Ano (A)	1	598108*	6,47	1056,25*	2388,76*
Dose (D)	3	55849438*	15,06*	462,73*	337,81*
Genótipo (G)	1	390781*	33,24*	33,06	1064,39*
A x D	3	56763*	0,47	441,17*	408,34*
A x G	1	690769*	13,07	4,00	892,52*
D x G	3	85949*	9,05*	78,73*	34,81
A x D x G	3	68957*	53,47*	48,75*	49,35
Erro	36	16106*	2,52	8,39	29,27
Média Geral		2510	32,60	89,34	73,70
CV (%)		5,05	4,86	3,24	7,34

*Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Por outro lado, nas variáveis germinação e envelhecimento acelerado, o fator ano apresenta quadrado médio de magnitude superior ao da interação, mostrando que o ano de cultivo foi mais efetivo em causar alterações. A partir disso, pode-se inferir que em um dos anos do estudo, os efeitos meteorológicos foram desfavoráveis para a expressão da qualidade fisiológica das sementes colhidas. Também foi verificado que o ano de cultivo não foi eficaz em promover efeitos na MMG, mostrando estabilidade dessa variável. Luiz (1999) comenta que desde a antese até a maturação fisiológica a semente fica exposta a ação de várias condições ambientais, que podem afetar a viabilidade e o vigor das sementes.

Neste contexto, cabe destacar que uma das variáveis meteorológicas que apresentou maior variação entre os anos de estudo foi a precipitação, principalmente na sua distribuição durante o ciclo da cultura (Figura 1). Uma hipótese a ser considerada é que, em função da quantidade do volume de chuvas registrado em cada ano, houve efeito distinto na dinâmica do nitrogênio, considerando tanto o N-residual como o N-mineral, pois o regime hídrico afeta a velocidade de decomposição dos resíduos e assim a disponibilidade do nutriente para as plantas (SIMILI et al., 2008; ESPINDULA et al., 2010) e que pode ter promovido melhor condição e aproveitamento de nitrogênio afetando o estado nutricional das plantas em desenvolvimento e conseqüentemente, a qualidade da semente colhida.

Ao observar o comportamento da precipitação nos dois anos de estudo, é possível verificar que em 2012 houve uma maior concentração de chuvas no final do ciclo se comparado ao ano de 2011, que teve chuvas mais regulares durante o desenvolvimento da cultura. Uma segunda hipótese que pode ser considerada é da deterioração da semente devido ao efeito da chuva após a maturidade fisiológica das sementes. Neste sentido, considerando que o armazenamento da semente tem início após a maturidade fisiológica, ou seja, no campo, a umidade da semente e a temperatura são os fatores que interferem na qualidade fisiológica (SMANIOTTO et al., 2014).

Na tabela 2, são apresentadas as médias das variáveis em estudo frente aos efeitos dos anos e dos genótipos. De maneira geral, o que pode ser observado é que no sistema soja/aveia, as médias da produtividade de sementes foram maiores que no sistema milho/aveia. Isto demonstra que no sistema onde há maior disponibilidade de N-residual no início do desenvolvimento da cultura houve maiores incrementos na expressão da variável. Estando em conformidade com estudo realizado por Mundstock e Bredemeier (2001), ou seja, a disponibilidade de N em fase inicial do crescimento, promove estímulo sobre a produção de filhinhos, que é fundamental para a determinação do número de panículas por área, destacando que os primeiros filhinhos emitidos possuem maiores chances de sobreviver e contribuir para o

aumento do rendimento de grãos. Além disso, a disponibilidade de N no início do ciclo é importante para que não ocorra a omissão de afilhos primários. Ainda, Santos et al. (2010) confirmam que quando o N é liberado tardiamente, a produtividade da cultura em sucessão torna-se prejudicada.

Ao considerar o efeito do fator ano para a produtividade de semente (PS), foram verificadas diferenças entre os dois sistemas, porém, cabe ressaltar que o ano de 2012 foi menos favorável para a expressão do potencial das cultivares, sobretudo para a cultivar Barbarasul, que apresenta menor produção nesse período, em ambos os sistemas. Por outro lado, foi verificado que a cultivar Brisasul apresentou maior estabilidade de produção frente ao ano desfavorável (2012) em condição de liberação lenta de N-residual, apresentando diferença de apenas 15 kg ha⁻¹ de produtividade de sementes. No entanto sob o resíduo de soja, a cultivar apresentou redução significativa de produção, 905 kg ha⁻¹ de diferença na PS, o que pode ser justificado pela liberação de N-residual deficiente, pela falta de umidade do solo, que pode ter reduzido a emissão de afilhos e também a absorção de N-residual e N-mineral. No caso do aporte de N na forma de ureia, o aproveitamento pode ter sido prejudicado ainda pela baixa umidade do solo, temperatura, pelo método de aplicação (a lanço), pois o fertilizante não foi incorporado no solo e o resíduo da cultura anterior diminui o contato do fertilizante com o solo, resultando em menor eficiência no aproveitamento do N.

No sistema soja/aveia, como a relação C/N é baixa, a disponibilidade de N é mais rápida, o que pode suprir a necessidade inicial da planta, na fase de afilhamento, garantindo assim maior número de afilhos e conseqüentemente, isso reflete em maior rendimento. Contudo, em anos em que as condições ambientais são desfavoráveis, em função da falta de umidade para a degradação da palhada e liberação de N, a planta para garantir a produção usa estratégias de plasticidade fenotípica para ajustar-se a tal condição, podendo omitir afilhos. Nesse sentido, o estudo de Mundstock e Bredemeier (2001), ilustra que a sobrevivência dos afilhos emitidos é afetada pela disponibilidade de N, que deve ser elevada após o momento de máxima produção de afilhos, para que haja um sincronismo na emissão de folhas entre o colmo principal e dos afilhos e, assim contribuir para a sua sobrevivência. Ainda destacam que a sobrevivência e o sincronismo de desenvolvimento podem ser melhorados quando o N é aplicado no final do afilhamento.

No estudo desenvolvido por Nascimento et al. (2012) para a diagnose foliar nas plantas de milho, utilizando doses e épocas de aplicação de nitrogênio foi possível concluir que a aplicação antecipada de N na cultura do milho é dependente da cultura antecessora e as doses e épocas desta aplicação influíram na concentração dos nutrientes, refletindo na

produtividade. Em concordância, Theago et al. (2014) verificaram que o N aplicado totalmente em semeadura proporcionou maior número de grãos por espiga de trigo, demonstrando assim, que o fornecimento de doses de N mais elevadas na adubação de base do trigo pode ser interessante. Da mesma forma, Lopes et al. (2013), observaram que para a cultura de arroz, quando o N foi todo aplicado na semeadura, houve maior número de afilhos/m², indicando que antecipação da adubação nitrogenada pode ser interessante para aumentar o perfilhamento da cultura.

Na comparação entre os genótipos, no ambiente de baixa relação C/N (soja), foi verificada superioridade da Brisasul no ano de 2011, alcançando produtividade de 3823 kg ha⁻¹. Contudo no ano de 2012, ano desfavorável, em que a precipitação foi mais irregular durante o ciclo da cultura (Figura 1), não foi observada essa diferença. Nesse sentido, pode-se inferir que em ano em que a distribuição da chuva é irregular durante o ciclo, a cultivar que apresenta elevado potencial genético de produtividade, não é capaz de expressá-lo, pois apresenta maior sensibilidade diante dessa condição. Esse tipo de informação se torna relevante, pois diante de previsão de condições adversas para o ano de cultivo, antes de implantar a cultura pode se fazer uso de cultivar mais rústica, para que consiga responder mesmo em condições de distribuição irregular de chuva.

No resíduo de milho, no ano favorável (2011), foi observada PS similar. Entretanto, no ano de 2012 a Brisasul desponta como mais produtiva, confirmando com isto as distintas habilidades no aproveitamento de N entre os genótipos. Nesse sentido, é possível inferir que mesmo em condições adversas (ano) e de lenta disponibilidade de N-residual a cultivar Brisasul mostra maior capacidade de aproveitamento de N, ou seja, é um genótipo ecologicamente mais eficiente no uso desse fertilizante.

Para a MMS, o ano de cultivo não promoveu alterações, sendo confirmado com as médias obtidas (Tabela 2). Por outro lado, no resíduo de soja, houve diferença, no ano de 2011, entre os genótipos, condição que possivelmente reflete a diferença genética entre as cultivares. Cabe ressaltar que a MMS é uma característica intrínseca de cada cultivar, apresentando alta estabilidade, e por isso que nos sistemas de cultivo também foi observada pouca alteração na MMS.

O estudo mostra que as condições de campo em que a semente foi produzida proporcionaram alterações na germinação, após o período de armazenamento. Nesse sentido, foi verificado que o ano de 2012 foi desfavorável para ambas as cultivares nos distintos sistemas. Cabe destacar, que houve redução de 11% e de 9% no potencial germinativo da semente, respectivamente para o sistema soja/aveia e milho/aveia, quando comparados ao ano

de 2011. Na comparação entre os genótipos, pode ser observado que sob o resíduo de soja, a cultivar Barbarasul demonstrou desempenho superior a Brisasul no ano de 2012, enquanto que no sistema de alta relação C/N, não foi observada alteração no desempenho dos genótipos.

Tabela 2 – Médias de produtividade de sementes (PS) e massa de mil grãos (MMG) na colheita e germinação (GER) e envelhecimento acelerado (EA) no armazenamento da colheita à próxima semeadura em sistemas de cultura. UFSM, 2015

Genótipo	Sistema Soja/aveia		Sistema Milho/aveia	
	Ano			
	2011	2012	2011	2012
Colheita				
Produtividade de Sementes (kg ha ⁻¹)				
Brisasul	3823 Aa	2918 Ba	2581 Aa	2596 Aa
Barbarasul	3419 Ab	2924 Ba	2633 Aa	2231 Bb
Massa de mil grãos (g)				
Brisasul	33,95 Aa	34,20 Aa	32,66 Aa	31,12 Ab
Barbarasul	30,93 Ab	32,29 Aa	33,20 Aa	33,43 Aa
Armazenamento (8 meses)				
Germinação (%)				
Brisasul	93 Aa	82 Bb	93 Aa	84 Ba
Barbarasul	95 Aa	86 Ba	94 Aa	86 Ba
Envelhecimento Acelerado (%)				
Brisasul	80 Aa	48 Bb	88 Aa	68 Ba
Barbarasul	70 Ab	61 Ba	72 Ab	67 Aa

*Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e médias seguidas de letras minúsculas na coluna constituem um grupo estatisticamente homogêneo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott e Knott.

