

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Dissertação

**Caracterização da variabilidade gerada por hibridações
artificiais e mutações em caracteres de importância
agronômica em aveia preta**

Gustavo da Silveira

Pelotas, 2009.

GUSTAVO DA SILVEIRA

**Caracterização da variabilidade gerada por hibridações
artificiais e mutações em caracteres de importância
agronômica em aveia preta**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Fitomelhoramento).

Orientador: Fernando Irajá Félix de Carvalho, PhD.

Co-orientadores: Antonio Costa de Oliveira, PhD.

Pelotas, 2009.

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

S587c Silveira, Gustavo da

Caracterização da variabilidade gerada por hibridações artificiais e mutações em caracteres de importância agrônômica em aveia preta / Gustavo da Silveira. - Pelotas, 2009.

63f. : fig. e tab.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitomelhoramento. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2009, Fernando Irajá Félix de Carvalho, Orientador; co-orientador Antonio Costa de Oliveira.

1. Avena strigosa Schreb. 2. Hibridação artificial 3. Agentes mutagênicos 4. Mutação induzida 5. Constituições genéticas I Carvalho, Fernando Irajá Félix de (orientador) II. Título.

CDD 633.13

Banca examinadora:

Fernando Irajá Felix de Carvalho, PhD. - UFPel – (Presidente)

Antonio Costa de Oliveira, PhD. – UFPel

Enrique Moliterno, Dr. - FUNDACEP

Rosa Lia Barbieri, Dra. - Embrapa Clima Temperado

Aos meus pais, **Regina e Nauro** por terem me dado a oportunidade de estar concluindo mais uma etapa de minha vida, por todos os ensinamentos, força e amor durante todo este período.

Aos meus irmãos **Roberta, Nauro Jr., Guilherme e Fernando**, por todo carinho, amizade e os momentos de descontração durante todo meu caminho.

Dedico

Agradecimentos

Ao meu orientador Fernando Irajá Félix de Carvalho pela amizade, experiência e ensinamentos transmitidos e, principalmente, pela confiança depositada em mim desde minha iniciação científica como bolsista do CGF.

Aos Professores Antonio Costa de Oliveira, Rosa Lia Barbieri, Caroline Marques Castro e demais professores da pós-graduação, pelos conhecimentos transmitidos, pela amizade, pela disponibilidade e auxílio em todos os momentos em que precisei.

Ao colega e amigo Enrique Moliterno (grande companheiro de sala), por sua grande amizade, apoio, dedicação (em ensinar e aprender), pelos conhecimentos transmitidos, pelos momentos de descontração e o fundo musical sempre presente em nosso ambiente de trabalho.

Ao colega Guilherme Ribeiro, por sua amizade, companheirismo e conhecimentos compartilhados desde a graduação.

Aos demais colegas e amigos do Centro de Genômica e Fitomelhoramento Rafael, Enrique, Maraisa, Leomar, Diego, Murilo, Laerte, Taciane, Tatiane, Naciele, Renata, Itamara, Elisane, Solange, Thais, Clauber, Luciano, Denise, Fabiana, Juliana, Daniel, Adriana, Claudete, Francieli, Patrícia, Rodrigo pela amizade e valiosa contribuição nos trabalhos.

Aos ex-colegas que já partiram do Centro de Genômica e Fitomelhoramento, pela amizade sempre presente e também pela contribuição na minha formação.

Aos funcionários do setor e secretárias do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo auxílio sempre presente, além da amizade.

À Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – FAEM/UFPel, pela oportunidade e ensinamentos adquiridos.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que todo este trabalho fosse concluído da melhor maneira possível.

E por fim, agradeço a Deus que possibilitou que tudo isso pudesse ter acontecido.

Resumo

SILVEIRA, Gustavo. **Caracterização da variabilidade gerada por hibridações artificiais e mutações em caracteres de importância agronômica em aveia preta.** 2009, 63f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

A importância da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) está relacionada às suas características para a produção de forragem, cobertura do solo, adubação verde, controle da infestação de plantas invasoras (através dos efeitos de competição e alelopáticos) e redução da população de patógenos do solo, especificando como espécie de grande aptidão para inclusão no sistema de rotação de culturas. Mesmo com todas estas características, a elevada heterogeneidade encontrada em pastagens de aveia preta é indicativa de que são poucos os trabalhos de pesquisa voltados para esta espécie, especialmente quanto a caracteres como potencial de produção, composição química da forragem e baixo nível de dormência nas sementes. Devido a isto, a obtenção de novas cultivares que apresentem bom comportamento forrageiro junto com a produção de sementes de qualidade e reduzido nível de dormência proverá alternativas para substituição da Preta Comum, variedade mais cultivada na região Sul. O incremento da variabilidade genética pode ser obtido através de cruzamentos artificiais e utilização de agentes mutagênicos, permitindo posteriormente a realização de seleção de constituições genéticas superiores. Neste sentido, foram avaliados caracteres de importância agronômica em populações de aveia preta originadas de cruzamentos artificiais e mutações induzidas (raios gama), de forma a analisar as técnicas de indução a variabilidade genética e a identificação de constituições genéticas adaptadas às necessidades do produtor agrícola. Os resultados evidenciaram que as duas técnicas foram eficientes na intensificação da variabilidade genética nos caracteres forrageiros, de rendimento de grãos e nível de dormência nas sementes. O caráter estande de plantas evidenciou elevada relação com a produtividade de matéria seca em estádios de desenvolvimento precoce das plantas; em fases mais adiantadas o número de afilhos teve maior contribuição na produção de biomassa. De modo geral, tanto para as hibridações artificiais como para o agente mutagênico raios gama, as respostas para rendimento de grãos e nível de dormência foram diferenciadas, variando com a dose ou genitores utilizados na obtenção das populações. Consequentemente, o

conhecimento de técnicas que incrementem a variabilidade genética pode auxiliar a seleção de constituições genéticas superiores, pela escolha de técnicas de melhoramento mais adequadas.

Palavras-chave: *Avena strigosa* Schreb., hibridação artificial, agentes mutagênicos, mutação induzida, constituições genéticas

Abstract

SILVEIRA, Gustavo. **Characterization of variability generated by artificial hybridizations and mutations on characters of agronomical importance in black oats.** 2009, 63f. Master Thesis – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

Black oat (*Avena strigosa* Schreb.) is used as a forage or cover crop, green fertilizer, weed control (through competition or allelopathic effects) and soil pathogen reduction, playing an important role in crop rotation systems. Even with all these features, the high heterogeneity found in black oat fields indicates that very little progress has been made in breeding programs. Not much is known about yield potential, chemical composition of the forage and seed dormancy levels. Thus, the development of new genotypes with high forage yield performance as well as good seed quality and low dormancy will provide alternatives for the common black (preta comum) cultivar, currently predominating in the Southern Region of Brazil. Genetic variability widening can be achieved by artificial crosses and induced mutations, followed by selection. Therefore, black oat populations originating from artificial crosses and induced mutations (gamma rays) were compared in order to assess their efficiency in increasing the genetic variability. Agronomically important characters, i.e., associated to adaptation and farmer needs were measured. The results indicate that both techniques were efficient in increasing the genetic variability of forage characters, grain yield and seed dormancy levels. A high association was observed between plant stand and dry matter yield in early developmental stages. At later stages, the number of tillers was highly associated with biomass yield. In general, for both artificial hybridizations and gamma rays, differences in grain yield and seed dormancy levels were observed. Doses as well as parental combinations influenced the magnitude of the variability observed. The comparison of such techniques may help to accelerate the genetics gains in the black oat crop.

Keywords: *Avena strigosa* Schreb., artificial hybridization, mutagens, induced mutations, genotypes.

Lista de Figuras

- Figura 1.1 Representação esquemática do procedimento empregado na condução das populações de aveia preta, submetidas a cruzamentos artificiais. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.20
- Figura 2.1 Regressões ajustada para o caráter rendimento de matéria seca ($\text{RendMS} - \text{kg ha}^{-1}$) em populações mutantes de aveia preta submetidas ao agente mutagênico raios gama sob diferentes e doses. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.50
- Figura 2.2 Regressões ajustada para os caracteres rendimento de grãos ($\text{RendG} - \text{kg ha}^{-1}$) e teste de germinação (Germinação - %) em populações mutantes de aveia preta submetidas ao agente mutagênico raios gama sob diferentes e doses. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.53

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 Populações híbridas originárias de cruzamentos artificiais realizados nos anos de 2005 e 2006 e seus respectivos genitores. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.....	21
Tabela 1.2 Resumo da análise de variância para os caracteres estande, estatura, afilhos e rendimento de matéria seca (RendMS) de cada corte e do total acumulado em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.	24
Tabela 1.3 Análise de médias no primeiro e segundo corte para estatura, afilhos, rendimento de matéria seca (RendMS) e estande (somente no primeiro corte) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.	25
Tabela 1.4 Análise de médias no terceiro corte e do total acumulado dos três cortes para estatura, afilhos e rendimento de matéria seca (RendMS) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.....	29
Tabela 1.5 Resumo da análise de variância para o caráter rendimento de grãos (RendG) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.	31
Tabela 1.6 Resumo da análise de variância para os caracteres germinação total (Germ) e germinação avaliado aos 5 dias (Germ 5d) e aos 10 dias (Germ 10d) em genótipos híbridos de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.....	32
Tabela 1.7 Análise de médias para rendimento de grãos (RendG) e teste de germinação avaliado aos 5 e 10 dias (5d e 10d) respectivamente, em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.....	34
Tabela 2.1 Resumo da análise de variância no primeiro, segundo, terceiro cortes e total acumulado nos três cortes para os caracteres estatura, afilhos, rendimento de matéria seca (RendMS) e estande (somente primeiro	

corte) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.....	45
Tabela 2.2 Análise de médias no primeiro, segundo, terceiro corte e total acumulado nos três cortes para os caracteres estatura, afilhos, rendimento de matéria seca (RenMS) e estande (somente primeiro corte) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.	46
Tabela 2.3 Resumo da análise de variância para os caracteres rendimento de grãos (RendG) e teste de germinação (Germinação) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.....	51
Tabela 2.4 Análise de médias para os caracteres rendimento de grãos e teste de germinação (Germinação) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.	52

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Lista de Figuras	10
Lista de Tabelas	11
Introdução Geral.....	14
1. Hibridação artificial como forma de intensificar a variabilidade genética para a seleção de genótipos de aveia preta com caracteres agronômicos superiores	17
1.1 Introdução	18
1.2 Material e métodos	20
1.3 Resultados e discussão.....	23
1.4 Conclusões.....	35
1.5 Referências Bibliográficas	35
2. Agente mutagênico como indutor de variabilidade em caracteres forrageiros, rendimento de grãos e nível de dormência em aveia preta.....	39
2.1 Introdução	40
2.2 Material e métodos.....	41
2.3 Resultados e discussão.....	44
2.4 Conclusões.....	54
2.5 Referências Bibliográficas	54
Considerações Finais	58
Referências Bibliográficas (Introdução e Discussão Geral)	61
Vitae.....	63

Introdução geral

A aveia pertence à família Poaceae, subfamília Poideae, tribo Aveneae e gênero *Avena* (TAVARES et al., 1993). As espécies deste gênero ocorrem em três níveis de ploidia: diplóides ($2n = 2x = 14$); tetraplóides ($2n = 4x = 28$); e hexaplóides ($2n = 6x = 42$). Todas possuem meiose regular, e dentro de cada grupo ocorrem formas cultivadas, as quais somente sobrevivem sob cultivo. Dentre as principais espécies do gênero *Avena*, encontram-se a *Avena sativa* ($6x = 42$) e a *Avena strigosa* ($2x = 14$), as quais são as mais utilizadas no Brasil, seja para produção de grãos, duplo-propósito, forragem ou cobertura do solo (BEVILAQUA et al., 2001; SCHEFFER-BASSO et al., 2001; FONTANELI et al., 1996; DOS SANTOS e REIS, 1995).

O gênero *Avena* tem como centro de origem a Ásia e o Oriente Médio, sendo introduzida no Brasil pelos descobridores e imigrantes europeus, e só recentemente passou a ter importância econômica (BORÉM, 1998; MILACH et al., 1999). O trigo e a cevada foram inicialmente mais importantes do que a aveia para o homem e existem evidências de que este cereal persistiu como planta invasora na lavoura, por séculos, antes de ser cultivado (COFFMAN, 1961).

Conforme Tavares et al. (1993), à medida que estas culturas foram dispersas para o centro e norte da Europa, ambientes frios, a aveia foi ganhando competitividade e, finalmente, foi domesticada como uma lavoura alternativa. Segundo estes autores, os fatores determinantes da domesticação da aveia não são conhecidos, mas parece que a maior adaptação estava relacionada ao clima.

Com o aumento da conscientização da necessidade de conservação dos solos e preservação do meio ambiente, juntamente com a expansão do sistema de semeadura direta, a aveia preta vem ganhando importância e pode ser utilizada como uma alternativa para inclusão no sistema de produção, seja como protetora do solo entre duas lavouras de estação quente ou como forrageira para pastejo, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná proporcionando diversificação e maior estabilidade à propriedade rural (FONTANELLI et al., 1996). O Rio Grande do Sul possui uma área de aproximadamente 3,3 milhões de hectares semeados com aveia preta (CONAB, 2008), contudo, esta ainda é uma cultura pouco estudada quanto à produção e qualidade de caracteres de interesse (NAKAGAWA, 2000).

