



Desenvolvimento tecnológico do triticale: panorama da produção acadêmica e dos depósitos de patentes

Francisco Sperotto Flores

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Brasil

E-mail: francisco.flores@iffarroupilha.edu.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9647-1875>

Ricardo Tadeu Paraginski

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Brasil

E-mail: ricardo.paraginski@iffarroupilha.edu.br, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4568-5245>

ISSN 2448-0479. Submetido em: 04 fev. 2025. Aceito: 03 fev. 2026.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.121.6-14>

Resumo

O triticale (X. *Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal híbrido desenvolvido com o propósito de associar as propriedades panificáveis do trigo à rusticidade do centeio. Embora se configure como uma cultura de múltiplo propósito com vantagens comparativas em relação a outros cereais, seu mercado é marginal. Este artigo tem o objetivo de apresentar a prospecção tecnológica sobre o triticale a fim de apresentar um panorama sobre o desenvolvimento tecnológico relacionado à cultura e suas principais aplicações buscando identificar possíveis alternativas para o desenvolvimento do mercado. Os resultados apontam para a concentração dos registros de patentes em áreas relacionadas aos tratamentos culturais e a dependência da cadeia produtiva com o desenvolvimento tecnológico de outros cereais. A predominância de registros nestas áreas pode ser indicativa do baixo grau de interesse econômico ou na baixa aceitação pelo mercado dos produtos derivados do triticale.

Palavras-chave: prospecção tecnológica; patentes; inovação agrícola; desenvolvimento de cultivares.

Abstract

Technological development of triticale: overview of academic production and patent filings

Triticale (X. *Triticosecale* Wittmack) is the first hybrid cereal developed to combine the bread-making properties of wheat with the rusticity of rye. Although it is configured as a multipurpose crop with comparative advantages over other cereals, its market remains marginal. This article aims to present the technological forecasting on triticale, providing an overview of the technological development related to the crop and its main applications, and identifying possible alternatives that can outline future opportunities for market development. Results indicate a concentration of patent filings in cultural treatments and the dependence of the production chain on the technological development of other cereals. The predominance of registrations in these areas may suggest the low economic interest or market acceptance of triticale products.

Keywords: technological forecasting; patents; agricultural innovation; cultivar development.

Resumen

Desarrollo tecnológico del triticale: panorama de la producción académica y de los depósitos de patentes

El triticale (X. *Triticosecale* Wittmack) es el primer cereal híbrido desarrollado para combinar las propiedades panificables del trigo con la rusticidad del centeno. Aunque se configura como un cultivo de uso múltiple con ventajas comparativas sobre otros cereales, su mercado sigue siendo marginal. Este artículo tiene como objetivo presentar una prospectiva tecnológica sobre el triticale, proporcionando una visión general del desarrollo



tecnológico relacionado con el cultivo y sus principales aplicaciones, e identificando posibles alternativas que puedan delinear oportunidades para el desarrollo del mercado. Los resultados indican una concentración de depósitos de patentes en tratamientos culturales y la dependencia de la cadena de producción del desarrollo tecnológico de otros cereales. La predominancia de registros en estas áreas puede sugerir un bajo interés económico o una limitada aceptación en el mercado de los productos derivados del triticale.

Palabras clave: prospectiva tecnológica; patentes; innovación agrícola; desarrollo de cultivares.

Introdução

O triticale (*X. Triticosecale* Wittmack) é o primeiro cereal híbrido desenvolvido a partir do cruzamento entre o trigo (*Triticum aestivum* L.) e o centeio (*Secale cereale* L.), com o propósito de associar as propriedades panificáveis do trigo à rusticidade do centeio. O cereal constitui uma alternativa à cultura do trigo, devido à sua produtividade elevada, tolerância a solos ácidos e aos tratos culturais relativamente mais simples em virtude da sua rusticidade (Steiner et al., 2011).

Ao longo do tempo, foi implementado um conjunto de metodologias de melhoramento da cultura para selecionar as características desejáveis para fins específicos e a seleção de cultivares com tolerância pré-colheita melhorada à germinação (McGoverin et al., 2011). Esse processo desencadeou a exploração da cultura, que engloba desde a panificação até a alimentação animal e a produção de biocombustíveis.