A avaliação do vigor das sementes é fundamental na condução de um programa de produção de sementes, pois possibilita a classificação de lotes com germinação semelhante. Para a sua avaliação existem vários tipos de testes: físicos, fisiológico, bioquímicos e de resistência a estresse (MARCOS FILHO, 2005). O teste de envelhecimento acelerado é um teste de resistência ao estresse que avalia o vigor das sementes em condição de alta umidade relativa do ar e temperatura. De acordo com Marcos Filho (2005), a cultivar é um dos fatores que influenciam os resultados do teste de envelhecimento acelerado, portanto, diferentes cultivares produzidas nas mesmas condições podem apresentar comportamento distinto no teste de envelhecimento acelerado.

Na avaliação do vigor da semente, pelo teste de envelhecimento acelerado, foi possível observar que no ano de 2012 (ano desfavorável) as médias mostraram acentuada redução, com exceção da Barbarasul no sistema milho/aveia, que não mostrou diferença entre as safras. De maneira similar, as diferenças genéticas foram acentuadas sob o resíduo de soja, onde houve a disponibilidade mais rápida do N-residual, destaca-se o desempenho superior da

Brisasul em 2011, porém mostrou muita sensibilidade no ano 2012, perdendo mais de 30% de vigor.

Na busca de definição da equação que permita identificar a dose de nitrogênio ideal para máxima eficiência técnica (MET), é apresentado na tabela 3 os modelos que permitem fazer esta estimativa. Foi verificado que no sistema soja/aveia, para a produtividade de sementes (PS), independente do ano e genótipo, a magnitude do quadrado médio demonstrou que a equação de grau 2 foi aquela mais ajustada para explicar o comportamento sobre o caráter avaliado (PS). Além disto, o parâmetro b_2 foi significativo confirmando a tendência quadrática destas equações. O coeficiente de determinação das equações do genótipo Brisasul, está próximo a 80%, indicando que 20% dos efeitos não são traduzidos pela dose de nitrogênio. Por outro lado, na cultivar Barbarasul os coeficientes de determinação para a produtividade de semente estão em mais de 90% representados próximos à linha de tendência, expressando maior confiabilidade dos dados e das inferências a serem obtidas.

Os resultados estão em conformidade com Carvalho et al. (2014), que na cultura da aveia preta, em sistema irrigado, encontraram resposta quadrática para a aplicação de nitrogênio na produtividade, alcançando incrementos até a dose de 149 kg ha^{-1} , atingindo a produtividade máxima de 2783 kg com esta dose. Na cultura do trigo, Silva et al. (2015) verificaram que as doses de nitrogênio promoveram efeitos significativos sobre a produtividade de grãos e as equações de regressões se ajustaram a modelos de grau 2, tanto no sistema de alta como no de baixa relação C/N, no sistema milho/trigo a máxima eficiência técnica (MET) foi obtida com o uso de 114 kg N ha^{-1} e gerou uma expectativa de produtividade estimada de 2864 kg ha^{-1} , enquanto que no sistema soja/trigo a dose que proporcionou a MET foi mais reduzida, 78 kg N ha^{-1} para expectativa de produtividade de grãos de 2822 kg ha^{-1} , demonstrando que nesse sistema a disponibilidade inicial de N-residual possibilita uma redução no uso de N-mineral, tornando uma alternativa mais sustentável do ponto de vista ambiental e econômico.

Em trabalhos avaliando a produtividade de aveia branca, Cecon et al. (2004), usaram densidade de plantas e doses de N em cobertura e observaram comportamento quadrático, a partir da densidade de 60 plantas/m^2 e com a dose de 60 kg ha^{-1} de N em cobertura e na densidade 120 plantas/m^2 sem N em cobertura, proporcionaram melhores resultados. Porém, Kolchinski e Schuch (2003), encontraram comportamento linear para os cultivares de aveia branca estudados, com o incremento das doses de N, ou seja, obtiveram produtividade similar.

Tabela 3 – Regressão das doses de nitrogênio, da produtividade de semente e massa de mil grãos na colheita e germinação e vigor no armazenamento de sementes da colheita à próxima semeadura no sistema soja/aveia. UFSM, 2015

Genótipo	Ano	Equação $y=a+bx+cx^2$	P (b_{ix})	R ²	Dose ideal	Y _E
Sistema soja/aveia						
Colheita						
Produtividade de sementes (kg ha ⁻¹)						
Brisasul	2011	3202+30,44x-0,2070x ²	*	0,84	74	4321
	2012	2636+15,34x-0,1109x ²	*	0,79	69	3166
Barbarasul	2011	2997+26,54x-0,2057x ²	*	0,95	65	3853
	2012	2668+11,05x-0,0687x ²	*	0,97	80	3112
Massa de mil semente (g)						
Brisasul	2011	35,34-0,0266x	ns	0,22	-	-
	2012	34,74-0,0103x	ns	0,12	-	-
Barbarasul	2011	34,15-0,0613x	ns	0,78	-	-
	2012	30,76+0,0291x	ns	0,42	-	-
Armazenamento (8 meses)						
Germinação de semente (%)						
Brisasul	2011	94,70-0,0323x	ns	0,69	-	-
	2012	92,45-0,2061x	*	0,86	(69)	78,22
Barbarasul	2011	95,35+0,0004x	ns	0,01	-	-
	2012	84,85+0,0254x	ns	0,73	-	-
Vigor de semente (%)						
Brisasul	2011	80,45-0,0061x	ns	0,29	-	-
	2012	57,35-0,1709x	*	0,94	(69)	45,55
Barbarasul	2011	81,67-0,57x+0,0039x ²	*	0,96	73	60,84
	2012	64,10-0,14x+0,0009x ²	*	0,91	78	58,65

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; Y_E = valor estimado pela dose ideal de N; P(b_{ix}) = parâmetro que mede a significância da inclinação; R² = coeficiente de determinação. O valor estimado das equações lineares teve como base a dose ideal obtida na PS.

No sistema soja/aveia, as doses de nitrogênio para atingir a máxima eficiência técnica, ficaram próximas de 72 kg N ha⁻¹ e expectativa de produtividade estimada de 3500 kg ha⁻¹ aproximadamente (Tabela 3) enquanto no sistema de milho/aveia a dose ideal, considerando as cultivares e anos, ficou com média ao redor de 88 kg N ha⁻¹ e produtividade estimada próximo de 3000 kg ha⁻¹ (Tabela 4). Isto demonstra que no sistema de baixa relação C/N, a disponibilidade inicial de N proporcionou melhoria no aproveitamento de nitrogênio, mostrando que doses menores foram capazes de promover maior produtividade, demonstra maior competência na conversão de fotoassimilados na geração do produto final, tornando-se uma opção mais sustentável na ótica econômica e ambiental.

Cabe destacar que sobre o resíduo de soja, foi verificado que as doses de N não promoveram alterações na massa de mil grãos. Lopes et al. (2013) comentam que para a cultura de arroz, o período compreendido entre a fase de emergência das plântulas e a diferenciação do primórdio floral, a falta de N pode reduzir a massa de 100 grãos. Essa redução pode ser atribuída ao aumento no número de grãos por panícula, que pode aumentar a competição por nutriente se fotoassimilados dentro da panícula e, como consequência, reduzir

a massa unitária dos grãos. Nesse sentido, as respostas da massa de 100 ou 1000 grãos à adubação nitrogenada apresentam resultados contraditórios entre as culturas. Costa et al. (2013) verificaram que na cultura de trigo a massa de 1000 grãos não foi significativamente afetada pelas doses de N testadas (0; 20; 30; 40; 50 e 60 kg ha⁻¹) aplicadas na semeadura e no final do perfilhamento. Os mesmos pesquisadores reforçam que a massa de 1.000 grãos é uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetada pelas condições de temperatura e de umidade durante a fase de maturação no campo.

Em estudo realizado por Theago et al. (2014), utilizando doses, fontes e épocas de aplicação de N em trigo, foi constatado que as fontes de nitrogênio não influenciaram a massa de 100, porém a antecipação da adubação nitrogenada propiciou maior massa, quando comparada a adubação tradicional de N em cobertura. Em contra partida, no estudo de Cecon et al. (2004), trabalhando com densidade de sementes e doses de nitrogênio em aveia branca, verificaram que a massa de mil grãos foi influenciada de forma significativa pela interação entre densidades de plantas e doses de N, apresentando um aumento nas maiores densidades.

Na tentativa de elucidar o efeito do aproveitamento de nitrogênio sobre a qualidade fisiológica das sementes após período de armazenamento de oito meses, foi observado que no resíduo de soja, a germinação, não foi afetada pelas doses de nitrogênio em cobertura, exceto a cultivar Brisasul no ano de 2012, que teve um ajuste linear da equação, gerando uma expectativa de germinação estimada de 78%.

Uma análise mais discriminante sobre a qualidade fisiológica das sementes pode ser realizada com testes de vigor. Os testes de vigor foram desenvolvidos com o objetivo de identificar possíveis diferenças no grau de deterioração de sementes que apresentem potencial germinativo semelhante, podendo estimar sua capacidade de armazenamento e emergência de plântulas em campo (ORTIZ et al., 2014). No estudo do vigor da semente, foi verificado que a cultivar Brisasul no ano de 2011 (favorável) não mostrou alteração pelas doses de N, e no ano de 2012 (desfavorável) mostra tendência linear decrescente da equação, neste caso a adição de N-mineral promove a redução do vigor, ou seja, a cultivar é eficiente em aproveitar o N-residual em ambas as situações. Por outro lado, a Barbarasul mostrou comportamento quadrático independente do ano. Os coeficientes de determinação das equações estão em mais de 90%, ou seja, representados próximos à linha de tendência, expressando confiabilidade dos dados e resultados obtidos. Neste caso, a dose ideal foi obtida próximas a 75 kg N ha⁻¹, originando nível de vigor baixo, em torno de 50%. Assim, cabe destacar que a Brisasul demonstra ser ecologicamente mais eficiente no aproveitamento de nitrogênio, por outro lado a Barbarasul apresenta maior rusticidade, porém não é eficiente.

