

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MAIKELY LUANA FELICETI

**MELHORAMENTO GENÉTICO DE AVEIA PRETA: ANÁLISE
CIENCIOMÉTRICA, HIBRIDAÇÃO, AVANÇO DE SEGREGANTES E
DORMÊNCIA SEMENTES**

TESE

PATO BRANCO

2022

MAIKELY LUANA FELICETI

**MELHORAMENTO GENÉTICO DE AVEIA PRETA: ANÁLISE
CIENCIOMÉTRICA, HIBRIDAÇÃO, AVANÇO DE SEGREGANTES
E DORMÊNCIA SEMENTES**

**BREEDING BLACK OATS: SCIENTIOMETRIC ANALYSIS, HYBRIDATION,
SEGREGANT ADVANCE AND SEED DORMANCE**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos André Bahry

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



MAIKELY LUANA FELICETI

MELHORAMENTO GENÉTICO DE AVEIA PRETA: ANÁLISE CIENCIOMÉTIRCA, HIBRIDAÇÃO, AVANÇO DE SEGREGANTES E DORMÊNCIA SEMENTES

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutora Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Produção Vegetal.

Data de aprovação: 11 de Novembro de 2022

Jean Carlo Possenti, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Anelise Tessari Perboni, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Geri Eduardo Meneghello, Doutorado - Universidade Federal de Pelotas (Ufpel)

Lucas Da Silva Domingues, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Wilson Henrique Tatto, Doutorado - União de Ensino do Sudoeste do Paraná (Unisep)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 11/11/2022.

Aos meus pais, Arlindo e Zenaide, dedico.

AGRADECIMENTOS

Não é a alegria que nos torna agradecidos;

É a gratidão que nos torna alegre.

(David Steindl-Rast)

Primeiramente, sou imensamente grata à Deus por seu amor infinito.

Agradeço aos meus pais, Arlindo e Zenaide Feliceti; a minha irmã Maiara Feliceti, que são meus alicerces, obrigada por todo amor, incentivo e paciência. Meu pai que nunca mediu esforços para me ajudar, me ajudou na instalação do experimento, a encher os vasos, levar para alguns para o sítio, montar uma estufa para meus experimentos, entre outros.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Jean Carlo Possenti e Prof. Dr. Carlos André Bahry, gratidão pela sábia orientação e amizade, construída ao longo desses anos de vivência.

Ao professor Sérgio Mazaro, por disponibilizar a casa de vegetação e por todo suporte prestado. Gratidão pelos ensinamentos e amizade.

Minha gratidão com a empresa KSP Sementes e Ltda. pela parceria, ao Dr. Valmor Antonio Konflanz e ao MSc. Douglas Barreta, pesquisadores da empresa KSP, por viabilizar e disponibilizar todo suporte para o desenvolvimento do projeto.

Agradeço a Maiara Secco de Souza, pela nossa amizade construída ao longo da graduação, que sempre esteve e está presente. Nos experimentos, na parte escrita e na vida pessoal. Das mensagens que eu recebia quando saía da UTFPR, “amiga vem que estou fazendo janta”. Você fez a diferença ao longo de todo esse processo, fica registrado aqui minha eterna gratidão. E não poderia deixar de agradecer, ao meu amigo Edeson de Souza, obrigada por todas as conversas, conselhos e sonhos compartilhados para estudar fora do país.

Aos meus co-orientados do coração Ilana Niqueli Talino e Renan Quisini, gratidão por toda ajuda e pela amizade. Pelos conselhos, choros e por não me deixarem desistir. Por me auxiliarem na parte prática do experimento, e por me ajudarem a cuidar tão bem das minhas filhas, as aveias. Também, sou

imensamente grata ao Victor Iago Braatz, por toda ajuda no desenvolvimento do primeiro ano do experimento, com você aprendi muito.

Agradeço em especial às minhas colegas de doutorado e laboratório, Thayllane De Campos Siega e Marcieli da Silva, pela amizade construída, pelos mates compartilhados e ensinamentos da área de fitopatologia. Ao meu amigo Michel Masiero, pelos anos de parceria nas publicações e escritas de trabalhos.

Ao meu colega de projeto Thiago Duarte, pela parceria no desenvolvimento do trabalho e todo conhecimento compartilhado. Agradeço também, ao terceirizado da UTFPR, Side, por toda ajuda prestada, ao ceder equipamentos e insumos. Pelas conversas e conselhos, que ao me ver preocupada e cansada, me ensinou a tomar suco de maracujá antes dormir e escutar meditação.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudos.

Por fim, agradeço as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram ao longo de mais esta etapa da minha vida.

“O amor ao trabalho torna mais leve a carga de dissabores que o trabalho possa trazer.” (Santa Paulina)

“O trabalho duro é a única forma, não existem atalhos. Existe esforço, boas ideias e competência.” (Jorge L. Palheta)

“Peça a Deus que abençoe os seus planos, e eles darão certo.” (Provérbios 16:3)

RESUMO

FELICETI, Maikely Luana. Melhoramento genético de aveia preta: análise cienciométrica, hibridação, avanço de segregantes e dormência sementes. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2022.

A aveia preta (*Avena strigosa* S.) é um cereal de inverno utilizado para alimentação animal, cobertura de solo, produção de forragem, silagem e feno. Todavia a aveia preta apresenta elevada heterogeneidade em seus cultivos, apesar de suas inúmeras vantagens, à baixa quantidade de pesquisas sobre a espécie, especialmente quanto à produção, composição química e dormência das sementes. Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a geração, avanço de segregantes e dormência de sementes de aveia preta obtidas a partir de linhagens mutantes. O projeto foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, junto à Estação Experimental, na Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais e no Laboratório Didático de Análise de Sementes. Primeiramente foi realizada uma revisão cienciométrica sobre o estudo da espécie através da busca de dados no *Web of Science*. Em seguida, utilizando linhagens obtidas a partir de mutação induzida em sementes da cultivar IAPAR 61, geração F4, foi realizada o avanço de linhagens segregantes e a hibridação com materiais comerciais. Para isso, foram organizados blocos de cruzamento em casa de vegetação e em campo. A partir destas hibridações deu-se a obtenção de sementes e sua multiplicação para o avanço de geração. Em laboratório, foi realizado os testes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes obtidas através das linhagens mutantes, para verificar a superação de dormência. Os resultados das análises das publicações relacionadas ao melhoramento genético de aveia indicaram uma tendência de crescimento no número de publicações, ao longo dos anos e do número de citações. Os países com maior número de publicações são Estados Unidos e Canadá. As duas áreas com maior número de publicações foram “Agricultura” e “Ciência das Plantas”. Além disso, verificou-se que a hibridação artificial de aveia preta necessita de um ambiente com temperatura e umidade controladas, para um maior índice de pega dos cruzamentos. Após a realização de todas as etapas, foi possível chegar ao final do projeto com sementes na geração F2, oriundas dos cruzamentos UPFAXP444 e BRSxUPFA. E, sementes na geração F3, do cruzamento IAPARxP253. Já o teste de germinação, logo após a colheita demonstrou eficiência para obter ganho genético sobre o caráter dormência, evidenciado por sementes de aveia preta. Mostrando ligeiras diferenças quanto a superação de dormência, entre as cultivares comerciais e as linhagens mutadas.

Palavras-chave: Qualidade de sementes. Linhagens. Planta forrageira.

ABSTRACT

FELICETI, Maikely Luana. Breeding black oats: scientiometric analysis, hybridation, segregant advance and seed dormance. 84f. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Postgraduate Program in Agronomy (Area of Concentration: Plant Production), Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhas, 2022.

Black oat (*Avena strigosa* S.) is a winter cereal used for animal feed, ground cover, forage production, silage and hay. However, black oat presents high heterogeneity in its crops, despite its numerous advantages, due to the low amount of research on the species, especially regarding production, chemical composition and seed dormancy. Thus, the objective of the present work was to verify the generation, advancement of segregants and dormancy of black oat seeds obtained from mutant strains. The project was conducted at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhas, next to the Experimental Station, at the Teaching and Research Unit of Annual Cultures and at the Didactic Laboratory of Seed Analysis. First, a scientometric review was carried out on the study of the species through the search for data on the Web of Science. Then, using lines obtained from an induced mutation in seeds of the IAPAR 61 cultivar, F4 generation, the advancement of segregating lines and hybridization with commercial materials was carried out. For this, crossing blocks were organized in a greenhouse and in the field. From these hybridizations, seeds were obtained and their multiplication was carried out to advance the generation. In the laboratory, tests were carried out to evaluate the physiological quality of the seeds obtained through the mutant lines, to verify the overcoming of dormancy. The results of the analysis of publications related to the genetic improvement of oats indicated a trend of growth in the number of publications, over the years and in the number of citations. The countries with the highest number of publications are the United States and Canada. The two areas with the highest number of publications were “Agriculture” and “Plant Science”. In addition, it was verified that the artificial hybridization of black oat requires an environment with controlled temperature and humidity, for a higher settling index of the crosses. After carrying out all the steps, it was possible to reach the end of the project with seeds in the F2 generation, from the crosses UPFAxP444 and BRSxUPFA. And, seeds in the F3 generation, from the IAPARxP253 cross. The germination test, soon after harvest, showed efficiency to obtain genetic gain on the dormancy character, evidenced by black oat seeds. Showing slight differences regarding dormancy overcoming, between commercial cultivars and mutated lines.

Keywords: Plant Breeding. Lineages. Forage plant.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Características da planta de aveia preta. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	20
Figura 2	A) Panícula de aveia preta. B) Emasculação a campo da panícula de aveia preta. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	35
Figura 3	Área a campo com as linhas de aveia preta. B) Vasos em casa de vegetação. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	36
Figura 4	Emasculação das espiguetas na panícula de aveia preta. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	37
Figura 5	Cruzamentos realizados A) casa de vegetação. B) Campo. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	38
Figura 6	Panícula emasculada e outra panícula doadora de pólen. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	39
Figura 7	Plantas de aveia preta no ponto de colheita. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	39
Figura 8	Adequação da câmara fria ao cultivo de aveia preta. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	40
Figura 9	A) Plantas em floração. B) Início dos cruzamentos. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	41
Figura 10	Vasos com as hibridações realizadas, em fase de maturação. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	42
Figura 11	Multiplicação das F1's. A) Vasos organizados e a semeadura das sementes oriundas dos cruzamentos. B) Plântula F1. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	43
Figura 12	Avanço de geração nas sementes de aveia preta em câmara fria. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	44
Figura 13	Desenvolvimento e condução dos cruzamentos nos genótipos de aveia preta. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	46
Figura 14	Publicação vs. desempenho de saídas de citações entre 1945 – 2020. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	50
Figura 15	Países com maiores índices de publicação. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022.....	51

Figura 16	Relação Países e Autores com maiores índices de publicação. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	52
Figura 17	Autores com maiores índices de publicação. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	53
Figura 18	Escala das revistas em relação à frequência de publicação. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	55
Figura 19	Análise por categorias de assunto. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	57
Figura 20	Rede organizada por categoria de assuntos. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	58
Figura 21	As 15 principais palavras-chave em termos de frequência. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	59
Figura 22	Rede organizada por palavra-chave citada. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	60
Figura 23	Os 15 principais clusters rotulados por palavra-chave no campo do melhoramento genético de aveia preta. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	61
Figura 24	Panícula da cultivar BRS 139. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	64
Figura 25	Plantas de aveia preta após fortes ventos. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Esquema do dialélico incompleto que está sendo adotado para o desenvolvimento de novas cultivares de aveia. <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	32
Tabela 2	Roteiro para semeadura dos genitores de aveia preta. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	35
Tabela 3	Top 15 journals in terms of frequency and Impact Factor (JCR) in 2020. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	54
Tabela 4	Top 10 publicações altamente citadas. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	56
Tabela 5	Cruzamentos realizados em casa de vegetação e obtenção de sementes. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	63
Tabela 6	Cruzamentos realizados a campo e obtenção de sementes. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	65
Tabela 7	Total de cruzamentos realizados em cada ambiente e o número de sementes obtidas. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	66
Tabela 8	Cruzamentos realizados a campo e obtenção de sementes. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	67
Tabela 9	Resumo da análise de variância contendo os valores do quadrado médio para as variáveis 1ª contagem germinação (CG) e contagem final (CF) das sementes de aveia preta. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	69
Tabela 10	Dados médios da variável primeira contagem do teste de germinação. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	69
Tabela 11	Dados médios da variável contagem final, pelo teste de germinação plântulas normais de aveia preta. UTFPR, <i>Campus Pato Branco, 2022.</i>	70

LISTA DE ABREVIATURAS

CONAB	Companhia nacional de abastecimento
IN 45	Instrução Normativa nº 45
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMS	Etilmetanossulfonato
JCR	Journal Citation Reports
KSP sementes	KSP Sementes e Pesquisa Ltda
MMS	Metilmetanossulfonato
WoS	Web Of Science
GxA	Interação genótipo x ambiente
RAS	Regras para Análise de Sementes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 ESTUDOS DE REVISÃO CIENCIOMÉTRICA	16
2.2 CARACTERÍSTICAS REFERENTES À AVEIA PRETA.....	17
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA AVEIA PRETA.....	19
2.3.1 Técnica de Hibridação Artificial	21
2.3.2 Fatores que Afetam a Hibridação Artificial da Aveia Preta	22
2.3.3 Estratégias para aumento da variabilidade genética.....	24
2.4 DORMÊNCIA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA	25
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
3.1 ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA	28
3.2 GERAÇÃO E AVANÇO DE LINHAGENS SEGREGANTES	29
3.2.1 Germoplasma e Cruzamentos.....	31
3.2.2 Etapas seguintes.....	32
3.2.3 Cruzamentos - verão 2019 e 2020	32
3.2.4 Cruzamentos - inverno 2020	34
3.2.5 Cruzamentos na câmara fria adaptada – verão 2020 e 2021.....	38
3.2.6 Multiplicação das sementes F1 - 2021	41
3.2.7 Cruzamentos e multiplicação de sementes - inverno 2021 e 2022	43
3.3 ANÁLISE DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA	45
3.3.1 Variáveis analisadas.....	45
3.3.2 Delineamento Experimental e Análise Estatística	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1. ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA	47
4.1.1 Características e ano de publicação	47
4.1.2 Países e autores	48
4.1.3 Revistas.....	51
4.1.4 Análise por categoria de assunto	54
4.1.5 Palavras-chave.....	56

4.1.6 Clusters	58
4.1.7 Perspectivas futuras	60
4.2 GERAÇÃO E AVANÇO DE LINHAGENS SEGREGANTES	60
4.2.1 Cruzamentos inverno 2020	61
4.2.2 Cruzamentos e multiplicação de sementes - inverno 2021 e 2022	64
4.3 ANÁLISE DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA	66
5 CONCLUSÃO	72
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

1 INTRODUÇÃO GERAL

Cereal de inverno cultivado mundialmente, a aveia preta (*Avena strigosa* S.) é utilizada principalmente para alimentação animal e cobertura de solo. A cultura se tornou destaque na cobertura do solo, bem como na produção de forragem, silagem e feno (CAIERÃO et al., 2001). Pelas suas várias formas de utilização, torna-se uma alternativa economicamente viável para cultivo no período de estação fria na Região Sul do Brasil (MARCHIORO, 2003).

Dentre as características da aveia preta podem ser elencadas a capacidade de redução de patógenos de solo (CALEGARI, 2002), ciclagem de nutrientes e controle de plantas daninhas (BORKET et al., 2003). Seu potencial alelopático atua sobre muitas plantas daninhas, proporcionando diminuição de custos em relação à utilização de capinas ou herbicidas (COVER; FEDERIZZI; PACHECO, 2011); este efeito tende a permanecer mesmo após a realização de sua colheita (BURLE; MIELNICZUK; FOCCHI, 1997).

Entretanto, a não utilização de sementes básicas resulta na comercialização de sementes de baixa qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, com reflexos negativos na implantação da cultura da aveia preta e no aumento dos custos produção (LUCCA FILHO et al., 1999).

Isto posto, apesar das crescentes áreas cultivadas, as pesquisas para o lançamento de novas cultivares de aveia preta são reduzidas, havendo poucas cultivares disponíveis às mais variadas regiões de cultivo. Com isso, reduz sua adaptabilidade e estabilidade de produção, seja com ênfase em forragem, ou cobertura de solo e produção de sementes (SILVEIRA et al., 2010).

Outro fator, comum em sementes de determinadas espécies forrageiras, é o fenômeno da dormência, que se encontra ligado a mecanismos internos (DÍAS, 2005). Em sementes de aveia preta recém-colhidas a dormência é elevada, com redução gradativa à medida que estas se distanciam deste período (MARCOS-FILHO, 2015), essa superação de dormência geralmente ocorre durante o período de armazenamento, após um intervalo de quatro meses (SOUZA; OHLSON; PANOBIANCO, 2009).

Conceituada como uma característica quantitativa, a dormência envolve vários genes, que são influenciados diretamente pelo ambiente durante o

desenvolvimento das sementes. Sendo que, sementes do mesmo genótipo podem apresentar diferentes níveis ou intensidade de dormência, dependendo de fatores do ambiente (MARCOS-FILHO, 2015), o que condiciona a germinação ao longo de um período indeterminado, aumentando a probabilidade de os indivíduos sobreviverem (DÍAS, 2005).