O foco do desenvolvimento tecnológico da cultura reside na capacidade de a cadeia produtiva agregar valor aos produtos derivados do cereal. Embora se configure como uma cultura de múltiplo propósito com vantagens comparativas em relação a outros cereais, como sua rusticidade, produtividade e valor nutricional, o mercado brasileiro do triticale é marginal. Boa parte da sua produção é consumida nas próprias propriedades produtoras como ração animal, de forma que a comercialização tende a ser em cadeias curtas e com demanda de amplitude regionalizada (De Mori; Nascimento Junior; Miranda, 2014).

O mercado marginal reflete-se nos dados globais: enquanto a produção mundial do trigo durante o período 2019-2021 foi de aproximadamente 760 milhões de toneladas/ano em uma área de 217 milhões de hectares, a produção do triticale no mesmo período foi de cerca de 14,7 milhões de toneladas, em uma área de 3,8 milhões de hectares (FAO, 2024). No Brasil, a área cultivada com o cereal apresentou um declínio considerável nas últimas duas décadas, passando de aproximadamente 135 mil hectares em 2005 para cerca de 38 mil hectares em 2022.

A variabilidade no interesse do cultivo do triticale pode ser explicada pela sua associação à disponibilidade e preços de outros cereais e fontes de alimentação animal. Globalmente, a produção e preços do triticale estão associados aos preços e disponibilidade do trigo. No Brasil, o estímulo ao cultivo também está associado ao comportamento de preços e oferta disponível do milho (De Mori; Nascimento Junior; Miranda, 2014).

Apesar dos desafios relacionados ao desenvolvimento do mercado devido à concorrência com outras culturas, oscilações de preço e uma cadeia produtiva não consolidada, as características distintivas do triticale lhe garantem vantagens comparativas que podem ter elevado potencial econômico como cultura alternativa às opções tradicionais, matéria prima para combustíveis alternativos e o desenvolvimento de produtos com elevado teor de nutrientes.

Diante das possibilidades de desenvolvimento associados à cultura, este artigo tem o objetivo de apresentar a prospecção tecnológica sobre o *X. Triticosecale* Wittmack, com o intuito de traçar um panorama sobre o desenvolvimento tecnológico relacionado à cultura e suas principais aplicações. A ênfase do trabalho está em identificar o registro de patentes de tecnologias e produtos derivados da cultura de forma a subsidiar produtores e demais atores das cadeias produtivas agroindustriais quanto a possíveis alternativas que possam delinear oportunidades futuras de desenvolvimento econômico e social.

Para apresentar os resultados da prospecção tecnológica, o artigo está estruturado em quatro seções a partir desta introdução. Na seção Material e métodos estão descritos os procedimentos e materiais utilizados durante o processo de prospecção. Na seção Resultados, são apresentadas as características da produção acadêmica e dos registros de patentes sobre o triticale. Finalmente, na última seção - Considerações finais - estão presentes as considerações finais, limitações da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