Carvalho e Nakagawa (2000) colocam que sementes maiores e de maior densidade são as que possuem, normalmente, embriões bem formados e com grandes quantidades de reservas, tornando-se assim potencialmente as mais vigorosas. Tunes et al. (2008), verificou resultados que estão em concordância, ou seja, o maior peso de mil sementes de cevada proporcionou sementes mais vigorosas. Marcos Filho (2005) acrescenta que os efeitos da nutrição se refletem principalmente no tamanho e peso das sementes. Kolchinski et al. (2006), verificou que plantas de soja provenientes das sementes de alto vigor apresentaram maior área foliar e produção de matéria seca. Somado isso, Schuch et al. (2000), constataram que sementes de aveia de menor vigor reduziram, retardaram e desuniformizaram a emergência no campo, enquanto que sementes de vigor mais elevado produziram plântulas com maior tamanho inicial, proporcionando maiores taxas de crescimento da cultura.

No precedente cultural de milho (Tabela 4), independente do ano e da cultivar, o acréscimo das doses de nitrogênio demonstrou tendência quadrática de ajuste das equações e com parâmetro de inclinação de grau dois (b_{ix}) também significativo. Além disto, os coeficientes de determinação das equações estão em mais de 90%, ou seja, próximos à linha de tendência, evidenciando a confiabilidade dos dados.

De maneira geral, avaliando a produtividade de sementes em ambos os sistemas, foi constatado que na condição de reduzida relação C/N (soja/aveia), a dose de N para atingir a máxima eficiência técnica (MET) foi menor se comparada ao sistema milho/aveia, que apresenta elevada relação C/N. Neste sentido, Teixeira Filho et al. (2010) acrescentam que a época de aplicação de N é um dos aspectos mais polêmicos no manejo da adubação nitrogenada de gramíneas em sistema de plantio direto, com sucessão de gramíneas, uma vez que, a imobilização causada pela decomposição microbiana dos resíduos, pode causar a carência inicial de N. Uma forma de acelerar a decomposição da palhada com alta relação C/N e acelerar a liberação de N para a cultura em sucessão é reduzir a relação C/N, ou seja, adicionar nitrogênio na forma mineral no sistema (SILVA et al., 2009). Neste contexto, Kluthcouski et al. (2006) verificaram que existem muitos equívocos em relação ao manejo do nitrogênio nos sistemas agrícolas, principalmente ligados as épocas de aplicação, doses e métodos de incorporação, sugerindo que em alguns casos a antecipação da adubação nitrogenada, em relação às recomendações convencionais ou, até mesmo, em relação à semeadura da cultura, pode ser mais eficiente no aumento da produtividade das culturas graníferas anuais.

Tabela 4 – Regressão das doses de nitrogênio, da produtividade de semente e massa de mil sementes na colheita e germinação e vigor no armazenamento de sementes da colheita à próxima semeadura no sistema milho/aveia. UFSM, 2015

Genótipo	Ano	Equação $y=a+bx\pm cx^2$	P (b_{ix})	R ²	Dose ideal	Y _E
Sistema milho/aveia						
Colheita						
Produtividade de sementes (kg ha ⁻¹)						
Brisasul	2011	2061+25,71x-0,1758x ²	*	0,99	73	3000
	2012	1560+38,42x-0,2078x ²	*	0,95	92	3335
Barbarasul	2011	1942+25,17x-0,1336x ²	*	0,99	94	3127
	2012	1178+39,06x-0,2112x ²	*	0,99	92	2983
Massa de mil semente (g)						
Brisasul	2011	33,78-0,0215x	ns	0,73	-	-
	2012	28,67+0,0464x	*	0,89	(92)	33,23
Barbarasul	2011	31,49+0,0323x	*	0,41	(94)	34,52
	2012	35,34-0,0357x	*	0,68	-	31,56
Armazenamento (8 meses)						
Germinação de semente (%)						
Brisasul	2011	94,15-0,0230x	ns	0,59	-	-
	2012	93,60-0,1769x	*	0,63	(92)	77,32
Barbarasul	2011	93,25+0,01x	ns	0,85	-	-
	2012	80,23+0,62x-0,0056x ²	*	0,98	55	97,39

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F; Y_E = valor estimado pela dose ideal de N; P(b_{ix}) = parâmetro que mede a significância da inclinação; R² = coeficiente de determinação. O valor estimado das equações lineares teve como base a dose ideal obtida na PS.

No resíduo de milho para a MMG foi observado comportamento linear das equações independente do genótipo e ano, e mostrou que o parâmetro de inclinação de grau um foi significativo, exceto para a cultivar Brisasul no ano de 2011, que não teve incremento na MMG com as doses de N. Cabe destacar que para calcular a massa de mil grãos estimada, quando a equação teve comportamento linear, foi utilizado o valor da MET da produtividade de sementes para elucidar os valores estimados.

Nesta condição, ainda pode ser verificado que no ano de 2011, independente do genótipo, as doses de nitrogênio não foram efetivas em promover alterações na germinação, ou seja, em ano favorável, apesar da liberação lenta do N-residual, a necessidade da planta foi suprida, e a conversão de fotoassimilados foi eficiente. Para o ano de 2012, ano desfavorável é constatado comportamento distinto entre as cultivares. A cultivar Brisasul mostra ajuste de equação linear. Ainda no resíduo de milho, no ano de 2012, a cultivar Barbarasul mostrou tendência quadrática, apresentando coeficiente de determinação acima de 90%, e a máxima eficiência técnica foi obtida com uma dose de 55 kg N ha⁻¹, originando uma expectativa Com os resultados encontrados no sistema milho/aveia, que disponibiliza lentamente o N-residual, é possível inferir que a maior exigência de N para expressão da MET para os caracteres ligados a produtividade quando comparados aos caracteres ligados a qualidade de sementes é relacionada à maior demanda do elemento para o afilhamento da cultura na fase inicial de

desenvolvimento. No início de desenvolvimento da cultura, a aveia tem o período crítico em que necessita o aporte da adubação nitrogenada para emissão e manutenção de afilhos. Segundo Mundstock e Bredemeier (2001), as plantas de aveia exigem grande disponibilidade de N no início do ciclo, com visíveis efeitos sobre o rendimento de grãos e acrescentam que em aveia, há dois momentos críticos para melhor resposta ao N: no início do ciclo e por volta da emissão da 5^a -7^a folha do colmo principal.

Alguns trabalhos demonstram que as doses de N não foram eficientes em promover alterações na qualidade de sementes. De acordo com Kolchinski e Schuch (2004), a adubação em cobertura na aveia branca, com doses de 0, 24, 48 e 73 kg ha⁻¹ de N não afetou o rendimento industrial e a qualidade fisiológica das sementes. Em concordância, Favarato et al. (2011), não observaram diferenças significativas na qualidade de sementes de trigo produzidas com distintas doses de N (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹). A não influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica de sementes deve-se ao fato de que as plantas têm a tendência de numa condição de menor disponibilidade de nutrientes priorizar a preservação da espécie, isso significa, produzir menos, mas sementes com qualidade, por isso não é evidenciado o efeito da adubação (DELOUCHE, 1980).

Por outro lado, na cultura de feijão caupi, foi encontrada resposta positiva com a adubação nitrogenada, sendo que a dose de 55 kg N ha⁻¹, proporcionou maior produção e germinação das sementes (OLIVEIRA et al., 2001). Na cultura de mamão, Meireles et al. (2009), verificaram que dose de 10 g de N associada à lâmina de irrigação correspondente a 109% da evapotranspiração, favoreceu a germinação das sementes.

Conclusão

A dose ideal para atingir a máxima eficiência técnica na condição do estudo revelou que no sistema soja/aveia é em torno de 72 kg N ha⁻¹, enquanto que no sistema milho/aveia a dose ideal é de aproximadamente 88 kg N ha⁻¹.

A resposta ao incremento de N-mineral foi distinta entre as cultivares, mostrando que existem diferenças genéticas no aproveitamento de N.

Os resultados evidenciam que a qualidade de sementes de aveia branca quando armazenadas sem controle de temperatura e umidade, pode ser empregada como semente na lavoura do ano posterior, desde que, o manejo do nitrogênio e outras práticas agronômicas sejam adequadamente realizadas para garantir um lote de sementes com qualidade inicial, permitindo o uso dessa prática.

Referências bibliográficas

ABRANTES, F. L.; KULCZYNSKI, S. M.; SORATTO, R. P.; BARBOSA, M. M. M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 106-115, 2010.

BARBOSA, R. M.; COSTA, D. S.; HOMEM, B. F. M.; SÁ, M. Nitrogênio na produção e qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 470-474, jul./set. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395p.

CARDOZO, T. M.; SCHUCH, L. O. B.; ROSENTHAL, M. D. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 331-338, 2002.

CARVALHO, J. J.; COSTA, C. D. O.; PACHECO, A.; CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B. Cultivo de aveia preta irrigada submetida a adubação nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, n. 6, p. 502-513, nov./dez. 2014.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CATÃO, H. C. R. M. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, out. 2010.

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, nov./dez. 2004.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. Indicações técnicas para cultura da aveia. In: XXXIV REUNIÃO DA COMISSÃO DE PESQUISA EM AVEIA, 2014, Passo Fundo. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília: Conab, 2015.

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

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **Hort Science**, v. 15, n. 6, p. 775-780, 1980.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, nov./dez. 2010.

FAVARATO, L. F.; ROCHA, V. S.; ESPINDULA, M. C.; SOUZA, M. A.; PAULA, G. S. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Bragantia**, 2011.

FLOSS, E. L. Aveia, um sustentáculo do sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passos Fundo, v. 72, n. 69, p. 14-18, 2002.

GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; BARBIERI, R. L.; BARETTA, D. Conteúdo de β -glucana em cultivares de aveia-branca cultivadas em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 261-268, mar. 2010.

HAWERROTH, M. C.; BARBIERI, R. L.; SILVA, J. A. G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Importância e dinâmica de caracteres na aveia produtora de grãos. **Embrapa Clima Temperado**, Documentos 376, Pelotas – RS, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. A. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 64p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 188).