Todavia, as estratégias visando o aumento da variabilidade genética das poucas cultivares disponíveis no mercado é uma alternativa a esta realidade. No tocante, a mutação de cultivares pode ampliar essa variabilidade genética, possibilitando o desenvolvimento de genótipos superiores em relação aos atualmente disponíveis (MANOVA; GRUSZKA, 2015). Os agentes mutagênicos são ferramentas muito importantes no melhoramento de plantas, na medida em que podem causar modificações na estrutura gênica de uma espécie, resultando na criação de variabilidade genética, podendo ser a matéria prima para a seleção de caracteres ou linhagens superiores (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Nesse sentido, na busca por materiais de princípios genéticos para produzir plantas de alta qualidade, o uso de linhagens mutantes é essencial para desenvolver cultivares com características aprimoradas, com intuito de ampliar a variabilidade genética e lançar novas cultivares superiores no mercado. Desta forma, por meio de uma análise cienciométrica, foi mensurado o estado da arte das publicações e pesquisas com a cultura em estudo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

- Hibridação dos genótipos, avanço de segregantes e a relação qualidade/dormência das sementes de aveia preta obtidas a partir de linhagens mutantes.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão cienciométrica sobre estudos na área de melhoramento da aveia preta, além de identificar pontos críticos no desenvolvimento de um determinado assunto, especialmente pontos de inflexão e itens de pesquisa importantes.
- Retrocruzar linhagens em F4 derivadas dos agentes mutagênicos químicos com cultivares comerciais, por meio da técnica de hibridação artificial.
- Criação e ampliação da variabilidade genética da cultura da aveia preta por meio de linhagens obtidas através dos agentes mutagênicos.
- Avançar geração das linhagens e dos novos cruzamentos.
- Obtenção de cultivares com características desejáveis para a produção de forragem e cobertura do solo.
- Identificar quais linhagens em F6, oriundas dos agentes mutagênicos apresentaram menor dormência em comparação às cultivares de aveia preta utilizadas como fontes de germoplasma para as mutações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTUDOS DE REVISÃO CIENCIOMÉTRICA

De encontro ao estudo, a cienciometria busca os aspectos quantitativos das produções científicas, permitindo mensurar o número de publicações ao longo do tempo e verificar os temas mais estudados (SANTOS; KOBASHI, 2009). Essa técnica torna-se uma ferramenta importante nos estudos para identificar as tendências e lacunas das publicações na área estudada.

A cienciometria é um ramo da Ciência da Informação que procura estudar aspectos quantitativos da produção científica. Os pesquisadores podem analisar o andamento, tendências e desafios de vários campos de pesquisa. Em que, por meio de indicadores próprios, ela é amplamente empregada na avaliação da qualidade de periódicos, instituições e pesquisadores (YE, 2018).

Com a utilização dessa metodologia é possível estudar os aspectos de modo quantitativo da produção científica. Desta forma, permite que sejam feitas medidas do quanto se publicou em determinado período, analisar áreas de estudo, além das principais tendências; sendo possível identificar as instituições que apresentaram maior produção científica (SANTOS; KOBASHI, 2009).

Além disso, essa metodologia pode auxiliar os pesquisadores na tomada de decisões mais assertivas, por meio de softwares desenvolvidos que possibilitam uma busca bibliográfica de modo rápido, eficiente e de fácil visualização dos dados e resultados, apresentados por meio de gráficos e figuras.

A análise bibliométrica pode ser conduzida por diferentes pacotes de softwares, como Bibexcel®, Gephi®, HistCite®, Pajek®, Publish® or Perish®, SciMat®, VOSviewer® e CiteSpace®. Este último, por exemplo, está fundamentado na análise de rede e visualização. Por meio dessa rede pode-se explorar a paisagem intelectual de uma área de conhecimento e avaliar os principais parâmetros envolvidos, como coloração, tamanho e as ligações entre os pontos apresentados (CHEN, 2014).

A análise cienciométrica é multidimensional e requer a análise combinada de diferentes indicadores. Contudo, no desenvolvimento de uma análise cienciométrica se faz necessário verificar a ocorrência simultânea de diferentes

palavras selecionadas em um grupo específico de publicações. Isso permite o estudo quantitativo da estrutura e do conteúdo dessas publicações à medida que relaciona pares de palavras (NETO; LAURINDO, 2015).

Esse programa tem como objetivo analisar citações e gerar mapas visuais, além de identificar pontos críticos no desenvolvimento de um determinado assunto, especialmente pontos de inflexão e itens de pesquisa importantes (CUI; LIU; MOU, 2018). É usado também, para avaliar a produtividade de instituições, países e autores; identificar colaborações internacionais e distribuições geográficas; e explorar as biodiversidades e fronteiras de pesquisa em campos específicos (CHEN; DUBIN; KIM, 2014).

2.2 CARACTERÍSTICAS REFERENTES À AVEIA PRETA

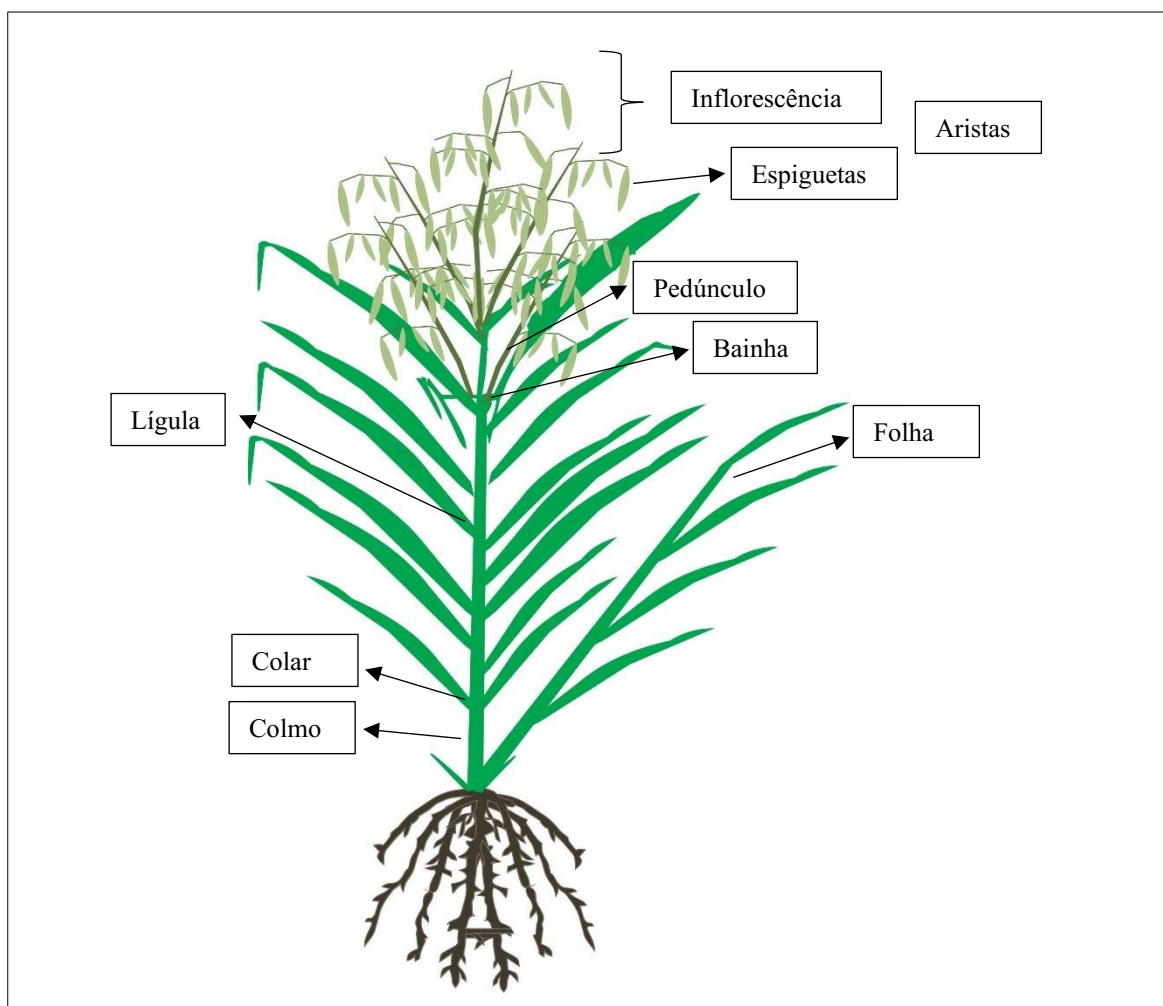
A aveia preta é uma poácea de ciclo anual e clima temperado, sendo cultivada em diferentes regiões do Brasil, se destaca na agricultura das regiões Sul e Sudeste, por ser uma cultura pouco exigente em fertilidade do solo e resistente às baixas temperaturas. Sua exploração comercial se dá, principalmente, por meio de cobertura do solo ou como forragem (VILELA, 2011; PEREIRA; HERLING, 2016).

A origem de todos os cereais, assim como da aveia, se perdeu na antiguidade. No entanto, o geneticista Nikolai Ivanovich Vavilov aponta os prováveis centros de origem para a aveia como sendo a Ásia Menor e o Norte da África. Por volta de 1.000 a.C. na Europa Central, surgiram as principais aveias cultivadas (HORN, 1985). Assim, a aveia, evoluiu de vilã dos cultivos como planta daninha, para uma cultura de importância econômica (BARBIERI; STUMPF, 2008).

No Brasil, são mais cultivadas as aveias brancas (*Avena sativa* L.) e as aveias pretas (*A. strigosa* Schieb), mesmo existindo inúmeras espécies de aveia. As aveias são plantas anuais e concentram seu ciclo nos meses mais frios do ano (MACHADO, 2000). Segundo a Conab (2022), a estimativa de área plantada da aveia está em 503,4 mil hectares. É a segunda cultura de inverno mais plantada, ficando atrás somente o trigo. Referente a produtividade no Brasil estima-se colher 2.281 kg ha⁻¹ de grãos.

As características gerais que compõe a aveia preta (Figura 1) é a presença da inflorescência em formato de panícula piramidal e difusa, em que, apresenta espiguetas contendo uma semente primária, secundária e, às vezes, pode conter uma terciária. A semente é uma cariopse, originado pelo desenvolvimento do óvulo superior, de formatos pequenos, secos, indeiscentes. Apresenta semente única por fruto e uma fina camada de pericarpo. Assim, os frutos, são encobertos pela, lema e a pálea. De maneira geral, o peso de mil sementes varia de 15 a 18 gramas (FLOSS, 1988).

Figura 1 – Características da planta de aveia preta. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

A aveia é cultivada para produção de grãos, pastagem, forragem ou ainda como cobertura de solo. Com a implantação do plantio direto, essa espécie passou a ser fundamental na rotação de culturas e na formação de palha, devido a sua boa relação carbono e nitrogênio (NOGUEIRA, 2020). Presente nos sistemas

de integração lavoura-pecuária, a aveia preta também se destaca por sua maior resistência a pragas e doenças, bem como maior tolerância ao pisoteio animal (DE FACCIO CARVALHO et al., 2021).

Isto posto, sua principal característica é a rusticidade, boa adaptabilidade a solos pouco férteis e crescimento vigoroso. Facilitando assim, seu uso como uma excelente planta de cobertura de solo, bem como uma forragem de boa qualidade e quantidade no período de inverno, em que as pastagens ficam comprometidas pelas baixas temperaturas (FONTANELI et al., 2012).

Além destas características, a cultura possui ampla utilização na produção de grãos para alimentação humana e animal, forragem na forma de silagem, pastejo direto ou capineira. Como planta de cobertura, promove melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de inibir plantas invasoras, devido ao seu efeito alelopático (NUNES et al., 2011; KREMER, 2014).

Apesar de todos os benefícios supracitados, a aveia preta ainda é uma espécie pouco domesticada e possui restrita fonte de variabilidade genética disponível, em função da limitada quantidade de cultivares lançadas, bem como, por sua semelhança entre si (FONTANELI et al., 2009).

Para cobertura do solo, a aveia propicia uma melhora nas propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo, promovendo a descompactação subsuperficial e a sustentabilidade do sistema de plantio direto, adubação verde e inibição de plantas daninhas, devido ao seu efeito alelopático (NUNES et al., 2011; KREMER, 2014).

A aveia preta forrageira se insere como uma cultura muito importante no sistema produtivo, pois apresenta elevada produção de matéria seca, com qualidade nutricional adequada aos animais. Rebanho este que é peça chave do agronegócio brasileiro em nível internacional, visto que o país é um dos maiores produtores e exportadores de proteína animal do mundo (DIAS-FILHO, 2014; MAZURKIEVICZ, 2014).

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA AVEIA PRETA

O melhoramento de plantas é considerado uma das atividades mais duradouras realizadas pelo homem, que seleciona as plantas mais produtivas e

úteis para si próprio e para os animais, há pelo menos 10.000 anos (HALLAUER, 2011). Esse termo é conceituado por Fehr (1987) como “um processo que procura alterar geneticamente as plantas de modo a atender às necessidades humanas” e que tem por objetivo identificar e selecionar genótipos superiores para a exploração comercial.

Ao longo dessa expansão do melhoramento genético, cultivares mais produtivas e com características agronômicas desejáveis foram substituindo variedades antigas e genótipos não melhorados, que passaram a correr o risco de entrarem em extinção. Assim, com o objetivo de diminuir a perda da variabilidade de espécies é que surgiu a conservação dos recursos genéticos. Desta forma, a partir da década de 1980, na Embrapa, o Banco Ativo de Germoplasma de Aveia teve sua instalação concretizada, visando à conservação da variabilidade disponível. São 337 acessos de aveia mantidos e utilizados como suporte às pesquisas desenvolvidas com a cultura (BONOW; IORCZESKI, 2008).

Assim sendo, uma premissa fundamental para se obter genótipos superiores é a disponibilidade de variabilidade genética. Entretanto, uma base estreita reduz, principalmente, a eficiência no processo de seleção e a adaptação de novas constituições com desempenho superior, em ambiente distintos (COIMBRA et al., 2005).

Para a produção de forragem, a opção é por materiais de ciclo vegetativo mais longo, a fim de se obter boa produção de biomassa e para que os animais possam ultrapassar o período hibernar, que é o mais crítico para a produção a pasto. Quando se visa produção de grãos de aveia preta se busca materiais de baixa estatura de planta, com ciclo curto, elevada qualidade, maior número de grãos por panícula, maior relação grão e palha e rendimento médio de 1500 kg ha⁻¹ (CARVALHO; FEDERIZZI, 1989; BARROS, 2013).

Em sua maioria, os materiais desenvolvidos pela pesquisa foram seleções de plantas homozigotas constituintes de uma população nativa ou introduzida. A exemplo da cultivar IAPAR 61 Ibiporã, que foi selecionada a partir de uma população denominada de aveia preta comum (IAPAR, 2016).

Nakagawa et al. (1994) estudaram a maturação de sementes de aveia preta a campo, fator que dificulta os melhoristas na realização dos cruzamentos, devido à desuniformidade de maturação das espiguetas. Eles observaram que a desuniformidade na emergência de panículas implicou em desuniformidade na

maturação das sementes, segundo a sua posição na própria panícula. Também relataram que, por ocasião da abertura total das panículas, foi verificado que as espiguetas localizadas no ápice, como aquelas da região mediana, apresentavam cariopses em estado aquoso, enquanto as da base encontravam-se em floração.

A aveia preta é uma espécie autógama, ocorrendo assim baixa variabilidade genética entre as cultivares. Para reduzir essa característica, é possível realizar cruzamentos controlados, nos quais, dependendo da espécie, encontra-se maior ou menor dificuldade. Por isso, estratégias combinadas, por meio de hibridações artificiais e indução de mutações, permitem ganhos maiores a longo prazo (BORÉM; MIRANDA, 2013).

A pesquisa de novos genótipos de aveia, adaptados às condições edafoclimáticas de determinada região, é fundamental para estimular o seu uso nos diversos sistemas produtivos e se enquadra como alternativa ao longo do tempo, proporcionando maior rendimento econômico (BARROS, 2013).

2.3.1 Técnica de Hibridação Artificial

A hibridação artificial de espécies autógamas tem por objetivo reunir em uma nova linha pura alelos favoráveis presentes em duas ou mais cultivares comerciais. As linhagens elites de programas de melhoramento, em plantas introduzidas ou também, em espécies relacionadas (BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA, 2013).

Ainda, segundo os mesmos autores, a “hibridação é a fusão de gametas geneticamente diferentes, que resulta em indivíduos híbridos heterozigóticos para um ou mais locus”. Assim, técnicas de cruzamentos são essenciais para a criação de variabilidade genética e, conseqüentemente, para o sucesso dos programas de melhoramento genético (MILACH et al., 2009). As técnicas de hibridação artificial adotadas para a aveia são, técnica da flor cortada, técnica da flor aberta (BERTAGNOLLI; FEDERIZZI, 1994), bem como a técnica de aproximação (MCDANIEL, 1967).

Para a hibridação, os blocos de cruzamentos são controlados pela ocasião da floração. Faz-se necessário um planejamento das variedades que

possuem diferentes fases vegetativas, para que haja coincidência no florescimento de todas que farão parte dos cruzamentos.

Um dos grandes desafios buscados 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. Os híbridos resultantes da hibridação podem ser conduzidos por autofecundações, por alguma técnica de avanço de gerações, até atingir a homozigose e, assim, efetuar a seleção de linhagens superiores (BESPALHOK FILHO, 2010).

O gênero *Avena ssp.* possui flores hermafroditas, chamadas de antécios. Cada antécio é formado pela pálea e a lema, que envolvem o androceu, constituído por três estames (com filete e antera) e o gineceu, formado por um pistilo (ovário, estilete e estigma). Um conjunto de dois a três antécios protegidos por duas glumas externas compõe a espiguetas. Essa disposição floral garante a ocorrência de índices superiores a 95% de autofecundação natural nessa espécie, o que torna bastante difícil o processo de hibridação artificial (BORÉM, 2009).

Uma vez que, a aveia apresenta grandes dificuldades para a hibridação artificial, a taxa de fecundação cruzada acaba sendo muito baixa, sendo que, poucas vezes passa dos 5% (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Neste sentido, diferentes técnicas de hibridação artificial têm sido adotadas pelos programas de melhoramento de aveia a fim de otimizar o processo de obtenção de populações segregantes, alvo de seleção e fonte de variabilidade para a busca por genótipos elite (BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA, 2013).

2.3.2 Fatores que Afetam a Hibridação Artificial da Aveia Preta

Muitos fatores podem afetar a hibridação da aveia preta. Os danos no estigma da flor, por exemplo, podem ocorrer principalmente no momento da retirada dos estames. A base da espiga pode ser afetada fazendo com que o estigma fique danificado, prejudicando o desenvolvimento das sementes (FEDERIZZI et al., 2014).

Outro fator que pode limitar a hibridação é a quantidade de pólen. O pólen das gramíneas é geralmente viável por curto período. Como a liberação é

dependente da temperatura e umidade relativa do ar, é importante observar quando as plantas de aveia preta liberam o pólen. Normalmente, a polinização é realizada na parte da manhã, após a dissipação do orvalho, até próximo às 10 horas. Neste intervalo, o pólen está deiscente e percebe-se nuvens de pólen na polinização (BORÉM, 2009).

A época da realização da emasculação e da polinização determinam o sucesso da hibridação. A época ideal da emasculação ocorre anteriormente à maturação do pólen. A polinização deve ocorrer quando o estigma estiver aspecto plumoso, aproximadamente dois a três dias após a emasculação. No entanto, inspeções diárias permitem a realização da técnica no momento mais oportuno (CRESTANI et al., 2010).