Tanto o aumento na utilização de aveia preta para cobertura do solo, quanto o desajuste no momento da dessecação, estão trazendo dificuldades de manejo para algumas culturas de estação fria destinadas à produção de grãos, como cevada, triticale e principalmente trigo. Esse efeito decorre da contaminação de áreas de cultivo pela formação de bancos de sementes ativas no solo. Tal ocorrência se deve ao fato da aveia preta apresentar dormência nas sementes, fazendo com que estas permaneçam no solo de um ano para o outro, podendo germinar a qualquer momento, assumindo o papel de invasora na cadeia produtiva. SIMPSON (1990) relatou que espécies de aveia selvagem, como *Avena fatua* L., são sérias invasoras e de difícil controle, podendo causar grandes danos à lavoura de trigo em países como China, Estados Unidos, França e Rússia.

Existem poucos estudos relacionados com a dormência das sementes em aveia preta, porém em outras espécies como arroz, milho e *Arabidopsis thaliana*, trabalhos sobre a regulação molecular da dormência tem demonstrado que os hormônios vegetais cumprem um papel extremamente importante, principalmente o ácido abscísico (ABA) e o ácido giberélico (AG) (KUCERA et al., 2005). Para o controle da dormência, o ABA e o AG atuam em diferentes momentos e sítios ao longo do ciclo de vida da semente. Nesse balanço, o ABA induz a dormência durante a maturação da semente enquanto o AG desempenha um papel fundamental na superação da dormência e a promoção da germinação (KUCERA et al., 2005). A espécie *Arabidopsis thaliana*, que teve seu genoma completamente seqüenciado, tem sido adotada como modelo de estudo dos processos de dormência e germinação, com base na sua excelente capacidade para estudos genéticos e moleculares e por serem suas respostas na germinação semelhantes às de muitas espécies de interesse agrônomo.

Apesar do crescimento da área cultivada com aveia preta, a disponibilidade de cultivares para o produtor é pequena, e hoje a mais utilizada no Rio Grande do Sul segue sendo a denominada “Preta Comum”, representando mais de 90% das sementes comercializadas. Estas sementes não têm origem conhecida, o que pode determinar uma desuniformidade a campo, principalmente no que se refere aos caracteres ciclo vegetativo, estatura de planta, produção de forragem, suscetibilidade às moléstias e dormência nas sementes (FUNDACEP, 1999). O progresso genético obtido até agora ocorre em grande parte através da seleção de

plantas dentro da Preta Comum, o que para alguns caracteres não atingiu avanços expressivos.

O melhoramento genético de plantas tem sido de grande importância para o desenvolvimento de espécies cultivadas em todo mundo, e para que isto ocorra é necessário que se tenha um planejamento eficaz do programa de melhoramento, de modo a se obter constituições genéticas superiores. Para que o progresso no melhoramento seja contínuo, a presença de variabilidade genética e sua identificação são fatores preponderantes para o desenvolvimento de genótipos superiores (VIAU & CARVALHO, 1988). Em plantas autóгамas, como no caso da aveia, o desenvolvimento destes genótipos também pode ser buscado através de seleções em progênies provenientes de cruzamentos artificiais e mutações induzidas.

Diante da importância que esta espécie tem adquirido, torna-se necessário um estudo mais aprofundado, de forma a obter informações para possíveis lançamentos de novas cultivares com constituições genéticas superiores, tanto no que se refere a caracteres relacionados com a produção de forragem quanto elevado rendimento de sementes com baixos níveis de dormência.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar caracteres de importância agrônômica em populações de aveia preta originadas de cruzamentos artificiais e mutações induzidas, de forma a avaliar as técnicas de indução a variabilidade genética e a identificação de constituições adaptadas as necessidades do produtor agrícola.

- 1. Hibridação artificial como forma de intensificar a variabilidade genética para a seleção de genótipos de aveia preta com caracteres agronômicos superiores**

1.1 Introdução

A aveia preta (*Avena strigosa* Shreb.) é uma gramínea de ciclo anual de estação fria largamente utilizada como espécie forrageira, em rotações de cultura ou para cobertura do solo, principalmente antecedendo a semeadura direta, uma vez que é uma espécie rústica e menos exigente em solo em relação à cultura do trigo, cevada, centeio (DERSPCH e CALEGARI, 1985) e azevém (SALERMO e TCACENCO, 1985). Evidencia elevada adaptabilidade às condições de ambiente dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul (DERSPCH e CALEGARI, 1992), por possuir maior tolerância às condições de estresse abiótico e apresentar um sistema radicular agressivo que ajuda a manter as propriedades físicas do solo (FEDERIZZI; MUNDSTOCK, 2004). O Rio Grande do Sul possui uma área de aproximadamente 3,3 milhões de hectares semeada com aveia preta, em contraste com os 321,4 mil hectares semeados com aveia branca (CONAB, 2008).

Devido à intensificação da utilização de aveia preta, o número de trabalhos de pesquisa com esta espécie vem crescendo, principalmente quanto à tecnologia de produção em relação ao aumento da qualidade das sementes (ROSSETTO e NAKAGAWA, 1995; SCHUCH et al., 1999; NAKAGAWA et al., 2004; SILVA et al., 2006). De acordo com Schuch et al. (2000), as sementes de aveia preta apresentam, em geral, baixa qualidade, estimando-se que, em termos médios, o poder germinativo da maioria dos genótipos utilizados para a semeadura se encontra na faixa entre 60 a 70%. Apesar disto, os trabalhos voltados para o melhoramento da aveia preta ainda são muito reduzidos, com poucas cultivares disponibilizadas no mercado, sendo a denominada cultivar “Preta Comum” a mais utilizada pelos produtores, variedade que não possui identidade genética e apresenta elevada desuniformidade quanto aos caracteres ciclo vegetativo, estatura de plantas, potencial de produtividade de forragem e resistência a moléstias. Neste sentido, segundo Herling (2001), uma das dificuldades enfrentadas pelos agropecuaristas na implantação de sistemas de cultivo forrageiro ou de cobertura de solo de estação fria é a falta de novas cultivares adaptadas a diferentes ambientes e agronomicamente superiores.

Diante do crescimento da importância desta espécie no mercado, em virtude da elevada importância para a cobertura de solo no sistema de semeadura direta,

algumas instituições públicas e privadas estão iniciando programas de melhoramento voltados à obtenção de novos genótipos de aveia preta. A utilização de hibridações artificiais é uma das técnicas mais empregadas para obtenção de variabilidade genética no melhoramento de plantas, buscando reunir em um único genótipo alelos favoráveis presentes em cultivares comerciais, linhagens elites, plantas introduzidas ou em espécies relacionadas.

Devido a esta grande variabilidade presente na “Preta Comum”, programas de melhoramento têm realizado seleções dentro desta cultivar de forma a obter genótipos que expressam caracteres de interesse e uma maior uniformidade. Um dos grandes desafios buscado pelos melhoristas é agrupar em um único genótipo a maior quantidade de caracteres desejáveis e, no caso de espécies forrageiras e de cobertura, a busca de produção de matéria seca aliada a uma qualidade de forragem superior.

Outro problema apresentado pelos genótipos de aveia preta é a presença de dormência nas sementes, pois como é uma espécie muito utilizada para fazer rotação de cultura com outras gramíneas de estação fria, a falta de seleção e o fato de ter se distribuído em vários ambientes sem manejo apropriado, assumiu característica de espécie invasora, principalmente nas lavouras de trigo, centeio e cevada. Segundo Rizzardí e Vargas (2005), o uso contínuo da aveia preta, associado a um desajuste das práticas de dessecação no momento da maturação das plantas, tem favorecido a formação de um banco de sementes dormentes no solo. A dormência fisiológica é a principal classe de dormência presente nos cereais de estação fria (BASKIN e BASKIN, 2004), sendo decorrente da presença de inibidores do desenvolvimento do embrião nas sementes, como o ácido abscísico e/ou pela restrição mecânica à expansão do embrião.

Diante destes aspectos, o objetivo do trabalho foi o de avaliar caracteres de importância agrônômica em populações de aveia preta originadas de cruzamentos artificiais realizados entre linhagens derivadas da cultivar “Preta Comum” e cultivares comerciais da espécie.

1.2 Material e métodos

Este trabalho teve o intuito de avaliar populações de aveia preta quanto a caracteres de importância agronômica, dando seguimento à pesquisa iniciada por Moliterno (2008), onde o pesquisador, por meio de cruzamentos artificiais, buscou obter variabilidade para o caráter dormência nas sementes e identificar constituições genéticas com reduzida expressão deste caráter.

As populações híbridas incluídas na Tabela 1.1 foram provenientes de cruzamentos realizados no ano de 2005 e 2006, onde foram utilizados como genitores 10 linhagens e 3 cultivares de *Avena strigosa* (AGROZEBU, EMBRAPA 140 e UPFA 21-Moreninha), cujas sementes tiveram procedência da Fundação Pró-Sementes de Apoio a Pesquisa, de Passo Fundo, RS. Devido à reduzida disponibilidade de sementes híbridas, em 2007 foi necessário o avanço de gerações (Figura 1.1), sem seleção artificial, para incrementar a quantidade de sementes disponíveis para o trabalho. Com isto, neste experimento, foram avaliadas plantas nas gerações F3 e F4, para as quais não havia qualquer informação sobre a expressão dos caracteres associados à produção de forragem, rendimento de grãos e nível de dormência nas sementes ao longo das gerações.

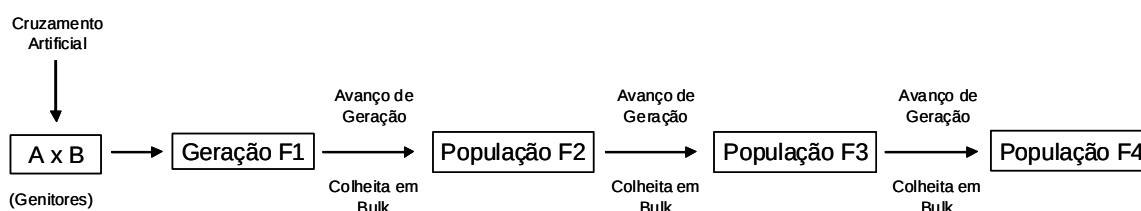


Figura 1.1 Representação esquemática do procedimento empregado na condução das populações de aveia preta, submetidas a cruzamentos artificiais. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Tabela 1.1 Populações híbridas originárias de cruzamentos artificiais realizados nos anos de 2005 e 2006 e seus respectivos genitores. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Populações Híbridas F4 (Cruzamento 2005)			Populações Híbridas F3 (Cruzamento 2006)		
Populações	Genitor ♀	Genitor ♂	Populações	Genitor ♀	Genitor ♂
A03	A94053	A94112	AB	Agrozebu	A94087
C06	A94157	Embrapa 140	AD	Agrozebu	A94113
D02	UPFA-21	A94108	AE	Agrozebu	A94053
D10	A94069	Agrozebu	BD	A94087	A94113
D16	Embrapa 140	A94157	BF	A94087	A94157
D17	A94113	A94206	CA	UPFA-21	Agrozebu
D18	A94113	Agrozebu	CB	UPFA-21	A94087
D23	Agrozebu	A94157	CD	UPFA-21	A94113
D27	A94108	A94157	CF	UPFA-21	A94157
D30	A94157	A94113	DA	A94113	Agrozebu
D41	A94004	UPFA-21	DB	A94113	A94087
2EM	Embrapa 140	Mutante x	DF	A94113	A94157
			EC	A94053	UPFA-21
			FB	A94157	A94087
			FC	A94157	UPFA-21

Dois experimentos foram conduzidos na estação fria de 2008, o primeiro com o objetivo de testar caracteres forrageiros e o segundo medir caracteres das sementes, como rendimento e nível de dormência, no campo experimental pertencente ao Centro de Genômica e Fitomelhoramento (CGF) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), localizado no município de Capão do Leão-RS. O município de Capão do Leão está situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste, a uma altitude de 13,24 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, com uma precipitação pluviométrica média anual de 1280,2 mm (MORENO, 1961). O solo é do tipo Argissolo distrófico de textura argilosa e relevo ondulado, com presença marcante do lençol freático próximo à superfície.

O primeiro experimento foi conduzido na forma de blocos casualizados com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por populações híbridas e genitores fixos (tratamentos) conduzidos em duas linhas de três metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,20 m, e densidade de 60 sementes viáveis por metro linear. Neste experimento foram realizados três cortes,

onde em cada corte, foram avaliados os seguintes caracteres: i) estatura de plantas (Estatura): mensurada antes de cada corte, computada pelo comprimento do dossel, em centímetros, quantificada a partir da superfície do solo até a folha mais nova (primeiro e segundo cortes) ou folha bandeira, no caso do último corte; ii) rendimento de matéria seca (RendMS): a matéria verde foi colhida e pesada (g), com o corte de aproximadamente 8 cm acima da superfície do solo, onde esta matéria verde forneceu uma subamostra de aproximadamente 300 gramas, sendo secada em estufa a 60°C por 72 horas para determinação da proporção de matéria seca, avaliada em kg ha⁻¹; iii) número de afilhos (Afilhos): avaliado por meio da contagem do número de afilhos em 0,5 metros lineares logo após o corte, contado sempre no início da parcela e iv) estande de plântulas: determinado por meio da contagem do número de plântulas emergidas em cada linha, 28 dias após a semeadura em 0,5 metros, somente para o primeiro corte.

A adubação e os tratos culturais foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para gramíneas forrageiras anuais de estação fria no Rio Grande do Sul (CBPA, 2008), sendo aplicados 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio após cada corte efetuado.

O segundo experimento foi estabelecido com o objetivo de avaliar o rendimento de grãos de cada população híbrida e seus genitores e o respectivo nível de dormência entre as diferentes constituições genéticas. Foi adotado o delineamento completamente casualizado, no qual cada unidade experimental era constituída por uma linha de três metros de comprimento espaçada a 0,2 m com duas repetições, com densidade de 60 sementes viáveis por metro linear. O rendimento de grãos (RendG) foi avaliado por meio da trilha individual de cada linha, sendo expresso em kg ha⁻¹.