Material e métodos

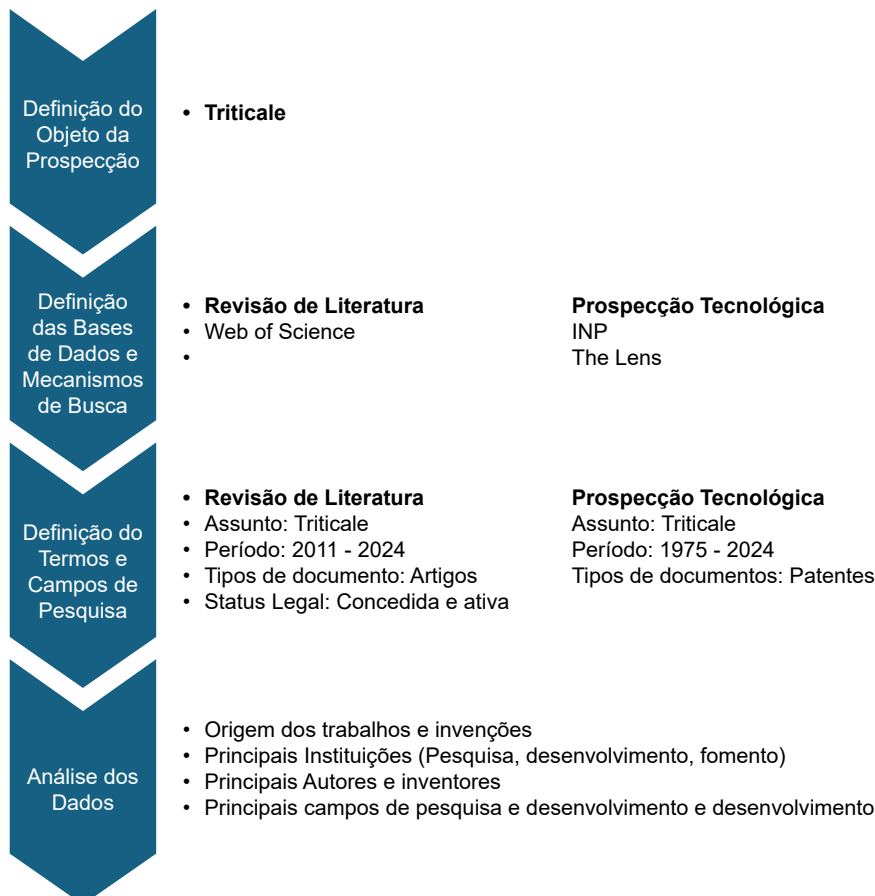
Neste trabalho a prospecção tecnológica foi realizada em duas etapas. Na primeira, foi realizado o levantamento sistemático da literatura sobre o tritcale por meio da base de dados Web of Science, a partir da busca simples pelo termo “tritcale”. A coleta de dados foi realizada durante os meses de outubro e novembro de 2023. Os procedimentos adotados seguiram as recomendações de Tranfield, Denyer e Smart (2003) para a coleta, tratamento e análise das informações. O estudo realizou recorte temporal a partir do ano de 2011, considerando a anterioridade do trabalho realizado por McGoverin et al. (2011). No levantamento foi possível obter informações como os principais pesquisadores, Instituições de ensino, pesquisa e de fomento à inovação, além de características dos estudos a fim de verificar as abordagens metodológicas, os principais produtos desenvolvidos e inferir quais são as principais áreas de interesse no desenvolvimento da pesquisa e inovação sobre o tritcale.

A partir da análise das características da produção acadêmica sobre o tritcale, o estudo passou à prospecção tecnológica com base na análise de patentes concedidas para produtos e tecnologias voltados para a produção de derivados de tritcale. As bases de dados consultadas foram o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e o agregador de conteúdo The Lens. A pesquisa foi deliberadamente limitada aos registros concedidos e ativos.

O The Lens é uma ferramenta que agrega trabalhos acadêmicos e registros de patentes globais dos principais escritórios de patentes como a World Intellectual Property Organization (WIPO), o European Patent Office (EPO) e o United States Patent and Trademark Office (USPTO) de forma gratuita. A escolha por esta ferramenta agregada, em detrimento da consulta individual aos escritórios de patentes que também disponibilizam acesso livre, se deu pela facilidade na consulta e análise conjunta dos registros.

O processo de prospecção realizado no estudo foi sintetizado na figura 1. O detalhamento do processo e a análise das informações são apresentados na próxima seção.

Figura 1 - Processo de prospecção tecnológica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

de técnicas como a seleção artificial, a hibridização e a androgênese. Além de explorar a rusticidade do cereal, estes trabalhos buscam comparar o desenvolvimento de campo das culturas bem como a adaptação das espécies às condições ambientais diversas, às diferentes condições de fertilidade do solo e disponibilidade hídrica, além da resposta aos tratos culturais no processo de germinação, desenvolvimento vegetativo e resultado produtivo destas culturas.