As espiguetas emasculadas devem ser sempre muito bem protegidas por meio da utilização de sacos de papel manteiga. Este procedimento evita que as espigas sejam fecundadas por pólen de outras plantas, ocasionando contaminação genética indesejável.

Além destes fatores, a temperatura e a umidade relativa do ar afetam a hibridação. A temperatura é de fundamental importância para a maturação e viabilidade do pólen e do estigma. Temperaturas muito elevadas inviabilizam o pólen e diminuem a eficiência dos cruzamentos. Temperatura e umidade relativa do ar ótimas para os cruzamentos são de 5°C e 60%, respectivamente (FEDERIZZI et al., 2009).

Silveira et al. (2010) também relataram em sua pesquisa que, para a cultura da aveia branca, a menor temperatura e a maior umidade relativa do ar, no momento da emasculação, demonstraram relação com a eficácia das hibridações.

Por conseguinte, o sucesso dos programas de melhoramento genético se dá pela escolha dos genitores e pelo planejamento dos cruzamentos. A escolha dos genitores deve ocorrer mediante dois critérios, com base na pesquisa, para aumentar as chances de se obter um genótipo superior e, respeitar os aspectos legais, ao utilizar isenção do melhorista, prevista na Lei de Proteção de Cultivares (LPC, 1997; BORÉM; MIRANDA, 2013).

Quando os genitores se diferem em menor número de caracteres é mais fácil a transferência dos fatores desejados de um genitor para outro. Além do mais, a utilização de parentais com maior similaridade genética possibilita o surgimento de indivíduos superiores em pequenas populações segregantes,

conforme a frequência de genes complementares desejáveis (CARVALHO et al., 2008). Porém, nenhum extremo da dissimilaridade é bom, pois, os genitores muito aparentados não trarão ganho genético para o programa, mas se forem muito dissimilares, o esforço para encontrar um material desejável será muito grande.

2.3.3 Estratégias para aumento da variabilidade genética

A ocorrência de mutação pode ser espontânea ou provocada experimentalmente. As mutações espontâneas são bastante raras e o seu reconhecimento é feito, em geral, ao acaso, principalmente através das gerações segregantes. Já as mutações induzidas são definidas como alterações herdáveis de ordem qualitativa e quantitativa de DNA, não derivadas de segregação genética ou recombinação (GAUL, 1964).

Nas últimas quatro décadas foram criadas, aproximadamente, 2.250 cultivares de diferentes espécies oriundas do uso de agentes mutagênicos, impactando, significativamente, tanto na área cultivada quanto na economia mundial (AHLOOWALIA et al., 2004). Segundo os mesmos autores, a principal estratégia para o uso da mutação no melhoramento é obter ganho para uma ou duas características de maior interesse, sem alterar demasiadamente características de importância agrônômica como, por exemplo, rendimento de grãos.

Silveira (2009) avaliou os caracteres de importância agrônômica em populações de aveia preta originadas de cruzamentos artificiais e mutações induzidas (raios gama). Buscou o autor analisar as técnicas de indução à variabilidade genética e a identificação de constituições genéticas adaptadas às necessidades do produtor rural. 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.

A classe de agentes químicos alquilantes monofuncionais, tais como EMS (etilmetanossulfonato), e MMS (metilmetanossulfonato) são amplamente utilizados para obtenção de plantas mutadas. Esses agentes causam mutações de ponto, metilando as bases de DNA, principalmente as posições O- e N- que geram

dano pequeno de base em O 6-metilguanina (O6-meG), N7-metilguanina ou N3-metiladenina (MANOVA; GRUSZKA, 2015).

Junior et al. (1994) verificaram que os agentes mutagênicos aumentam a frequência de mutações em caráter de importância agrônômica, como estatura de planta. Sendo assim, foi possível identificar indivíduos mutantes através do emprego dos parâmetros de média e variância. Entre os mutagênicos testados, a azida sódica parece ser o de maior potencial, principalmente pela intensificação de micromutações, reduzindo o efeito deletério por seu fácil manuseio.

Dessa forma, estratégias visando a variabilidade genética, como a indução por mutação, das poucas cultivares disponíveis no mercado é uma alternativa a esta realidade do setor. Alguns agentes químicos podem ser utilizados para gerar mutações de ponto (COIMBRA et al., 2005). Os agentes mutagênicos são ferramentas muito importantes no melhoramento de plantas, na medida em que podem causar modificações na estrutura gênica de uma espécie, resultando na criação de variabilidade genética, podendo ser a matéria prima para a seleção de caracteres de interesse ou indivíduos com fenótipos superiores (MANOVA; GRUSZKA, 2015).

2.4 DORMÊNCIA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA

A semente apresenta uma estrutura biológica complexa, possui grande variabilidade genética, simbolizando a continuidade e a diversidade. É devido à variabilidade genética que sementes semelhantes geneticamente sofram variações fisiológicas diferentes entre elas, influenciadas pelos fatores do ambiente (MARCOS-FILHO, 2015).

Durante a germinação da semente, o embrião desidrata e entra em uma fase quiescente. Para que o processo ocorra é necessária a reidratação da semente, mas o término bem-sucedido da germinação depende da disponibilidade de água e oxigênio e da temperatura adequada. Além disso, uma semente viável (viva) pode não germinar mesmo se as condições ambientais forem satisfeitas, isso ocorre devido a um fenômeno intitulado dormência da semente. Esse fenômeno consiste em um bloqueio temporal intrínseco ao término da germinação que dispõe um período a mais para a dispersão da semente a distâncias geográficas maiores,

para o ciclo de dormência sazonal no banco de sementes no solo, ou mesmo favorece o aumento da sobrevivência da plântula pela inibição da germinação sob condições não favoráveis (TAIZ et al., 2017).

O fenômeno da dormência é comum em sementes de determinadas espécies forrageiras, e inclusive, sementes oriundas de uma mesma planta mãe podem apresentar diferente intensidade de dormência, de forma que a germinação ocorra ao longo de um período variável, aumentando a probabilidade de os indivíduos sobreviverem (DÍAS, 2005).

Mesmo sendo amplamente utilizada e tendo inúmeras vantagens, a aveia preta apresenta elevada heterogeneidade em seus cultivos, fato ligado à baixa quantidade de pesquisas sobre a espécie, especialmente quanto à produção, composição química e dormência das sementes (SILVEIRA, 2009).

Em estudo realizado por Gulden et al. (2003), avaliaram a longevidade de sementes de seis genótipos de *Brassica napus*. Os genótipos foram previamente selecionados e separados em alto (HD) e médio (MD) potencial para o desenvolvimento de dormência, sendo constatado que os genótipos HD apresentaram maior persistência no banco de sementes do solo, independentemente do sistema de cultivo utilizado, em relação aos genótipos MD. Em plantas daninhas que apresentam esse comportamento, os ciclos são intercalados por períodos de supressão e estímulo à germinação, até que sejam estabelecidas condições favoráveis para o desenvolvimento e crescimento do embrião (BENECH-ARNOLD et al., 2000).

Distintos tipos de dormência da semente podem ser apontados considerando a época do desenvolvimento em que a dormência inicia. Sementes maduras, recém-dispersas, que não conseguem germinar sob condições normais, exibem dormência primária, em geral induzida pelo ácido abscísico (ABA) durante a maturação da semente. Assim que a dormência primária for perdida, sementes não dormentes podem adquirir dormência secundária se expostas a condições não favoráveis que inibem a germinação por um período de tempo (TAIZ et al., 2017).

A dormência fisiológica é a principal classe de dormência presente nos cereais de estação fria (BASKIN; 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.

Sementes de aveia preta podem apresentar dormência primária ou secundária (BENECH ARNOLD et al., 2000). Em aveias cultivadas a dormência geralmente é curta. Por outro lado, em espécies selvagens, particularmente *A. fatua*, *A. barbata* e *A. sterilis*, a dormência de sementes envolve períodos mais prolongados (PETERSON, 1992). Em *A. fatua*, espécie considerada como modelo para o estudo de dormência, a herdabilidade para esse caractere é de aproximadamente 50% origem genética e 50% do fenótipo em resposta ao ambiente (FOLEY; FENNIMORE, 1998). Quando domesticadas as espécies apresentam diminuição dos níveis de dormência em comparação com seus parentes silvestres, e isto permite maiores taxas de germinação após a semeadura (BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA, 2019).

Menezes e Mattioni (2011) buscaram comparar diferentes tratamentos para superar a dormência em quatro lotes de aveia preta, sendo dois lotes da cultivar comum e dois da cultivar IAPAR 61 Ibiporã. Os autores concluíram que ácido giberélico, em solução aquosa a 0,5% e de nitrato de potássio, em solução à 0,2%, associado às condições de pré-secagem, de 5°C e 45% de umidade relativa do ar, por seis dias, foram eficientes para a superação da dormência de sementes de aveia preta.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolvida foi organizada em três etapas que, em determinados momentos, ocorreram de forma concomitante.

3.1 ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA

A primeira etapa constou de uma pesquisa de revisão bibliométrica realizada sobre o melhoramento genético de aveia preta na base de dados Web of Science (WoS) da Clarivate Analytics, que apresenta um quadro preciso e abrangente de impacto acadêmico (FALAGAS et al., 2008). As publicações analisadas compreenderam o período de 1945 a 2020, pois o levantamento do estudo foi realizado no ano de 2021 e publicado na Revista Acta Scientiarum - Agronomy.

As buscas na base de dados, foram feitas utilizando as palavras-chave nos campos “tópico”: “Mutagenic agents” AND “genetic improvement”, OR “improvement” AND “oats”. O total das referências encontradas passaram por um refinamento, em que se analisou, individualmente, cada uma das publicações por meio da leitura de títulos e abstracts, para selecionar apenas trabalhos envolvendo aveia e melhoramento genético. As demais foram excluídas, pois abrangiam outras áreas, como nutrição e medicina.

Foram coletadas do WoS as seguintes informações de cada publicação: a) Características e ano de publicação; b) Países e autores; c) Revistas; d) Análise por categorias de assunto; e) Palavras-chave. Obteve-se também, o fator de impacto no Journal Citation Reports (JCR) do WoS.

Outro levantamento realizado através da plataforma WoS, foi o índice H, através da ferramenta “Create Citation Report”, que relaciona o número de publicações científicas com o número de suas citações, o que o torna um parâmetro avaliativo de um autor ou artigo (ANALYTICS, 2019). Após a pesquisa na base WoS, os dados obtidos foram exportados para uma planilha Microsoft Excel, para posterior refinamento das informações e criação de gráficos.

Para a representação gráfica foi utilizado o software CiteSpace (5.6 R4), pois demonstra relações e dimensões como revistas científicas, autores, países, organizações e publicações individuais extraídas do WoS. Com esse software, obteve-se os mapas de relacionamento por centralidade e frequência. Com a centralidade é possível observar os grandes grupos de nós presentes, sendo realçadas as cores mais fortes e, no centro de um componente de rede, enquanto, a frequência indica o quanto aquela citação ou termo é citado na busca (CHEN, 2014).

Além disso, alguns dados foram analisados em forma de clusters, que é uma análise de agrupamento onde agrupam-se objetos semelhantes e determinam-se áreas afins de estudos. O tamanho do conjunto é o número de objetos agrupados (CHEN, 2015).

3.2 GERAÇÃO E AVANÇO DE LINHAGENS SEGREGANTES

Esta etapa foi conduzida na Estação Experimental da UTFPR, Campus Dois Vizinhos/PR, junto à Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais, no ano de 2019 a 2022.

A altitude do local é de 509 metros. O clima é classificado como Cfa – Clima subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca definida. A temperatura média anual fica em torno de 20 a 22°C. O verão é quente e as geadas são pouco frequentes no inverno (IAPAR, 2009).

3.2.1 Germoplasma e Cruzamentos

O germoplasma base de aveia preta foram linhagens obtidas a partir de mutação induzida através dos agentes químicos EMS (etilmetanossulfonato) e MMS (metilmetanossulfonato), das sementes da cultivar IAPAR 61 (BARETTA, 2018) e que se encontravam na geração F4.

Cada linhagem é um segregante que expressou um caractere diferente da planta mãe (cultivar IAPAR 61) quanto à cor de sementes, altura de planta e matéria seca de parte aérea.

As linhagens possuem a denominação:

- P 1190
- P 875
- P 253
- P 444
- P1264.

Já as cultivares utilizadas na presente investigação científica foram:

- BRS 139
- IAPAR 61
- UPFA 21.

Assim como o genótipo IAPAR 61 utilizado para a mutação das demais linhagens, possui dupla aptidão. A cultivar foi selecionada em população de aveia preta comum, e é destinada à tanto a alimentação animal (pastejo direto, verde no cocho, feno e silagem), quanto ao manejo e conservação de solo (como cobertura de solo e opção na rotação de culturas).

Esse detalhamento e a metodologia para obtenção dos mutantes encontra-se sob sigilo, junto à base de dados do PPGAG da UTFPR, Campus Pato Branco, visando publicação inovadora na área de melhoramento.

Os demais acessos que compuseram o dialélico incompleto constam na Tabela 1.

Tabela 1 - Esquema do dialélico incompleto utilizado para o cruzamento entre genótipos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

GENITOR FEMININO		GENITOR MASCULINO
BRS 139		IAPAR 61
	X	P 1190
		P 875
		P 253
		P 444
		P1264
UPFA 21		IAPAR 61
	X	P 1190
		P 875
		P 253
		P 444
		P1264
IAPAR 61		BRS 139
P 1190		
P 875	X	
P 253		
P 444		
P1264		

IAPAR 61		UPFA 21
P 1190		
P 875	X	
P 253		
P 444		
P1264		
IAPAR 61		P 1190
	X	P 875
		P 253
		P 444
		P1264
		UPFA
		BRS
P 1190		IAPAR 61
P 875	X	
P 253		
P 444		
P1264		
UPFA		
BRS		

Fonte: Autoria própria (2022).

A cultivar IAPAR 61 tem como principais características ciclo tardio, cerca de 134 dias desde a emergência até a plena emissão de panículas; possui o peso de mil sementes de 15g e produtividade de grãos de 800 kg ha⁻¹, apresentando coloração da semente predominantemente clara (IAPAR, 2019b).

A cultivar BRS 139 apresenta ciclo precoce e estatura alta, possui moderada resistência ao acamamento e à ferrugem da folha e do colmo (EMBRAPA, 2019).

A cultivar UPFA 21 Moreninha, apresenta alta produtividade e ciclo mais longo, possui hábito de crescimento ereto, aristas, moderadamente resistente à ferrugem da folha, suscetível à ferrugem do colmo e moderadamente tolerante às geadas (UPF, 2019).

Os blocos de cruzamentos foram organizados em casa de vegetação, semeando-se cada genótipo em vasos de 8,5L de solo e em campo, tendo a semeadura sido escalonada por época. Assim, buscou-se ampliar-se as chances de obter maior número de cruzamentos viáveis por combinação, especialmente na aveia preta, que tem algumas particularidades anatômicas que dificultam essa etapa.

3.2.2 Etapas seguintes

Os F1's obtidos dos cruzamentos foram multiplicados em ambiente controlado, em uma câmara fria adaptada, para evitar a perda dos materiais segregantes, visando produzir maior quantidade possível de sementes por planta. Os tratos culturais das populações seguiram as recomendações técnicas para a cultura, mediante necessidade, a partir do monitoramento.

As demais gerações segregantes, que não fazem parte do presente trabalho, serão avançadas seguindo metodologias específicas definidas a serem implementadas, visando se chegar a uma linhagem superior.

O conjunto de dados obtidos a partir das avaliações dos cruzamentos foram tabulados e apresentados em forma de tabela.

3.2.3 Cruzamentos - verão 2019/2020

Após a aprovação do projeto, em agosto de 2019, foi realizado na empresa KSP Sementes um treinamento sobre os cruzamentos de aveia preta, em que se oportunizou aprender toda a parte de emasculação pela técnica da flor cortada (BERTAGNOLLI; FEDERIZZI, 1967) e, posteriormente, a realização da polinização dos genitores (MILACH et al., 2009) (Figura 2).

Para tanto, no mês de outubro de 2019, já com as sementes de aveia preta, foi iniciada a condução dos experimentos na Universidade, em que se procedeu da seguinte forma:

Para a realização das hibridações, os genitores foram semeados em vasos plásticos com capacidade de 8,5L, preenchidos com solo e, também, semeadura a campo, com linhas de dois metros espaçadas em 40 cm, para cada material.

Figura 2 – A) Panícula de aveia preta. B) Emasculação a campo da panícula de aveia preta. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

A adubação utilizada foi o formulado NPK 08-20-20, na dose equivalente a 200 Kg/ha, que convertidos para os vasos foi de aproximadamente 11,0 gramas em cada um. Devido aos genitores utilizados nas hibridações pertencerem a diferentes grupos de maturação, foi necessária a realização de semeadura intercalada, em intervalos de sete dias, buscando sincronizar o período de florescimento de todos os genitores. Foi seguido o roteiro de semeadura conforme repassado pela empresa (Figura 2).

Tabela 2 – Roteiro para semeadura dos genitores de aveia preta. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Roteiro Semeadura

Semear IAPAR 61 em um vaso com 6 sementes (aproximadamente). Semear na mesma data fora da casa de vegetação duas linhas de 2,0 m da IAPAR 61, densidade de 5 sementes por metro linear.

7 dias depois semear em três vasos com 10 sementes por vaso as linhagens P875, P1190, P235, e mais duas linhas de 2,0 m da IAPAR 61, BRS 139 e UPFA 21, densidade de 5 sementes por metro linear.

7 dias depois semear as cultivares BRS 139 e UPFA 21 em três vasos com 10 sementes por vasos.

7 dias depois semear em três vasos com 10 sementes por vasos as linhagens P875, P1190, P235, e mais duas linhas de 2,0 m da IAPAR 61, BRS 139 e UPFA 21, densidade de 5 sementes por metro linear.

7 dias depois semear as cultivares BRS 139 e UPFA 21 em três vasos com 10 sementes por vasos.

Após germinadas as sementes, antes do início do perfilhamento, raleando deixando duas plantas por vaso.

3.2.4 Cruzamentos - inverno 2020

No mês de maio e junho de 2020, os materiais foram semeados a campo e em casa de vegetação (Figura 3), seguindo os passos já descritos no tópico anterior.