Com o intuito de avaliar o nível de dormência das sementes, trinta dias após a colheita foi efetuado um teste de germinação. O mesmo foi conduzido conforme o estabelecido nas regras de análise de sementes para o gênero *Avena* L. (BRASIL, 1992), com quatro repetições por tratamento constituídas de 30 sementes por repetição, sob um delineamento inteiramente casualizado. Aos 5 e 10 dias (5d e 10 d) foi contado o número de sementes germinadas, que tivessem gerado plântulas normais.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Scott e Knott a 1% por meio do programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

1.3 Resultados e discussão

Na Tabela 1.2 está incluída a análise de variância para os caracteres estatura de plantas, número de filhinhos, rendimento de matéria seca e também para estande de plantas (no primeiro corte), tanto para cada corte individual quanto para o total acumulado nos três cortes. Foi verificada diferença significativa ($p < 0,01$) para todos os caracteres avaliados, exceto para número de filhinhos no segundo corte e estatura no terceiro corte. Esta diferença significativa apresentada entre os genitores para os caracteres testados pode ser considerada indicativa da variabilidade genética existente dentro da cultivar Preta Comum, devido a todas estas constituições genéticas serem provenientes de seleções dentro desta cultivar.

O coeficiente de variação para as variáveis testadas apresentou valores reduzidos, variando de 2,91% para estatura no total dos três cortes até 14,60% no rendimento de matéria seca no terceiro corte, proporcionando confiabilidade nos resultados obtidos.

A análise de médias para o primeiro e segundo corte está contida na Tabela 1.3, onde estão inseridos os resultados para os caracteres estatura de plantas, número de filhinhos, rendimento de matéria seca e estande de plântulas.

O estande indica a capacidade dos diferentes genótipos germinarem, emergirem e se estabelecerem, caracterizando o vigor das plântulas. Segundo Ellis (1992), aspectos como a germinação e o vigor podem influenciar o rendimento da cultura. Neste sentido, de acordo com a análise de médias é possível verificar que para o caráter estande de plantas (Tabela 1.3) os genitores com desempenho superior foram A94004, A94053, A94108, A94112, A94113 e Agrozebu com 64, 66, 70, 74, 73 e 73% de plantas estabelecidas respectivamente, fator este que pode influenciar diretamente o desenvolvimento inicial das plântulas.

Tabela 1.2 Resumo da análise de variância para os caracteres estande, estatura, afilhos e rendimento de matéria seca (RendMS) de cada corte e do total acumulado em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeL, Capão do Leão, 2009.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio						
		Primeiro corte				Segundo corte		
		Estande	Estatura	Afilhos	RendMS	Estatura	Afilhos	RendMS
Populações	38	6120,2*	6,21*	52408,1*	26318,9*	23,4*	24374,1 ^{ns}	91957,5*
Bloco	2	422,1*	11,32*	1735,1*	1553,6*	28,8*	249677,1 ^{ns}	124466,2*
Erro	76	253,8	0,80	4922,9	1760,5	3,2	12283,9	23339,8
Total	116	–	–	–	–	–	–	–
Média Geral		194	24	910	587,03	38	983	1383,67
CV (%)		9,20	4,60	7,71	7,14	4,79	11,27	11,04

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio					
		Terceiro corte			Total cortes		
		Estatura	Afilhos	RendMS	Estatura	Afilhos	RendMS
Populações	38	10,1 ^{ns}	68505,3*	591897,4*	5,1*	272187,5*	673942,0*
Bloco	2	9,8 ^{ns}	141039,9*	442880,1*	6,5*	562531,4*	159708,8*
Erro	76	6,9	13655,1	138240,3	1,2	46476,8	148087,2
Total	116	–	–	–	–	–	–
Média Geral		53	880	2546,46	38	2773	4517,16
CV (%)		4,95	13,28	14,60	2,91	7,78	8,52

GL = Graus de Liberdade; * = significativo a 1% de probabilidade de erro; ^{ns} = não significativo.

Estande = n° plantas m⁻², Estatura = estatura do dossel antes do corte em cm, Afilhos = n° afilhos m⁻², RendMS = em Kg ha⁻¹

O estande inicial de plantas tem relação direta com a produção de matéria seca no primeiro corte. Schuch et al. (2000) verificaram que diferenças no nível de vigor e populações de plantas m⁻² influenciaram diretamente na produção de matéria seca em períodos iniciais após a emergência das plântulas, até aproximadamente 75 dias após a emergência, tendo sua intensidade reduzida com o crescimento das plantas. Nesta avaliação, as populações híbridas consideradas também evidenciaram diferenças para o caráter estande, alguns superando seus genitores, como o BF, CF, FB e C06; contudo grande parte das populações avaliadas não apresentou desempenho superior para o rendimento de matéria seca (RendMS), no primeiro corte, em relação a seus genitores, indicando que caracteres como estatura e número de afilhos podem estar influenciando no rendimento, com exceção das populações D02 e D17, que expressaram estandes mais elevado de 232 plantas m⁻² (77%) e superior potencial de rendimento de matéria seca (743,1 e 685,1 kg ha⁻¹ respectivamente).

Tabela 1.3 Análise de médias no primeiro e segundo corte para estatura, afilhos, rendimento de matéria seca (RendMS) e estande (somente no primeiro corte) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

		Primeiro Corte								Segundo Corte							
Tratamentos		Estande		Estatura		Afilhos		RendMS		Estatura		Afilhos		RendMS			
Genitores	A94004	192	a	26	a	902	c	781,85	a	44	a	955	a	1457,42	a		
	A94053	197	a	25	a	932	b	644,17	b	32	b	978	a	1442,31	a		
	A94069	160	b	24	a	752	d	640,30	b	41	a	982	a	1301,63	b		
	A94087	158	b	24	a	985	b	719,68	a	41	a	990	a	1549,36	a		
	A94108	210	a	23	b	1038	b	642,09	b	40	a	908	a	1501,96	a		
	A94112	222	a	25	a	1125	a	678,40	a	37	b	1027	a	1585,55	a		
	A94113	218	a	22	c	872	c	432,15	d	34	b	938	a	1207,88	b		
	A94157	173	b	24	a	1025	b	606,61	b	37	a	1002	a	1446,71	a		
	A94206	168	b	23	b	905	c	611,07	b	37	b	932	a	1377,39	a		
	Agrozebu	218	a	24	a	862	c	636,08	b	38	a	1053	a	1353,83	b		
	Embrapa140	108	c	21	c	748	d	482,31	d	38	a	935	a	1217,99	b		
	UPFA 21	177	b	24	a	1075	a	609,02	b	34	b	1127	a	1402,46	a		

Populações Híbridas	AB	207	a	26	a	973	b	655,21	b	37	a	1085	a	1519,37	a		
	AD	200	a	24	a	873	c	542,53	c	35	b	1032	a	1458,33	a		
	AE	215	a	24	a	1085	a	617,22	b	35	b	978	a	1401,13	a		
	BD	188	a	25	a	1112	a	596,21	b	35	b	1075	a	1539,47	a		
	BF	203	a	23	b	848	c	536,50	c	39	a	932	a	1105,46	b		
	CA	172	b	25	a	782	d	451,15	d	40	a	905	a	1219,12	b		
	CB	123	c	23	b	837	c	536,45	c	34	b	987	a	1880,18	a		
	CD	215	a	24	a	887	c	555,03	c	39	a	1030	a	1363,49	a		
	CF	235	a	26	a	1165	a	648,03	b	41	a	917	a	1438,45	a		
	DA	248	a	24	a	1028	b	551,30	c	40	a	1065	a	1640,41	a		
	DB	218	a	23	b	943	b	571,96	b	38	a	1055	a	1441,09	a		
	DF	245	a	24	a	1020	b	551,90	c	35	b	1100	a	1230,92	b		
	EC	168	b	27	a	782	d	693,69	a	37	b	918	a	1381,15	a		
	FB	213	a	23	b	830	c	638,09	b	39	a	902	a	1142,79	b		
	FC	118	c	22	b	845	c	363,03	d	36	b	938	a	1101,81	b		
	A03	227	a	23	b	785	d	465,74	d	37	b	1120	a	1274,85	b		
	C06	200	a	24	a	1107	a	613,38	b	40	a	932	a	1635,34	a		
	D02	232	a	24	a	1028	b	743,15	a	41	a	977	a	1600,21	a		
	D10	207	a	23	b	563	e	478,74	d	39	a	613	a	1247,51	b		
	D16	163	b	24	a	953	b	612,69	b	39	a	1085	a	1377,31	a		
	D17	232	a	25	a	812	c	685,12	a	39	a	1072	a	1119,86	b		
	D18	225	a	21	c	947	b	427,73	d	35	b	1055	a	1306,76	b		
	D23	175	b	24	a	847	c	599,14	b	40	a	965	a	1542,65	a		
	D27	183	b	25	a	880	c	651,43	b	40	a	898	a	1529,21	a		
	D30	227	a	25	a	750	d	659,61	b	40	a	965	a	1114,24	b		
	D41	213	a	21	c	885	c	471,90	d	37	b	927	a	1226,88	b		
	2EM	130	c	20	c	698	d	493,70	d	33	b	985	a	1280,67	b		
Média		194		24		910		587,03		38		983		1383,67			
C.V. (%)		9.20		4.60		7.71		7.14		4.79		11.27		11.04			

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott e Knott ao nível de 1% de significância.

Estande = n° plantas m⁻²; Estatura = estatura do dossel antes do corte em cm; Afilhos = número de afilhos m⁻²; Rendimento de matéria seca (RendMS) = em Kg ha⁻¹

Diferenças significativas para a produção de matéria seca no primeiro corte foram detectadas (Tabela 1.3), para as populações D02, EC e D17 evidenciando desempenho superior às demais populações híbridas com 743,1; 693,7 e 685,1 kg ha⁻¹ respectivamente, superando o desempenho de seus genitores, o que indica que a seleção destas constituições genéticas pode ser promissora para o caráter produção de matéria seca em estágio inicial de desenvolvimento das plantas. O anterior é particularmente importante para as populações D02 e D17, as quais constituíram uma geração mais avançada (F4), apresentando assim, um maior número de locos em homozigose. Resultado semelhante para produção de matéria seca foi encontrado por Schuch et al. (2000), onde obtiveram rendimento de 612, 558 e 514 kg ha⁻¹ em genótipos de aveia preta com alto, médio e baixo vigor de sementes, respectivamente, para avaliações feitas aos 50 dias após a emergência. De acordo com Carámbula (1978) e Cecato (1998) uma maior produção de forragem expressa por genótipos em estágio inicial poderá estar relacionada à maior precocidade de crescimento da parte aérea, complementada por um bom desenvolvimento das raízes, favorecendo a absorção de água e nutrientes.

Outro fato a ser destacado em relação ao primeiro corte (Tabela 1.3), é a reduzida produção de afilhos da população EC (782 afilhos m⁻²), demonstrando que a produção de matéria seca pode estar relacionada também a outros caracteres, como a estatura, onde EC expressou a mais elevada, 27 cm antes do corte. Estatura de plantas mais elevada em estádios iniciais, associada a um elevado potencial de afilhamento em estágio inicial de crescimento são caracteres bastante desejados em espécies forrageiras, pois indica um desenvolvimento mais precoce e acelerado, disponibilizando o primeiro corte ou pastejo antecipadamente. Segundo Denardin e Kochhann (1993), Santos et al. (1990) o início do pastejo pode ser realizado a partir do afilhamento pleno, quando a aveia atingir em torno de 30 cm.

Entre os genitores que apresentaram maior rendimento de matéria seca no primeiro corte (A94004, A94087 e A94112; com rendimentos de 781,8; 719,7 e 678, 4 kg ha⁻¹ respectivamente), A94004 evidenciou o maior rendimento entre todas as constituições genéticas avaliadas. Todos estes genitores apresentaram estatura e número de afilhos elevados, sendo A94112 o de maior destaque, com 1125 afilhos m⁻². Scheffer-Basso et al. (2001), avaliando genótipos de aveia para duplo-propósito, utilizaram dois genótipos de aveia preta como padrão (Preta Comum e Iapar 61), as quais desenvolveram 1137 e 1110 afilhos m⁻², respectivamente, superando as

aveias brancas utilizadas no trabalho, possibilitando aos autores estabelecer a hipótese de que o número de afilhos é um dos principais caracteres na produtividade de forragem.

O segundo corte foi realizado 30 dias após o primeiro, com as respectivas médias de desempenho das populações híbridas e genitores inseridos na Tabela 1.3. Os caracteres avaliados, estatura de planta, número de afilhos e rendimento de matéria seca, apresentaram significância a 1% de probabilidade, com exceção do número de afilhos, que não expressou diferença significativa. Em relação aos genitores, somente os genótipos Agrozebu, A94069, Embrapa 140 e A94113 evidenciaram desempenho inferior as demais constituições genéticas avaliadas, apresentando 1353,8; 1301,6; 1217,9 e 1207,8 kg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Os demais genitores produziram em média 1450 kg ha⁻¹. Quanto às populações híbridas, muitos apresentaram médias elevadas, mas não diferindo dos genitores, com exceção dos genótipos DA e AD (recíprocos), que superaram seus genitores na produção de forragem, com destaque para DA, que obteve a maior produtividade entre todas as constituições genéticas testadas (1640,4 kg ha⁻¹). Estes dados permitem supor que a seleção de indivíduos dentro destas populações pode ser eficiente na obtenção de constituições genéticas superiores para produtividade de forragem.

O terceiro corte foi realizado 53 dias após o segundo. Todos os caracteres apresentaram diferença significativa ($P < 0,01$), exceto estatura de plantas, onde não houve diferença significativa (Tabela 1.2), indicando que o número de afilhos deve ter sido o principal caráter responsável pelas diferenças encontradas na produtividade de forragem. Como pode ser observado na Tabela 1.4, as constituições genéticas que apresentaram produção de forragem superior foram aquelas que evidenciaram um potencial de afilhamento mais elevado.

