

Proposta de uma Solução para Avanços Científicos e Tecnológicos no Cultivo de Aveia: Uso de modelagem matemática e inteligência artificial na categorização das cultivares de aveia quanto a resistência genética e uso de fungicida

Eldair Fabricio Dornelles

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

Ijuí, RS, Brasil

eldair.dornelles@gmail.com

Resumo—A aveia branca é uma espécie cultivada em estação fria, o seu cultivo possui múltiplos propósitos, desde o uso para a sucessão e rotação de culturas, quebrando ciclo de pragas, até a produção de alimentos para consumo animal e humano, proporcionando produtos saudáveis, ricos em fibras e proteínas. O cultivo deste cereal vem crescendo ano após anos, impulsionado pelo aumento de consumidores cada vez mais exigentes, que procuram alimentos saudáveis em busca de melhor qualidade de vida. Com o aumento das áreas cultivadas com este cereal, passou a existir uma atenção especial em relação às pragas que atacam este cultivo, pois aumentou também o risco de surgimentos de epidemias, que podem causar perdas significativas em uma plantação. Dentre as doenças que atacam esta planta, as que mais se destacam são as doenças foliares, ferrugem-da-folha e mancha-amarela. Essas doenças danificam a área foliar da aveia, diminuindo assim a área responsável pela fotossíntese, em consequência, afetam na quantidade e a qualidade da produção. No Brasil existem diversas cultivares deste produto, sendo 23 recomendadas para cultivo. Neste trabalho é apresentada uma proposta para proporcionar avanços científicos e tecnológicos na ecofisiologia e manejo de aveia, para isso propõe-se a utilização de redes neurais artificiais e algoritmos genéticos, associados a modelagem matemática para realizar a categorização das 23 cultivares de aveia recomendadas para cultivo no Brasil, quanto ao nível de resistência às doenças foliares e uso de fungicida na elaboração de grãos mais saudáveis e com menores impactos ambientais

Palavras-chave: Avena Sativa; Puccinia Coronata; Drechslera Avenae; Otimização de Cultivo; Qualidade do Grão.

I. INTRODUÇÃO

A aveia é uma gramínea anual pertencente família Poaceae, cultivada e distribuída em seis continentes [15]. Dentre os demais cereais, ocupa o sétimo lugar em área de cultivo e produção mundial. É uma espécie que suporta muito bem as baixas temperaturas, porém apresenta fragilidade à ambientes húmidos, são melhores adaptadas nas áreas entre 35° e 50° de latitude no hemisfério norte e 20° a 40° de latitude no hemisfério sul [11]. O maior produtor mundial de aveia é a Rússia, já na América do Sul, os principais produtores são

Chile, Argentina e Brasil [4]. Na Figura 1 as faixas horizontais indicam a melhor região para cultura da aveia.

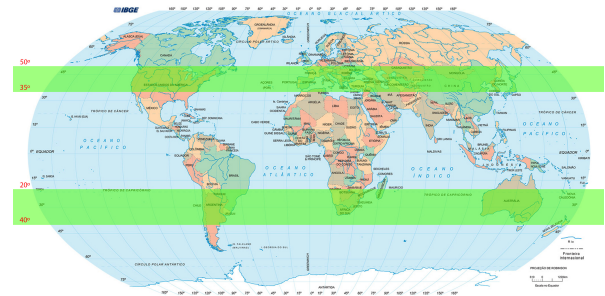


Figura 1. Áreas de melhor adaptação para cultivo da aveia

Atualmente no Brasil não se possui informações precisas sobre a área total de cultivo da aveia. Porém constata-se que a produção de aveia está concentrada na parte sul. Através da análise de dados históricos, pode-se notar que o estado do Rio Grande do Sul vem se destacando na produção deste cereal, tendo sido responsável por 61,6% da produção nacional no período de 2007 a 2011. Outro estado que se destaca é o Paraná, responsável por 36,9% da produção durante o mesmo período [4].

Com base no histórico de produção de aveia no Rio Grande do Sul, no período de 2006 a 2010, percebe-se que a microrregião geográfica de Ijuí era a maior produtora, sendo responsável por 23,3% da produção do estado, seguido pela microrregião de Cruz Alta com 19,6% e Passo Fundo, responsável por 13,5% da produção estadual.

No Rio Grande do Sul a aveia branca é uma excelente alternativa para cultivo de inverno e para o sistema de rotação de culturas, pois pode ser cultivada conforme a necessidade dos produtores, tendo em vista que é um cultivo de múltiplos propósitos. Oferece diversos produtos, tanto para alimentação

animal quanto para a alimentação humana. Na alimentação animal, destaca-se na produção de ração, feno e silagem. Já na alimentação humana fornece alimentos saudáveis, ricos em fibra e proteínas, dentre as quais se destaca a fibra beta-glucana, a qual auxilia na redução do colesterol LDL [6], e reduz os riscos de doenças cardíacas.