Depois das plantas se desenvolverem e atingirem a fase de florescimento, as hibridações foram realizadas em vasos que apresentavam os genitores em estágio fenológico R2 (pleno florescimento), sendo destes coletados as inflorescências do que estavam liberando pólen (genitor masculino).

Foram identificadas as melhores inflorescências com genitor feminino, nas quais foi realizada a emasculação, retirada da parte masculina. A emasculação e polinização foram realizadas com auxílio de uma pinça (Figura 4).

Figura 3 – A) Área a campo com as linhas de aveia preta. B) Vasos em casa de vegetação. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 4 – Emasculação das espiguetas na panícula de aveia preta. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



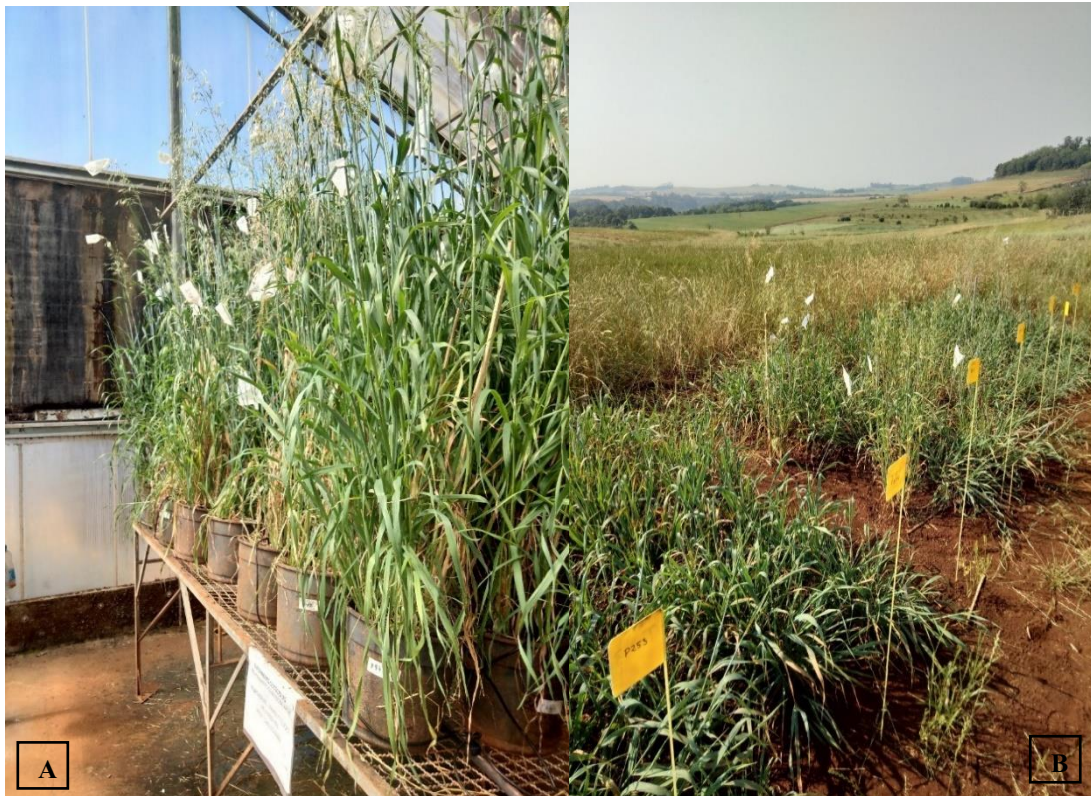
Fonte: Autoria própria (2022).

Após realizada a emasculação, colocou-se um pacote feito nas medidas 12,0 x 8,0 cm de papel seda. Esse papel protegeu as espiguetas emasculadas para não serem polinizadas com genótipos indesejados, mesmo com probabilidade menor, em função de se tratar de uma autógama.

O processo de emasculação ocorria no período da manhã e a polinização no período da tarde do mesmo dia da emasculação ou, um ou dois dias após a emasculação, dependendo da receptividade do estigma, quando o mesmo fica plumoso como um floco de algodão (MILACH et al., 2009). A polinização era realizada com panículas contendo os polens maduros, na coloração amarela. Esses eram levados ao sol, assim que começavam a soltar o pólen, era realizado o processo de polinização nas espiguetas emasculadas.

Assim, realizadas as hibridações, estas eram identificadas nos pacotes, contendo ambos os genitores (Mãe x Pai) e a data da realização da hibridação. E os pacotes permaneceram nas panículas até a data da colheita (Figura 5).

Figura 5 – Cruzamentos realizados A) casa de vegetação. B) Campo. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

As hibridações foram realizadas por combinação, de acordo com Tabela 1, sendo realizados em campo e em casa de vegetação, no inverno de 2020.

Foi realizada a hibridação de aveia conforme a metodologia preconizada por Borém (2009) e, também, adaptando-se essa metodologia. Emasculava-se uma panícula de um determinado genitor e aproximava-se outra panícula de um genitor masculino, cortando-se a espiguetas na metade, para auxiliar na saída do pólen, conforme a Figura 6. Esse procedimento foi realizado em campo e em casa de vegetação.

Figura 6 – Panícula emasculada e outra panícula doadora de pólen. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 7 apresenta o estágio de maturação fisiológica (R8) (FEHR; CAVINESS, 1977), que foi realizada a colheita das sementes F1 oriundas das hibridações.

Figura 7 – Plantas de aveia preta no ponto de colheita. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Os cruzamentos se deram em esquema de dialelo incompleto, as linhagens foram cruzadas com os pais IAPAR 61, UPFA e BRS. E, também, as respectivas linhagens foram pais, no cruzamento com as cultivares, para assim, buscar assim uma maior segregação.

3.2.5 Cruzamentos na câmara fria adaptada – verão 2020 e 2021

Em novembro de 2020 foi iniciado um projeto piloto para a realização de cruzamentos em uma câmara fria adaptada, por meio da adequação às exigências da aveia preta quanto à temperatura, umidade, fotoperíodo e intensidade luminosa. Para essa última, foram combinadas lâmpadas de vapor de sódio, fluorescente e full spectrum (Figura 8).

Figura 8 – Adequação da câmara fria ao cultivo de aveia preta. UTFPR, *Campus* Pato Branco, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Referente a temperatura e o fotoperíodo utilizado diariamente, do ambiente controlado, foram de $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 12 horas de claro e $18^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 12

horas de escuro. O fotoperíodo é o fator indutor do florescimento na cultura, sendo que o acúmulo de graus dias, dias longos e temperaturas baixas em determinadas épocas de desenvolvimento da cultura promovem o florescimento. Atualmente no Brasil, a maioria das cultivares de aveia desenvolvidas nos programas de melhoramento, demonstram insensibilidade ao fotoperíodo e a vernalização. Sendo assim, o acúmulo térmico o fator de maior efeito na indução do florescimento (LUCHE et al., 2021).

Os autores ainda relatam que, o emborrachamento é a fase que antecede o florescimento. A panícula torna-se madura sobre a proteção da bainha da folha bandeira, a qual enrola na inflorescência em forma de canudo. À medida que a panícula fica madura, o entrenó imediatamente abaixo desta, denominado pedúnculo, alonga-se expondo a inflorescência e entrando na fase de florescimento.

Através do ambiente controlado é que se busca mais sucesso na pega dos cruzamentos. Conforme Crestani et al. (2010) na cultura da aveia branca, a menor temperatura e a maior umidade do ar, no momento da emasculação, demonstraram relação com o incremento da efetividade das hibridações.

De acordo com Fontaneli et al. (2016), as aveias requerem alto teor de umidade no solo para produção de matéria seca, sendo mais sensíveis à falta de água nos estádios de florescimento até o início da formação dos grãos, quando a água é requerida em maior quantidade. Entretanto, nas fases iniciais da cultura, a aveia preta tolera longos períodos de deficiência hídrica, recuperando-se rapidamente nas fases seguintes.

Após a semeadura das sementes de aveia preta e o crescimento e desenvolvimento das plantas, mais adaptações foram realizadas no ambiente da câmara fria, mais especificamente no incremento de luminosidade. Assim, as plantas começaram a emitir a panícula e os cruzamentos puderam ser realizados. A Figura 9 demonstra a estatura das plantas obtidas em ambiente controlado, bem como as hibridações realizadas (Figura 10).

Após completar o estágio de maturação fisiológica (R8) (FEHR; CAVINESS, 1977), foi realizada a colheita das sementes F1 oriundas das hibridações, realizadas na câmara fria.

Figura 9 – A) Plantas em floração. B) Início dos cruzamentos. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 10 – Vasos com as hibridações realizadas, em fase de maturação. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.2.6 Multiplicação das sementes F1 - 2021

Em maio do ano de 2021 foram semeadas, em casa de vegetação, as sementes F1 obtidas dos cruzamentos realizados no inverno anterior, visando o avanço de geração e multiplicação de sementes. Os vasos foram enchidos com solo e adubados com formulado NPK 08-20-20, na dose equivalente a quatro sacas/há. Após, realizaram semeadura das sementes oriundas dos cruzamentos, para os novos blocos (Figura 11).

Buscou-se realizar a semeadura em casa de vegetação para evitar a perda de materiais pelas condições climáticas, dentre outros fatores. No entanto, a viabilidade das sementes oriundas dos cruzamentos de plantas foi, por sua vez, muito baixa.

Pode-se verificar diferença da semente híbrida em relação às outras, algumas eram sementes malformadas, que não apresentaram poder germinativo. Também foram enfrentados problemas com formigas cortadeiras, dentre outros insetos, que, mesmo em se realizando o manejo com inseticidas indicados e a inspeção da casa de vegetação, perderam-se alguns materiais.

Figura 11 – Multiplicação das F1's. A) Vasos organizados e a semeadura das sementes oriundas dos cruzamentos. B) Plântula F1. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Desta forma, restaram poucos vasos com sementes oriundas dos cruzamentos do inverno de 2020, e esses foram levados para se desenvolverem na câmara fria adaptada.

As plantas F1 que foram cruzadas em câmara fria em novembro de 2020, também foram colocadas para multiplicar na câmara fria, para o seu desenvolvimento (Figura 12).

No decorrer do desenvolvimento das plantas dentro da câmara fria, foram enfrentados problemas com fungos e lagartas, em que, assim que avistado foram tomadas as medidas de manejo, aplicando fungicida e inseticidas. Também a temperatura da câmara oscilou muito nessa etapa de multiplicação, chegando muitos dias a 34 graus, o que prejudicou no desenvolvimento das F1 que estavam sendo multiplicadas.

Figura 12 – Avanço de geração nas sementes de aveia preta em câmara fria. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

No entanto, não conseguimos recuperar as plantas devido aos problemas relatados. Os programas de melhoramento têm pouco sucesso em obter

novos genótipos de aveia, não se sabendo o motivo exato. Assim sendo, Bonfante et al. (2021), buscaram caracterizar e avaliar a morfologia floral e a viabilidade polínica em *Avena strigosa*. Para isso, duas cultivares de hábito e ciclo contrastantes (IAPAR 61 – Ibiporã e UPFA 21 – Moreninha) foram estabelecidas no campo e em vaso no município de Passo Fundo, no norte do estado do Rio Grande do Sul. Foram realizadas avaliações morfológicas na panícula, espiguetas e grãos de pólen das cultivares.

Os autores relataram que, na cv. IAPAR 61 – Ibiporã foram encontrados os maiores comprimentos de espiguetas, ráquila, gluma I, gluma II, pálea, arista e pistilo. Na cv. UPFA 21 – Moreninha encontrou-se maior comprimento da ráquis, lema e antera apicais e maior densidade de espiguetas na panícula. Em relação à viabilidade polínica, as cultivares usadas por eles, não diferiram entre si, evidenciando-se que apenas as medidas dos grãos de pólen foram contrastantes.

3.2.7 Cruzamentos e multiplicação de sementes - inverno 2021 e 2022

Os trabalhos continuaram de forma cíclica nos anos de 2021 e 2022, com a realização da semeadura dos genitores e seus segregantes, para prosseguir com os cruzamentos e a obtenção de novas gerações, visando a seleção de linhagens superiores a partir dos objetivos propostos no projeto.

Seguiu o mesmo processo do inverno passado. Os vasos foram plantados e conduzidos para realização dos cruzamentos (Figura 13).

Figura 13 – Desenvolvimento e condução dos cruzamentos nos genótipos de aveia preta. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para o inverno de 2021 e 2022, foi contabilizado o número de cruzamentos obtidos, bem como a quantidade de sementes provenientes da geração F1 e F2, respectivamente F2 e F3.

O presente trabalho, é respaldado pelos novos cruzamentos realizados e multiplicação das sementes, em que estas serão repassadas a empresa parceira, para realização dos métodos de seleção de plantas e características.

3.3 ANÁLISE DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA

A terceira etapa da pesquisa foi realizada no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos.

As cultivares de aveia preta BRS 139 e IAPAR 61 (apresentavam níveis de dormência), utilizadas nos cruzamentos dos experimentos foram utilizadas nesse estudo, bem como, as linhagens que foram mutadas da cultivar IAPAR 61 com agente mutagênico químico, denominadas por P1190, P875, P253 e P1264, que se encontravam na geração segregante F6.

Após o plantio e o desenvolvimento das plantas no inverno de 2021, essas foram colhidas e trilhadas à mão para a realização dos testes.

3.3.1 Variáveis analisadas

As amostras foram homogeneizadas e quarteadas, depois organizou-se os diferentes tratamentos. Inicialmente, foram separadas as amostras em dois tratamentos, sendo que o primeiro passou pela superação de dormência, por meio de pré-esfriamento à temperatura de 10°C por um período de cinco dias, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). E, no segundo tratamento, as amostras foram direto para a câmara germinadora, a 20° graus. A condução e leitura dos testes procedeu-se da mesma forma.

Na condução do teste de germinação seguiu-se a metodologia das Regras para Análise de Sementes. A primeira contagem foi realizada aos cinco dias após a semeadura, anotando-se o número de plântulas normais em cada rolo de papel. A contagem final, foi realizada aos 10 dias, computando-se a porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas, segundo os critérios estabelecidos nas RAS (BRASIL, 2009).

3.3.2 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental adotado no laboratório foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, arranjado em um esquema bifatorial, em que o fator A representou com e sem dormência e o fator B os genótipos de aveia.

Os dados obtidos foram submetidos à normalidade por Shapiro wilk ($p > 0,05$) e homoscedasticidade da variância pelo teste de Bartlett para verificar a homogeneidade da variância.

Posteriormente, atendendo-se as pressuposições, foram submetidos a análise de variância F ($p \leq 0,05$) e comparação das médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade do erro, por meio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA

4.1.1 Características e ano de publicação

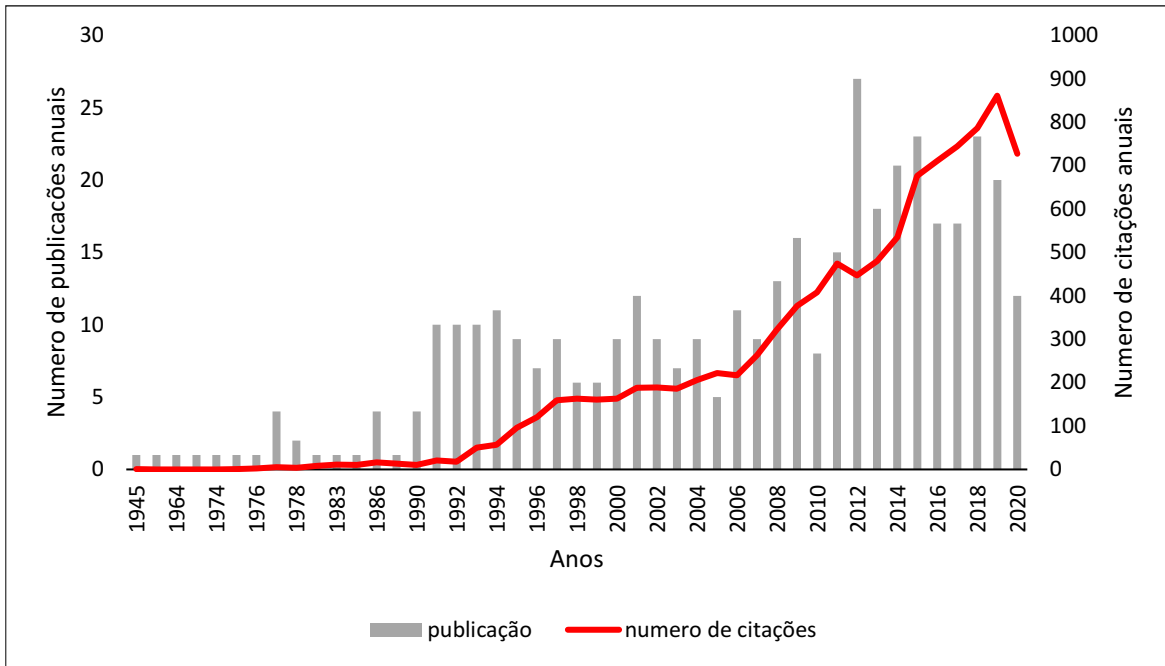
Foram encontradas, inicialmente, 859 referências. Os resultados, após o refinamento, totalizaram 404 publicações relacionadas com o tema em estudo. Destes trabalhos, a língua predominante foi o inglês, com 377 publicações (BERNARDO; EDUCAÇÃO, 2017).

Essas publicações foram classificadas em 7 tipos de documentos: 364 artigos, 25 revisões, 17 papéis de procedimento, 3 materiais editoriais, 1 revisão de livro e 1 correção. Verificou-se que, os artigos relacionados foram citados 10.470 vezes, o que gera uma média de 25,92 citações por item e um Fator H de 49. Esses dados sugerem que a linha de investigação em melhoramento genético de aveia preta tem um fator de impacto relevante.

A Figura 14 mostra o total de publicações e citações por ano, indicando um pico de publicações no ano de 2012. No entanto, desde o ano de 1992 houve um crescimento significativo no número de publicações anuais. Os anos 2012 e 2018 tiveram os maiores números de publicações, com 27 e 24 artigos, respectivamente.

Em que pese a expressão da aveia preta no cenário agropecuário, existem poucas pesquisas publicadas e trabalhos realizados pelos melhoristas nessa espécie, o que pode ser percebido pela pequena quantidade de cultivares disponíveis no mercado.