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

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de sementes de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

LUIZ, V. **Estudo dos parâmetros ecofisiológicos para avaliação da qualidade de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.) produzidas na região sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MEIRELES, R. C.; SILVA, R. F.; ARAUJO, E. F.; REIS, L. S.; LYRA, G. B.; MARINHO, A. B. Influência do nitrogênio e das lâminas de irrigação na qualidade fisiológica das sementes de mamoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 216-221, 2009.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilhamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.

NASCIMENTO, F. M.; BICUDO, S. J.; FERNANDES, D. M.; RODRIGUES, J. G. L.; FERNANDES, J. C. Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, jan./abr. 2012.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava – PR, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, G. B.; ALVES, E. U.; PEREIRA, E. L. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), em função de doses e formas de aplicação de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 215-221, 2001.

OLIVEIRA, E. A. P.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I. C. B.; OLIVEIRA, J. C.; BARROS, A. S. R. Foliar fungicide and environment son the physiological quality of oat seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 1, 2014.

ORTIZ, T. A.; LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; ATHANÁZIO, J. C.; TAKAHASHI, L. S. A. Metodologias para avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de cenoura cultivar londrina armazenados por até dez anos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 330-337, jun. 2014.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, E. A. P.; PANOFF, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272-279, 2012.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 34-41, jan./mar. 2013.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, V. B.; COELHO, M. R.; LUMBREAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Solos, 2006. 306p.

SANTOS, P. A. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S.; ROSENTHAL, M. D. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 97-101, maio/ago. 2000.

SILVA, J. A. G.; ARENHARDT, E. G.; KRÜGER, 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**, v. 19, n. 1, p. 27-33, 2015.

SILVA, M. A. G.; PORTO, S. M. A.; MANNIGEL, A. R.; MUNIZ, A. S.; MATA, J. D. V.; NUMOTO, A. Y. Manejo da adubação nitrogenada e influência no crescimento da aveia preta e na produtividade do milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 275-281, 2009.

SILVEIRA, E. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; PIAZZETTA, H. V. L.; LANG, C. R.; CARVALHO, P. C. F. Intensidade de pastejo e adubação nitrogenada na massa seca de aveia e produtividade do milho na integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1323-1332, jul./ago. 2012.

SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; FURLAN, B. N.; PAZ, C. C. P.; LIMA, M. L. P.; ELLINGIERI, P. A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade in vitro da matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 474-480, 2008.

SIMIONI, D.; WEBBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, L. C.; AOSANI, E. Caracterização química de cariopses de aveia branca. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 191-196, abr./jun. 2007

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SPONCHIADO, J. C.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M. Teste de condutividade elétrica para determinação do potencial fisiológico de sementes de aveia branca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento 1, p. 2405-2414, 2014.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ANGHINONI, I.; MEURER, E. J.; RAMBO, L. Época de aplicação de nitrogênio em cobertura em milho e espécies antecessoras de cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 879-890, 2006.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 493-502, 2011.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

THEAGO, E. Q.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; MEGDA, M. M.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio influenciando teores de clorofila e produtividade do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1826-1835, 2014.

TUNES, L. M.; BARROS, A. C. S. A.; BADINELLI, P. G.; OLIVO, F. Testes de vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.). **Revista Brasileira Ciência Agrária**, Recife, v. 3, n. 4, p. 321-326, 2008.

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

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. T.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, p. 331-337, 2007.

ARTIGO 2 – O NITROGÊNIO E A QUALIDADE DE PLÂNTULA EM CONDIÇÕES NÃO CONTROLADAS NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE AVEIA

Resumo

O Brasil está entre os maiores produtores agrícolas do mundo, favorecido pela extensa área agricultável e clima adequado. A cultura da aveia branca, tradicionalmente cultivada na região mais fria, ao sul do Brasil, já tem alcançado outras regiões, graças a adaptação das cultivares. A disponibilidade de nitrogênio, nutriente limitante para o desenvolvimento, está condicionada, entre outros fatores, ao manejo e quantidade de matéria orgânica no solo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de plântula de aveia branca após oito meses de armazenamento das sementes, em condições não controladas de ambiente, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em distintos sistemas de cultivo. Os estudos foram conduzidos em primeiro momento no campo e posteriormente, no laboratório. Na primeira etapa, para a produção das sementes, foi conduzido experimento em dois sistemas de cultivo, com distinta relação Carbono/Nitrogênio (C/N) dos restos culturais da cultura que antecedia no verão. Nesse sentido, foi constituído um sistema com cobertura de solo com resíduo vegetal de elevada relação C/N (milho/aveia) e outro de reduzida relação C/N (soja/aveia). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, cultivares e anos, respectivamente. Os níveis dos primeiros fatores foram assim constituídos: i) doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas em 30 dias após a emergência; ii) cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul) e iii) anos (2011 e 2012). Os caracteres avaliados foram a massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total de plântulas (MST). O ano de cultivo no sistema soja/aveia exerceu efeitos significativos sobre a matéria seca de parte aérea e na matéria seca total de plântulas. Por outro lado, na matéria seca de raiz não mostrou alteração. As plântulas oriundas de sementes armazenadas nestas condições não controladas mostram que o sistema soja/aveia possibilitou o desenvolvimento de plântulas com maior matéria seca de raiz, matéria seca de parte aérea e matéria seca total. Além disso, este sistema obteve maior estabilidade nos caracteres de plântula quando comparado ao sistema milho/aveia.

Palavras chave: *Avena sativa*. Plantabilidade. Sistema de cultivo. Doses de nitrogênio.

Abstract

Brazil is among the largest agricultural producers in the world, favored by extensive arable land and suitable climate. The culture of oat, traditionally grown in the coldest region in the south of Brazil has already reached other regions, thanks to the adaptation of cultivars. The availability of nitrogen, limiting nutrient for development, is conditioned, among other factors, the management and amount of organic matter in the soil. The objective of the study was to evaluate the quality of oat seedlings after eight months of storage of seeds under conditions not controlled environment, due to the application of nitrogen in coverage in different cropping systems. The studies were conducted first time in the field and subsequently in a laboratory. In the first stage, for seed production, field experiment was conducted in two cropping systems, with distinct relation carbon / nitrogen (C / N) of crop residues of the culture that preceded the summer. Accordingly, it has been a ground cover plant residue with system with high C / N ratio (maize / oat) and other low C / N ratio (soybean / oat). The experimental design was a randomized block with four replications, following a factorial 4 x 2 x 2 for the factors nitrogen, cultivars and years respectively. The levels of the first factors were formed as follows: i) nitrogen rates (0, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹) applied 30 days after emergence; ii) oat cultivars (Barbarasul and Brisasul) and iii) years (2011 and 2012). The evaluated traits were dry matter root (MSR), dry matter of aerial part (MSPA), and total seedling dry matter (MST). The year of cultivation system in soy / oats has significant effects on dry matter of shoot and total dry matter of seedlings. On the other hand, the dry matter of root showed no change. The plants originated from seeds stored in these conditions subsidiaries do not show that the system soy / oats enabled the development of seedlings with larger root dry matter, dry matter of shoot and total dry matter. Furthermore, this system had a higher stability in character when compared to the corn seedling system / oats.

Key words: *Avena sativa*. Plantability. Cropping system. Nitrogen rates.

Introdução

O Brasil está entre os maiores produtores agrícolas do mundo, favorecido pela extensa área agricultável e clima adequado à produção vegetal durante o ano todo (COSTA et al., 2014). Neste sentido, a produção de distintas culturas é beneficiada pelas características climáticas de cada região do país e pelos diferentes tipos de solo, conferindo diferentes

propostas de manejo. A cultura da aveia branca, tradicionalmente cultivada na região mais fria, ao sul do Brasil, já tem alcançado outras regiões, graças a adaptação das cultivares modernas, obtidas com os avanços do melhoramento genético e também a sua ampla aptidão de uso (CRESTANI et al., 2010). Nos cereais em geral, o nitrogênio é o nutriente mais limitante para o desenvolvimento, pois atua em grande parte do metabolismo da planta (MENECHIN et al., 2008). A disponibilidade deste, está condicionada entre outros fatores, ao manejo e quantidade de matéria orgânica no solo (GUIMARÃES et al., 2014) e ao tipo de precedente cultural, que proporciona distinta relação carbono/nitrogênio, e afeta as taxas de mineralização e imobilização do N (SIQUEIRA NETO et al., 2010).

Para propiciar condição de desenvolvimento e crescimento das plantas é necessário aporte de N na forma mineral, visto que os solos brasileiros não suprem a necessidade (PIETRO-SOUZA et al., 2013). Neste sentido, é primordial que haja sincronismo entre o fornecimento e a demanda da planta (SIQUEIRA NETO et al., 2010), a fim de aumentar a eficiência técnica no uso do nitrogênio. Além disso, é importante que existam estratégias de manejo relacionadas a dose, fontes e época de aplicação de N, para alcançar resultados econômicos satisfatórios e que diminuam as perdas de N no sistema solo-planta, e conseqüentemente, haja maior sustentabilidade técnica, econômica e ambiental (KOLCHINSKI E SCHUCH, 2003; MARTINS et al., 2014; WHALEN, 2014; MANTAI, et al., 2015).

O nitrogênio é um elemento que está presente na célula vegetal em muitos componentes, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos (TAIZ E ZIEGER, 2009). Na aveia branca, a falta de N limita a produtividade e o excesso promove alongamento dos entrenós da planta, podendo levar ao acamamento (ZAGONEL E FERNANDEZ, 2007; PENCKOWSKI et al., 2010; HAWERROTH et al., 2015). Segundo Kolchinski e Schuch (2004), a quantidade de N absorvida pela planta influencia no teor proteico do grão. Na aveia, o teor proteico varia 12,40% a 24,50% no grão descascado, merecendo destaque se comparado a outros cereais (SIMIONI et al., 2007).

A disponibilidade de nutrientes na lavoura interfere na formação do embrião e na composição química das sementes, e assim afeta o seu metabolismo e vigor (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000). Nesse sentido, se as plântulas que emergem podem ter o seu vigor comprometido, o seu estabelecimento na lavoura pode comprometer o estande de plantas. Em estudo com cariopses, Hawerroth et al. (2013), concluíram que a sua composição química é afetada pelo local de cultivo, safra e genótipos. E ainda Kolchinski e Schuch (2004),

verificaram que a adubação nitrogenada na emissão da panícula proporcionou elevação no teor de proteína bruta na cariopse.