O triticale é um cereal com grande potencial energético, que pode ser convertido em produtos químicos e biocomponentes (Szempliński et al., 2021). Esse potencial reflete uma segunda linha de interesse das pesquisas sobre triticale que busca o desenvolvimento de biocombustíveis do grão, do amido e celulose do cereal. Uma terceira linha de trabalhos relatou estudos voltados ao uso do triticale como alimentação animal onde são avaliadas as suas propriedades quando fornecidas como grão, forragem, feno ou palha. De forma associada aos trabalhos voltados à avaliação da cultivar como trato animal, o quarto campo de pesquisa busca avaliar as vantagens nutricionais e agrônômicas do triticale com o propósito de melhorar o seu potencial de panificação bem como o interesse do mercado em produtos alimentícios derivados de cereais alternativos.

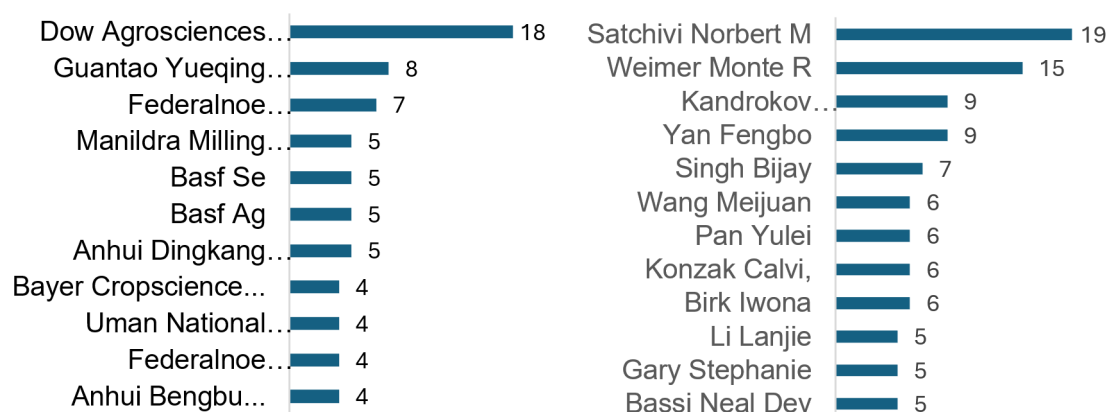
Para a identificação dos registros de patentes sobre aplicações do triticale foi realizada a prospecção tecnológica sobre os registros de patentes registrados no INPI e no agregador de conteúdo The Lens. A busca inicial utilizou o termo “triticale” utilizando os campos de busca referentes ao título e resumo das patentes. A pesquisa foi limitada aos registros concedidos e ativos. A amostra inicial foi composta de um total de 181 documentos patentários, sendo que apenas 3 documentos foram identificados nos registros de patentes do INPI. A consulta identificou 134 famílias de patentes que consistem nas patentes referentes a uma mesma invenção concedidas em diferentes países, cuja prioridade é daquela que tem o depósito mais antigo (INPI, 2024).

Os registros de patentes ativos foram concedidos a partir do ano de 1995. Na análise temporal, embora possa ser verificado uma tendência de alta no número de registros relacionados ao triticale ela não é constante na comparação anual, havendo em média dez registros de patentes ao ano.

Quanto à origem dos registros de patente ativas destacam-se a China, Rússia, Estados Unidos, Ucrânia, Austrália e Canadá, que concentram cerca de 84% dos registros. Além dos registros em escritórios locais, cerca de 5% das patentes identificadas foram registradas no âmbito de acordos como o Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT), *European Patents* e o *Eurasian Patents* que permitem que os inventores busquem o registro de patentes em vários países simultaneamente.