Figura 14 - Publicação vs. desempenho de saídas de citações entre 1945 – 2020. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



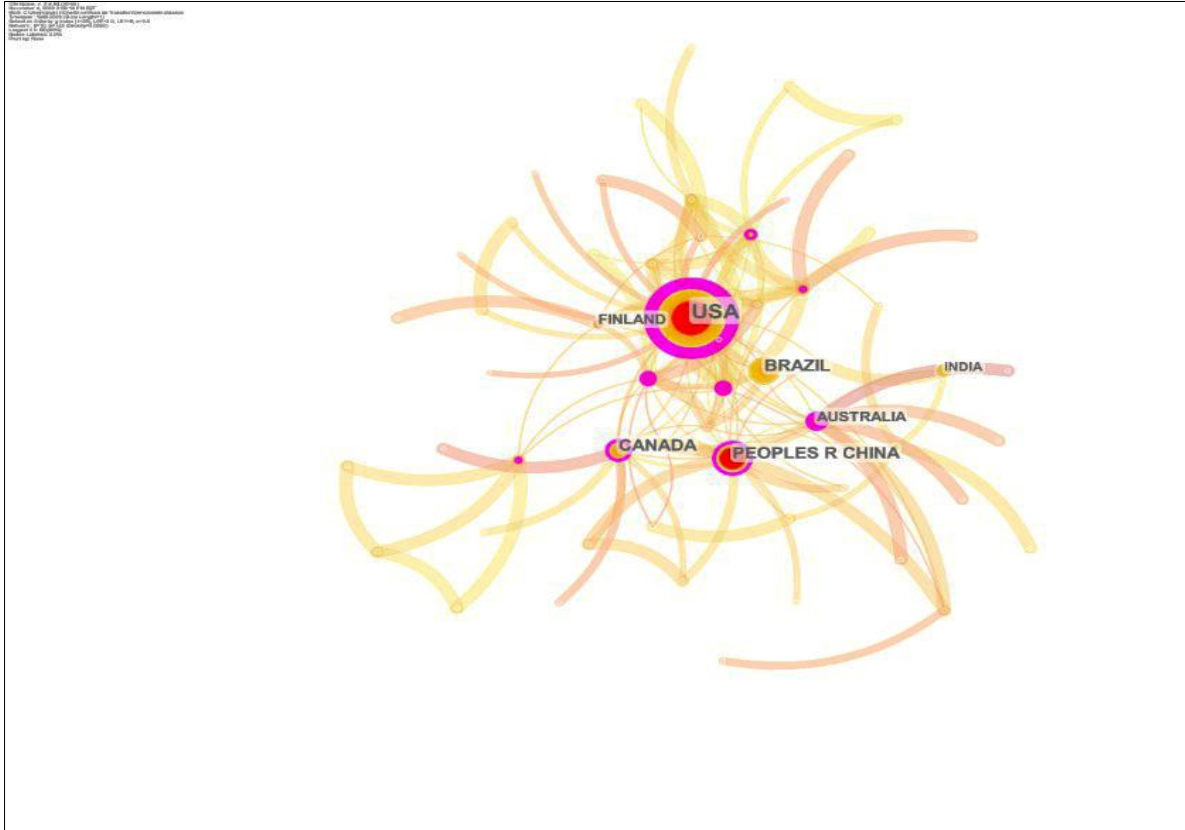
Fonte: Autoria própria (2022).

A aveia preta é uma espécie de grande importância nos sistemas agrícolas, devido ao seu forte potencial de exploração, sob o ponto de vista de sistema de manejo na unidade de produção (HARTWIG et al., 2006). Autores como Fontanelli e Piovezan (1991) ressaltaram que a alta produção de massa seca pela aveia preta, lhe confere elevado potencial para a produção de forragem, na forma de pastagem hibernal ou mesmo, como forragem conservada na forma de ensilagem e feno.

4.1.2 Países e autores

Uma análise de informações dos países, baseada nas publicações dos autores, é fundamental para a compreensão da distribuição das nações com maiores índices de publicação sobre a espécie. Desta forma, na Figura 15, o tamanho da letra é proporcional ao volume de publicações, enquanto a espessura das linhas de ligação entre os países demonstra a intensidade de cooperação. Quanto mais espessa a linha de conexão, mais frequente os dois países cooperarem, como exemplo a Austrália com a Índia (Figura 15).

Figura 15 – Países com maiores índices de publicação. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

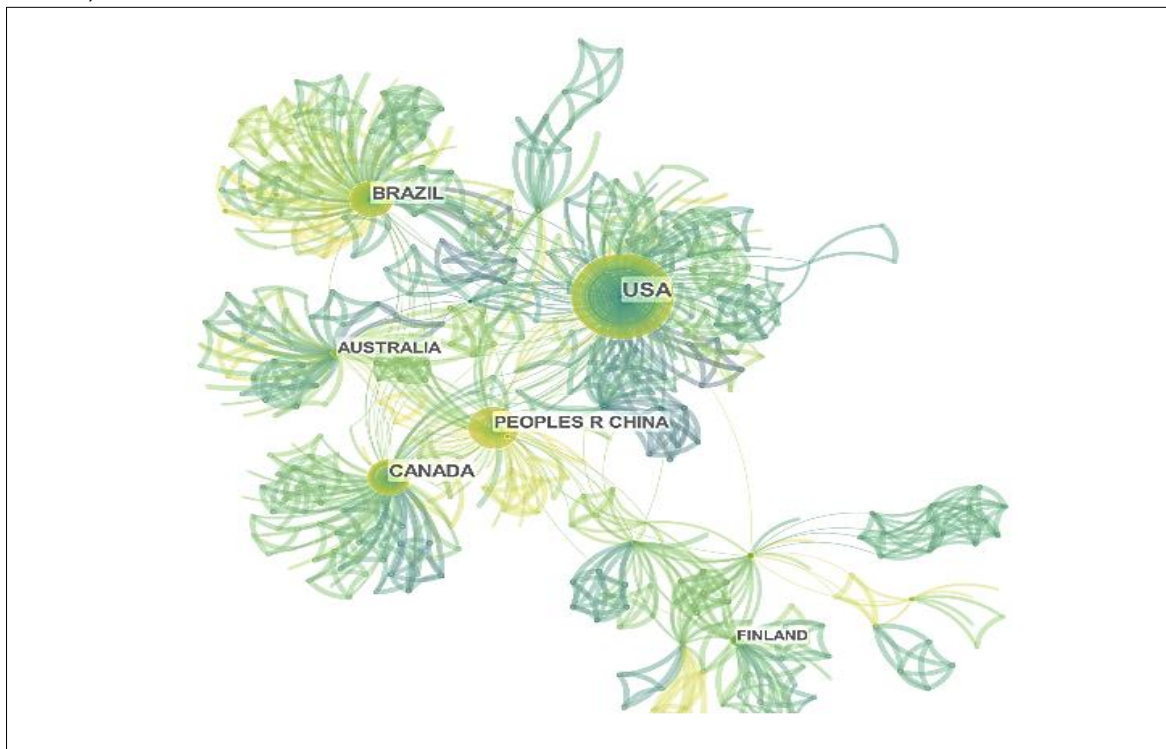
Nota-se que os países com círculos maiores são os que mais têm contribuição do item em estudo. Dessa forma, quanto maior o círculo, maior peso tem o país, ou seja, aparece em mais publicações no período estudado. Os países com destaque em amarelo se referem às publicações mais recentes. De acordo com os países que mais impactaram na área do presente estudo, verificam-se países de diferentes regiões geográficas. Pode-se inferir que, os Estados Unidos é o país que mais publica sobre o assunto, seguido da China, Canadá e Brasil (Figura 15). Assim, os círculos em vermelho presentes na Figura 15, representa a explosão de citação e a centralidade está representado na cor roxa, verifica-se maior explosão nos Estados Unidos, seguido pela China, bem como maior centralidade respectivamente nos mesmos países. No Brasil não se nota a representação dos círculos de explosão de citação e centralidade.

A aveia preta tem apresentado um forte incremento em área cultivada no Brasil, principalmente com a chegada da semeadura direta, rotação de culturas e a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária. Dessa forma, todo

método que amplie a base genética da cultura é de fundamental importância para o melhoramento desta espécie (VIEIRA et al. 1995).

A Figura 16 apresenta a relação dos países e autores mostrando, da mesma forma, como na figura que apresenta o número de publicações, que o maior número de autores também é dos Estados Unidos.

Figura 16 – Relação Países e Autores com maiores índices de publicação. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

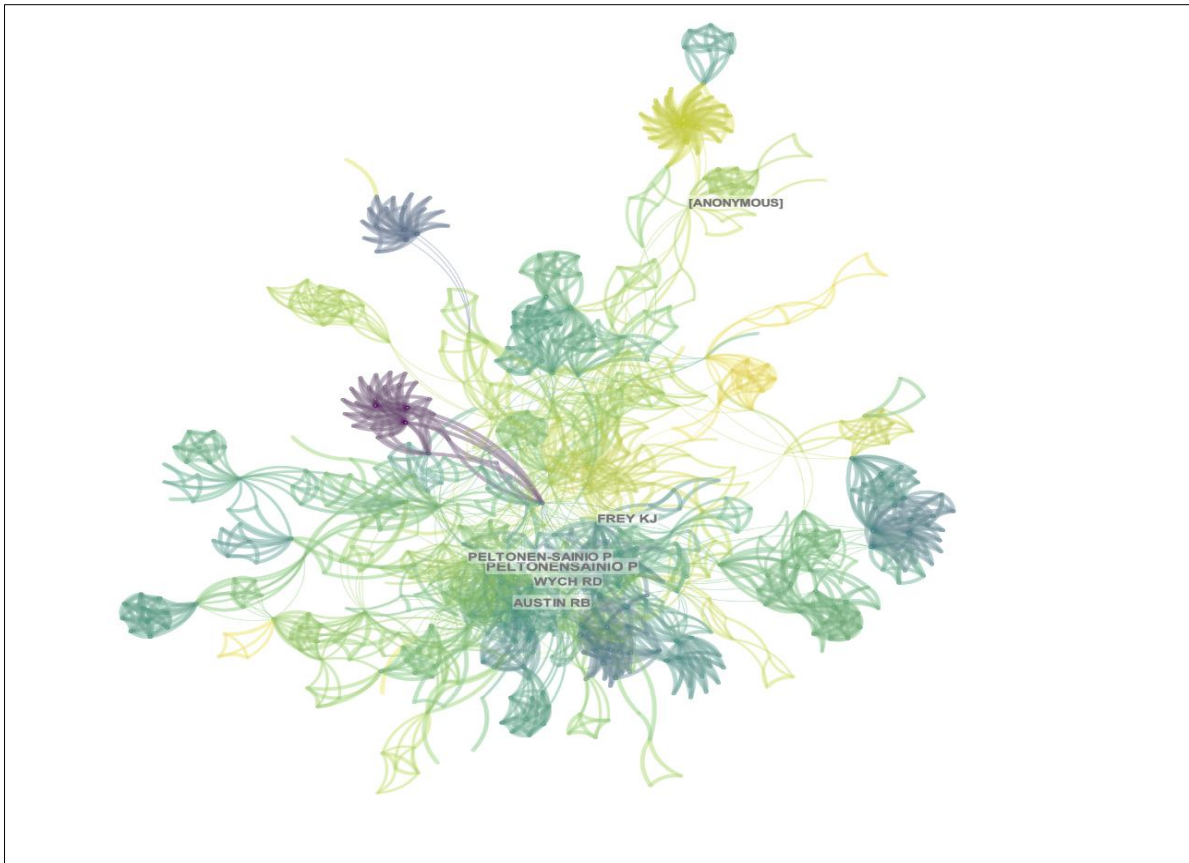


Fonte: Autoria própria (2022).

A cienciometria é um ramo da Ciência da Informação que busca estudar aspectos quantitativos da ciência e da produção científica, através dos indicadores próprios. Essa análise é amplamente empregada na avaliação da qualidade de periódicos, instituições e pesquisadores. Os pesquisadores podem analisar o andamento, tendências e desafios de vários campos de pesquisa (YE, 2018), bem como, a relação entre países e autores com maiores índices de publicação conforme evidencia a Figura 16.

Desta forma, a Figura 17 mostra a rede de autoria dos trabalhos, em uma visão geral dos autores com maior número de publicação.

Figura 17 – Autores com maiores índices de publicação. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Verifica-se que, entre os representantes estudiosos, a Professora Pirjo Peltonen-Sainio, do Instituto de Recursos Naturais Finlândia, foi a que mais apareceu na imagem, possuindo várias publicações e pesquisas sobre os cereais de inverno, dentre eles, a aveia preta. O segundo autor que mais publicou sobre este assunto foi Wych Rd, que trabalha com plantas híbridas, sendo um pesquisador dos Estados Unidos, país que mais se destaca em número de publicações dessa área.

4.1.3 Revistas

A Tabela 3 mostra as 15 principais revistas mais encontradas neste estudo, também representadas na Figura 18, em relação à frequência de publicações referente ao tema estudado. O fator de impacto observado na tabela é o geral, representando o número de vezes que as publicações foram citadas. A revista mais bem classificada, por contagem de citação, foi a Journal of Agronomy

and Crop Science, com 184 registros; considerada a melhor fonte para cientistas desenvolverem e divulgarem trabalhos sobre o assunto estudado. Em seguida, os periódicos Euphytica; Theoretical and Applied Genetics e Agronomy Journal, foram os melhores classificados, respectivamente.

O periódico Journal of Agronomy and Crop Science aborda diversas publicações sobre o tema pesquisado. Como exemplos, um dos estudos publicados foi sobre “relações cromossômicas e genômicas entre as espécies diploides *Avena strigosa*, *A. eriantha* e tetraploide *A. maroccana*”, escrito pelo autor Legget (2002). Em outro estudo, publicado por Chandra, Bhatt e Mirsa (2008) versou sobre “Efeito do Estresse Hídrico nas Características Bioquímicas e Fisiológicas dos Genótipos de Aveia”. Esses trabalhos mostram a credibilidade do periódico, que ficou em primeiro lugar na Tabela Top 15 (Tabela 3).

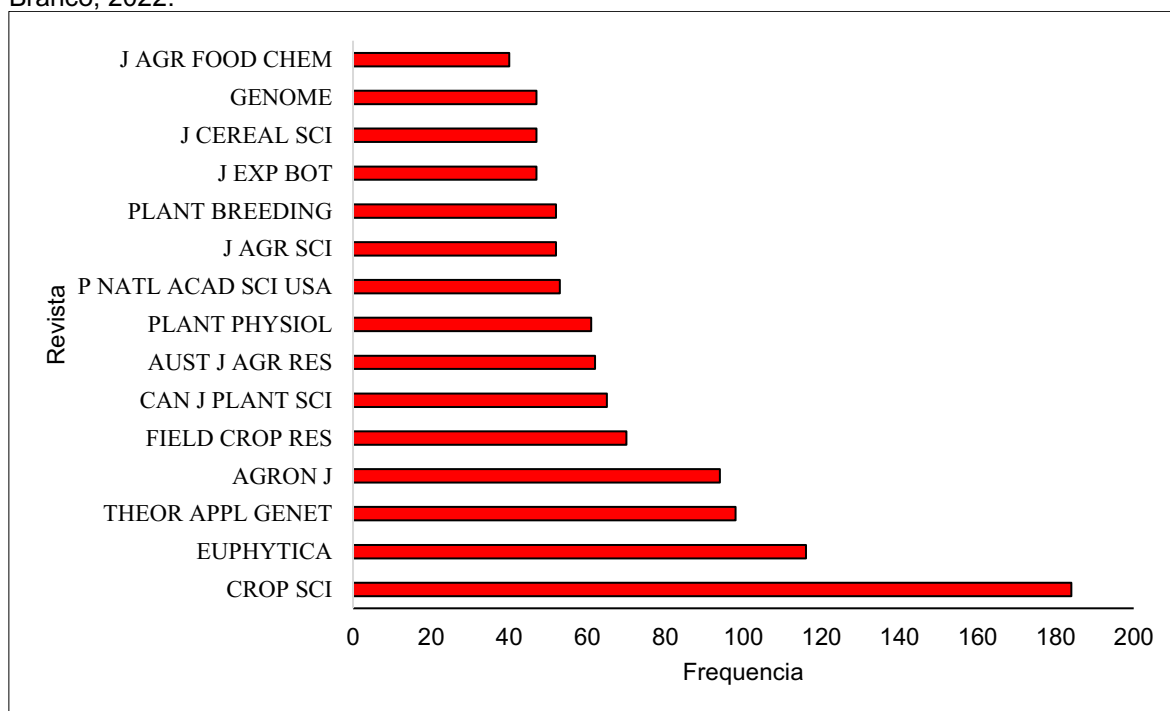
Tabela 3 - Top 15 periódicos em termos de frequência e fator de impacto (JCR) in 2020. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.

Nome jornal	Frequência	Fator de impacto
Journal of Agronomy and Crop Science	184	3.057
Euphytica	116	1.620
Theoretical and Applied Genetics	98	0.773
Agronomy Journal	94	1.860
Field Crops Research	70	4.190
Canadian Journal of Plant Science	65	1.425
Australian Journal of Agricultural Research	62	
Journal of Plant Physiology	61	2.960
Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States Of America	53	
Journal of the Science of Food and Agriculture	52	2.614
Journal of Plant Breeding and Genetics	52	1.662
Journal of Experimental Botany	47	5.090
Journal of Cereal Science	47	2.660
Genome Research	47	11.093
Journal of Agricultural and Food Chemistry	40	3.610

Fonte: Autoria própria (2022).

Nota-se a diversidade de áreas em que o melhoramento vegetal pode estar presente, envolvendo revistas na área de agronomia, genoma, genética, culturas de campos, botânica, entre outras. A Figura 18 mostra a escala das revistas em relação à frequência de publicação, conforme a classificação dos Top 15.

Figura 18 – Escala das revistas em relação à frequência de publicação. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Com a utilização dessa metodologia é possível estudar os aspectos de modo quantitativo da produção científica, permitindo-se que sejam feitas medidas de quanto se publicou em determinado período de tempo. Bem como, analisar áreas de estudo, além das principais tendências e identificar as instituições que apresentaram maior produção científica (RAZERA, 2016).

O histórico do melhoramento genético depende da variabilidade expressa nas populações segregantes, para o qual os genitores devem, além de apresentarem caracteres desejáveis, possuir uma boa capacidade combinatória, para o sucesso das hibridações (MILACH et al., 2009). Diante do papel desempenhado pela aveia preta, nos sistemas de produção agrícola na região centro-sul do Brasil, a busca por incrementos de produtividade por meio do melhoramento genético de cultivares é uma via importante para o desenvolvimento socioeconômico (BARROS, 2013).