As condições de armazenamento interferem na manutenção da qualidade das sementes, destacando a umidade relativa do ar e a temperatura que ficam submetidas durante o período, pois esses fatores condicionam a taxa de respiração das sementes e consequentemente podem acelerar a sua deterioração (MASSETO et al., 2013). Nesse sentido, outra condição fundamental para o armazenamento é o controle do teor de água na semente, que deve ser reduzido na colheita ou realizada secagem após, para evitar a proliferação de fungos e o aumento da respiração da semente, que favorece a deterioração, assim como desenvolvimento de toxinas (FERRARI FILHO, 2011; BERBERT et al., 2008; RUPOLLO et al., 2006).

As pesquisas que mostrem o efeito do nitrogênio na qualidade das plântulas após o armazenamento das sementes em condições não controladas, podem fornecer subsídios para o entendimento da dinâmica do nutriente na composição da semente e a plantabilidade da lavoura, porém, são informações que se mostram escassas na literatura nacional e estrangeira. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de plântula de aveia branca após oito meses de armazenamento, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, em distintos sistemas de cultivo, simulando uma condição de armazenamento de agricultor familiar.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), no município de Augusto Pestana - RS, localizado geograficamente a 28°26'30" de latitude S e 54°00'58" de longitude W.

O solo da unidade experimental se caracteriza por ser um Latossolo Vermelho Distroférico Típico (SANTOS et al., 2006). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região se enquadra na descrição de Cfa (subtropical úmido), com ocorrência de verões quentes e sem ocorrência de estiagens prolongadas. Apresenta ainda invernos frios e úmidos, com frequente ocorrência de geadas. Quanto ao volume de pluviosidade, a estação meteorológica do IRDeR registra normalmente volumes próximos a

1600 mm anuais, com ocorrência de maiores precipitações no inverno. Os dados de precipitação podem ser observados na figura 1.

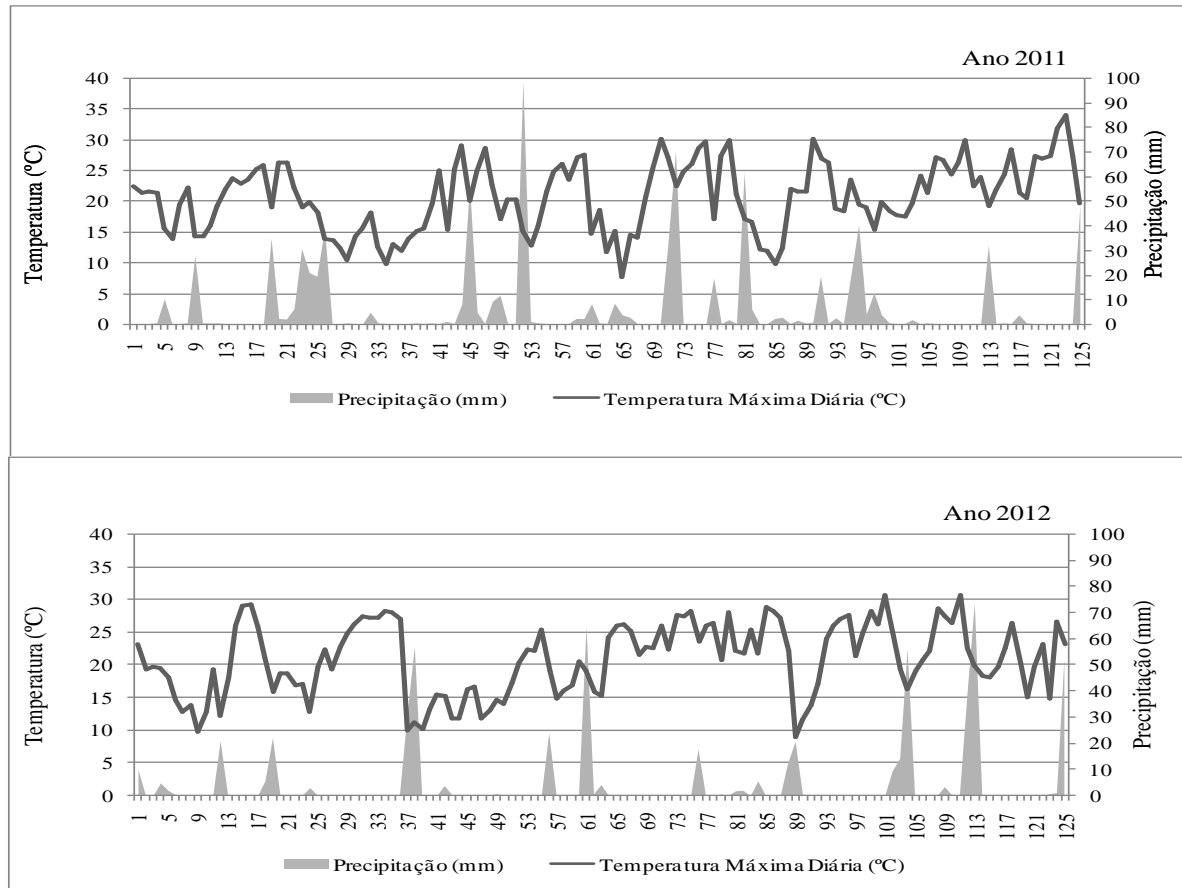


Figura 1 – Parâmetros agroclimáticos do ano agrícola de 2011 e de 2012 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural. UFSM, 2015

Na área experimental em que foi conduzido o trabalho, existe um sistema de semeadura direta consolidado, com pelo menos quinze anos de implantação. Outra particularidade desse sistema é a distribuição das culturas de verão, uma parte da área sempre é semeada com soja e o restante sempre com milho, caracterizando dois precedentes culturais, os quais foram utilizados para análise dos sistemas de cultivo.

Na implantação do experimento, dez dias antes da semeadura, foi realizada análise de solo nas condições de estudo, identificando as características químicas do local, que seguem no anexo A. A semeadura foi realizada em 14 de junho de 2011 e em 06 de junho de 2012 com semeadora-adubadora. Cada parcela foi constituída de 5 linhas com 5 m de comprimento cada, e espaçamento entre linhas de 0,20 m, correspondendo a uma unidade experimental de 5m². A densidade populacional utilizada foi de 300 sementes viáveis por metro quadrado. A adubação de base e cobertura levou em conta as indicações técnicas da cultura sendo aplicado

adubo formulado na proporção de 5, 20, 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio (N, P, K) respectivamente. Para a expectativa de rendimento da cultura de 3 t ha⁻¹, foram aplicados na adubação de base 60 e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente e de N na base com 10 kg ha⁻¹ (exceto na unidade experimental padrão), sendo o restante para contemplar as doses propostas em cobertura no estádio indicado de quarta folha expandida com presença de colar.

O controle de insetos e doenças foi executado conforme as recomendações técnicas preconizadas para a cultura. Foi realizada aplicação de fungicida tebuconazole de nome comercial FOLICUR[®] CE na dosagem de 0,75 L ha⁻¹. E o controle de plantas invasoras foi realizado de acordo com a necessidade, mediante aplicação de herbicida e/ou capina manual. O herbicida utilizado foi metsulfuron-metil na dose de 4 g ha⁻¹ do produto comercial.

Os estudos foram conduzidos em primeiro momento no campo e posteriormente, no laboratório. Na primeira etapa, para a produção das sementes, foi conduzido experimento em dois sistemas de cultivo, com distinta relação Carbono/Nitrogênio (C/N) dos restos culturais da cultura que antecedia no verão. Nesse sentido, foi constituído um sistema com cobertura de solo com resíduo vegetal de elevada relação C/N (milho/aveia) e outro de reduzida relação C/N (soja/aveia). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo um esquema fatorial 4 x 2 x 2 para os fatores doses de nitrogênio, cultivares e anos, respectivamente. Nestas fontes de variação os níveis de cada fator foram assim constituídos: i) doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) aplicadas em 30 dias após a emergência; ii) cultivares de aveia (Barbarasul e Brisasul) e iii) anos (2011 e 2012). As cultivares utilizadas são indicadas para o cultivo pela CBPA e tem aceitação pelos produtores do noroeste do RS, ambas apresentam estatura baixa, hábito de crescimento semiereto, contudo, apresentam diferença no ciclo, precoce e médio a precoce para as cultivares Barbarasul e Brisasul, respectivamente.

A colheita foi realizada com corte manual das plantas nas três linhas centrais de cada parcela no estádio de maturidade de colheita, com umidade de grãos ao redor de 22%. As plantas foram trilhadas com colheitadeira estacionária e direcionadas ao laboratório para correção da umidade de grãos para 13%. Após, as sementes foram armazenadas durante oito meses, e posteriormente foram utilizadas para os testes propostos no presente trabalho. No entanto, o armazenamento da semente foi realizado com o objetivo de caracterizar uma prática adotada por produtores rurais, que guardam a semente colhida no ano para fazer a semeadura da lavoura no próximo ano, ou seja, salva a semente, o que está amparado por lei, Lei N° 10711 de 5 de agosto de 2003, contudo, as condições em que as sementes são

armazenadas, nem sempre proporcionam o controle de temperatura e umidade, além de que, as técnicas de manejo da lavoura também influenciam na qualidade do que é armazenado.

Para a execução desta técnica, as sementes ficaram armazenadas em uma sala de alvenaria, embaladas em sacos de algodão, submetidas a variações de temperatura e umidade do ambiente, durante o período após a colheita até a próxima semeadura, totalizando oito meses. Posteriormente, foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes em laboratório. Os testes de laboratório foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Sementes da UNIJUÍ. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado com 4 repetições, de acordo com os tratamentos da fase de campo.

Os caracteres avaliados foram a massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total de plântulas (MST). Para fazer essa avaliação foi realizado o teste de germinação de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e após obtenção dos resultados, avaliou-se a massa verde de raiz, massa verde de parte aérea e massa verde total de 10 plântulas normais retiradas aleatoriamente. As plântulas foram submetidas a secagem em estufa, avaliando-se a massa seca de raiz, parte aérea e total. Para a separação da raiz e parte aérea, foi realizado corte com bisturi na região do colo da plântula onde foi emitida a radícula, e foi retirando os resquícios de tecido de reserva e posteriormente, pesadas as partes. Para a secagem, foi utilizada estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C, até peso constante, sendo pesado e expresso em gramas.