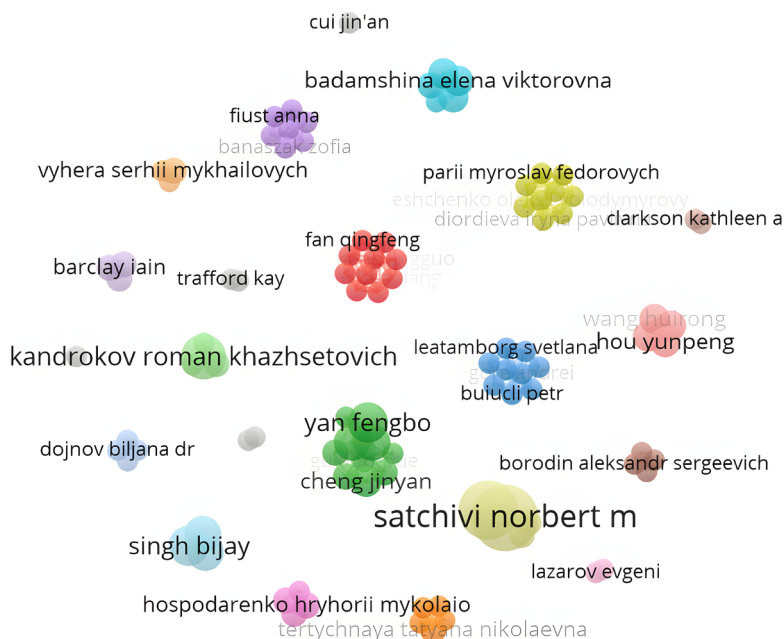
Entre os inventores e detentores de patentes, se destacam empresas multinacionais do setor agroquímico (Dow, Basf e Bayer), conglomerados agroindustriais chineses como a Guantao Yueqing Agricultural Tech e a Anhui Huaxiang Foodstuffs, além de universidades e centros de pesquisa Russos e Ucrânicos (Figura 3).

Figura 3 - Principais inventores e detentores de patentes ativas.



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Para verificar a rede de colaboração entre os inventores foi considerada a invenção desenvolvida por dois ou mais inventores, onde o tamanho do nó define o papel do inventor dentro da sua rede de colaboração, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Rede de colaboração de inventores com patentes ativas.

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Embora a análise tenha identificado 21 redes de colaboração entre os inventores não foi possível observar a existência de interação entre as redes. A baixa densidade e ausência de interação entre os grupos de indicam a fragmentação da pesquisa tecnológica em triticales. A carência de conexões e de nós intermediários limita a difusão eficiente de conhecimento entre as instituições e a exploração de novas oportunidades tecnológicas (De Oliveira et al., 2023). A presença de múltiplos componentes desconexos com baixa densidade e ausência de ligação entre os grupos de pesquisa caracteriza uma fragmentação associada a menor circulação de conhecimento e a menor desempenho colaborativo. Equipes mais diversas geograficamente e com autores de alta centralidade tendem a alcançar maior influência, o que sugere que a falta de nós intermediários e de pontes limita a difusão tecnológica em triticales (Plex Sulá et al., 2024).

A posição dos indivíduos está relacionada aos detentores de patentes e os domínios tecnológicos. Observa-se um nó central associado ao inventor Satchivi Norbert, responsável pelo desenvolvimento de patentes de defensivos agrícolas detidas por empresas como a Corteva e a Dow Agrosciences e registradas na China, Austrália, Canadá, Estados Unidos e Ucrânia. Das 19 patentes mapeadas para o inventor, 15 foram desenvolvidas em parceria com Wimer Monte, o segundo com maior número de registros de patentes identificado na pesquisa (Figura 3). A centralidade destes pesquisadores reforça a tendência de dependência tecnológica em nichos específicos, em vez de uma colaboração ampla para o desenvolvimento de novos produtos.

Para a identificação da base tecnológica dos registros de patentes foi consultada a Classificação Cooperativa de Patentes (CPC), apresentadas na Tabela 1. Entre as áreas tecnológicas se destacam a preservação de corpos humanos, animais, plantas ou partes destes corpos, que inclui biocidas, pesticidas e herbicidas, além dos repelentes de pragas e reguladores de crescimento de plantas (44 patentes) e as patentes relacionadas a composição, propagação, manutenção, mutação e técnicas de reprodução de plantas por cultura de tecidos de microorganismos ou enzimas (31 patentes).