As publicações mais citadas estão apresentadas na Tabela 4, a qual mostra ainda os valores das contagens de citações totais e por ano de cada artigo bem como o autor e ano deste documento.

Tabela 4 – Top 10 publicações altamente citadas. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Título	Autores	Ano publicação	Média por ano
Saturated molecular map of the rice genome based on an interspecific backcross population	Causse, MA; Fulton, TM; Cho, YG; Ahn, SN; Chunwongse, J; Wu, KS; Xiao, JH; Yu, ZH; Ronald, PC; Harrington, SE; Second, G; Mccouch, SR; Tanksley, SD	1994	23.52
Why whole grains are protective: biological mechanisms	Slavin, J	2003	20.67
Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest	Baik, Byung-Kee; Ullrich, Steven E.	2008	23.31
Measurement of (1- β), (1- β)-beta-d-glucan in barley and oats - a streamlined enzymatic procedure	Mccleary, BV; Codd, R	1991	10
Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats	Setter, TL; Waters, I	2002	16.33
Crops that stay green Effect of polyamines on stabilization of	THOMAS, H; SMART, CM	1993	9.32
Molecular-complexes in thylakoid membranes of osmotically stressed oat leaves	Besford, RT; Richardson, CM; Campos, JL; Tiburcio, AF	1993	7.71
Implant success and safety of left atrial appendage closure with the WATCHMAN device: peri-procedural outcomes from the EWOLUTION registry	Boersma, Lucas V. A.; Schmidt, Boris; Betts, Timothy R.; Sievert, Horst; Tamburino, Corrado; Teiger, Emmanuel; Pokushalov, Evgeny; Kische, Stephan; Schmitz, Thomas; Stein, Kenneth M.; Bergmann, MartinW.	2016	37.2
Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966	Peng, S; Laza, RC; Visperas, RM; Sanico, AL; Cassman, KG; Khush, GS	2000	7.81
Net primary production of US Midwest croplands from agricultural harvest yield data	Prince, SD; Haskett, J; Steininger, M; Strand, H; Wright, R	2001	7.95

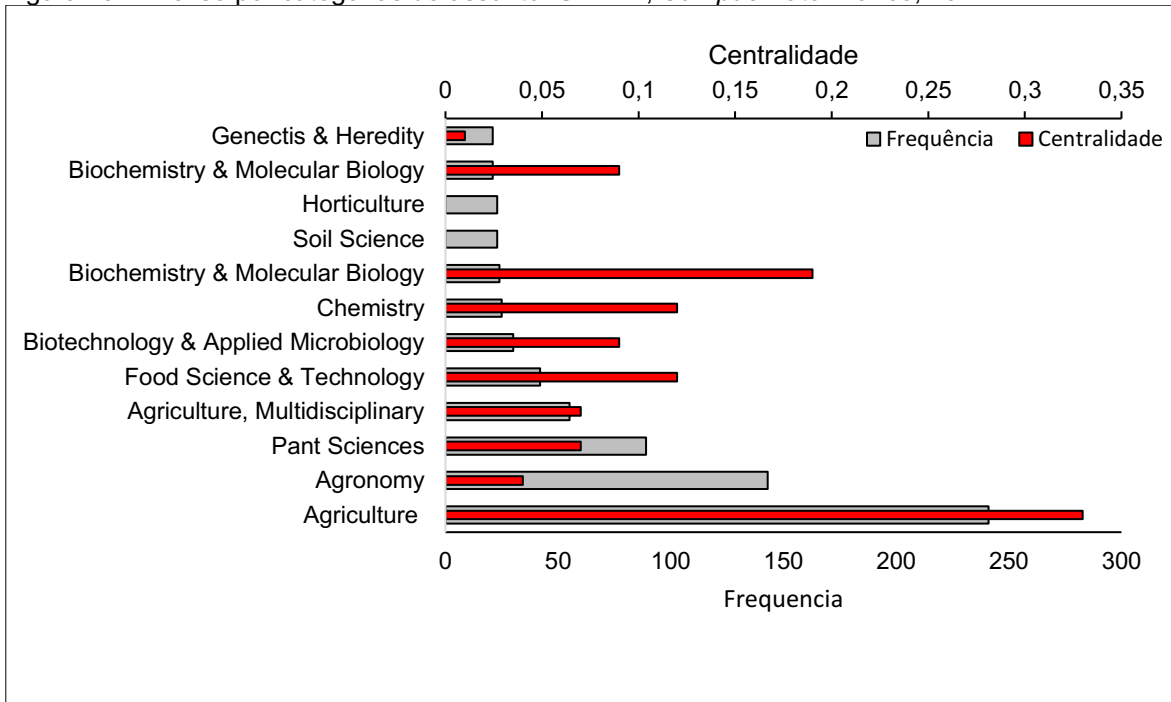
Fonte: Aatoria própria (2022).

4.1.4 Análise por categoria de assunto

As áreas de pesquisa desses estudos são variadas e contemplam desde a agricultura multidisciplinar até a genética e biologia molecular (Figura 19). Essas categorias são de grande relevância dentro do estudo da área do melhoramento genético. Os assuntos na área da genética referem-se aos

conhecimentos dos princípios das segregações gênicas e cromossômicas, do grau de parentesco entre indivíduos e da identificação e expressão dos genes, que permitem a escolha dos mais eficientes métodos de melhoramento, bem como do tipo de cultivar a ser comercializada. A temática da biologia molecular é responsável pelo conhecimento do DNA, RNA e proteínas que permitem identificar, construir e transferir genes para diferentes organismos (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Figura 19 - Análise por categorias de assunto. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

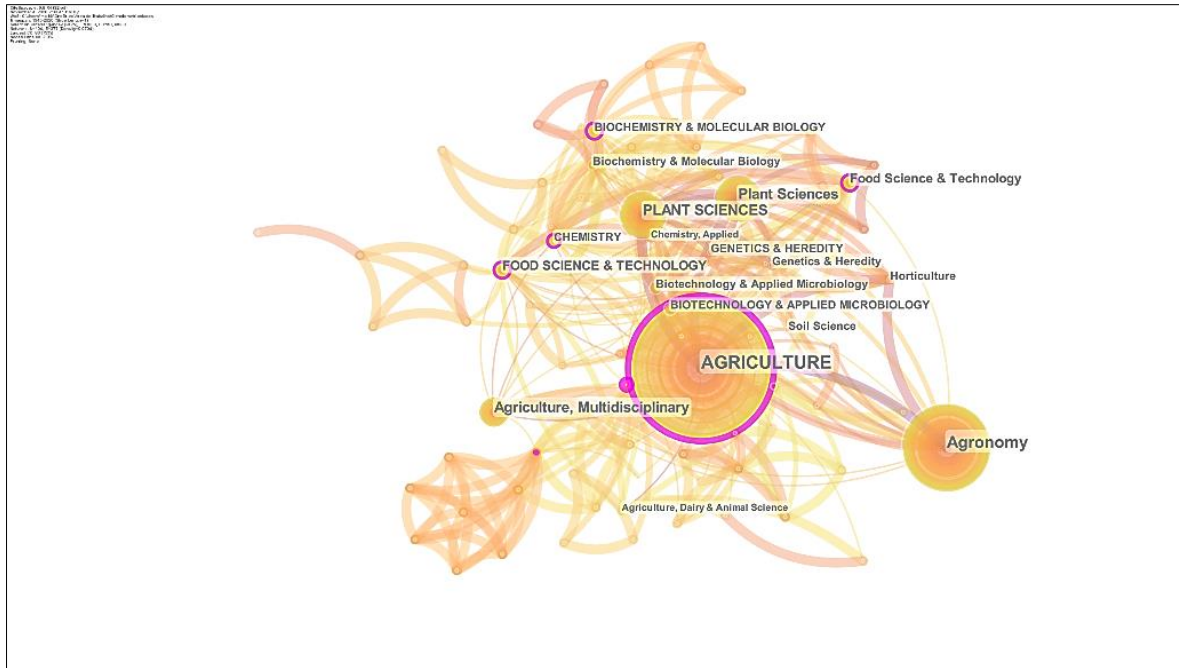


Fonte: Autoria própria (2022).

Segundo Chen (2014), a frequência representa a visibilidade de uma categoria, enquanto a centralidade mostra a influência da categoria de assunto. Um nó de alta centralidade de intermediação geralmente é aquele que conecta dois ou mais, grandes grupos de nós com o próprio nó intermediário, daí o termo intermediário. Citespace destaca nós com alta centralidade de entrelaçamento com anéis roxos.

Na Figura 20 está apresentada a rede de co-ocorrência, sendo os nós uma categoria de assunto e as linhas que conectam os nós demonstram a co-ocorrência de duas categorias no assunto.

Figura 20 - Rede organizada por categoria de assuntos. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



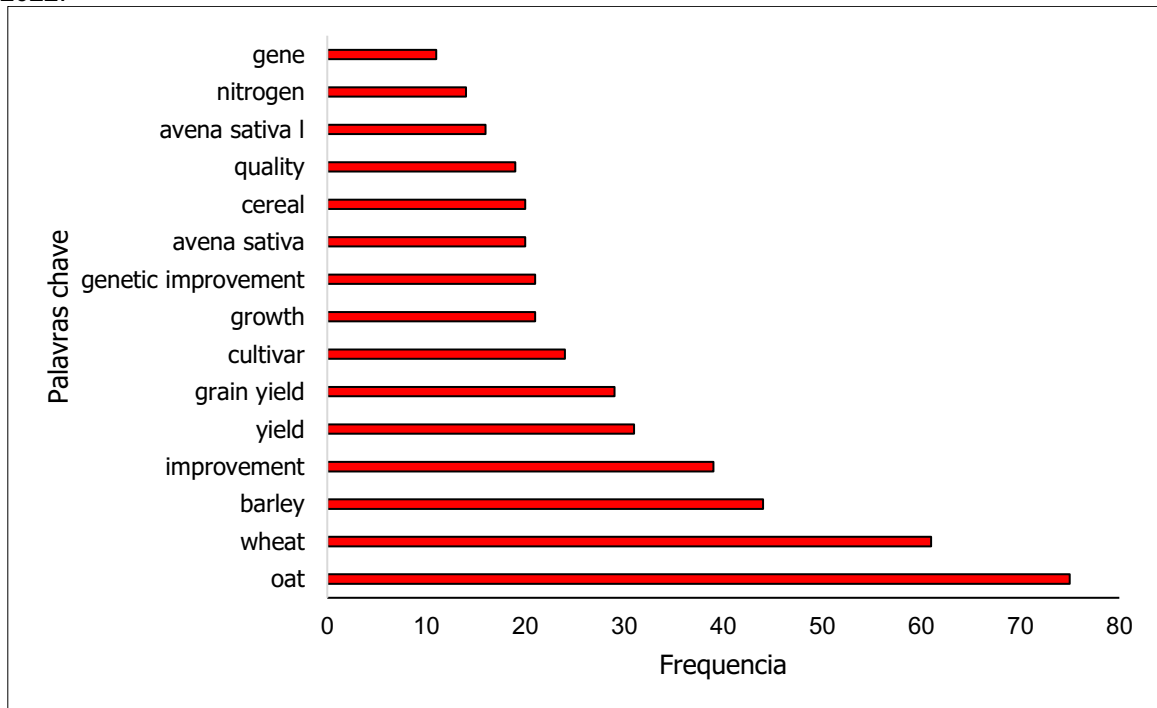
Fonte: Autoria própria (2022).

Com base nas categorias de destaque da pesquisa, nota-se que as principais dizem respeito à agricultura e agronomia. Essas duas categorias estão representadas com o nó de alta centralidade. Além do mais, também estão fazendo conexão entre as demais categorias.

4.1.5 Palavras-chave

A Figura 21 apresenta as top 15 palavras-chave com a frequência que aparecem nos estudos. Como mencionado, as palavras-chave que aparecem nas revistas com mais frequência são, aveia, trigo, cevada e melhoramento.

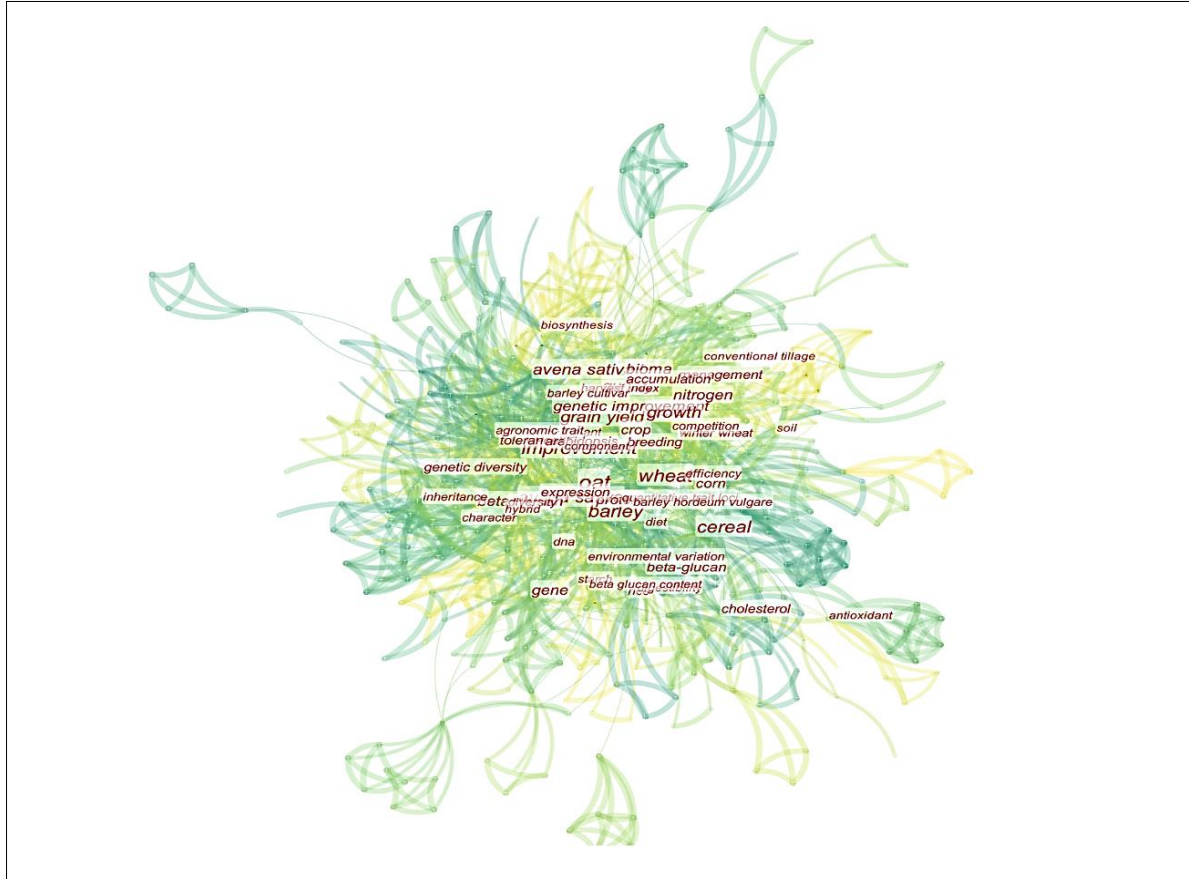
Figura 21 - As 15 principais palavras-chave em termos de frequência. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Na Figura 22 observa-se, através do mapa de visualização de rede, as principais palavras-chave e o tempo de citação de cada palavra, onde a cor representa esse tempo, sendo verde para as primeiras citações e azul para as citações mais recentes. As palavras oat, barley, wheat e cereal, estão em evidência, pois são fortemente ligadas com o tema em estudo.

Figura 22 - Rede organizada por palavra-chave citada. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

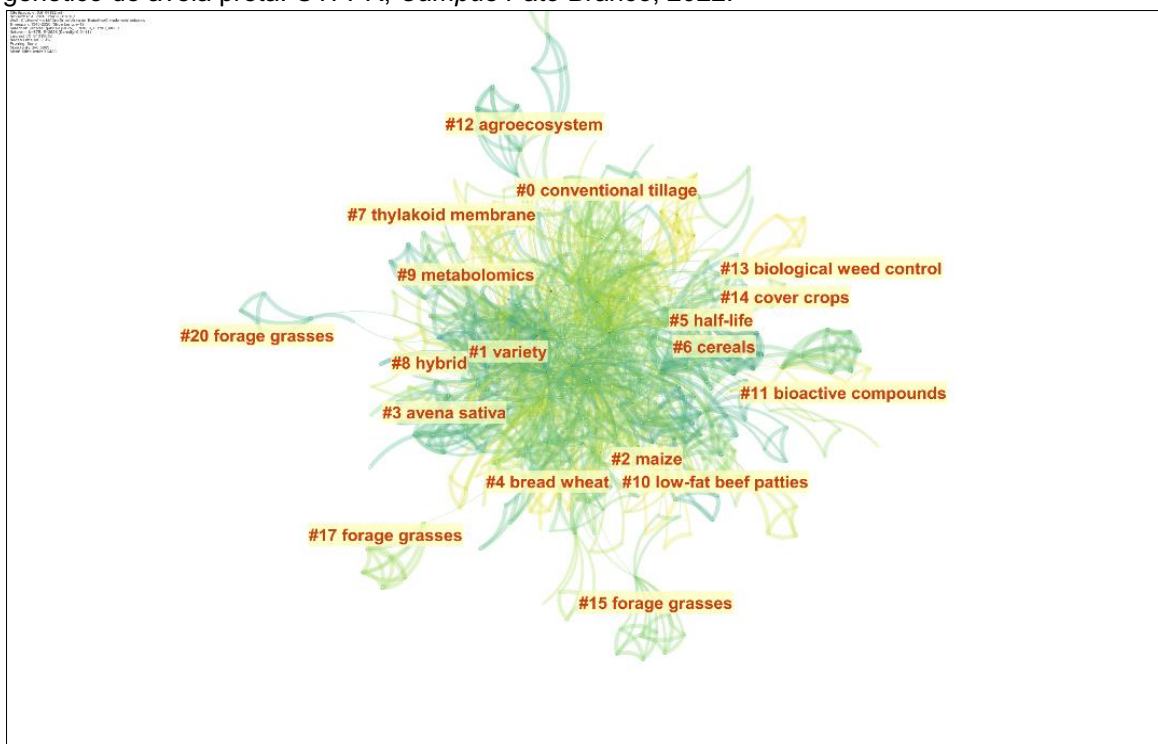
As palavras-chave são pontos de grande relevância quando se buscam por artigos, pois elas nomeiam tópicos de importância no estudo. Neste mapa, é possível analisar a interconexão existente entre as palavras-chave, ou seja, a formação de uma rede de conexão. Quanto mais próximas e mais espessas as palavras-chave, mais forte é a conexão entre elas (CHEN, 2014).