Para a produtividade de matéria seca, as constituições genéticas que evidenciaram os melhores desempenhos foram A94157, Agrozebu, A94206 e A94069, entre os genitores, e D16, D41, FC, CB, CD, BD, D30 e D17, entre as populações híbridas. Analisando os resultados individuais dos três cortes, apresentado na Tabela 1.3 e na Tabela 1.4, é possível verificar que as constituições genéticas A94069, Agrozebu, FC, D30 e D41, que produziram maior matéria seca no terceiro corte, apresentaram menor produção no primeiro e segundo cortes. Ao contrário, aquelas constituições genéticas que produziram mais matéria seca no

primeiro e segundo cortes (A94004, A94087, A94112, EC e D02) foram os que menos produziram no terceiro corte. Estes resultados revelam que aquelas constituições genéticas que apresentam maior produtividade nos cortes iniciais são mais precoces em relação àquelas que têm seu maior potencial produtivo em cortes posteriores. Segundo Cecato (1998), este resultado tem grande importância em espécies forrageiras, pois do ponto de vista técnico, ao misturar duas cultivares de ciclos distintos, sendo uma precoce e uma tardia, favorecerá o produtor, pois além de aumentar a produtividade da forragem, prolongará o ciclo produtivo da pastagem. Indicando que a disponibilidade de variabilidade para o caráter comprimento de ciclo é extremamente importante em qualquer programa de melhoramento de espécies forrageiras.

De acordo com os resultados obtidos para o total acumulado dos três cortes (Tabela 1.4), ocorreu diferença significativa para todos os caracteres avaliados. Em média, os genótipos apresentaram uma estatura no momento do corte de 38 cm. Quanto ao caráter produtividade de forragem, a linhagem A94157 foi a que expressou maior produção total, com 5707,2 kg ha⁻¹, superando as demais. Entre as populações híbridas, as que se destacaram foram D16 e CB, com 5607,8 e 5402,2 kg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Estas constituições genéticas que obtiveram maior produção total de matéria seca foram as que apresentaram melhor desempenho, principalmente no segundo e terceiro corte, tanto para forragem como para produção de afilhos, o que permite levantar a hipótese de que a taxa de produção de afilhos foi mantida do segundo para o terceiro corte. Trabalhos conduzidos por outros autores, porém com outras constituições genéticas, apresentaram resultados semelhantes (FONTANELI e PIOVEZAN, 1990; SCHEFFER-BASSO et al., 2001).

Tabela 1.4 Análise de médias no terceiro corte e do total acumulado dos três cortes para estatura, afilhos e rendimento de matéria seca (RendMS) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

	Tratamentos	Terceiro Corte						Total Cortes					
		Estatura		Afilhos		RendMS		Estatura		Afilhos		RendMS	
Genitores	A94004	50	a	640	b	2078,51	b	40	a	832	b	4317,80	c
	A94053	51	a	990	a	2596,96	b	36	b	867	b	4683,40	b
	A94069	52	a	938	a	2881,04	a	39	a	824	b	4823,10	b
	A94087	55	a	895	a	2009,75	b	40	a	957	a	4278,80	c
	A94108	49	a	830	b	1905,41	b	37	b	926	a	4049,50	c
	A94112	51	a	1150	a	2120,61	b	38	b	1101	a	4384,60	c
	A94113	51	a	748	b	2415,05	b	36	b	853	b	4055,10	c
	A94157	52	a	1047	a	3653,89	a	38	b	1024	a	5707,20	a
	A94206	53	a	932	a	2914,15	a	36	b	856	b	4902,60	b
	Agrozebu	53	a	907	a	2967,27	a	38	b	941	a	4957,20	b
	Embrapa140	53	a	677	b	1841,65	b	38	b	787	b	3541,90	c
	UPFA 21	52	a	992	a	2221,99	b	37	b	1064	a	4233,50	c
Populações Híbridas	AB	51	a	997	a	2189,21	b	38	b	1018	a	4363,80	c
	AD	55	a	1045	a	1972,89	b	38	b	983	a	3973,80	c
	AE	51	a	773	b	2545,12	b	37	b	946	a	4563,50	c
	BD	53	a	975	a	2894,71	a	37	b	1054	a	5030,40	b
	BF	54	a	908	a	2565,76	b	38	a	896	b	4207,70	c
	CA	54	a	892	a	2249,69	b	40	a	859	b	3920,10	c
	CB	55	a	898	a	2985,59	a	37	b	874	a	5402,20	a
	CD	55	a	882	a	3016,13	a	39	a	933	a	4934,70	b
	CF	53	a	750	b	2112,55	b	40	a	944	a	4199,10	c
	DA	53	a	1007	a	2461,96	b	39	a	1033	a	4653,70	b
	DB	52	a	962	a	2543,37	b	38	b	987	a	4556,40	c
	DF	53	a	895	a	2457,61	b	37	b	1005	a	4240,40	c
	EC	55	a	743	b	2408,33	b	40	a	814	b	4483,20	c
	FB	54	a	770	b	2258,88	b	39	a	834	b	4039,80	c
	FC	55	a	983	a	3136,58	a	38	b	856	b	4601,40	c
	A03	55	a	898	a	2362,81	b	38	b	934	a	4103,40	c
	C06	52	a	878	a	2273,23	b	39	a	972	a	4521,90	c
	D02	52	a	635	b	2361,41	b	39	a	880	b	4704,80	b
	D10	51	a	408	b	1973,03	b	38	b	528	c	3699,30	c
	D16	55	a	1000	a	3617,81	a	40	a	999	a	5607,20	a
	D17	55	a	1115	a	2719,65	a	40	a	999	a	4524,60	c
	D18	54	a	1038	a	2509,95	b	37	b	1013	a	4244,40	c
	D23	51	a	1022	a	2568,61	b	39	a	944	a	4710,40	b
	D27	54	a	990	a	2769,01	a	40	a	923	a	4949,60	b
	D30	55	a	1033	a	2803,22	a	40	a	916	a	4577,10	c
	D41	51	a	957	a	3334,79	a	36	b	923	a	5033,60	b
	2EM	55	a	852	a	2613,57	b	36	b	845	b	4387,90	c
	Média	53		880		2546,46		38		2773		4517,16	
	C,V, (%)	4,95		13,28		14,60		2,91		7,78		8,52	

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott e Knott ao nível de 1% de significância.

Estatura = estatura do dossel antes do corte em cm; Afilhos = número de afilhos m⁻²; Rendimento de matéria seca (RendMS) = em Kg ha⁻¹

Na Tabela 1.5 está incluído o valor do quadrado médio para o caráter rendimento de grãos (RendG), parâmetro para o qual foi possível detectar diferenças significativas entre os tratamentos, evidenciando uma possível variabilidade genética entre as constituições genéticas testadas, o que demonstra que a técnica de hibridação artificial foi eficiente no incremento de variabilidade no caráter RendG . Isto revela a importância de promover pesquisa nestes genótipos, buscando novas cultivares, que apresentem maior uniformidade em caracteres de importância agrônômica.

Os dados do comportamento médios das constituições genéticas relacionadas ao rendimento de grãos estão inseridos na Tabela 1.7. Este é um caráter de extrema importância e altamente buscado pelos melhoristas, sendo almejada a obtenção de genótipos que apresentem elevada produtividade e adequada qualidade das sementes. Em relação aos genitores avaliados, A94069 revelou maior produtividade de grãos, com $894,7 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo este o melhor desempenho entre todos os genótipos avaliados. Outros genitores que apresentaram um bom desempenho foram A94108 e Embrapa 140, com rendimentos de $801,1$ e $800,7 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. Entre as populações híbridas, podem ser destacados EC, C06, D16, D10, A03 e D23, com rendimentos de $761,2$, $740,3$, $699,3$, $652,1$, $595,9$ e $575,3 \text{ Kg ha}^{-1}$ respectivamente. Apesar de que as populações híbridas EC e A03 expressaram desempenho superior a seus genitores, não conseguiram superar as constituições genéticas A94108 e Embrapa 140. Trabalhos de outros autores revelaram grande divergência para o caráter rendimento de grãos de aveia preta, variando desde 194 Kg ha^{-1} , da cultivar UPFA 21 (FLOSS et al., 2008), até 1375 Kg ha^{-1} , da Preta Comum (OLIVEIRA et al., 2008). Estes resultados indicam reduzida pesquisa sobre o caráter rendimento de grãos e revelam que maiores pressões de seleção são fundamentais para a obtenção de genótipos superiores.

Tabela 1.5 Resumo da análise de variância para o caráter rendimento de grãos (RendG) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Fontes de Variação	Quadrado Médio	
	GL	RendG
Tratamento	38	114300,3*
Bloco	1	1189,7*
Erro	38	415,1
Total	77	
Média Geral	–	415,1
CV (%)	–	8,53

Rendimento de grãos (RendG) = em kg ha⁻¹.
 GL = Graus de Liberdade;
 * = significativo a 1% de probabilidade de erro.

Quanto ao caráter dormência de sementes, na Tabela 1.6 estão incluídos os resultados do teste de germinação realizado 30 dias após a colheita com o intuito de identificar constituições genéticas com ausência ou reduzido nível de dormência nas sementes. As avaliações foram realizadas através de duas contagens, aos 5 dias e 10 dias após os genitores e populações híbridas terem sido colocados no germinador. Foi detectada interação significativa entre tratamento e períodos, indicando que o padrão de germinação ao longo dos dois períodos de contagem não foi o mesmo para todos os genótipos avaliados. As análises evidenciaram que o período de 5 dias expressou maior importância em relação a percentagem de sementes germinadas. Moliterno (2008), avaliando linhagens de aveia preta para o caráter dormência nas sementes, concluiu que a maior proporção de plântulas formadas provinha de sementes que germinavam nos primeiros 5 dias, sugerindo uma possível associação entre vigor de sementes e baixo nível de dormência.

Na Tabela 1.7 também estão incluídos os dados sobre o teste de germinação realizado 30 dias após a colheita das sementes. Dado importante, pois um grande número de espécies apresenta um nível mais elevado de dormência nas sementes logo após a colheita, a qual vai se reduzindo com o passar do tempo, sendo este período denominado por alguns autores como “maturação pós-colheita” (BEWLEY, 1997; FOLEY; FENNIMORE, 1998; LEUBNER-METZGER, 2003). Diante deste conceito, e considerando o curto espaço de tempo entre a colheita e o teste de germinação, pode ser considerado que aqueles genótipos que revelaram uma maior porcentagem de germinação apresentam um menor nível de dormência nas sementes.

Tabela 1.6 Resumo da análise de variância para os caracteres germinação total (Germ) e germinação avaliado aos 5 dias (Germ 5d) e aos 10 dias (Germ 10d) em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Fontes de Variação	Quadrado Médio			
	GL	Germ	Germ 5d	Germ 10d
Tratamentos	35	869,1*	1255,5*	167,5*
Período	1	188771,8*		
Tratamento x Período	35	553,8*		
Erro	216	93,4	109,7	77,2
Total	287			
Média Geral	–	34,3	60,0	9,0
CV (%)	–	23,5	9,72	35,8

Germ = teste de germinação considerando os dois períodos (5 e 10 dias);

Germ 5d = teste de germinação avaliado aos 5 dias;

Germ 10d = teste de germinação avaliado aos 10 dias.

GL = Graus de Liberdade; * = significativo a 1% de probabilidade de erro.

O fenômeno de dormência é comum em sementes de espécies invasoras, e também em algumas espécies forrageiras, principalmente nas gramíneas, mas é um caráter indesejável em lavouras agrícolas, nas quais é necessária uma germinação rápida e emergência uniforme, além de não permitir a formação de bancos de sementes ativas no solo, o que a torna uma espécie daninha para as culturas subsequentes. Diante disto, na seleção de genótipos de aveia preta, é necessário que além de apresentarem bons caracteres forrageiros ou de cobertura, tenham também reduzido nível de dormência nas sementes.

Os genitores com desempenhos superiores no teste de germinação avaliados aos 5 dias (Tabela 1.7) foram: A94004, Agrozebu e A94112 com 85%, 76% e 75% de germinação, respectivamente, enquanto para os híbridos foram CF, D30, BD, 2EM e D17 com 85%, 85%, 78%, 78% e 75% respectivamente, todos eles superando o desempenho de seus genitores. Resultado bastante expressivo, visto que estas constituições genéticas não foram submetidas a pressão de seleção para o caráter ausência de dormência nas sementes, com destaque para os genótipos D30 e D17 que, além de terem superado o desempenho de seus genitores, se encontram em uma geração mais avançada (F4), isto é, com maior nível de homozigose entre os alelos, indicando que a seleção de plantas desta população, oriundas de sementes germinadas nos primeiros 5 dias, poderia ser mais eficiente na obtenção de ganho genético para o caráter. Entretanto, deve-se ter cuidado na

seleção para ausência de dormência, pois alguns autores em seus trabalhos, porém para outras espécies, relataram que este é um caráter quantitativo, podendo sofrer grande influência do ambiente e, assim, reduzir a eficiência da seleção (BASKIN e BASKIN, 2004; BENECH-ARNOLD et al. 2000). FOLEY e FENNIMORE (1998), trabalhando com *Avena fatua* L., espécie considerada como modelo para o estudo da dormência, observaram que a herdabilidade para este caráter foi de aproximadamente 50% (de origem genética) sendo os outros 50% de origem do ambiente.