A análise comparativa entre os registros de patente e a literatura acadêmica sobre o triticales denota um descasamento entre as principais áreas de interesse da produção acadêmica e a conversão desta produção em aplicações patenteáveis derivadas do cereal. Embora haja pesquisas voltadas à identificação de novas aplicações para o cereal, como o uso em rações e produção de biocombustíveis, o mapeamento do CPC indica que a proteção por meio de patentes está concentrada nos tratamentos culturais e não nos produtos. O direcionamento acadêmico evidencia um potencial que nem sempre se traduz em invenções patenteáveis, limitando tanto o potencial de mercado quanto o número de registros de patentes associados ao triticales.

Este descompasso pode ser entendido à luz do modelo proposto por Kortum (1997) que demonstra que ao longo do tempo à medida que se amplia a pesquisa sobre um determinado tema, o número de invenções

patenteáveis viáveis não cresce de forma proporcional ao desenvolvimento do campo de pesquisa. No contexto da pesquisa agrícola, o trabalho de Clancy e Moschini (2017) reforça essa ideia. A natureza cumulativa e material da inovação agrícola, combinada com a dinâmica institucional dos regimes de proteção de propriedade intelectual cria fricções que limitam a tradução do conhecimento acadêmico em registros de propriedade intelectual efetivos e comercialmente viáveis. Desta forma, o padrão observado nos clusters, forte ênfase em melhoramento genético e exploração de aplicações, principalmente no desenvolvimento de biocombustíveis e rações, aponta para um núcleo de inovação acadêmica promissor, mas sujeito a barreiras institucionais e acadêmicas que limitam a capacidade de conversão da pesquisa acadêmica em pedidos de patentes.

Tabela 1 - Principais classes de patentes relacionadas ao tritcale.

Código CPC	Definição	Documentos
A01H5/10	Sementes.	14
A01N37/18	Biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas contendo compostos orgânicos contendo um átomo de carbono, tendo três ligações a heteroátomos com no máximo duas ligações a halogênio contendo o grupo — CO— N rlinkt, p. ex. amidas ou imidas de ácido carboxílico; Tioanálogos das mesmas.	9
A01N43/40	Biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas contendo compostos heterocíclicos – anéis de seis membros.	25
A01N43/54	Biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas contendo compostos heterocíclicos - 1,3-Diazinas; 1,3-Diazinas-hidrogenadas.	10
A23V2002/00	Ingredientes alimentares, função de ingredientes alimentares e processos utilizados na preparação de alimentos, bem como ao uso de bactérias ácido lácticas ou propiônicas em alimentos ou na preparação de alimentos.	11
A61P13/00	Fármacos para o tratamento de distúrbios do sistema urinário – diuréticos.	8
C12N15/8274	Microorganismos ou enzimas; composições relacionadas; propagação, preservação ou manutenção de microorganismos; mutação ou engenharia genética; meios de cultura - para resistência a herbicidas.	10
C12N15/8278	Microorganismos ou enzimas; composições relacionadas; propagação, preservação ou manutenção de microorganismos; mutação ou engenharia genética; meios de cultura – Sulfonylurea.	7
C12N9/88	Microorganismos ou enzimas; composições relacionadas; propagação, preservação ou manutenção de microorganismos; mutação ou engenharia genética; meios de cultura – Liasas.	7

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa.

Considerações finais

A prospecção mostrou um baixo número de patentes concedidas tanto no Brasil quanto nos principais escritórios de patentes do mundo. Tanto os registros de patentes quanto a literatura sobre o tritcale foram desenvolvidos em sua maior parte em países do hemisfério norte com clima continental ou temperado, caracterizados por invernos rigorosos.

Alguns dos fatores que podem explicar o baixo número de registros são o tempo entre o depósito, exame e concessão, o custo elevado para depósito e manutenção do registro, a dinâmica de mercado além dos incentivos econômicos para o registro. O tempo decorrido entre o depósito e a concessão de uma patente varia de acordo com a complexidade da invenção, legislação vigente, estrutura do escritório de patentes. Essa dinâmica estrutural pode influenciar a forma como o desenvolvimento do campo de pesquisa se reflete no número de invenções patenteáveis viáveis ao longo do tempo. Além disso, dependendo da dinâmica do mercado e do desenvolvimento dos campos de pesquisa em paralelo, podem ser desenvolvidas tecnologias que tornem obsoleta uma invenção, fazendo com que um registro de patente depositado ou mesmo concedido venha a ser cancelado.