Após atender os pressupostos iniciais de homogeneidade e normalidade via testes de Bartlett e Liliefors, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detecção dos efeitos principais e de interação nos distintos sistemas de cultivo sobre a expressão da qualidade de plântulas. Após análise de ausência e presença de interação, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo modelo de agrupamento de Scott & Knott em nível de 0,05 de probabilidade de erro, visando quantificar em cada condição as diferenças e similaridades. Os dados da germinação passaram por transformação em $\arcsin(x/100)^{1/2}$. Além disto, foi realizada equações de regressão de grau um ($y = b_0 \pm b_1x$) e dois ($y = b_0 \pm b_1x \pm b_2x^2$), visando o ajuste da dose de nitrogênio ideal em cada sistema de sucessão para a massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) nas distintas cultivares e anos de cultivo. Para todas estas determinações foi empregado o programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e discussão

O ano de cultivo no sistema soja/aveia exerceu efeitos significativos sobre a matéria seca de parte aérea (MSPA) e na matéria seca total de plântulas (MST). Por outro lado, na matéria seca de raiz (MSR) não mostrou alteração (Tabela 1). Ainda foi observado efeitos significativos para a interação ano versus dose para os caracteres em estudo, exceto para a MSR. Contudo, não foi observado efeito da interação tripla, ano versus dose versus genótipo, reportando a um comportamento similar das cultivares frente aos anos e doses de N utilizadas neste sistema do estudo. Além disso, é possível observar que a matéria seca de raiz (MSR) apresenta estabilidade frente as fontes de variação, podendo inferir que a disponibilidade de nitrogênio proporcionada neste sistema, confere maior independência na protrusão da radícula no desenvolvimento inicial da plântula.

No sistema milho/aveia, nos efeitos principais, o ano foi efetivo em promover alterações nas variáveis em estudo. Já para a fonte de variação dose e genótipo, apenas na MSPA e na MST foram notadas alterações significativas, a MSR não mostrou alterações (Tabela 1). Comportamento similar foi observado para a interação dose versus genótipo e na interação tripla (ano versus dose versus cultivar). Houve ainda efeito significativo da interação ano versus genótipo sobre todos os caracteres de plântula em estudo, mostrando que os genótipos demonstraram comportamentos distintos de acordo com os anos agrícolas. Cabe destacar que neste sistema a MSR foi afetada pelas fontes de variação ano e genótipo, diferentemente do observado no sistema soja/aveia, que conferiu estabilidade, neste sentido, quando a liberação do N é mais lenta, proporciona menor estabilidade na matéria seca de raiz.

No sistema soja/aveia as médias de MSR, MSPA e MST foram maiores que os alcançados no sistema milho/aveia, demonstrando que a rápida disponibilidade de N tem efeito positivo sobre essas variáveis. No sistema soja/aveia o ano proporcionou valor de quadrado médio superior ao da interação ano versus dose sobre os caracteres MSPA e MST (Tabela 1). Isso demonstra a maior efetividade do ano em promover alterações nessas variáveis. No sistema milho/aveia também foram detectadas condições similares para a fonte de variação ano. Dessa maneira é possível inferir que um dos anos de cultivo teve um comportamento bem distinto do outro, a tal ponto de ser mais efetivo em promover mudanças que as demais fontes de variação. As distintas condições de ano foram mais associadas as condições de precipitação (Figura 1), que afeta a decomposição do resíduo cultural nos distintos sistemas, interferindo na dinâmica do N-residual e N-mineral (ESPINDULA et al.,

2010), e conseqüentemente na disponibilidade, aproveitamento pela planta e na qualidade da semente colhida.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância dos efeitos de ano, dose de nitrogênio e cultivar sobre a qualidade da matéria seca de raiz (MSR), de parte aérea (MSPA) e total (MST) de plântulas de aveia após armazenamento nos sistemas de cultivo. UFSM, 2015

Fonte de Variação	GL	MSR (g)	Quadrado Médio/Dez plântulas	
			MSPA (g)	MST (g)
Sistema soja/aveia				
Bloco	3	57,09	33,71	151,92
Ano (A)	1	0,062	1570*	1570*
Dose (D)	3	1,29	20,34	22,80
Genótipo (G)	1	1,0	5,64	3,51
A x D	3	89,27	185*	316*
A x G	1	0,062	21,39	15,01
D x G	3	26,62	27,89	35,80
A x D x G	3	33,35	2,97	42,47
Erro	36	48,05	29	110,03
Média Geral		$49,43 \times 10^{-2}$	$71,51 \times 10^{-2}$	$120,98 \times 10^{-2}$
CV (%)		14,02	7,64	8,67
Sistema milho/aveia				
Bloco	3	18,84	18,73	60,09
Ano (A)	1	361*	1296*	3011*
Dose (D)	3	79*	98,35*	233*
Genótipo (G)	1	27,56	612*	892*
A x D	3	11,58	27,20	7,09
A x G	1	351*	576*	1838*
D x G	3	25,22	83,77*	154*
A x D x G	3	10,89	98,29*	170*
Erro	36	18,70	21,43	58,89
Média Geral		$46,06 \cdot 10^{-2}$	$65,46 \cdot 10^{-2}$	$111,51 \cdot 10^{-2}$
CV (%)		9,38	7,07	6,88

*Significativo a 5% de probabilidade de erro. **Resultado do produto do armazenamento da colheita à próxima semeadura (8 meses).

Segundo Cabezas e Couto (2007), a variação na eficiência de utilização do nitrogênio pela planta é regulada por fatores de solo e climáticos, tipo de cultura e de fertilizante e suas práticas de manejo. De acordo com Kluthcouski et al. (2006) os fertilizantes nitrogenados têm um alto custo energético para sua obtenção, mas na prática são observados equívocos na aplicação do N, especialmente em relação a doses, épocas e método de aplicação, notadamente em solos mais ricos em matéria orgânica. Ressaltam ainda, que a habitual recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, com o intuito de aumentar sua eficiência ou para prevenir as possíveis perdas pode, então, estar sendo ministrada tardiamente, neste caso com a principal função de melhorar o nível proteico e não da produtividade das espécies cultivadas, particularmente as culturas produtora de grãos.

No sistema soja/aveia, para analisar a interação do ano versus dose, os efeitos foram desdobrados em efeitos simples. Portanto, a tabela 2 mostra as equações de regressão e seus parâmetros para os caracteres da plântula, buscando definir a dose ideal de uso de N-mineral.

Tabela 2 – Regressão e teste de médias das doses de nitrogênio nos anos de cultivo para a matéria seca de parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) de plântula no sistema soja/aveia. UFSM, 2015

Ano	Equação $y=a\pm bx\pm cx^2$	P (b _{ix})	R ²	Dose ideal	Y _E
Armazenamento (8 meses) / Dez plântulas					
Matéria Seca de Parte Aérea (g)					
2011	0,068-0,00014x+0,00000104x ²	*	0,67	67	0,063
2012	0,071+0,00028x-0,00000191x ²	*	0,80	73	0,0812
Matéria Seca Total (g)					
2011	0,1172-0,00017x+0,00000168x ²	*	0,76	51	0,1128
2012	0,121+0,00031x-0,00000247x ²	*	0,80	63	0,0916
Doses de N (kg ha ⁻¹)					
	0	30	60	120	
Armazenamento (8 meses) / Dez plântulas					
Matéria Seca de Parte Aérea (g)					
2011	0,0683 Aa	0,0675 Aa	0,0630 Ba	0,0675 Aa	
2012	0,0720 Aa	0,0750 Aa	0,0826 Aa	0,0395 Bb	
Matéria Seca Total (g)					
2011	0,1163 Aa	0,1161 Aa	0,1109 Aa	0,1209 Aa	
2012	0,1225 Aa	0,1255 Aa	0,1333Aa	0,0631 Bb	

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; Y_E= valor estimado pela dose ideal de nitrogênio; P(b_{ix})= parâmetro que mede a significância da inclinação; R²= coeficiente de determinação; Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e de letras minúsculas na coluna constituem um grupo estatisticamente homogêneo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott e Knott.

Foi confirmado que para a MSR não houve efeito significativo. Além disso, pode ser observado comportamento quadrático para MSPA e MST e com parâmetro de inclinação de grau dois (b_{ix}) significativo para o ano de 2011 e 2012. Além disso, foi possível verificar que no ano de 2011 a dose ideal de nitrogênio para promover alterações na matéria seca de parte aérea e total foi menor que no ano de 2012, podendo inferir que em de 2011 as condições meteorológicas foram mais favoráveis para o aproveitamento do N, mostrando que neste ano o acúmulo de reservas foi favorecido pela melhor distribuição da chuva, que favoreceu a degradação do resíduo de soja, proporcionando disponibilidade rápida de N no início do ciclo da cultura. Na condição do ano de 2012, a dose ideal de N para a MSPA foi alcançada com dose de 73 kg N ha⁻¹ e gerou uma expectativa de produção de 0,0812 g. Para a matéria seca total no ano de 2012, a dose ótima foi de 63 kg N ha⁻¹ e gerou uma expectativa de 0,0916 g.

Em estudo das alterações físico-químicas de sementes de aveia durante a germinação, realizado no noroeste da China, foi observado que embora radículas de aveia foram sempre maiores do que a parte aérea durante o período de maltagem, a percentagem em peso seco de

radículas de aveia foi menor do que a da parte aérea (TIAN et al., 2010), o que se confirma neste estudo. Toledo et al. (2007) verificaram que a dose de 150 kg ha⁻¹ de N na cultura de sorgo-de-guiné, foi a que proporcionou melhor resposta. Por outro lado, Dutra et al. (2012) não verificaram incremento na matéria seca de parte aérea de feijão caupi após o teste de emergência de plântulas. De acordo com Delouche (1980), respostas variáveis para a adubação nitrogenada em cereais podem ser relacionadas com o nível de proteína acumulado nas sementes.

Estudos apontam que na cultura aveia existem dois momentos críticos para a melhor resposta no aproveitamento de nitrogênio, no início do ciclo e por volta da emissão da 5^a a 7^a folha do colmo principal (MUNDSTOCK & BREDEMEIER, 2001). Explicam ainda que durante os estádios iniciais o nutriente é necessário para potencializar o número máximo de espiguetas por espiga e, conseqüentemente, o número de grãos por espiga, enquanto nos estádios finais do período o nitrogênio é crítico para determinar o número de colmos por área.