Ainda na Tabela 1.7 está incluído o teste de germinação avaliado 10 dias após as sementes terem sido colocadas no germinador. Este período revelou valores menos expressivos no nível de germinação que os encontrados para o período inicial de 5 dias, resultado semelhante ao encontrado por Moliterno (2008). Entre as constituições genéticas avaliadas as que tiveram desempenho superior foram: Embrapa 140, A94087 e Agrozebu para os genitores e D10, D30, CF, 2EM, D02, D18 e C06 entre as populações híbridas com média de 17% de plântulas germinadas, no período de 10 dias.

Tabela 1.7 Análise de médias para rendimento de grãos (RendG) e teste de germinação avaliado aos 5 e 10 dias (5d e 10d) respectivamente, em genitores e populações híbridas de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.

	Tratamentos	RendG		Germ 5d		Germ 10d	
Genitores	A94004	649,33	c	85,1	a	4,2	b
	A94053	293,83	f	31,7	d	5,3	b
	A94069	894,67	a	52,5	c	5,3	b
	A94087	603,08	c	39,2	c	12,7	a
	A94108	801,08	b	38,3	c	3,3	b
	A94112	321,42	f	75,1	a	2,8	b
	A94113	86,42	h	29,2	d	2,2	b
	A94157	518,92	d	49,2	c	4,0	b
	A94206	482,25	d	66,7	b	9,1	b
	Agrozebu	305,75	f	75,8	a	11,9	a
	Embrapa140	800,67	b	71,7	b	14,3	a
	UPFA 21	351,42	e	56,7	b	7,7	b
Populações Híbridas	AB	82,01	h	16,7	d	3,1	b
	AD	127,01	g	66,7	b	10,3	b
	AE	320,25	f	47,5	c	9,9	b
	BD	200,83	g	78,3	a	6,7	b
	BF	384,33	e	65,8	b	10,2	b
	CA	270,51	f	57,5	b	4,7	b
	CB	146,08	g	–	–	–	–
	CD	20,83	h	–	–	–	–
	CF	480,83	d	85,1	a	20,8	a
	DA	412,75	e	70,1	b	1,8	b
	DB	284,51	f	71,7	b	6,9	b
	DF	86,58	h	61,7	b	5,4	b
	EC	761,17	b	67,5	b	5,5	b
	FB	364,17	e	65,8	b	2,3	b
	FC	347,01	e	44,2	c	6,1	b
	A03	575,33	c	31,7	d	9,6	b
	C06	740,25	b	50,8	c	11,7	a
	D02	513,75	d	70,8	b	14,9	a
	D10	652,08	c	68,3	b	25,9	a
	D16	699,25	b	69,2	b	0,0	b
	D17	349,01	e	75,1	a	8,9	b
	D18	251,67	f	60,1	b	14,7	a
	D23	595,92	c	31,7	d	7,7	b
	D27	795,33	b	67,5	b	0,0	b
	D30	266,67	f	85,1	a	25,0	a
	D41	257,92	f	–	–	–	–
	2EM	94,01	h	78,3	a	19,2	a
	Média	415,10		60,0		9,0	
	C,V, (%)	8,53		9,72		35,8	

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott e Knott ao nível de 1% de significância. Rendimento de grãos (RendG) = em Kg ha⁻¹; Germ 5d = teste de germinação avaliado aos 5 dias, em porcentagem; Germ 10d = teste de germinação avaliado aos 10 dias, em porcentagem.

1.4 Conclusões

A hibridação artificial intensifica a variabilidade genética e melhora a expressão dos caracteres estande inicial, estatura de plantas, número de afilhos, rendimento de forragem e grãos e reduzida expressão de dormência de sementes em aveia preta.

O caráter estande teve participação na produtividade de matéria seca no estágio inicial do desenvolvimento das plantas.

O caráter estatura foi o que mais contribuiu na produtividade de forragem no primeiro e segundo cortes.

O caráter número de afilhos foi o que mais auxiliou para elevar a produtividade de forragem no terceiro corte.

O período de cinco dias é o mais importante no teste de germinação, sendo suficiente para discriminar constituições genéticas com maior ou menor grau de dormência nas sementes.

1.5 Referências Bibliográficas

- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v.14, p.1-16, 2004.
- BENECH-ARNOLD, R.L., SÁNCHEZ, R.A., FORCELLA, F. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.67, p.105-122, 2000.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell** v.9, p.1055-1066. 1997.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p, 1992.
- CARÁMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas**. Montevideo: Hemisfério Sul, 1978. 664 p.
- CECATO, U. Avaliações de cultivares e linhagens de aveia (*Avena* spp.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.20, n.3, p.347-354, 1998.

- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, **Título do Documento disponível em:** <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 28 de julho de 2008.
- CBPA – Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Indicações técnicas para cultura da aveia. **Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia** – Guarapuava: A Comissão: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 82p, 2006.
- DA SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de aveia preta em função de calagem superficial em plantio direto. **Acta Scientia Agronômica**. Maringá, v.28, p.207-211, 2006.
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para implantação e manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA, CNPT. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, 1993. p.19-27.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1985. 96 p. (IAPAR. Documento, 9).
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80p. (Circular, 73).
- FEDERIZZI, L.C.; MUNDSTOCK, C.M. Chapter IV-Fodder oats: an overview for South America. In: **FODDER OATS: a world overview**. Editores J.M. Sutties; S.G. Reynolds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/008/y5765e/y5765e00.HTM> Acessado em: 10/01/2009.
- FLOSS, E. L.; MELLO, N.; BESUTTI, A.; CAMARGO, A.S. Ensaio preliminar de aveias forrageiras, Passo Fundo, 2007. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 28, 2008, Pelotas. **Resultados experimentais**. Pelotas: UFPel, p. 453-457, 2008.
- FOLEY, M.E.; FENNIMORE, S.A. Genetic basis for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v.8, p.173-182, 1998.
- FONTANELI, R.S.; PIOVESAN, A.J. Efeito de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia, Passo Fundo, RS, 1988. **Boletim de Pesquisa**, Passo Fundo, Ano VIII, n.10, p.62-69, 1990.
- ELLIS, R.H. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.11, p.249-255, 1992.

- HERLING, V.R. et al. Composição bromatológica de 17 cultivares de aveia (*Avena* spp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, Cd-rom, 2001.
- LEUBNER-METZGER, G. Functions and regulation of β -1,3-glucanase during seed germination, dormancy release and after-ripening. **Seed Science Research**, Cambridge, v.13, p.17-34, 2003.
- MOLITERNO, E. Variabilidade genética e a eficiência de seleção no caráter dormência de sementes em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). 2008. 163f. **Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes)** – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- MORENO A.J. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41p, 1961.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; CASTRO, M.M. Armazenamento de sementes de aveia-preta produzidas em solos de diferentes fertilidades. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.2, p.7-14, 2004.
- OLIVEIRA, J. T. et al. Produção de forragem e grãos de cereais de duplo propósito em duas épocas de semeadura. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 28, 2008, Pelotas. **Resultados experimentais**. Pelotas: UFPel, p. 445-448, 2008.
- RIZZARDI, M.A.; VARGAS, L. Papel trocado. **Revista Cultivar**, Pelotas, n.75, p.28-30, 2005.
- ROSSETTO, C.A.V.; NAKAGAWA, J. Efeito da época de semeadura na produção e qualidade de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.171-184, 1995.
- SALERMO, A.; TCACENCO, F. **Características técnicas do cultivo de forrageiras de estação fria no Vale do Itajaí e litoral de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1985. 57 p.
- SANTOS, H.S.; REIS, E.M.; PÖTTKER, D. **Culturas de inverno para plantio direto no sul do Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA, CNPT, 1990. 24p. (Circular Técnica, 3).

- SCHEFFER-BASSO, S.M.; FLOSS, E.L.; CECHETTI, D.; BARÉA, K.; BORTOLINI, F. Potencial de genótipos de aveia para duplo propósito. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.1, p. 22-28, 2001.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; MAIA, M.S.; ASSIS, F.N. Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.127-134, 1999.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 305-312, 2000.

**2. Agente mutagênico como indutor de variabilidade em caracteres forrageiros,
rendimento de grãos e nível de dormência em aveia preta**

2.1 Introdução

A intensificação na utilização de aveia no Brasil vem ocorrendo principalmente por sua capacidade de produção e qualidade de forragem e, também, devido à expansão da semeadura direta. O cultivo de aveia tem sido estendido desde os estados de São Paulo, Mato Grosso, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, porém, a importância relativa da aveia branca (*Avena sativa* L.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) são bastante distintas. Enquanto a aveia branca cumpre um papel extremamente importante no sistema de rotação de culturas, como espécie produtora de grãos ou como forrageira nos sistemas de integração lavoura-pecuária na Região Sul do Brasil (FONTANELI et al., 2000), o papel da aveia preta tem sido focado principalmente para a produção de forragem e cobertura do solo, devido aos grãos desta espécie terem sido apontados como de baixo valor comercial em função de sua coloração e peso (REIS et al., 1993). Apesar disso, a área semeada com aveia preta no Rio Grande do Sul é, provavelmente, superior a 3 milhões de hectares. Comparada com a aveia branca e o arroz, sendo este último um dos principais cereais produzido no Rio Grande do Sul, com áreas de 321,4 mil e 1 milhão de hectares respectivamente, demonstra a importância desta espécie forrageira no sistema agropecuário (CONAB, 2008).

A disponibilidade de cultivares de aveia preta no mercado ainda é muito reduzida, onde a mais utilizada no Rio Grande do Sul, segue sendo a denominada “Preta Comum”, que não possui identidade genética. As sementes produzidas pelas plantas desta variedade não possuem origem conhecida, podendo apresentar desuniformidade no campo para diferentes anos e locais, principalmente no que se refere aos caracteres estatura de planta, suscetibilidade às moléstias, produtividade de matéria seca, rendimento de grãos e dormência nas sementes (FUNDACEP, 1999).

O progresso genético obtido na aveia preta ocorre, em grande parte, por meio de seleções feitas dentro da variedade Preta Comum, o que para alguns caracteres ainda não atingiu avanços expressivos. Para que o progresso no melhoramento seja contínuo, a presença de variabilidade genética e sua identificação são fatores preponderantes para o desenvolvimento de genótipos superiores (VIAU e CARVALHO, 1988). Diante disto, a utilização de técnicas que incrementem a variabilidade genética na cultura da aveia é de fundamental importância na

incorporação de genes que conferem caracteres desejáveis, como alta produtividade de matéria seca, elevado rendimento de grãos e ausência de dormência nas sementes para as constituições genéticas de um programa de melhoramento de plantas.

A utilização de agentes mutagênicos químicos e físicos, como forma de incrementar a variabilidade genética em caracteres de importância agrônômica através de mutações induzidas, pode ser uma ferramenta importante na obtenção de constituições genéticas superiores em programas de melhoramento. Para Nóbrega (1998), as alterações na seqüência de bases do ácido desoxirribonucléico (DNA) ocorrem espontaneamente, mas podem ser intensificadas com a utilização de agentes mutagênicos físicos e químicos. Coimbra et al. (2005), em trabalho com aveia, compararam agentes mutagênicos físico (raios gama) e químico (EMS) obtendo resultados expressivos na criação de variabilidade genética no caráter ciclo vegetativo.

Neste sentido, o trabalho teve por objetivo comparar a eficiência do agente mutagênico físico raios gama (Co^{60}), quando aplicado em diferentes doses em sementes de aveia preta, na ampliação da variabilidade genética em caracteres de importância agrônômica nesta espécie.

2.2 Material e métodos

Dois experimentos foram instalados no município de Capão do Leão - RS, no ano agrícola de 2008. O primeiro teve como objetivo avaliar caracteres relacionados com a produtividade de forragem e no segundo medir caracteres das sementes, como rendimento de grãos e nível de dormência. O campo experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento está localizado no CAP (Centro Agropecuário da Palma), pertencente à Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no município de Capão do Leão - RS. O solo é classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo segundo a unidade de Mapeamento Pelotas. O município está situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude Oeste a uma altitude de 13,24m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, com precipitação pluviométrica média anual média de 1.280,2 mm (MORENO, 1961).

As populações mutantes utilizadas no trabalho foram provenientes de um genótipo fixo de aveia preta, o ALPHA 94087 (A94087), que teve suas sementes submetidas aos efeitos do agente mutagênico físico, representado pelo cobalto-60 (raios gama), nas doses de 0, 10, 50, 100 e 200 GY (tratamentos). O tratamento das sementes foram realizados na Faculdade de Medicina da UFPel.

Após a aplicação do agente mutagênico as sementes da geração M1, separadas por tratamento, foram semeadas em casa de vegetação, na estação fria de 2005, com o objetivo de alcançar a geração M2. Logo após a colheita das sementes M2 foi feito um teste de germinação, considerando que as sementes germinadas não possuíam dormência ou expressavam um reduzido nível do caráter. As plântulas provenientes deste teste de germinação foram transplantadas para a casa de vegetação, sendo que na maturação as sementes foram colhidas na forma de bulk, dando origem às populações M3. As populações M3 foram avançadas em casa de vegetação, na estação fria de 2007, até a geração M4, sem a utilização de seleção artificial.

A partir da geração M4, foram avaliadas as populações mutantes com uma única pressão de seleção para ausência de dormência, sem qualquer avaliação sobre os demais caracteres de importância agrônômica. Conforme dose, agente mutagênico e geração, as populações mutantes receberam as seguintes nomenclaturas: 0GYM4 (testemunha, com ausência do mutagênico), 10GYM4, 50GYM4, 100GYM4 e 200GYM4.