A identificação dos principais agentes de pesquisa e inovação permitiu verificar os principais centros de desenvolvimento, os pesquisadores e inventores que desenvolvem trabalhos relacionados à cultura do tritcale. Este mapeamento traz uma ideia de como se dá a dinâmica das redes de colaboração e a interrelação entre os principais centros de pesquisa, pesquisadores e empresas do setor.

Embora a China, Estados Unidos e Canadá se destaquem tanto nos trabalhos desenvolvidos, é possível verificar divergência entre a origem da produção acadêmica e dos depósitos. Enquanto a produção acadêmica está centrada em universidades e centros de pesquisa poloneses e alemães, os depósitos de patentes estão concentrados em empresas e centros de pesquisa localizados na China, a Rússia e a Ucrânia. Esta divergência da forma de comunicação dos resultados dos estudos mapeados (patente x artigo) pode ser atribuída às políticas de pesquisa e inovação vigentes que associadas aos fatores estruturais e de mercado podem favorecer a proteção intelectual dos inventos por meio de patentes em determinados mercados.

A concentração dos registros de patentes em áreas relativas ao desenvolvimento de fertilizantes, herbicidas e defensivos agrícolas (A01N e C12) denota a dependência da cadeia produtiva do triticales com a de cereais como o trigo e o centeio uma vez que estes produtos também são utilizados nos tratamentos culturais. Embora na análise da literatura também se verificou a concentração dos estudos em aspectos do desenvolvimento de campo da cultura a falta de padronização dos termos utilizados para determinar a área de concentração dos periódicos, a temática e palavras chaves utilizadas pelos estudos analisados, trouxe uma maior variedade de descritores dos estudos, o que dificultou a análise e o aprofundamento da literatura de acordo com a temática dos estudos.

A predominância de registros nestas áreas pode ser indicativa do baixo grau de interesse econômico ou na baixa aceitação pelo mercado nos produtos derivados do triticales. Estudos futuros podem aprofundar a análise dos registros de patentes e da literatura, em especial os trabalhos que apresentam testes de processos e produtos derivados do triticales, a fim de verificar a resposta dos testes sensoriais e do desempenho de produtos relatados na literatura científica. A literatura também poderá se estender à análise para patentes pendentes, expiradas, inativas ou descontinuadas a fim de verificar a existência de tecnologias em processo de patenteamento ou que já pertencem ao domínio público.

Referências

CLANCY, Matthew S.; MOSCHINI, GianCarlo. Intellectual Property Rights and the Ascent of Proprietary Innovation in Agriculture. **Annual Review of Resource Economics**, v. 9, n. 1, p. 53–74, 5 out. 2017.

DE MORI, C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MIRANDA, M. Z. de. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura de triticales no mundo e no Brasil. In: **Documentos online**, 150. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014.

DE OLIVEIRA, Magnólia Abreu et al. Innovations in organic agriculture: systematic and bibliometric review of literature. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 2, 2023.

FAO. **FAOSTAT Database**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 19 fev. 2024.

INPI. **Patentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes>. Acesso em: 15 jan. 2024.

KORTUM, Samuel S. Research, Patenting, and Technological Change. **Econometrica**, v. 65, n. 6, p. 1389–1419, 1997.

MCGOVERIN, Cushla M. et al. A review of triticales uses and the effect of growth environment on grain quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 7, p. 1155–1165, 2011.

PLEX SULÁ, Aaron I. et al. What traits of collaboration networks are associated with project success? The case of two CGIAR agricultural research programs for development. **Agricultural Systems**, v. 219, 1 ago. 2024.

STEINER, Fabio et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticales. **Ciência Rural**, v. fev, n. 2, p. 200–204, 2011.

SZEMPLIŃSKI, Władysław et al. Energy optimization in different production technologies of winter triticales grain. **Energies**, v. 14, n. 4, 2 fev. 2021.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.

WALTMAN, Ludo; VAN ECK, Nees Jan; NOYONS, Ed C. M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. **Journal of Informetrics**, v. 4, n. 4, p. 629–635, out. 2010.