O nitrogênio que compõe a proteína dos grãos pode ser relacionado com o conteúdo de N na planta no início da floração segundo Brouwer & Flood (1995) citados por Cecon et al., (2004). A qualidade fisiológica das sementes dos materiais genéticos responde diferentemente a distintas doses de nitrogênio (ZUCARELLI et al., 2012), estando em concordância com os resultados encontrados por Prando et al. (2012), na cultura do trigo. Efeitos positivos sobre a qualidade fisiológica das sementes foram relatados em trabalhos, como sorgo-de-guiné (TOLEDO et al., 2007), milho (BONO et al., 2008) e painço (ABRANTES et al., 2010). Contudo, existem trabalhos que demonstram que as doses não são efetivas em promover mudanças na qualidade de sementes, como é o caso do trigo (PRANDO et al., 2012).

Na avaliação das médias do efeito de interação ano versus doses (Tabela 2), é possível verificar que para a MSPA de maneira geral no ano de 2011 as médias são menores que as encontradas em 2012, porém não causaram grandes diferenças quando comparadas. Na comparação entre as doses, apenas quando foi utilizado 60 kg N ha⁻¹ foi verificada diferença no acúmulo de matéria seca da parte aérea (0,0630 g) no ano de 2011. Por outro lado, na maior dosagem de N, houve uma redução mais expressiva nesta variável, alcançando valor de 0,0395 g, bem inferior as demais doses testadas, no ano de 2012, que foi desfavorável para a cultura. Além disso, na comparação entre os anos, foi constatado que no ano de 2012, a matéria seca de parte aérea de plântula foi reduzida quase pela metade na dose de 120 kg N ha⁻¹ e na matéria seca total de plântula, foi verificada condição similar para o ano de 2012 com a dose mais elevada de N.

Essa diminuição pode ter sido originada no período em que a planta ainda estava no campo, sendo possivelmente causada pela emissão de afilhos que não foram fertilizados ou pela deterioração da semente, que pode ter ficado exposta à maior umidade depois da sua maturidade fisiológica, causando degradação da qualidade fisiológica da semente, visto que somente alterações na massa de mil sementes (MMS), que estaria relacionado com o acúmulo de reservas na semente, dificilmente causaria uma alteração dessa proporção, pois a MMS é uma característica que apresenta alta estabilidade. Cabe ressaltar, a importância do uso eficiente do N nos sistemas agrícolas, conduzindo-o em práticas de maior sustentabilidade e aproveitamento pelas plantas, evitando prejuízos econômicos e ambientais (MELEIRO et al., 2013).

Na tabela 3 é apresentado a equação de regressão e os seus parâmetros, que busca definir a dose ideal de N, e as médias da interação ano versus genótipo no sistema de cultivo milho/aveia. Nas equações de regressão, foi observada tendência quadrática significativa na matéria seca de raiz, apenas para a cultivar Barbarasul no ano de 2012, no ano de 2011 não foi verificado incremento da MSR com as doses de nitrogênio. O genótipo Barbarasul mostrou dose ajustada com 64 kg N ha^{-1} , o que gerou uma expectativa de produção na MSR de 0,0487 g. Por outro lado a Brisasul, não mostrou incremento com as doses de N aplicadas, e neste sentido mostra que consegue garantir a absorção de nutrientes do solo mesmo com a liberação lenta de N que esse sistema condiciona.

Na matéria seca de parte aérea foi verificado comportamento quadrático apenas para a Brisasul, sendo que no ano de 2011 a dose de N ótima foi obtida com 63 kg N ha^{-1} e no ano de 2012, de 72 kg N ha^{-1} , reforçando que nas condições de anos mais favoráveis a disponibilidade de N-mineral necessária é menor, visto que a decomposição e mineralização mediada pelos microrganismos do solo é favorecida (WHALEN, 2014). Por outro lado, a Barbarasul não mostrou mudança na MSPA com o incremento das doses de N independente do ano de cultivo, demonstrando que a planta não foi eficiente em aproveitar o N-mineral aplicado. Essa informação é muito relevante para uma prática sustentável do uso de N, pois mostra que existem diferenças genéticas no aproveitamento de nitrogênio, indicando qual genótipo é responsivo a adubação no desempenho das plântulas.

Tabela 3 – Regressão e teste de médias das doses de nitrogênio nos anos de cultivo para a matéria seca de raiz (MSR), de parte aérea (MSPA) e total (MST) de plântulas no sistema de cultivo milho/aveia. UFSM, 2015

Genótipo	Ano	Equação $y=a\pm bx\pm cx^2$	P (bix)	R ²	Dose ideal	Y _E
Armazenamento (8 meses) /Dez plântulas						
Matéria Seca de Raiz (g)						
Brisasul	2011	0,043-0,000431x	ns	0,70	-	-
	2012	0,053-0,000055x	ns	0,55	-	-
Barbarasul	2011	0,047-0,0000088x	ns	0,04	-	-
	2012	0,044+0,0001442x-0,0000011x ²	*	0,79	64	0,0487
Matéria Seca de Parte Aérea (g)						
Brisasul	2011	0,047+0,00050x-0,00000396x ²	*	0,92	63	0,0627
	2012	0,067+0,00013X-0,0000009x ²	*	0,47	72	0,0716
Barbarasul	2011	0,066+0,0000150x	ns	0,8	-	-
	2012	0,0684+0,000031x	ns	0,86	-	-
Matéria Seca Total (g)						
Brisasul	2011	0,088+0,00055x-0,0000047x ²	*	0,95	59	0,1040
	2012	0,1184+0,00019x-0,00000185x ²	*	0,52	51	0,1232
Barbarasul	2011	0,1134+0,0000066x	ns	0,01	-	-
	2012	0,1124+0,00021x-0,00000138x ²	*	0,95	76	0,1203
Armazenamento (8 meses) /Dez plântulas						
Genótipo	Ano					
	2011		2012			
Matéria seca de raiz (g)						
Brisasul	0,04068 Bb		0,0499 Aa			
Barbarasul	0,04668 Aa		0,04666 Ba			
Matéria seca de parte aérea (g)						
Brisasul	0,05487 Bb		0,06996 Aa			
Barbarasul	0,0670 Aa		0,06990 Aa			
Matéria seca total (g)						
Brisasul	0,09556 Bb		0,1198 Aa			
Barbarasul	0,1137 Aa		0,1166 Aa			

* = Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t; Y_E= valor estimado pela dose ideal de nitrogênio; P(bix)= parâmetro que mede a significância da reta; R²= coeficiente de determinação. Médias seguidas de letras maiúsculas na linha e de letras minúsculas na coluna constituem um grupo estatisticamente homogêneo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott e Knott.

Na avaliação da matéria seca total de plântula foi constatado que houve efeito das doses de N, exceto para cultivar Barbarasul no ano de 2011, as demais apresentaram comportamento quadrático (tabela 3). Cabe ressaltar, que na cultivar Brisasul a dose para atingir a MET, independente do ano foi menor que na Barbarasul, mostrando ser mais eficiente no uso de N-mineral. Contudo, de acordo com Whalen (2014), seria possível reduzir o uso de fertilizantes se os resíduos orgânicos fossem capazes de fornecer os nutrientes em nível satisfatório para o crescimento da cultura, a partir da sincronização de liberação de nutrientes dos resíduos orgânicos e a demanda por nutriente da cultura durante o seu crescimento, tornando os agroecossistemas mais dependentes da atividade biológica do solo e mais sustentáveis.

Na cultura de sorgo-de-guiné, Toledo et al. (2007) ao avaliarem a matéria seca de plântulas, consideraram que a as amostras que apresentaram maiores valores de matéria seca

de plântulas normais foram as mais vigorosas e a equação de regressão teve ajuste quadrático, que permitiu destacar a dose de 150 kg ha⁻¹ como aquela que proporcionou melhores resultados. Nesse caso, as sementes produzidas com essa dose proporcionaram maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas com maior massa, em função do maior acúmulo de matéria (NAKAGAWA, 1994).

No sistema milho/aveia a interação genótipo versus ano foi desdobrada em efeitos mais simples, assim na tabela 3 é apresentado o teste de médias para as variáveis analisadas. Foi constatada que existe diferença de desempenho entre anos somente para uma cultivar, ou seja, em 2011 a cultivar Brisasul teve desempenho inferior a Barbarasul em todas as variáveis analisadas. Nesse sentido, entende-se que a Barbarasul é uma cultivar que apresenta maior rusticidade, pois mesmo em anos menos favoráveis ao desenvolvimento da cultura, ela garante sementes que dão condição de gerar plântulas com maior matéria seca se comparada a Brisasul.

Na comparação entre os genótipos, a cultivar Brisasul teve o pior desempenho em todos os caracteres avaliados considerando o ano de 2011, já no ano de 2012 houve desempenho similar entre as duas cultivares. Nesse sentido, pode-se inferir que a Brisasul mostra-se mais sensível neste sistema, mesmo que tenha aproveitamento de N e potencial superior ao da Barbarasul (MANTAI et al., 2015). Contudo, a hipótese para explicar como as sementes tem menor capacidade de gerar plântulas com maior matéria seca, pode estar relacionado com o sistema, que pode disponibilizar os nutrientes em momento diferenciado ao do sistema soja/aveia, desfavorecendo ao acúmulo de reservas que poderiam ser acumuladas onde a disponibilidade de N é mais rápida, e conseqüentemente afetar a capacidade de degradação das reservas pelas enzimas que são ativadas quando a semente passa pela embebição, isto porém não quer dizer que a capacidade de germinação da semente seja afetada, haja vista, que seriam necessários estudos mais aprofundados neste sentido.

De acordo com Perez (2004), a casca da semente, entre outras funções regula a velocidade de embebição das mesmas e controla a velocidade das trocas gasosas, regulando a germinação, logo, durante a embebição da semente ocorre a síntese e ativação de enzimas que atuam na mobilização das reservas e na digestão da parede celular, que causa enfraquecimento dos tecidos adjacentes ao ápice caulinar permitindo que a raiz primária rompa o tegumento. Nesse sentido, a germinação é regulada pela absorção de água, que é caracterizada em três fases, segundo Castro, Bradford e Hilhorst (2004), a fase I é rápida, ocorrendo absorção água, durante a fase II acontece a ativação metabólica e na fase III é que

ocorre a protrusão da radícula, por consequência do crescimento do embrião, pela expansão e divisão celular que promovem o alongamento embrionário.