O primeiro experimento foi instalado com o objetivo de avaliar caracteres forrageiros nas populações que sofreram ação do agente mutagênico. Os tratamentos foram comparados na forma de blocos casualizados com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por populações mutantes conduzidas por meio de duas linhas de três metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,20 m e densidade de 60 sementes viáveis por metro linear. Neste experimento foram realizados três cortes, onde cada corte foi avaliado nos seguintes caracteres: i) estatura de plantas: mensurada antes de cada corte, computada pelo comprimento do dossel em centímetros, quantificada a partir da superfície do solo até a folha mais nova (primeiro e segundo cortes) ou folha bandeira (terceiro corte); ii) rendimento de matéria seca (RendMS): a matéria verde foi colhida e pesada (g), com o corte de aproximadamente 8 cm da superfície do solo, onde esta matéria verde forneceu uma subamostra de aproximadamente 300

gramas, sendo secada em estufa a 60° C por 72 horas para determinação da proporção de matéria seca, avaliada em kg ha⁻¹; iii) número de afilhos: avaliado por meio da contagem do número de colmos em 0,5 metros linear de cada linha logo após o corte; iv) estande de plântulas: determinado por meio da contagem do número de plântulas emergidas em cada linha, 28 dias após a semeadura em 0,5 metros, para o cálculo do percentual de estabelecimento.

A adubação e os tratos culturais foram feitos de acordo com as recomendações técnicas para gramíneas forrageiras anuais de estação fria no Rio Grande do Sul (CBPA, 2008), sendo aplicados 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio após cada corte efetuado.

O outro experimento foi estabelecido com o objetivo de avaliar caracteres relacionados às sementes como rendimento de grãos e dormência em cada população mutante. Foi adotado o delineamento completamente casualizado, no qual cada unidade experimental era constituída por uma linha de três metros de comprimento espaçada a 0,2 m, com duas repetições e densidade de 60 sementes viáveis por metro linear. O rendimento de grãos (RendG) foi avaliado por meio da trilha individual de cada linha, transformado em kg ha⁻¹.

Com o intuito de avaliar o nível de dormência das sementes, trinta dias após a colheita, foi efetuado um teste de germinação. As sementes foram colocadas no germinador conforme o estabelecido nas regras de análise de sementes para o gênero *Avena* L. (BRASIL, 1992), com quatro repetições por tratamento, constituídas, cada uma delas, por 30 sementes, sob um delineamento inteiramente casualizado. Aos 5 e 10 dias (5 d e 10 d) foi contado o número de sementes germinadas que produziram plântulas normais.

Todos os caracteres observados foram submetidos à análise de variância com a finalidade de identificar os efeitos das doses nas populações mutantes. Diante da significância apresentada pelos caracteres foi efetuada uma comparação de médias pelo teste de Scott e Knott a 5% por meio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001). Como dose é um fator quantitativo, este foi testado também na análise de regressão linear, por meio do teste da significância dos distintos graus do polinômio e apresentado na forma de gráficos individuais, somente para os caracteres de maior importância agrônômica como produtividade de matéria seca, rendimento de grãos e nível de dormência. Estas análises foram efetuadas através do programa computacional Winstat (WINSTAT, 2006).

2.3 Resultados e discussão

Na Tabela 2.1 está inserida a análise de variância para as populações mutantes de aveia preta sobre os caracteres estande de plantas (somente primeiro corte), estatura de plantas, número de afilhos e rendimento de matéria seca para os três cortes e também para o total acumulado nos três cortes. Foi possível detectar diferença significativa em todos os caracteres avaliados, independente do corte, o que indica haver variabilidade genética entre as populações testadas, demonstrando a eficiência do agente mutagênico raios gama.

Os coeficientes de variação para as variáveis testadas apresentaram, em média, reduzida magnitude, variando de 1,68% para estatura média no total dos três cortes até 8,26% no número de afilhos no primeiro corte, proporcionando confiabilidade nos resultados obtidos.

O estande de plantas está diretamente ligado ao vigor das sementes, caráter que é expresso através da velocidade de germinação, emergência e estabelecimento das plantas no campo, o qual pode ser considerado como alcançado por ocasião do início do afilhamento (CARÁMBULA, 1977). O vigor pode influenciar o crescimento tanto quanto o rendimento, principalmente em estádios iniciais (SCHUCH e LIN, 1982; SCHUCH, 1999). Carámbula (1977) relata que em etapas iniciais de desenvolvimento, estandes mais elevados de plantas favorecem a rápida cobertura do solo e a redução da infestação por plantas daninhas.

Ao analisar o comportamento das populações mutantes em relação ao caráter estande de plantas (Tabela 2.2), observou-se que o tratamento 100GYM4 foi o que expressou maior número de plantas estabelecidas ($250 \text{ plantas m}^{-2}$), seguida das populações 10GYM4 e 50GYM4 com 227 e 217 plantas m^{-2} , ou seja, 83, 76 e 72% respectivamente. Todos os tratamentos com mutagênico, com exceção da dose mais alta, superaram a testemunha (0GYM4), que apresentou uma população no estabelecimento de 170 plantas m^{-2} (56%), indicando que ocorreu um progresso no percentual de plântulas estabelecidas em relação à população não tratada. Este resultado é importante para a espécie, pois, segundo Schuch (2000), o poder germinativo da maioria das sementes utilizadas para semeadura no Rio Grande do Sul, se encontra numa faixa de 60-70%. Estes dados permitem o estabelecimento de uma hipótese, resultante da modificação mais profunda na constituição genética das progênes de populações mutantes, com o tratamento 100 GY, onde

possivelmente, a alta dose do mutagênico tenha eliminado plantas com constituições genéticas indesejáveis, possibilitando uma expressão maior daquelas mais competitivas e de maior capacidade genética de produtividade.

Tabela 2.1 Resumo da análise de variância no primeiro, segundo, terceiro cortes e total acumulado nos três cortes para os caracteres estatura, afilhos, rendimento de matéria seca (RendMS) e estande (somente primeiro corte) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPeI, Capão do Leão, 2009.

Fontes de Variação	Quadrado Médio							
	GL	Primeiro corte				Segundo corte		
		Estande	Estatura	Afilhos	RendMS	Estatura	Afilhos	RendMS
Populações	4	2156,6*	3,1*	55554,2*	129889,3*	13,6*	19502,5*	124929,9*
Bloco	2	1,6	0,5	8426,7	10820,5	3,2	8761,7	3792,9
Erro	8	57,9	0,7	6864,2	2039	1,1	1995,0	4157,9
Total	14							
Média Geral		201	34	1003	1100,23	39	1026	1110,5
CV (%)		3,79	2,47	8,26	4,10	2,74	4,35	5,81

Fontes de Variação	Quadrado Médio							
	GL	Terceiro corte			Total corte			
		Estatura	Afilhos	RendMS	Estatura	Afilhos	RendMS	
Populações	4	16,9*	35601,7*	60409,5*	6,7*	250544,2*	569186,8*	
Bloco	2	2,9	6731,7	2153,8	0,5	49126,7	73,2	
Erro	8	2,2	3700,4	5263,6	0,5	10801,7	8825,9	
Total	14							
Média Geral		49	1065	1653,8	41	3094	3864,5	
CV (%)		3,01	5,71	4,38	1,68	3,36	2,43	

GL = Graus de Liberdade; * = significativo a 5% de probabilidade de erro;

Estande = n° plantas m⁻², Estatura = estatura do dossel antes do corte em cm, Afilhos = n° afilhos m⁻² e RendMS = em kg ha⁻¹.

Os resultados contidos na Tabela 2.2, correspondentes ao primeiro corte, permitiram verificar que a variação no estande de plantas pode ter tido influência direta no rendimento de matéria seca (biomassa). Os dados demonstram que a população 100GYM4 foi a que expressou maior produção de biomassa, com 1390 kg ha⁻¹, enquanto que as populações 0GYM4 e 200GYM4, as quais revelaram menor estande, produziram menor quantidade de biomassa, sendo esta quantidade 850 e 984 kg ha⁻¹, respectivamente. Além disto, outros caracteres como estatura de plantas e número de afilhos tiveram também grande contribuição no desempenho produtivo das populações mutantes. Assim, a população 10GYM4, apesar do menor número de plantas estabelecidas, desenvolveu maior estatura (35 cm) e um

potencial de afilhamento (1132 afilhos m^{-2}) que resultou em uma produtividade de matéria seca de 1209,9 $kg\ ha^{-1}$.

Quanto aos dados relacionados para o segundo corte (Tabela 2.2), as populações com maior rendimento de matéria seca foram aquelas dos tratamentos 200GY, 100 GY e 10 GY, com produtividades de 1320, 1189 e 1207 $kg\ ha^{-1}$ respectivamente, superando o desempenho da testemunha. Este resultado permite a formulação da hipótese de que maiores doses de mutagênico determinam a redução do número de indivíduos com genes não favoráveis para a produção de matéria seca e ao mesmo tempo favorece aquelas constituições genéticas mais agressivas e com alto potencial de produtividade, com exceção da dose 50 GY, que obteve o pior desempenho entre as populações avaliadas (789 $kg\ ha^{-1}$), como pode ser observado na Figura 2.1.

Tabela 2.2 Análise de médias no primeiro, segundo, terceiro corte e total acumulado nos três cortes para os caracteres estatura, afilhos, rendimento de matéria seca (RendMS) e estande (somente primeiro corte) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Populações	Primeiro corte				Segundo corte		
	Estande	Estatura	Afilhos	RendMS	Estatura	Afilhos	RendMS
0GYM4	170 c	34 b	927 b	849,9 d	39 a	963 c	1047,2 b
10GYM4	227 b	35 a	1132 a	1209,6 b	40 a	1053 b	1207,4 a
50GYM4	217 b	34 b	822 b	1067,6 c	35 b	962 c	789,1 c
100GYM4	250 a	36 a	1140 a	1390,1 a	39 a	1042 b	1189,3 a
200GYM4	177 c	33 b	997 b	984,1 c	40 a	1138 a	1319,5 a

Populações	Terceiro corte			Total corte		
	Estatura	Afilhos	RendMS	Estatura	Afilhos	RendMS
0GYM4	47 b	947 c	1554,1 b	40 b	947 b	3451,2 b
10GYM4	48 b	1202 a	1805,9 a	41 a	1096 a	4222,8 a
50GYM4	48 b	952 c	1478,9 b	39 b	908 b	3335,7 b
100GYM4	52 a	1080 b	1646,4 b	42 a	1119 a	4225,8 a
200GYM4	52 a	1222 a	1783,5 a	42 a	3357 a	4087,1 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott e Knott ao nível de 1% de significância.

Estande = n° plantas m^{-2} ; Estatura = estatura do dossel antes do corte em cm; Afilhos = número de afilhos m^{-2} e Rendimento de matéria seca (RendMS) = em $kg\ ha^{-1}$

Para o caráter estatura de plantas (segundo corte) não ocorreu grande diferença entre as constituições genéticas desenvolvidas pela aplicação do mutagênico, sendo a média da altura igual a 40 cm. Apenas a população proveniente da dose 50GY foi diferente estatisticamente das demais, com 35 cm de estatura antes do corte. Segundo Maroso et al. (2007), em algumas espécies forrageiras, a seleção de plantas com menor estatura pode ser promissora, devido a maior proteção dos sítios meristemáticos. Briske (1996) aponta plantas de baixa estatura como tolerantes ao pastejo, pois apresentam mecanismo de escape por terem protegido na base, grande número de folhas residuais e gemas basilares. O número de afilhos parece ter elevada relação com o caráter rendimento de forragem, onde as populações com maior potencial de afilhamento (doses 200, 100 e 10 GY) expressaram uma quantidade superior de biomassa. Para Wendt et al. (1991), isto se deve principalmente à capacidade das plantas manter e/ou produzir novos afilhos após o corte, resultado semelhante ao encontrado por Bortolini et al. (2004), trabalhando com diferentes cereais de estação fria. Consequentemente, existem evidências de que o aumento no rendimento de matéria seca pode ser feito por meio de seleção de constituições genéticas que expressem superioridade no caráter número de afilhos.

A produtividade de matéria seca no terceiro corte está inserida na Tabela 2.2. As populações mutantes 10GYM4 e 200GYM4 demonstraram desempenhos superiores, com rendimentos de 1806 e 1784 kg ha⁻¹ respectivamente. Estas constituições genéticas foram as que expressaram maior potencial de afilhamento, com 1222 e 1202 afilhos m⁻², ratificando que o caráter número de afilhos é um grande responsável pela produção de forragem. Segundo Scheffer-Basso (2001), embora existam outros caracteres relacionados à produtividade de forragem, provavelmente o número de afilhos seja o de maior importância na expressão do caráter rendimento de matéria seca, fato este não sustentado pelo caráter estatura de plantas, que determinou uma reduzida influência na produção de matéria seca, visto que a estatura de plantas entre as populações variou de 47 a 52 cm.

A análise geral dos três cortes evidencia que a população mutante derivada da dose 50 GY expressou um desempenho inferior em produtividade de matéria seca e número de afilhos nas três avaliações, indicando que apesar de demonstrar variabilidade nos caracteres estudados, não foi eficiente na obtenção de constituições genéticas superiores, provavelmente devido à dose referida ter

eliminado tanto as plantas com constituições genéticas superiores como as inferiores. A população 200GYM4, que teve reduzido rendimento de matéria seca no primeiro corte, revelou maior produtividade no segundo e terceiro cortes. Por outro lado, a população 100GYM4 teve comportamento inverso, isto é, com redução de produtividade a cada corte efetuado. Segundo Cecato (1998) e Fontaneli (1993), constituições genéticas que expressam aumento de produtividade de matéria seca a cada corte efetuado, possivelmente envolvam indivíduos altamente precoces, enquanto aqueles que têm produtividade reduzida a cada corte têm suporte em plantas mais tardias. Para estes mesmos autores, os genótipos com certo equilíbrio durante os cortes revelam uma melhor distribuição de rendimento de matéria seca durante todo ciclo de crescimento, um caráter agrônomo extremamente importante em espécies forrageiras. Desempenho semelhante a este foi revelado pela população 10GYM4.