Tendo por base as propriedades nutricionais encontradas na aveia e os benefícios proporcionados na alimentação humana, impulsionado pela busca constante por alimentos mais saudáveis que possam proporcionar uma melhor qualidade de vida, constata-se que vem ocorrendo uma expansão gradual da área de cultivo deste cereal. Em paralelo surgiu também algumas preocupações referentes ao seu cultivo, as quais serão abordadas na próxima seção. O restante deste documento encontra-se organizado da seguinte forma: na seção II é abordado o problema. Na seção III é descrito a justificativa, e por fim na seção IV é apresentado a solução proposta.

II. PROBLEMA

Com o aumento das áreas cultivadas e a busca pela maior produtividade de grãos, surgiram também alguns riscos, tais como, epidemias de doenças foliares, principalmente devido a uniformidade genética da aveia em relação aos fungos causadores das doenças, e a contaminação do grão em consequência ao uso excessivo de fungicidas. Dentre as doenças foliares destacam-se a ferrugem (*Puccinia Coronata*), e a mancha amarela (*Drechslera avenae*), essas tem recebido uma atenção especial [14], tendo em vista que esses dois patógenos podem comprometer até 100% da produção em uma plantação. Dentre as doenças que atacam as cultura da aveia, a ferrugem-da-folha, é a mais destrutiva, esta doença é causada pelo fungo *Puccinia Coronata*, e a sua disseminação ocorre em todos os locais do mundo onde há o cultivo desta planta [2]. Este patógeno forma pústulas pequenas e ovais, e expõem uma massa alaranjada. Quando há severidade da doença, as plantas apresentam aspectos de folha queimada. Tal doença se manifesta com maior intensidade em ambientes com muita humidade e temperaturas médias entre 18° e 22° [5]. Na Figura 2 é apresentado a foto de uma folha com ferrugem.



Figura 2. Ferrugem da Folha (*Puccinia coronata*)

A segunda doença que mais afeta a cultura da aveia é a mancha amarela, esta doença é causada pelo fungo *Drechslera Avenae*, e passou a receber uma atenção especial devido ao

cultivo da aveia com foco na produção de grãos. A mesma ataca a folha da aveia, diminuindo a área de fotossíntese da planta, afetando diretamente na quantidade e na qualidade da produção de grãos. [3]. Na Figura 3 é apresentado a foto de uma folha com a mancha amarela.



Figura 3. Mancha Amarela (*Drechslera avenae*).

III. JUSTIFICATIVA

No Brasil existe uma grande variedade de cultivares de aveia, dentre elas, algumas possuem maior resistência aos patógenos que outras, isto ocorre em consequência da variação genética encontrada nessas cultivares. Porém tal resistência não é permanente, devido a constante evolução dos fungos causadores das doenças foliares. Sendo assim a forma mais eficiente de combater tais doenças e proporcionar melhores rendimentos de grãos, passa a ser o uso de fungicidas.

No entanto o uso de fungicidas não pode ser considerado o único meio de conter as doenças e melhorar a produção, tendo em vista que a aveia é um produto consumido *in natura*, e o uso indiscriminado de fungicida na produção da aveia pode acarretar em um produto com alto teor de toxinas, as quais posteriormente podem gerar sérios problemas de saúde aos consumidores [13]. Tais problemas de saúde podem surgir em questão de meses, anos ou após décadas. Dentre esses problemas pode-se citar o surgimento de cânceres, malformação congênita, distúrbios endócrinos e neurológicos [12].

No meio ambiente, o uso exagerado de agrotóxicos possui grande potencial de atingir o solo e as águas, principalmente devido aos ventos que podem espalhar o produto por quilômetros, e as chuvas que lavam as folhas tratadas, carregam o fungicida pelo solo, podendo chegar até os lençóis freáticos ou rios, provocando sérios danos a flora e a fauna [10].

IV. SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta consiste em realizar a caracterização das cultivares de aveia branca, classificando-as em grupos de resistência às doenças foliares, considerando as condições meteorológicas e diferentes números de aplicações de fungicidas.

Será acompanhado todo o processo de cultivo das 23 cultivares, desde a separação das sementes para o plantio, aplicação de fungicida, surgimento dos fungos causadores das doenças foliares, até a colheita e verificação da quantidade e qualidade da produção.

Fazendo uso dos dados coletados, pretende-se identificar padrões de informações, visando gerar modelos de previsibilidade do progresso da doença pelas condições climáticas e o nível de dano sobre a produtividade.

Para tal, pretende-se realizar uma modelagem matemática através dos dados reais obtidos, utilizando métodos estatísticos de regressão linear, regressão linear múltipla, regressão polinomial, e regressão de adaptabilidade e estabilidade. Tais métodos de regressão tem sido muito utilizados em diversos trabalhos aplicados a agricultura. Dentre os diversos trabalhos que fazem a utilização destes métodos pode-se citar aqui o trabalho de Mantai et al. (2015), neste trabalho foi utilizado regressões lineares para estimar a produtividade de biomassa dia^{-1} em aveia pelo uso de doses de N-fertilizante [9].