4.1.6 Clusters

Cada cluster é um grupo de documentos intimamente acoplados, representando diferentes direções de pesquisas. Dos tópicos deste grupo de documentos, os termos representativos foram extraídos como rótulos do grupo através de uma razão de log-verossimilhança, expressa na forma de "# + ID do cluster + termo representativo" (RORISSA; YUAN, 2012).

A análise por clusters agrupa palavras semelhantes e juntas que podem formar um cluster, representando áreas afins de estudo. O tamanho do conjunto é o número de termos incluído em cada conjunto. O CiteSpace atribui ID #0 para o maior cluster, ID #1 para o segundo maior e assim por diante. Na Figura 23 foram obtidos os clusters e descritos pelas palavras-chave indicadas pelos próprios autores.

Figura 23 – Os 15 principais clusters rotulados por palavras-chave no campo do melhoramento genético de aveia preta. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

O principal cluster rotulado por palavra-chave no campo do melhoramento genético de aveia preta, foi #0 conventional tillage, seguido por #01 variety e #02 maize.

Para tanto, os resultados mostram que a pesquisa sobre melhoramento genético de aveia preta é um aspecto importante. Nos últimos anos, as publicações na área se difundiram, no entanto, pesquisas futuras sobre genética e melhoramento da espécie são necessárias para aumentar a variabilidade e o lançamento de novos materiais. Também, por meio dessa metodologia, foi possível avaliar a produtividade de instituições, países e autores, identificar colaborações

internacionais e distribuições geográficas e fronteiras de pesquisa em campos específicos (CHEN; DUBIN; KIM, 2014).

4.1.7 Perspectivas futuras

Através da análise cienciométrica pode-se evidenciar o crescimento no número de publicações referente ao tema melhoramento genético de aveia preta, demonstrando o crescimento e importância desta área. Todavia, tem-se como perspectivas futuras, a introdução de novas técnicas da biologia molecular, como marcadores moleculares para a seleção de variações fenotípicas, análise de associação genômica ampla, para que se possa identificar regiões genômicas associadas. Também, usufruir do sistema CRISPR/Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), que é uma ferramenta simples para manipulação de genes que vão das bactérias, às plantas e aos animais (ABRASEM, 2019).

No Brasil, essas técnicas já são utilizadas em alguns programas de melhoramento de culturas anuais, como soja, trigo e milho (HENNING; NEPOMUCENO, 2020); permitindo assim maior agilidade no processo de identificação de materiais estimados para prosseguir em um programa de melhoramento. No entanto, ainda não existem marcadores moleculares para a cultura da aveia preta, sendo de grande valia o aprimoramento destas técnicas para a cultura.

4.2 GERAÇÃO E AVANÇO DE LINHAGENS SEGREGANTES

O uso das diferentes técnicas existentes, como o melhoramento tradicional desenvolvido na presente pesquisa, a biologia molecular ou com ferramentas da engenharia genética, devemos sempre priorizar que a semente armazena toda a tecnologia obtida com o melhoramento de plantas. Por essa razão, é necessário a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica e geneticamente pura, para assegurar de forma precisa a tecnologia desejada (MENEHELLO, 2019).

4.2.1 Cruzamentos inverno 2020

Por meio da hibridação artificial no inverno de 2020, foram obtidos 32 diferentes cruzamentos e 210 hibridações, no total dos cruzamentos. Desse total, 19 foram obtidos da casa de vegetação, com 106 hibridações (Tabela 5) e 13 realizados no campo, com 104 hibridações (Tabela 6).

Cruzamentos realizados em casa de vegetação:

Tabela 5 – Cruzamentos realizados em casa de vegetação e obtenção de sementes. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Cruzamentos	Quantidade de cruzamentos	Sementes Obtidas
P444xUPFA	1	0
P444xIAPAR	7	1
P253xIAPAR	2	0
P253xBRS	4	4
P253xUPFA	5	0
P1264xUPFA	2	0
P1264xIAPAR	4	2
P875xBRS	1	0
P875xIAPAR	26	2
P875xUPFA	8	0
P1190xUPFA	6	0
P1190xIAPAR	17	4
BRSxUPFA	1	0
BRSxP1190	3	4
BRSxP875	1	0
UPFAxP1190	1	1
IAPARxBRS	2	0
IAPARxP1190	3	0
IAPARxP875	7	1
IAPARxUPFA	1	0
IAPARxP253	2	0

Fonte: Autoria própria (2022).

Foram enfrentados alguns desafios, tanto na casa de vegetação, quanto em campo. O período de florescimento das plantas na casa de vegetação, deu-se no início da primavera e alguns materiais já durante o verão. Mesmo em casa de vegetação, com condições de ventilação e irrigação que possuía, a temperatura alta do ambiente externo fez com que, a temperatura interna aumentasse em determinados períodos, acelerando o ciclo das aveias. Desta forma, foi realizado o maior número de cruzamentos possível.

Também, a cultivar BRS 139 não teve sucesso no desenvolvimento de suas panículas, conforme a Figura 24, mostrando que não houve formação e desenvolvimento das sementes e a maturação das espiguetas. Fato este que ocorreu tanto em casa de vegetação, quanto em campo.

Figura 24 – Panícula da cultivar BRS 139. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

No trabalho realizado por Moliterno (2008), ao estudar 115 linhagens de aveia preta provenientes de várias regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul, coletadas pela Fundação Pró-Sementes de Apoio à Pesquisa. O autor realizou a colheita das panículas maduras de todas as linhagens, sendo que, também foi observada desuniformidade no nível de maturação dentro de cada linhagem.

Cruzamentos realizados em campo (Tabela 6):

Tabela 6 – Cruzamentos realizados a campo e obtenção de sementes. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Cruzamentos	Quantidade de cruzamentos	Sementes Obtidas
P253xUPFA	6	0
P253xIAPAR	12	2
P875xIAPAR	15	2
P875xBRS	1	0
P875xUPFA	4	0
P1190xIAPAR	19	2
P1190xUPFA	4	0
P1190xBRS	3	0
BRSxUPFA	1	0
BRSxP1190	1	0
UPFAxP253	1	0
UPFAxP875	3	0
UPFAxP1190	1	0
UPFAxBRS	1	0
IAPARxP1190	5	2
IAPARxP253	9	1
IAPARxP444	1	0
IAPARxUPFA	3	0
IAPARxP875	15	2
IAPARxBRS	1	2

Fonte: Autoria própria (2022).

Para os cruzamentos em campo ocorreram condições ambientais adversas (Figura 25). Houve chuva em excesso, granizo, vento, calor e estiagem, que acabaram por influenciar o ciclo dos materiais, ocasionando a perda de muitos pacotes dos cruzamentos.

Figura 25 – Plantas de aveia preta após fortes ventos. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

A partir do exposto, obteve-se uma percentagem muito baixa tanto para o pegamento dos cruzamentos, quanto na viabilidade das sementes oriundas dos cruzamentos. Borém e Miranda (2009), afirma que a taxa de fecundação cruzada é muito baixa, sendo em torno de 5%, dependendo muito das condições ambientais.

Desta forma, apresenta-se na Tabela 7 o total de cruzamentos.

Tabela 7 – Total de cruzamentos realizados em cada ambiente e o número de sementes obtidas. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Local	Cruzamentos	Quantidade de hibridações	Sementes Obtidas
Casa de vegetação	22	104	19
Campo	20	106	13
Total	42	210	32

Fonte: A autoria própria (2022).

Coimbra et al. (2005) ao utilizarem agentes mutagênicos em sua pesquisa, objetivando avaliar o efeito das mutações induzidas e cruzamentos em populações segregantes para o caráter estatura de planta. As populações foram obtidas a partir de cruzamentos recíprocos e as mutações induzidas pelo uso do agente mutagênico etilmetanossulfonato (EMS) nas doses 0; 0,5; 1,5 e 3,0%. Os autores avaliaram as variações ocorridas no caráter estatura de planta, através das médias, variâncias, assimetria e curtose, em quatro genótipos fixos de aveia hexaplóide (CTC-3, UFRGS-10, UFRGS-14 e UPF-16).

Verificaram que houve ampla segregação para o caráter estatura de planta entre as populações obtidas em comparação aos quatro genitores utilizados. De modo geral, a técnica de mutação induzida foi mais eficiente na alteração do caráter, comparativamente aos cruzamentos artificiais. O mutagênico EMS na geração M2 incrementou o caráter estatura de planta em doses mais baixas que foram testadas.

4.2.2 Cruzamentos e multiplicação de sementes - inverno 2021 e 2022

Após a planta completar seu ciclo, foram colhidos os pacotinhos e identificados 95 cruzamentos realizados apresentados na Tabela 8. Destes

cruzamentos, resultaram em 2 sementes, provenientes respectivamente dos cruzamentos UPFAXP444 e BRSxUPFA e que, foram colocadas para multiplicação.

Nos casos de hibridação entre duas linhagens, a frequência alélica nas gerações segregantes é igual a $\frac{1}{2}$, as plantas da geração F1, derivadas de cruzamentos simples ou biparentais, são homogêneas geneticamente.

Tabela 8 – Cruzamentos realizados a campo e obtenção de sementes. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Cruzamentos	Quantidade de cruzamentos	Sementes obtidas
P253xUPFA	7	0
P253XBRS	5	0
P253xIAPAR	17	0
P444xIAPAR	7	0
P444xUPFa	6	0
P444xBRS	3	0
UPFAXP444	1	1
IAPARxP444	2	0
UPFAXP253	3	0
IAPARxP253	4	0
P875xUPFA	1	0
UPFAXP875	1	0
UPFAXBRS	5	0
BRSxUPFA	7	1
IAPARxUPFA	1	0
P875xIAPAR	2	0
IAPARxP875	1	0
UPFAXIAPAR	1	0
P1190xBRS	1	0
IAPARxP1190	3	0
P1190xIAPAR	7	0
P1190xUPFA	10	0

Fonte: Autoria própria (2022).

Também, nesse inverno (ano de 2021) foram multiplicadas as sementes de F1 do cruzamento IAPARxP253, realizado na câmara fria no verão de 2020 e que se encontram na geração F2. E ao final do inverno após realizar todas as hibridações, chegou-se ao final com duas sementes oriundas dos cruzamentos (UPFAXP444) e (BRSxUPFA).

Para o ano de 2022, os trabalhos ainda estão a campo. Ocorrendo a hibridação dos genótipos, bem como multiplicação das F2 do ano de 2021 dos

cruzamentos UPFAxP444 e BRSxUPFA. E a multiplicação do cruzamento IAPARxP253 que se encontra em F3.

Para a multiplicação do cruzamento BRSxUFPA, o material apresentou susceptibilidade a oídio, foi realizada uma aplicação de fungicida APROACH® PRIMA (Picoxistrobina e Ciproconazol) conforme dose de bula. Também esse material apresentou senescência mais precoce.

A aveia preta é uma planta de múltiplos usos no sistema agrícola, contudo programas de melhoramento tem pouco sucesso em obter novos genótipos, não se sabe o motivo exato (BONFANTE et al., 2021). Muitos são os fatores que influenciam na hibridação dessa espécie, sendo citado alguns como, temperatura no momento da hibridação, baixa quantidade de pólen e baixa variabilidade genética. Que para a produção de sementes, inviabiliza a seleção de genótipos promissores com elevada acurácia.

Desse modo, a hibridação artificial intensifica a variabilidade genética e melhora a expressão dos caracteres. O melhoramento genético poderá direcionar seus avanços, em que, o conhecimento da variabilidade da dormência das sementes em genótipos da aveia preta, permite aos programas de melhoramento direcionar genótipos com maior dormência, para aptidão a cultivares destinadas a forragem, e aqueles com dormência menos pronunciada para aptidão como cobertura do solo (JEHL, 2021).

Desta forma, com um número maior de sementes por cruzamentos, estes serão repassados para empresa parceira dar seguimento nos métodos de seleção e multiplicação das sementes, para cumprir as etapas de lançamento de uma cultivar.

4.3 ANÁLISE DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA

De acordo com a análise de variância, a interação entre os fatores foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, para todas as variáveis investigadas. Analisando os fatores isoladamente, apenas o fator genótipo foi significativo (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância contendo os valores do quadrado médio para as variáveis 1ª contagem germinação (CG) e contagem final (CF) das sementes de aveia preta. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

SV	GL	1ªCG%	CF%
Dormência (A)	1	56,33 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Cultivar (B)	5	2740,40*	2596,72*
A x B	5	1300,93*	632,22*
Resíduo	36	26,38	42,60
Total	47		
CV (%)		8,74	9,68

^{ns} não significativa a 5% de probabilidade, *Significativo a 5% de probabilidade. FV – Fator de Variação; GL – Graus de liberdade.

Fonte: Autoria própria (2022).

Verifica-se que, para as sementes da cultivar IAPAR 61 e para as sementes da linhagem P875, a superação de dormência permitiu aumentar o número de plântulas normais. Já para a linhagem P1264, o maior número de plantas normais foi observado quando não houve superação de dormência. Para as sementes dos demais materiais testados (BRS 139, P1190, P253) não houve diferença entre si, independentemente da superação de dormência ou não (Tabela 10).

Tabela 10 - Dados médios da variável primeira contagem do teste de germinação. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022.

Materiais	Superação de dormência	
	Com	Sem
IAPAR 61	62 bA*	38 dB
BRS 139	59 bA	66 bA
P1190	80 aA	80 aA
P875	52 cA	40 dB
P253	82 aA	75 aA
P1264	9 dB	59 cA

*Médias seguidas com mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2022).

De encontro com o presente trabalho, Moliterno (2008), ao avaliar linhagens de aveia preta para o caráter dormência das sementes, verificou que a maior proporção de plântulas formadas provinha de sementes que germinavam nos primeiros 5 dias. A primeira contagem também é considerada como um indicador do vigor das sementes, portanto, aquelas plântulas produzidas nesse período adquirem uma importância maior no processo de seleção de genótipos para a melhora do caráter ausência de dormência.

Ainda na Tabela 10, observa-se, para as sementes que passaram por superação de dormência, maior porcentagem de plântulas normais em primeira contagem de germinação para as linhagens P1190 e P253, as quais diferiram dos demais genótipos. Com porcentagens intermediárias, os materiais IAPAR 61, BRS e P875 foram superiores da linhagem P1264, que apresentou a menor média de plântulas normais em primeira contagem.

Para as sementes que não passaram pela superação de dormência também se destacou as linhagens P1190 e P253, apresentando maiores resultados de porcentagem de plântulas normais no teste de germinação, se diferenciando das demais. A menor germinação foi observada para os materiais IAPAR 61 e P875, as quais diferiram dos demais.

O percentual de germinação é um atributo fisiológico que indica a capacidade de germinação de um lote de sementes, conforme especificações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Estes testes são conduzidos em condições adequadas de umidade, temperatura, favorecendo a expressão da capacidade germinativa das sementes (POPINIGIS, 1977).

Na Tabela 11 é possível observar os resultados de contagem final de germinação. A cultivar IAPAR 61, ao passar pela superação de dormência, obteve maior porcentagem de plântulas normais. Já para a linhagem P1264, atingiu maior número de plantas normais quando não houve superação de dormência. Para os demais materiais (BRS 139, P1190, P875, P253) não houve diferença com ou sem superação de dormência. É possível observar que apesar da linhagem P875 ter mostrado diferença significativa na primeira contagem (Tabela 10), na segunda contagem os resultados se igualaram (Tabela 11).

Tabela 11 - Dados médios da variável contagem final, pelo teste de germinação plântulas normais de aveia preta. UTFPR, *Campus* Pato Branco, 2022.

Materiais	Superação de dormência	
	Com	Sem
IAPAR 61	72 bA*	47 cB
BRS 139	67 bA	71 bA
P1190	85 aA	91 aA
P875	62 bA	54 cA
P253	91 aA	83 aA
P1264	27 cB	56 cA

*Médias seguidas com mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade do erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

As sementes das linhagens P1190 e P253 (Tabela 11), com superação de dormência, obtiveram maior porcentagem de plântulas normais. A menor porcentagem de germinação de plântulas normais foi observada para a linhagem P1264.

Para as sementes que não sofreram superação de dormência, a maior porcentagem de plântulas normais na contagem final foi observada para as linhagens P1190 e P253, já a menor porcentagem foi observada nos materiais IAPAR 61, P875 e P1264.

A Instrução Normativa nº 45 (17 de setembro de 2013) apresenta os padrões para produção e comercialização de sementes. Em que para a cultura da aveia preta na categoria Básica a germinação mínima é de 70%, na classe C1, C2, S1 e S2 é de 80%. Nesse sentido, duas linhagens já estariam adaptadas a comercialização pois possuem germinação maior que 80%, sendo as linhagens nomeadas P1190 e P253.

Foi possível inferir que, o período final da contagem de germinação foi o mais importante no teste de germinação, sendo suficiente para discriminar constituições genéticas com maior ou menor grau de dormência nas sementes.

Lângaro e Carvalho (2014), validam que a dormência na aveia, corresponde ao bloqueio de germinação da semente em condições favoráveis. Na aveia, necessita-se de tempo para que ocorra uma eficiente superação da dormência. Em geral, esta é satisfeita pelo intervalo entre a colheita de grãos e a época de semeadura, ainda assim, na aveia preta, a dormência de sementes pode ocasionar maiores problemas, demandando períodos maiores para que haja a superação.

Corroborando com os dados da presente pesquisa, Kehl (2021) ao caracterizar 30 genótipos de aveia preta, quanto a dormência após a colheita em diferentes tempos de armazenamento (0; 30; 60; 90 e 120 dias). Evidenciou em seus resultados, que a cultivar IAPAR 61 apresentou maior porcentual de dormência.