Nessa ativação metabólica, é induzida a síntese da giberelina pelo eixo embrionário da semente, hormônio vegetal relacionado ao crescimento. Esse hormônio é difundido até o escutelo e a camada de aleurona que vai induzir a síntese de enzimas hidrolíticas, responsáveis pela degradação das paredes de células do endosperma. As principais enzimas do processo de degradação do amido em cereais são as amilases, as desramificadoras e as maltases (BUCKERIDGE et al., 2004). Em estudo das alterações físico-químicas de sementes de aveia durante a germinação, realizado no noroeste da China por Tian et al. (2010), constataram que o teor de amido da aveia diminuiu significativamente de 60% a cerca de 20%, sendo observada uma diminuição maior após 48 horas no teor de amido, o que pode ser explicado pela atividade total da enzima amilase que aumentou rapidamente durante este período, sendo vinte vezes maior do que a fase inicial. A pesquisa ainda revelou que a atividade absoluta de α -amilase foi sempre superior a β -amilase durante o período total de germinação (TIAN et al., 2010).

Cabe destacar também, a mobilização das proteínas, que compreendem compostos de reserva que possuem nitrogênio na sua composição. As proteínas são acumuladas no endosperma e a síntese ocorre na camada de aleurona, principalmente. A hidrólise das proteínas gera aminoácidos que as constituem, sendo realizada por proteases específicas, os aminoácidos são convertidos a aminas e posteriormente transportados ao eixo de crescimento (BUCKERIDGE et al., 2004). Em aveia, o estudo das alterações físico-químicas de sementes durante a germinação revelou que a concentração de proteína foi aumentada lentamente desde 18,98% para 22,02% e ainda, o teor de aminoácidos livres aumentou continuamente e atingiu 0,37% até ao final de germinação, a justificativa para esse aumento é que as proteínas nas sementes de aveia foram degradadas e convertidas num estado solúvel após a germinação. Somado a isso, foi verificado que o conteúdo de aminoácidos livres diminuiu durante a operação de molhagem, principalmente durante a fase de germinação inicial, mostrando que a velocidade de utilização dos aminoácidos para sintetizar bioenzimas foi mais rápida do que as proteínas foram sendo degradadas em aminoácidos (TIAN et al., 2010).

Conclusão

As plântulas oriundas de sementes armazenadas nestas condições não controladas mostram que o sistema soja/aveia possibilitou o desenvolvimento de plântulas com maior

matéria seca de raiz, matéria seca de parte aérea e matéria seca total. Além disso, este sistema obteve maior estabilidade nos caracteres de plântula quando comparado ao sistema milho/aveia.

Referências bibliográficas

ABRANTES, F. L.; KULCZYNSKI, S. M.; SORATTO, R. P.; BARBOSA, M. M. M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 106-115, 2010.

BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: SILVA, J. S. (ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p. 63-107.

BONO, J. A. M.; RODRIGUES, A. P. D. C.; MAUAD, M.; ALBUQUERQUE, J. C.; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. S.; FREITAS, M. E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 91-102, out./dez. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395p.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, H. P.; TINÉ, M. A. S.; AIDAIR, M. P. M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 163-185.

CABEZAS, W. A. R. L.; COUTO, P. A. Imobilização de nitrogênio da ureia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 739-752, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

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, nov./dez. 2004.

COSTA, L. G.; MARIN, F. R.; NASSIF, D. S. P.; PINTO, H. M. S.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C. Simulação do efeito do manejo da palha e do nitrogênio na produtividade da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p. 469-474, 2014.

CRESTANI, M.; SILVEIRA, S. F. S.; WOYANN, L. G.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F. A hibridação no melhoramento genético da cultura da aveia-branca: técnicas e fatores que interferem na eficiência dos cruzamentos dirigidos. **Agropecuária Catarinense**, v. 23, n. 3, nov. 2010

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **Hort Science**, v. 15, n. 6, p. 775-780, 1980.

DUTRA, A. S.; BEZERRA, F. T. C.; NASCIMENTO, P. R.; LIMA, D. C. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi em função da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 816-821, out./dez. 2012.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, nov./dez. 2010.

FERRARI FILHO, A. **Métodos e temperaturas de secagem sobre a qualidade físico-química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento**. Dissertação (Mestrado – Horticultura), Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

GUIMARÃES, D. V.; GONZAGA, M. I. S.; MELO NETO, J. O. Management of soil organic matter and carbon storage in tropical fruit crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 301-306, 2014.

HAWERROTH, M. C.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; GUTKOSKI, L. C.; SARTORI, J. F.; WOYANN, L. G.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J. Adaptability and stability of white oat cultivars in relation to chemical composition of the caryopsis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p. 42-50, jan. 2013.

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, fev. 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. A. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 64p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 188).

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1033-1038, 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**, v. 34, n. 2, mar./abr. 2004.

MANTAI, R. D.; SILVA, J. A. G.; SAUSEN, A. T. Z. R.; COSTA, J. S. P.; FERNANDES, S. B. V.; UBESSI, C. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 343-349, 2015.

MARTINS, I. S.; CAZETTA, J. O.; FUKUDA, A. J. F. Condições, modos de aplicação e doses de ureia revestida por polímeros na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 271-279, jul./set. 2014.

MASETTO, T. E.; GORDIN, C. R. B.; QUADROS, J. B.; REZENDE, R. K. S.; SCALON, S. P. Q. Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. em diferentes embalagens e ambientes. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 646-652, set./out. 2013.

MELERO, M. M.; GITTI, D. C.; ARF, C.; RODRIGUES, R. A. F. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 343-353, out./dez. 2013.

MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1941-1948, 2008.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-86.

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

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 125-134.

PRANDO, A. M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, E. A. P.; PANOFF, B. Formas de ureia e doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 272-279, 2012.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARTINS, I. R.; ELIAS, M. C. Efeito da umidade e do período, de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em grãos de aveia. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 118-125, jan./fev. 2006.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, V. B.; COELHO, M. R.; LUMBREAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Solos, 2006. 306p.

SILVA, J. A. G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VIEIRA, E. A.; BENIN, G.; VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, M. F.; FINATTO, T.; BUSATO, C. C.; RIBEIRO, G. Correlação de acamamento com rendimento de grãos e outros caracteres de interesse agrônômico em plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 756-764, maio/jun. 2006.

SIMIONI, D.; WEBBER, F. H.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, L. C.; AOSANI, E. Caracterização química de cariopses de aveia. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 191-196, abr./jun. 2007.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; VENZKE FILHO, S. P.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio no solo sob sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 69, p. 923-936, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TIAN, B.; XIE, B.; SHI, J.; WU, J.; CAI, Y.; XU, T.; XUE, S.; DENG, Q. Physicochemical changes of oat seeds during germination. **Food Chemistry**, v. 119, p. 1195-1200, 2010.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E.; MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné em função da adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2, p. 234-246, 2007.

WHALEN, J. K. Managing Soil Biota-Mediated Decomposition and Nutrient Mineralization in Sustainable Agroecosystems. Hindawi Publishing Corporation. **Advances in Agriculture**, v. 2014, Article ID 384604, 13p.

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

ZUCARELI, C.; PANOFF, B.; PORTUGAL, G.; FONSECA, I. C. B. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 480-487, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior disponibilidade de N-residual no início do desenvolvimento da cultura de aveia branca promoveu incremento na produtividade de sementes. A expressão dos caracteres de qualidade fisiológica demonstra que existe diferença genética entre os cultivares e maior sensibilidade em anos desfavoráveis.

A resposta ao incremento de N-mineral foi distinta entre as cultivares, evidenciando que existem diferenças genéticas no aproveitamento de N. A cultivar Brisasul demonstra ser mais eficiente no aproveitamento do N. Por outro lado, a cultivar Barbarasul mostrou maior rusticidade, suportando melhor condições adversas.

Os eventos agrometeorológicos dos anos de cultivo promoveram diferenças na resposta das cultivares. No sistema soja/aveia as plantas de aveia mostraram melhor resposta de aproveitamento do N, demonstrando que a disponibilidade inicial de N para a cultura promove maior sustentabilidade do ponto de vista econômico e ambiental.

O sistema soja/aveia produziu sementes que geraram plântulas com maior matéria seca de raiz, matéria seca de parte aérea e matéria seca total. Além disso, este sistema obteve maior estabilidade nos caracteres de plântula se comparado ao sistema milho/aveia, e os maiores efeitos observados nas variáveis são provocados pelo ano agrícola. Destaca-se ainda a matéria seca de raiz que mostra menos influencia frente as fontes de variação, ou seja, é menos dependente do nitrogênio e quando oriunda de sistema milho/aveia, o ano e o genótipo promovem efeitos.

BIBLIOGRAFIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses**: MDT. 8. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2012.

ANEXO

Anexo A – Propriedades do solo e agroclimáticas

Sistema	Ano	Propriedades do solo				
		Argila (%)	SMP	MO (%)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)
Soja/Aveia	2011	55	6,2	3,5	32,9	200
	2012	60	5,8	3,7	49,1	424
Milho/Aveia	2011	51	6,4	3,4	35,4	260
	2012	56	6,2	3,8	23,6	295

Ano	Mês	Temperatura			Precipitação	
		Mínima	Máxima	Média	Média 25 anos	Ocorrida
2011	Julho	8,3	19,2	13,75	135,1	200,8
	Agosto	9,3	20,4	14,85	138,2	223,8
	Setembro	9,5	23,7	16,6	167,4	46,5
	Outubro	12,2	25,1	18,65	156,5	211,3
	Novembro	15,3	30,8	23,09		131,2
	Total	-	-	-	597,2	813,6
2012	Junho	9,3	19,7	14,5	162,5	60,4
	Julho	7,4	17,5	12,4	135,1	186,6
	Agosto	12,9	23,4	18,1	138,2	61,4
	Setembro	12,0	23,0	17,5	167,4	197,6
	Outubro	15,0	25,5	20,2	156,5	289,6
	Total				759,7	795,6