No total acumulado dos três cortes (Tabela 2.2), as populações de maior destaque foram as originadas das doses 10 GY, 100 GY e 200 GY, com elevada produção de afilhos e matéria seca, demonstrando um acréscimo na produtividade com o aumento da dose, exceto para 50 GY. Isto demonstra que o aumento da dose de raios gama pode determinar nova estrutura genética, favorecendo os genes que contribuem para produtividade de biomassa. Outro fator a ser destacado, é que aquelas populações que obtiveram maior produção total de matéria seca foram as que apresentaram melhor desempenho no segundo e terceiro cortes, tanto para forragem como para produção de afilhos, o que dá suporte à hipótese de que grande número de gemas permaneceu em estado vegetativo, sendo estimuladas logo após o corte para desenvolverem novos afilhos, contribuindo diretamente na produtividade de matéria seca (FONTANELI e PIOVEZAN, 1990).

Considerando que dose é um fator quantitativo, foi efetuada uma análise para verificar o desempenho da variável rendimento de matéria seca nas diferentes doses (GY) do agente mutagênico físico raios gama, utilizando a análise de regressão linear. Para esta variável, foram calculadas as equações de regressão, sendo detectada significância para os coeficientes até segundo grau do polinômio. As equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e a significância do polinômio de maior grau estão incluídas na Figura 2.1.

O comportamento das populações mutantes, frente ao rendimento de matéria seca no primeiro corte (Figura 2.1 a), teve melhor ajuste para a regressão quadrática fato este que evidencia que o crescimento do caráter produção de forragem aumenta até a dose 115 GY. Provavelmente este resultado tenha suporte no incremento de novos alelos que favorecem o aumento da produtividade de matéria seca. Para o segundo e terceiro cortes, a equação de regressão que melhor se ajustou também foi a quadrática (Figura 2.1 b e c). Entretanto, o aumento da dose determinou redução no rendimento de matéria seca até as doses 62 e 73 GY para o segundo e terceiro corte respectivamente. No total acumulado dos três cortes (Figura 1 d) as variações determinadas pela dose para o agente mutagênico raios gama (Co^{60}) foi linear, evidenciando que dentro do intervalo 10 a 200 GY, o caráter rendimento de matéria seca aumentou linearmente.

A técnica de mutação induzida possibilita o surgimento de novas estruturas gênicas por meio de alterações na frequência genotípica e/ou nos cromossomos (MICKE e DONINI,1993; SAHASRABUDHE et al., 1991), porém, estas alterações ocorrem de forma aleatória no DNA. Gregory (1967), analisando os efeitos dos agentes mutagênicos no melhoramento de plantas, observou a ocorrência de modificações em um pequeno número de genes, porém de grande efeito sobre o genótipo, ou de grande número de genes, porém de pequeno efeito sobre o genótipo. Estas mutações aleatórias provocadas no DNA pelos agentes mutagênicos podem explicar as variações manifestadas pelos caracteres quando submetidas às diferentes doses de radiação gama, que causam modificações na média e na variância da população analisada.

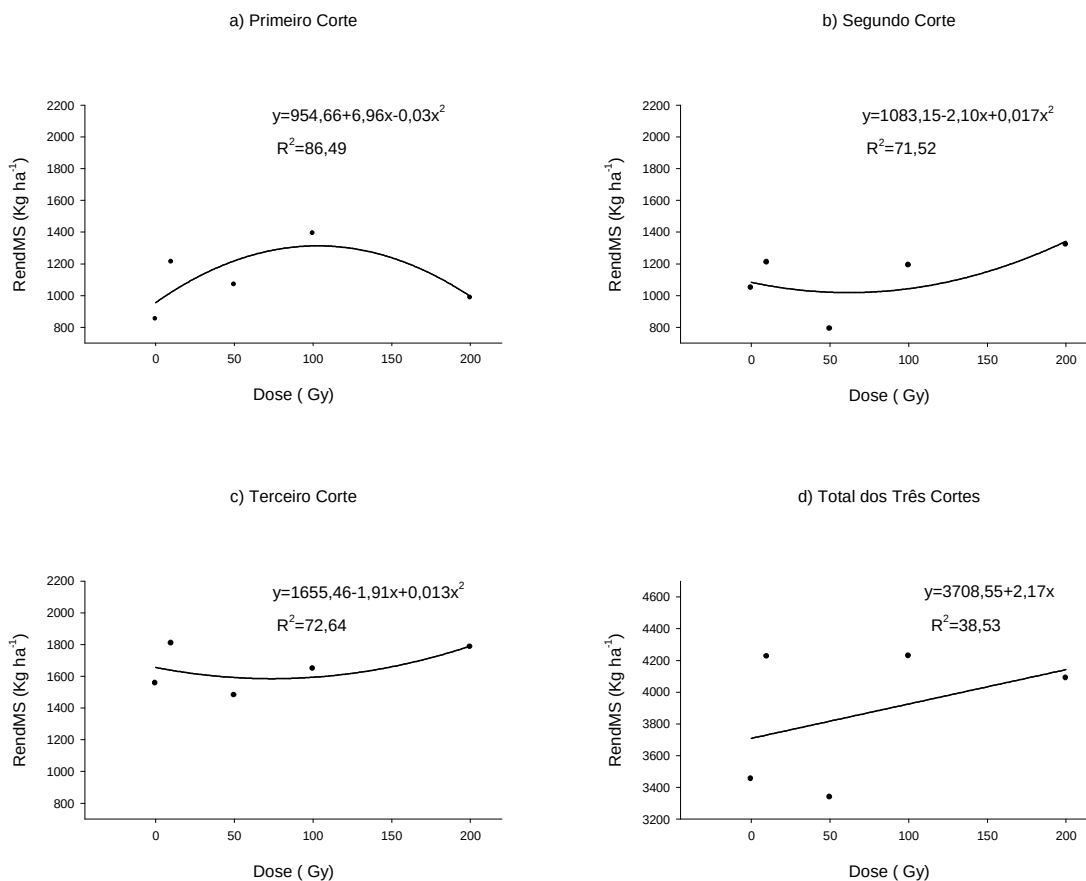


Figura 2.1 Regressões ajustada para o caráter rendimento de matéria seca (RendMS – kg ha⁻¹) em populações mutantes de aveia preta submetidas ao agente mutagênico raios gama sob diferentes doses. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

As análises da variância para rendimento de grãos e teste de germinação estão inseridas na Tabela 2.3. Foi detectada diferença significativa para os caracteres envolvidos, dando suporte à hipótese de existência de variabilidade genética entre as populações mutantes. Desta forma, é possível afirmar que o agente mutagênico raios gama foi eficiente na criação de variabilidade genética para os caracteres rendimento de grãos e germinação pós-colheita.

Tabela 2.3 Resumo da análise de variância para os caracteres rendimento de grãos (RendG) e teste de germinação (Germinação) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	GL	Germinação (%)
Populações	4	128246,9*	4	117,5*
Erro	5	6156,4	15	14,3
Total	9		19	
Média Geral		797,1	–	33,7
CV (%)		9,84	–	11,23

GL = Graus de Liberdade; * = significativo a 5% de probabilidade de erro;

Um dos aspectos interessantes no uso da aveia preta no Rio Grande do Sul está relacionado com o tamanho da área cultivada e a qualidade da produção de suas sementes. Segundo Schuch (2000), a produção de sementes raramente ultrapassa os 500 kg ha⁻¹, com uma qualidade insatisfatória, tanto em termos de tamanho de cariopse como em poder germinativo e vigor.

Na Tabela 2.4 estão incluídas as médias do rendimento de grãos das populações mutantes. A população 10GYM4 foi a que expressou o melhor rendimento de grãos entre as constituições genéticas avaliadas, com 1242 kg ha⁻¹, sendo 78% mais produtiva que a testemunha (0GYM4). As demais populações não diferiram entre si e também em relação à testemunha, com média de 686 kg ha⁻¹. Trabalhos de outros autores revelaram grande diversidade para o caráter rendimento de sementes de aveia preta, variando desde 194 kg ha⁻¹, da cultivar UPFA 21 (FLOSS et al., 2008), até 1375 kg ha⁻¹, da Preta Comum (OLIVEIRA et al., 2008). Estes resultados evidenciam a inexistência de uma forte pressão de seleção para obtenção de grande frequência de indivíduos com caracteres agrônômicos superiores para a produção de grãos em aveia preta, fato este que tem contribuído de forma direta para o desestímulo de uso de alta tecnologia em lavouras de aveia preta para produção de grãos.

Tabela 2.4 Análise de médias para os caracteres rendimento de grãos e teste de germinação (Germinação) em populações mutantes de aveia preta. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

Populações	Rendimento de grãos (Kg ha ⁻¹)		Germinação (%)	
0GYM4 (testemunha)	696,0	b	31,8	b
10GYM4	1242,0	a	34,2	b
50GYM4	653,6	b	26,7	b
100GYM4	634,9	b	41,7	a
200GYM4	759,2	b	34,2	b

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de significância.

Além da variabilidade expressa pela aveia preta em relação aos caracteres responsáveis pela produção de forragem e rendimento de grãos, a presença de dormência nas sementes tem sido responsável por uma forte rejeição para o uso em sistemas de produção agrícola, pois determina a formação de bancos de sementes dormentes no solo, o que proporciona o surgimento da espécie como invasora em culturas de estação fria. Diante disto, logo após a colheita, foi realizado um teste de germinação, sendo avaliado o percentual de plântulas germinadas aos 10 dias, assumindo, desta forma, que as sementes que produziram plântulas neste período foram consideradas sem dormência. Os resultados do teste de germinação estão inseridos na Tabela 2.4.

A população 100GYM4 foi a única que diferiu significativamente das demais, com 41,7% de sementes germinadas, obtendo desempenho superior ao genótipo testemunha (0GYM4). Este resultado indica que a dose de 100 GY foi efetiva na criação de variabilidade para o caráter dormência; portanto, a dormência é um caráter quantitativo fortemente afetado pelas condições de ambiente sob as quais as sementes se desenvolvem (LEUBNER-METZGER, 2003; BASKIN, BASKIN, 2004; BENECH-ARNOLD, 2000).

O percentual de plantas germinadas foi ainda reduzido, visto que estas populações já haviam sofrido pressão de seleção para ausência de dormência. Contudo, a seleção parece ter sido efetiva, visto que Moliterno (2008) alcançou resultados menores, não superiores a 26 e 10% de germinação na geração M2

destas populações, nas doses 10 GY e 100 GY respectivamente. Consequentemente, esta técnica de testar o percentual de germinação, logo após a colheita, poderá ser de grande utilidade para o melhorista na busca de progresso no caráter dormência em populações segregantes de aveia preta.

O rendimento de grãos e o percentual de germinação foram submetidos à análise de regressão com os dados tomados da análise de médias, onde pode ser verificado que a equação que melhor se ajustou, para os dois caracteres, foi a quadrática (Figura 2.2). O caráter rendimento de grãos manifestou um decréscimo de produtividade até a dose 122 GY, com redução de 2,7 kg ha⁻¹ com a cada aumento de 1 GY (Figura 2a). Este resultado indica que a utilização de doses elevadas pode ser mais eficiente na obtenção de constituições genéticas superiores em produtividade de grãos, com exceção na dose 10 GY, onde obteve o maior rendimento 1242 kg ha⁻¹. Resultado contrário foi manifestado pelo teste de germinação, onde, com o aumento da dose até 145 GY, elevou o número de sementes germinadas, indicando que doses mais elevadas (até 145 GY) podem influenciar na taxa de germinação das sementes, proporcionando a obtenção de populações de aveia preta com menores níveis de dormência.

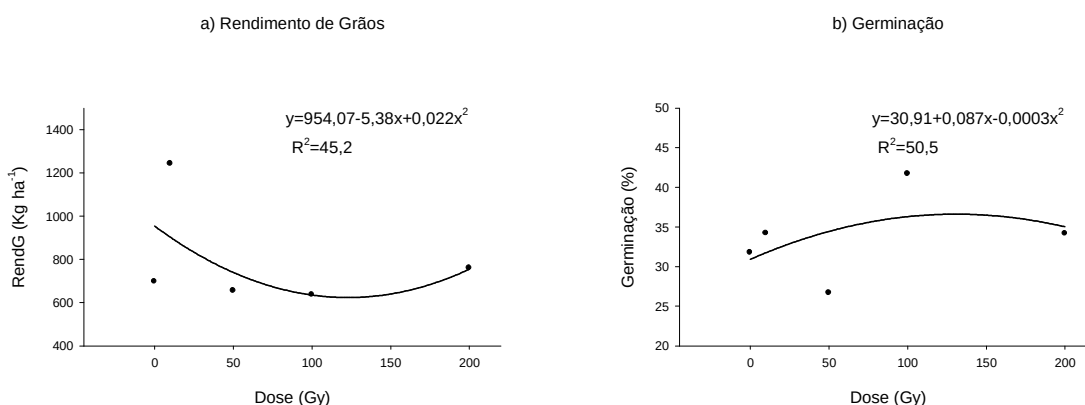


Figura 2.2 Regressões ajustada para os caracteres rendimento de grãos (RendG – Kg ha⁻¹) e teste de germinação (Germinação - %) em populações mutantes de aveia preta submetidas ao agente mutagênico raios gama sob diferentes doses. CGF/FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2009.

2.4 Conclusões

O uso do mutagênico raios gama é uma técnica que induz a variabilidade genética possibilitando seu emprego no melhoramento para obtenção de progresso em matéria seca, rendimento de grãos e redução do nível de dormência em aveia preta.

O caráter número de afilhos é o mais importante no incremento de produtividade em matéria seca.

O rendimento de grãos em aveia preta é reduzido pela aplicação do mutagênico; contudo, o avanço de geração até maiores níveis de homozigose, seguida de seleção, poderá aumentar a probabilidade do melhorista identificar constituições genéticas superiores para este caráter.