Observamos em todas as variáveis (Tabela 10 e Tabela 11), que a linhagem P1264 sempre foi contraditória aos resultados da cultivar IAPAR 61. Sendo a linhagem sempre com menores resultados, isso demonstra que essa linhagem não foi eficiente no melhoramento genético nos critérios analisados quanto às sementes. Pode-se inferir que, a utilização do agente mutagênico

químico gerou alterações fisiológicas nessa linhagem, fazendo com que o comportamento fosse diferente. Outra indagação levantada, é o fato das linhagens estarem segregando.

Em sua essência, a semente transporta a garantia da perpetuação de cada espécie cultivada. Existe muitos fatores que afetam a qualidade das sementes, destacando-se os genéticos, fisiológicos e ambientais. Os fisiológicos têm sua ação determinada pelo ambiente durante a produção, colheita, beneficiamento e armazenamento. É muito frequente o uso de sementes de má qualidade, principalmente no que se refere à pureza e germinação. Devido aos diferentes processos de colheita e às diversas origens das sementes utilizadas, é comum encontrar sementes com excesso de resíduos vegetais, solo ou ainda mistura de sementes de outras forrageiras ou invasoras (ZIMMER et al., 2012).

Com base nesses resultados obtidos, com e sem superação de dormência, é possível estabelecer que a segregação desta característica para as linhagens superiores, comprovando a importância dos agentes mutagênicos para criação e ampliação de novos materiais de aveia preta. As linhagens P1190 e a P253 se estabeleceram entre os agentes mutagênicos de aveia preta.

Conforme Benech-Arnold et al. (2000), “dormência é uma condição interna da semente que impede a sua germinação sob condições hídricas, térmicas e gasosas que normalmente seriam adequadas para a ocorrência do processo”. Em virtude desse fator, faz-se necessário a obtenção de novas cultivares que aportem bom comportamento forrageiro aliado a produção de sementes de qualidade com baixo nível de dormência que venham a somar nos cultivos agrícolas das regiões produtoras.

O conhecimento da variabilidade da dormência de sementes em genótipos de aveia preta, o melhoramento poderá direcionar seus avanços, na busca por genótipos com maior dormência para intuito forrageiro e menor dormência para materiais voltados para uso de cobertura de solo (KEHL, 2021). A aveia preta é uma espécie forrageira, cujas sementes apresentam dormência primária com intensidade variável e inconveniente, quando se deseja determinar seu potencial fisiológico logo após a colheita.

Todavia, existe variabilidade genética entre as linhagens avaliadas para o caráter nível de dormência das sementes, e a seleção de plântulas

originadas de sementes com baixo nível de dormência permite incrementar a germinabilidade pós-colheita.

5 CONCLUSÃO

A análise cienciométrica indicou tendência de crescimento no número de publicações na área do melhoramento de aveia, com destaque para os Estados Unidos e o Canadá e as áreas “Agriculture” e “Plant Science”, que apresentaram maior número de publicações.

Obteve-se êxito nos cruzamentos dos genótipos UPFAxP444 e BRSxUPFA, produzindo-se sementes de segunda geração, bem como quanto ao avanço para a terceira geração do cruzamento IAPARxP253.

A análise de dormência de sementes dos genótipos estudados permitiu estratificá-los quanto à essa característica intrínseca da aveia, sinalizando que análises nas gerações subseqüentes devem ser realizadas para confirmação dessa resposta contrastante.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atrelado às inovações, as pesquisas cienciométricas de revisão científica permitem inferir as tendências das publicações científicas e contribuem para determinar seus vieses e lacunas. Os resultados das análises das publicações relacionadas ao melhoramento genético de aveia indicaram uma tendência de crescimento no número de publicações, ao longo dos anos estudados e do número de citações.

O melhoramento genético de aveia preta é delicado, sua taxa de pegamento é relativamente baixa. Sendo que, vários são os fatores que influenciam nos cruzamentos, sendo eles, temperatura, umidade, vento, insetos, linhagens, sincronismo do florescimento e viabilidade do pólen.

A aveia preta ganha importância em sua utilização para a produção de forragem e/ou para a cobertura do solo. Países vizinhos já estão importando sementes produzidas no Brasil. Apesar de sua descrita importância, a aveia preta comum continua perdendo espaço nas lavouras de inverno, oportunizando a entrada de novas cultivares.

Diante do exposto verifica-se que uma das grandes barreiras para a expansão da cultura é o fato da mesma apresentar dormência das sementes, dificultado o manejo da cultura para altos tetos produtivos. Essa pesquisa mostrou redução da dormência para cultivar IAPAR 61, indicando que estas constituições genéticas provavelmente tenham genes inibidores da dormência. Mesmo, as populações mutantes não expressaram resultados de alta magnitude. Este fato provavelmente tenha determinado um menor índice de progresso para o caráter dormência em contraste com a hibridação artificial.

Portanto, ainda são necessários novos estudos na área do melhoramento de plantas, na busca por sementes de aveia preta com qualidade superior. A engenharia genética avança simultaneamente, na busca para melhorar de forma rápida as características-alvo das culturas, superação o gargalo do melhoramento convencional e alcançar a melhoria simultânea da qualidade e do rendimento das culturas para atender as necessidades da sociedade. Sendo uma área promissora, em que, nos últimos anos a nanotecnologia surgiu para auxiliar no melhoramento de plantas.

Todavia, é ressaltado a implementação, mesmo que que gradual, de programas de qualidade e certificação para sementes forrageiras, aumentando a proporção de sublicenciamento de cultivares para que possuem período de exclusividade de sua comercialização. Se faz urgente a percepção da qualidade superior de novas cultivares no mercado de sementes forrageiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM, ANUÁRIO. **Associação Brasileira de Sementes e Mudas**. 2019. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wpcontent/uploads/2019/04/Arte_Anuario2018_COMPLETO_WEB.pdf Acesso em: 18 abr. 2021.

ANNUAL REPORT. **Internacional seed federation seed is life**. 2019. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2019/12/Relatório_2019_INGLES_WEB.pdf Acesso em: 14 abr. 2021.

ANALYTICS, C. **Clarivate Analytics**. 2019. Disponível em: http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=7BuS6AZ6aewW1aZ9xPi&preferencesSave d=>. Acesso em: 28 jan. 2021.

AHLOOWALIA, B. S.; MALUSZYNSKI, M.; NICHTERLEIN, K. Global impact of mutation-derived varieties. **Euphytica**, v. 135, n. 2, p. 187- 204, 2004.

BARROS, V. L. N. S. Aveia preta - alternativa de cultivo no outono/inverno. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 10, n. 2, Jul-Dez, 2013.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J. M. Sementes: ecologia, biogeografia e evolução da dormência e germinação. San Diego: **Academic Press**, 2004.

BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (ed.). Origem e evolução de plantas cultivadas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2008.

BERNARDO, A. C.; EDUCAÇÃO, P. D. P. As Tic's no contexto da ead. **Revista TICs & EaD em Foco**. São Luís, v. 3, n. especial, mar. 2017.

BENECH-ARNOLD, R. L. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Res.**, v. 67, n. 2, p. 105-122, 2000.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. rev. e ampl. - Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.

BONOW, S., IORCZESKI, E. Banco Ativo de Germoplasma: trigo, cevada, triticale, aveia e centeio. **Embrapa Trigo-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**. 2008.

BENECH-ARNOLD, R.L., SÁNCHEZ, R.A., FORCELLA, F. et al. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. **Field Crops Research**, v. 67, p. 105- 122, 2000.

BONFANTE, N. O.; BRAMMER, S. P.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; LÂNGARO, N. C. Floral biology of *Avena strigosa*. **Embrapa Trigo-Artigo**, 2021.

BARETTA, D. R. **Obtenção de variabilidade genética em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) por meio de agentes mutagênicos químicos.** 60f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2018.

BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de plantas autógamias por hibridação.** 2013. In: BESPALHOK F., J.C.; GUERRA, E.P.; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. Disponível em <<http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%207.pdf>> Acesso em 10 mai. de 2019.

BERTAGNOLLI, P. F.; FEDERIZZI, L. C. Cruzamentos artificiais em aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 601-606, 1994.

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

BURLE, M.L.; MIELNICZUK, J.; FOCCHI, S. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant Soil**, 190:309-316, 1997.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Revista Agroecologia**, ano II, n.14, Botucatu - SP. 2002.

CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Evolução da cultura da aveia no Sul do Brasil. In: **Trigo e Soja**, Porto Alegre n. 102, p. 16-19, 1989.

CBPA, Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Indicações técnicas para cultura da aveia. Guarapuava: **Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária**, p. 82, 2006.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 6 - SAFRA 2020/21 - n. 8 - Oitavo levantamento. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em 10 jun. 2021.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 6 - SAFRA 2018/19 - n. 8 - Oitavo levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em 10 mai. 2019.

COVER, C.; FEDERIZZI, L. C.; PACHECO, M. T. Phenotypic and genotypic characterization agronomic traits in a population of recombinant inbred lines of oats (*Avena sativa* L.). **Ciência Rural**, v. 41, 573-579, 2011.

CHANDRA, A.; BHATT, R. K.; MISRA, L. P. Effect of Water Stress on Biochemical and Physiological Characteristics of Oat Genotypes. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 181, p. 45-48, 2008.

CHEN, C. **Manual do CiteSpace.** College of Computing and Informatics Drexel - Drexel University, p. 94, 2014.

CHEN, C.; DUBIN, R.; KIM, M. C. Emerging trends and new developments in regenerative medicine: a scientometric update (2000-2014). **Expert Opinion on Biological Therapy**, v. 14, n. 9, p. 1295-1317, 2015.

CRESTANI, M., DA SILVEIRA SILVEIRA, S. F., WOYANN, L. G., DE OLIVEIRA, A. C., DE CARVALHO, F. I. F. A hibridação no melhoramento genético da cultura da aveia-branca: técnicas e fatores que interferem na eficiência dos cruzamentos dirigidos. **Agropecuária Catarinense**, 23(3), 55-60. 2010.

CUI, Y.; LIU, Y.; MOU, J. Bibliometric analysis of organisational culture using CiteSpace. **South African Journal of Economic and Management Sciences**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2018.

COIMBRA, J. L.; IRAJA FELIX DE CARVALHO, F.; COSTA DE OLIVEIRA, A.; GONZALEZ DA SILVA, J. A.; LORENCETTI, C. Comparação entre mutagênicos químico e físico em populações de aveia. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, 2005.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

DIAS, D. C. F. S. Dormência em sementes: mecanismos de sobrevivência das espécies. **Seed news**, v. 9, n. 4, p. 24-28, 2005.

FALAGAS, M. E.; PITSOUNI, E. I.; MALIETZIS, G. A.; PAPPAS, G. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB Journal**, v. 22, n. 2, p. 338-342, fev., 2008.

FEHR, W. R. **Principles of cultivars development**. New York, Mac millan, p. 536, 1987.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. vol.35 no.6, p. 1039-1042, 2011.

FONTANELLI, R. S.; PIOVEZAN, A. J. Efeitos de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 691-697, mai., 1991.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. DOS; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 111, p. 2116-2120, 2009.

FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira. **Embrapa Trigo-Livro científico (ALICE)**, 2012.

FLOSS, E. L. **A cultura da aveia**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, (Boletim técnico, 1), p. 52, 1982.

GAUL, H.P.K., ULONSKA, E., ZUM WINKEL, C., et al. Micromutations influencing yield in barley-studies over nine generations. In: INDUCED MUTATIONS IN PLANTS. Pullman. **Proceedings**. Vienna, IAEA. p. 485-499, 1969.

GULDEN, R. H. et al. Secondary seed dormancy prolongs persistence of volunteer canola in western Canada. *Weed Sci.*, v. 51, p. 904-913, 2003.

HALLAUER, A. R. Evolution of plant breeding. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 11, n. 3, p. 197-206, 2011.

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

HENNING, L.; NEPOMUCENO, A. O desafio no desenvolvimento de plantas GM com novas características (TRAITS). **SeedNews**, Edição XXIV, 2020.

HORN, F. P. Cereals and Brassicas for Forage. In: HEATH, M. E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D. S. (Eds.). *Forages: The science of Grassland Agriculture*. 4º ed., p. 271-277, 1985.

IAPAR, **Instituto Agrônômico do Paraná**. 2019a. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1956> Acesso em: 11 mai. 2019.

IAPAR, **Instituto Agrônômico do Paraná**. 2019b. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/niapar61.pdf Acesso em: 11 mai. 2019.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2009.

Júnior, A. D., Carvalho, F. I. F. D., Neto, J. F. B., Federizzi, L. C. Agentes mutagênicos e a intensidade de variabilidade genética no caráter estatura de plantas de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciência Rural**, 24, 291-297. 1994.

KEHL, KASSIANA. **Dormência de sementes em germoplasma de aveia-preta**. 2021. 91 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2021.

KREMER, D. I. M. **Modelagem matemática da aveia direcionada a produção de forragem ligada a estímulos genéticos e ambientais**. Dissertação para título de Mestre em Modelagem Matemática. UNIJUÍ. p. 99, 2014.

LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. DE. Comissão Brasileira de Pesquisa em aveia: Indicações técnicas para cultura da aveia. 1st ed. Passo Fundo: **Editora UPF**, 2014, 136p.

LEHMEN, R. S.; FONTANELLI, R. S.; FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, v.44, n.7, jul, 2014.

LEGGETT, J. M. Chromosome and genomic relationships between the diploid species *Avena strigosa*, *A. eriantha* and the tetraploid *A. maroccana*. The genetical Society of Great Britain. **Heredity**, v. 80, p. 361-363, 1998.

LUCHE, H. S.; NORBERNH, R.; ROTHER, V.; OLIVEIRA, A. C. **Desenvolvimento da planta**. IN: Informações técnicas para a cultura da aveia. XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia Sociedade Educacional. – Três de Maio: SETREM, 2021. 190 p.

LUCCA-FILHO, O.A.; PORTO, M.D.M.; MAIA, M.S. Fungos em sementes de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam). e seus efeitos no estabelecimento da pastagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.142-147, 1999.

MARCHIORO, V. S., CARVALHO, F., OLIVEIRA, A., LORENCETTI, C., BENIN, G., SILVA, J., ... HARTWIG, I. Herdabilidade e correlações para caracteres de panícula em populações segregantes de aveia. **Current Agricultural Science and Technology**, 9(4). 2003.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: **ABRATES**, 2015.

MACHADO, L. A. Z. **Aveia: forragem e cobertura do solo**. Embrapa Agropecuária Oeste-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2000.

MAZURKIEVICZ, G. **O desempenho forrageiro de cultivares de aveia e a proposição de combinações para elevada produtividade com adaptabilidade e estabilidade**. Trabalho de conclusão de curso para Engenheiro Agrônomo. UNIJUÍ, 2014.

MANOVA, V. GRUSZKA, D. DNA damage and repair in plants – from models to crops. **Frontiers Plant Science**. 2015.

MCDANIEL, M. E.; KIM, H. B.; HATHCOCK, B. R. Approach Crossing of Oats (*Avena* spp.) 1. **Crop Science**, v. 7, n. 5, p. 538-540, 1967.

MILACH, S. C. K.; RINES, H. W.; PHILLIPS, R. L. Molecular genetic mapping of dwarfing genes in oat. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 95, p. 5-6, 2009.

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.

MENEZES, N. L.; MATTIONI, N. M. superação de dormência em sementes de aveia preta. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.18, n. 1, p. 108-114. 2011.

NETTO, O. V., LAURINDO, F. J. B. Uma análise cienciométrica da literatura de inteligência competitiva. **Production**, 25, 764-778. 2015.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J.R. Maturação de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.). II. Maturidade da panícula e da espiguetas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 29, n. 2, p.327-339, 1994.

NUNES, G. H. S; MELO, D. R. M; DANTAS, D. J; ARAGÃO, F. A. S; NUNES, E. W. L. P. Divergência genética entre linhagens de melão do grupo Inodorus. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 448-456, abr-jun, 2011.

PEREIRA, L. E. T.; HERLING, V. R. **Gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical**. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2016.

PETERSON, D. M. Physiology and development of the oat plant. In: MARSHALL, H.G; SORRELLS, M. E. Oat science and technology. ASA: Madison, 1998. p. 77-114.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977.

RAZERA, J. C. C. Contribuições da cienciometria para a área brasileira de Educação em Ciências. **Revista Ciência & Educação** (Bauru), v. 22, n. 3, p. 557-560, 2016.

RORISSA, A.; YUAN, X. Visualizing and mapping the intellectual structure of information retrieval. *Inf. Process. Manag.* 48, p. 120–135, 2012.

SANTOS, R. D. O. S; KOBASHI, N. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa brasileira em Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, p. 155-172, 2009.

SILVEIRA, G. D.; MOLITERNO, E.; RIBEIRO, G.; CARVALHO, F. I. F. D.; OLIVEIRA, A. C. D.; NORBERG, R.; MEZZALIRA, I. Variabilidade genética para características agrônômicas superiores em cruzamentos biparentais de aveia preta. **Bragantia**, Campinas v. 69, n. 4, p. 823-832, 2010.

SILVEIRA, D.C.; FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; REBESQUINI, R.; DALL'AGNOL, E.; PANISSON, F.T.; BOMBONATTO, M.C.P.; CEOLIN, M.E. Plantas de cobertura de solo de inverno em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Revista Plantio Direto & Tecnologia Agrícola**, v.29, n.173, p.18-23, 2020.

SILVEIRA, G. da. Characterization of variability generated by artificial hybridizations and mutations on characters of agronomical importance in black oats. 2009. 63 f. Dissertação (**Mestrado em Agronomia**) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

SOUZA, C. R. DE; OHLSON, O. DE C.; PANOBIANCO, M. Avaliação da viabilidade de sementes de aveia preta pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 57-62, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

UPF, **UPFA 21 Moreninha**. Disponível em: http://perguntaserespostas.com.br/aveia/images/stories/arquivos/upfa21_moreninha.pdf Acesso em 09 mai. 2019.

VIEIRA, G. S.; GOULART, L. R.; VIGLIONI, P. J. C. Modification of morphofolical traits of common beans through gamma-ray irradiation: Analysis of three consecutive generations. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 18, n.4, p. 599-604, 1995.

VILELA, L., MARTHA JUNIOR, G. B., MACEDO, M. C. M., MARCHÃO, R. L., GUIMARÃES JÚNIOR, R., PULROLNIK, K., & MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 46, 1127-1138. 2011.

ZIMMER, P. D. **Fundamentos da qualidade da semente**. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Orgs.). Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos. 3ªed., 2012. p.105-160.

YE, C. Bibliometrical analysis of international big data research: Based on citespace and VOSviewer. **International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery**, p. 927-932, 2018.