Para a geração do modelo de previsibilidade será também utilizado duas técnicas de inteligência artificial, redes neurais artificiais, e algoritmos genéticos. Ambas as técnicas podem ser utilizadas na busca de soluções em diversos problemas de otimização e categorização de variáveis, conforme pode se perceber através do trabalho desenvolvido por Leal et al. (2015), os quais utilizaram redes neurais artificiais para prever a produtividade de grãos de milho a partir de atributos do solo. O algoritmo de treinamentos utilizado foi o *resilient propagation*, e conforme afirmaram os autores, a adoção de RNAs permite melhor predição da produtividade de grãos. [8].

Tendo conhecimento dos recursos oferecidos pelos métodos matemáticos e técnicas de inteligência artificial apresentados nesta seção, pretende-se utilizar estes para a categorização das 23 cultivares de aveia branca, e gerar informações que auxiliem os produtores nas tomadas de decisões no manejo desta cultura buscando limitar ao máximo o uso de fungicidas. Obtendo assim, produtos de melhor qualidade, mais saudáveis e reduzindo os índices de agressão ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1] Felipe Batistella Filho, Manoel Evaristo Ferreira, Roberval Daiton Vieira, Mara Cristina Pessôa da Cruz, Maria Aparecida Pessôa da Cruz Centurion, Thiago de Barros Sylvestre, and Juan Gabriel Cristhoffer Lopes Ruiz. Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48:783 – 790, 07 2013.
- [2] Renata Pereira da Cruz, Luiz Carlos Federizzi, and Sandra Cristina Kothe Milach. Genética da resistência à ferrugem-da-folha em aveia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36:1127 – 1132, 09 2001.
- [3] Cinara Sabadin DAGNEZE, Nathalia Sabino RIBAS, and Vanessa BECKER. Indicações técnicas para a cultura da aveia. *XXXIV Reunião da comissão brasileira de pesquisa em aveia.*, 2014.
- [4] Claudia DE MORI, Renato Serena FONTANELI, and Henrique Pereira DOS SANTOS. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. page 26, 2012.
- [5] C.A. FORCELINI, E.M. REIS, and E. L. FLOSS. Indicações técnicas para a cultura da aveia (grãos e forrageira). *Palestras. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia.*, 2008.
- [6] Maraisa Crestani Hawerth, Fernando Irajá Félix de Carvalho, Antonio Costa de Oliveira, José Antonio Gonzalez da Silva, Luiz Carlos Gutkoski, João Francisco Sartori, Leomar Guilherme Woyann, Rosa Lía Barbieri, and Fernando José Hawerth. Adaptability and stability of white oat cultivars in relation to chemical composition of the caryopsis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48:42 – 50, 01 2013.
- [7] E. M. Kolchinski and L. O. B. Schuch. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1033 – 1038, 12 2003.
- [8] Aguinaldo José Freitas Leal, Eder Pereira Miguel, Fabio Henrique Rojo Baio, Danilo de Carvalho Neves, and Ulcilea Alves Severino Leal. Redes neurais artificiais na predição da produtividade de milho e definição de sítios de manejo diferenciado por meio de atributos do solo. *Bragantia*, 74:436 – 444, 12 2015.
- [9] Rubia D. Mantai, José A. G. da Silva, Airam T. Z. R. Sausen, Juliane S. P. Costa, Sandra B. V. Fernandes, and Cassiane Ubessi. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19:343 – 349, 04 2015.
- [10] Josino C. Moreira, Silvana C. Jacob, Frederico Peres, Jaime S. Lima, Armando Meyer, Jefferson J. Oliveira-Silva, Paula N. Sarcinelli, Darcilio F. Batista, Mariana Egler, Mauro V. Castro Faria, Alberto José de Araújo, Alexandre H. Kubota, Mônica de O. Soares, Sergio R. Alves, Cláudia M. Moura, and Rosane Curi. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência e Saúde Coletiva*, 7:299 – 311, 00 2002.
- [11] J. Paul MURPHY and L. A. HOFFMAN. The origin, history, and production of oat. in: Marsahal, h. g. sorrells. m. e (ed.) oat science and technology. pages 1–28, 1992.
- [12] Wanderlei Pignati, Noemi Pereira Oliveira, and Ageo Mário Cândido da Silva. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. *Ciência e Saúde Coletiva*, 19:4669 – 4678, 12 2014.
- [13] Priscila Pauly RIBAS and Aida Teresinha Santos. MATSUMURA. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. *Revista Liberato, Novo Hamburgo*, v. 10, n. 14, p. 149-158, jul./dez. 2009 , 2009.
- [14] Eduardo Alano Vieira, Fernando Irajá Félix de Carvalho, Márcia Soares Chaves, Antonio Costa de Oliveira, Ivandro Bertan, Andreza Figueirola Martins, Irineu Hartwig, Giovani Benin, Igor Pirez Valério, and Daniel Andrei Robe Fonseca. Padrão de resistência de genótipos de aveia à ferrugem-da-folha na definição de hibridções. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:607 – 614, 04 2006.
- [15] Fernanda Hart Weber, Luiz Carlos Gutkoski, and Moacir Cardoso Elias. Caracterização química de cariopses de aveia (*Avena sativa* L.) da cultivar UPF 18. *Food Science and Technology (Campinas)*, 22:39 – 44, 01 2002.