A técnica do teste de germinação logo após a colheita tem eficiência para obter ganho genético sobre o caráter dormência evidenciado por sementes de aveia preta.

2.5 Referências Bibliográficas

- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v.14, p.1-16, 2004.
- BENECH-ARNOLD, R.L., SÁNCHEZ, R.A., FORCELLA, F. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.67, p.105-122, 2000.
- BORTOLINI, P. C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.45-50, 2004.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p, 1992.
- BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems a functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, W. (Eds). **The ecology and management of grazed systems**. Wallingford: CAB, p.37-67, 1996.

- CARÁMBULA, M. **Produccion y manejo de pasturas sembradas**. Montevideo: Editorial Hemisfério Sur, 1977. p.463.
- CBPA – Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Indicações técnicas para cultura da aveia. **Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia** – Guarapuava: A Comissão: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 82p, 2006.
- CECATO, U. Avaliações de cultivares e linhagens de aveia (*Avena spp.*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 347-354, 1998.
- COIMBRA, J.L.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; SILVA, J.A.G.; LORENCETTI, C. Comparação entre mutagênicos químicos e físicos em populações de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.46-55, 2005.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, **Título do Documento disponível em:** <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 28 de julho de 2008.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa : UFV, 2001. 648p.
- FLOSS, E. L.; MELLO, N.; BESUTTI, A.; CAMARGO, A.S. Ensaio preliminar de aveias forrageiras, Passo Fundo, 2007. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 28, 2008, Pelotas. **Resultados experimentais**. Pelotas: UFPel, p. 453-457, 2008.
- FONTANELI, R.S.; PIOVESAN, A.J. Efeito de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia, Passo Fundo, RS, 1988. **Boletim de Pesquisa**, Passo Fundo, Ano VIII, n.10, p.62-69, 1990.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno em sistemas de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35 n.11, p.2129-2137, 2000.
- FUNDACEP. FECOTRIGO **A cultura da aveia no sistema de plantio direto**. Coord. MATZEMBACHER., R.G. Cruz Alta: Fundaceo/Fecotrigo, 1999. 200p.
- GREGORY, W.C. Mutation breeding. In: Frey, K.J. (Ed). **Plant breeding**. 2. ed. Ames: Iowa State University, p.189-217, 1967.

- LEUBNER-METZGER, G. Functions and regulation of β -1,3-glucanase during seed germination, dormancy release and after-ripening. **Seed Science Research**, Cambridge, v.13, p.17-34, 2003.
- MAROSO, R.P; SCHEFFER-BASSO, S.M.; CARNEIRO, C.M. Rebrotas de *Lótus app.* de diferentes hábitos de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1524-1531, 2007.
- MICKE, A.; DONINI, B. Induced mutation. In: **Plant Breeding: Principle and prospects**. London: Chapman e Hall, p.152-162, 1993.
- MOLITERNO, E. Variabilidade genética e a eficiência de seleção no caráter dormência de sementes em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.). 2008. 163f. **Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes)** – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- MORENO A.J. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41p, 1961.
- OLIVEIRA, J. T. et al. Produção de forragem e grãos de cereais de duplo propósito em duas épocas de semeadura. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, 28, 2008, Pelotas. **Resultados experimentais**. Pelotas: UFPel, p. 445-448, 2008.
- REIS, R., RODRIGUES, L.R., VIEIRA, R.D., GUIMARÃES, P.H. Produção e qualidade de sementes de aveias forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28 n.12, p.1425-1430, 1993.
- SCHEFFER-BASSO, S.M.; FLOSS, E.L.; CECHETTI, D.; BARÉA, K.; BORTOLINI, F. Potencial de genótipos de aveia para duplo propósito. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7 n.1, p. 22-28, 2001.
- SCHUCH, L.O.B.; LIN, S.S. Efeito do envelhecimento rápido sobre o desempenho de sementes e de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1163-1170, 1982.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. & MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000.
- VIAU, L.V.M. & CARVALHO, F.I.F. Métodos de seleção e efeitos de populações heterogêneas no melhoramento genético de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.11, p.1279-90, 1988.
- WINSTAT. **Sistema de análise estatística para Windows**. Pelotas: Ufpel, 2006.
- SAHASRABUDHE, S.R., LUO, X., HUMAYUN, M.Z. Specificity of base substitution induces by the acridine mutagen ICR – 191: mispairing by guanine N7 adducts as a mutagenic mechanism. **Genetics**, New Jersey, v.129, p.981-989, 1991.
- WENDT, W.; DIAS, J.C.A.; CAETANO, V. Avaliações preliminares de trigo em diferentes épocas de semeadura em solos hidromórficos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16. Dourados. **Anais...** Dourados, p. 380-387, 1991.

Considerações Finais

A intensificação das áreas cultivadas com aveia preta vem ocorrendo de forma contínua, principalmente pelo uso como planta forrageira e como protetora do solo por meio da semeadura direta. A falta de incentivo à pesquisa desta espécie, aliada à ausência de um programa de melhoramento, tem contribuído para que a cultivar Preta Comum seja a variedade mais utilizada. Esta variedade não apresenta identidade genética definida, possuindo caracteres indesejáveis para a utilização agrícola que são a desuniformidade na produtividade de forragem e grãos além da presença de dormência nas sementes, caráter causador de imensas dificuldades no uso da tecnologia em lavouras de cereais de estação fria.

Devido a isto, o Centro de Genômica e Fitomelhoramento (CGF) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI) implementou no ano de 2005 um programa de melhoramento de aveia preta, objetivando inicialmente a ampliação da variabilidade genética, utilizando cruzamentos artificiais e mutações induzidas, para intensificar o conhecimento da genética do caráter dormência na semente. Numa segunda etapa o programa evoluiu, ampliando seus objetivos para reconhecer seleções com caracteres de plantas forrageiras, testando o desempenho dos indivíduos superiores a campo.

Diante do número de populações avaliadas, este trabalho foi dividido em dois experimentos, um para as populações híbridas e outro para as populações mutantes, com o intuito de avaliar caracteres forrageiros. Estes experimentos foram conduzidos na forma de blocos casualizados com três repetições. Outros dois experimentos foram instalados em um delineamento completamente casualizados para avaliar caracteres relacionados ao rendimento de grãos e níveis de dormência nas sementes.

Nos primeiros experimentos foram avaliados os seguintes caracteres: estande de plantas, estatura de plantas (realizado antes de cada corte), número de afilhos e rendimento de matéria seca, de forma a testar a influência destes caracteres na produção de forragem. Em estádios iniciais há evidências de que o estande de plantas apresentou elevada relação com a produtividade de matéria seca, tanto nas populações híbridas como nas mutantes, dados que concordam com resultados obtidos por outros autores, (CARÁMBULA, 1977; SCHUCH e LIN, 1982; SCHUCH, 1999; SCHUCH, 2000).

O caráter estatura de planta teve uma magnitude reduzida na produtividade de matéria seca, porém a reduzida diferença expressa entre as constituições genéticas antes de cada corte indica que este caráter não foi o principal responsável no incremento ou redução de matéria seca. O caráter número de afilhos evidenciou uma forte participação na produção de biomassa, indicando que este deve ser o caráter alvo do melhorista para incrementar rendimento de matéria seca.

Segundo Scheffer-Basso (2001), embora existam outros caracteres relacionados à produtividade de forragem, provavelmente o número de afilhos seja o de maior importância na expressão do caráter rendimento de matéria seca. Entretanto, a ausência de diferenças apresentadas pelo caráter número de afilhos e a reduzida desigualdade na estatura de plantas no segundo corte, nas populações híbridas e seus genitores, revela que outros caracteres podem influenciar de forma direta na produtividade de matéria seca.

A busca de constituições genéticas com elevada produção de forragem e rendimento de grãos, são altamente desejadas pelos melhoristas de espécies forrageiras. Entretanto, em aveia preta, não é esta a realidade encontrada, pois, segundo Schuch (2000), a produção de sementes raramente ultrapassa os 500 kg ha⁻¹ com uma qualidade insatisfatória, o que evidencia a inexistência de uma forte pressão de seleção para obtenção de genótipos superiores para estes caracteres.

Neste trabalho, os dois métodos (hibridação artificial e mutação induzidas) foram eficientes no incremento de variabilidade genética para rendimento de grãos e matéria seca, indicando que seleções dentro destas populações podem ser eficientes na obtenção de constituições genéticas com frequência de alelos favoráveis para produção de grãos e forragem.

Outro caráter de grande importância agrônômica em aveia preta é o de dormência nas sementes. Este caráter foi avaliado por meio de um teste de germinação, determinando o percentual de sementes germinadas aos 5 e 10 dias após estas sementes terem sido colocadas para germinar. Os resultados expressaram reduzido nível de dormência em alguns genitores e populações híbridas (85% de germinação), indicando que estas constituições genéticas provavelmente tenham genes inibidores da dormência, visto que em nenhuma geração as populações sofreram qualquer pressão de seleção para este caráter. As populações mutantes não expressaram resultados de alta magnitude (42% de germinação), entretanto, estas populações mutantes já haviam sofrido seleção para

ausência de dormência. Este fato provavelmente tenha determinado um menor índice de progresso para o caráter dormência em contraste com a hibridação artificial.

Desta forma, o trabalho com métodos de indução de variabilidade genética (hibridação artificial e mutação induzida) e o conhecimento do comportamento dos caracteres de interesse são essenciais para obtenção de constituições genéticas superiores em aveia preta para produção de forragem, rendimento de grãos e redução da dormência nas sementes. Entretanto, há evidências de que novos caracteres deverão ser avaliados para que o caráter produtividade de matéria seca seja incrementado, visto que estande, estatura de planta e número de afilhos, demonstraram não serem os únicos a explicar as diferenças obtidas no caráter produtividade de forragem.

Referências bibliográficas (Introdução e Discussão Geral)

- BEVILAQUA, G.A.P., LINHARES, A.G., TOMM, G.O. Avaliação e seleção de genótipos de aveia de cobertura de solo para o sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.3, p163-169, 2001.
- BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998. 453p.
- CARÁMBULA, M. **Produccion y manejo de pasturas sembradas**. Montevideo: Editorial Hemisfério Sur, 463p., 1977.
- COFFMAN, F. A. **Oats and oats improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1961. 650p.
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**, Título do Documento disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 28 de julho de 2008.
- DOS SANTOS, H., MELO REIS, E. Sistemas de cultivo de trigo com aveias-brancas e aveias-pretas para rendimentos de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30 n.1, p.69-73, 1995.
- FLOSS, E.L. Aveia. In: BAIER, A.C.; FLOSS, E.L.; AUDE, M.I.S. **As lavouras de inverno 1**. Aveia, triticales, centeio, alpiste e colza. São Paulo: Globo, 2 ed., 1988. 172p.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; DA SILVA, G.; KOEHLER, D. Avaliação de cereais de inverno para duplo propósito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.35-40, 1996.
- FUNDACEP. FECOTRIGO **A cultura da aveia no sistema de plantio direto**. Coord. MATZEMBACHER., R.G. Cruz Alta: Fundaceo/Fecotrigo, 1999. 200p.
- KUCERA, B.; COHN, M.A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, Cambridge, v.15 p.281-307, 2005.
- MILACH, S.C.K., FEDERIZZI, L.C., HANDEL, C.L. et al. Hibridação em aveia. In: Borém, A. (ed.) **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, p122-137, 1999.

- NAKAGAWA, J, CAVARIANI, C., MACHADO, J.R. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35 n.6, p.1071-1080, 2000.
- SCHEFFER-BASSO, M.; FLOSS, E.L.; CECHETTI, D.; BARÉA, K.; BORTOLINI, F. Potencial de genótipos de aveia para duplo propósito. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7 n.1, p. 22-28, 2001.
- SCHUCH, L.O.B.; LIN, S.S. Efeito do envelhecimento rápido sobre o desempenho de sementes e de plantas de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1163-1170, 1982.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. & MAIA, M.S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.229-234, 1999.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 305-312, 2000.
- SIMPSON, G.M. **Seed dormancy in grasses**: Cambridge University Press, 1990. 270p.
- TAVARES, M. J. C. M. S.; ZANETTINI, M. H. B. e CARVALHO, F. I. F. Origem e evolução do gênero *Avena*: suas implicações no melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.499-507, 1993.
- VIAU, L.V.M.; CARVALHO, F.I.F. Métodos de seleção e efeitos de populações heterogêneas no melhoramento genético de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.11, p.1279-90, 1988.

Vitae

Gustavo da Silveira, filho de Nauro da Silveira e Regina Bosenbecker da Silveira, nasceu em 10 de julho de 1982, em Pelotas (RS). Completou o Ensino Fundamental (1º grau) no Instituto de Educação Assis Brasil, em Pelotas (RS). Coursou o Ensino Médio (2º grau) no Colégio Santa Margarida, em Pelotas (RS) e ingressou, em junho de 2002, no curso de agronomia na Universidade Federal de Pelotas. Foi bolsista de iniciação científica no curso de agronomia de agosto de 2004 a fevereiro de 2007, tendo como orientador o professor Fernando Irajá Félix de Carvalho (Ph.D.); neste período, participou no desenvolvimento de trabalhos relacionados ao melhoramento genético das culturas de aveia branca, aveia preta, feijão e trigo, onde participou de vários congressos. Cumpriu seu estágio curricular obrigatório na Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), sob orientação do pesquisador Engenheiro Agrônomo Volmir Sergio Marchioro, totalizando 540h, requisito para a conclusão do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Em março de 2007 ingressou no mestrado na área de concentração Fitomelhoramento, pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA/FAEM/UFPEL), sob orientação do Professor Fernando Irajá Félix de Carvalho. Durante sua vida acadêmica, na qualidade de autoria ou co-autoria publicou mais de 90 resumos e 12 artigos científicos em periódicos.