

DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA DO TRIGO: NOVA PREOCUPAÇÃO PARA A QUALIDADE DO CEREAL NO CONSUMO HUMANO

Eluane Parizotto Seidler^{1*}, João Pedro Velho², Luciana Fagundes Christofari³,
Paulo Sérgio Gois Almeida⁴, Tanice Andreatta⁵

SAP 21203 Data envio: 30/11/2018 Data do aceite: 08/02/2019
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, jul./set., p. 200-208, 2019

RESUMO - Uma alternativa, empregada pelos produtores do cereal trigo, para garantir produtividade é a aplicação de herbicidas dessecantes na pré-colheita. No entanto, essa prática pode acarretar na contaminação química do produto colhido. Diante do exposto, objetivou-se com a presente revisão, fazer um levantamento, a partir de estudos científicos, sobre o efeito da dessecação na pré-colheita do trigo com o uso de herbicidas, na qualidade fisiológica dos grãos de trigo destinados ao consumo humano e animal. No Brasil, a região Sul tem a maior área cultivada com este cereal, 1.714 milhões de hectares em 2017. Nos últimos anos os produtores rurais, a fim de minimizar a deterioração da qualidade dos grãos no campo e garantir a produtividade, passaram a adotar a prática de aplicação de herbicidas dessecantes na pré-colheita. Entretanto, essa prática pode resultar no transporte dos produtos químicos até os grãos ou sementes, resultando na contaminação química do produto final, onde, em sua grande maioria é destinado à produção de farinha. Os resultados da revisão bibliográfica são heterogêneos, apresentando em alguns casos efeitos negativos da dessecação em pré-colheita aos grãos e/ou sementes, enquanto em outros não existe a mesma constatação. Dessa forma, o produtor sempre que utilizar um defensivo agrícola, deve seguir o receituário agrônomo, bem como ficar atento às indicações da bula do produto, de modo a respeitar as doses e período de carência entre aplicação e colheita. Ainda há a necessidade de técnico especializado, necessidade de tal procedimento, viabilidade em determinada localidade, registro dos produtos químicos para este fim e se estes deixam resíduos nos grãos que possam comprometer a saúde humana.

Palavras-chave: *Triticum* sp., estágio de maturidade, grão, herbicida.

ABSTRACT - One alternative employed by wheat cereal producers to ensure productivity is the application of pre-harvest desiccant herbicides. However, this practice can lead to chemical contamination of the harvested product. Given the above, the objective of this review was to make a survey, based on scientific studies, on the effect of desiccation on wheat pre-harvest with herbicides, on the physiological quality of wheat grains intended for human consumption and animal. In Brazil, the southern region has the largest area cultivated with this cereal, 1.714 million hectares in 2017. In recent years, farmers, in order to minimize deterioration of grain quality in the field and ensure productivity, have adopted the practice of pre-harvest desiccant herbicide application. However, this practice may result in the transportation of chemicals to grains or seeds, resulting in chemical contamination of the final product, where most of it is intended for flour production. The results of the literature review are heterogeneous, presenting in some cases negative effects of pre-harvest desiccation on grains and/or seeds, while in others there is no such finding. Thus, the producer whenever using a pesticide, must follow the agronomic prescription, as well as be aware of the directions on the product labeling, in order to respect the doses and grace period between application and harvest. There is still a need for a specialized technician, need for such a procedure, feasibility in a particular location, registration of chemicals for this purpose and whether they leave residues in grains that may compromise human health.

Keywords: *Triticum* sp., stage of maturity, grain, herbicide.

¹Professora Substituta, Departamento de Administração, Av. Independência, 3751 - Vista Alegre, CEP 98300-000, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: eluanepseidler@gmail.com. *Autora para correspondência.

²Professor Associado II, Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751 - Vista Alegre, CEP 98300-000, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: velhojp@ufsm.br.

³Professora Adjunto, Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751 - Vista Alegre, CEP 98300-000, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: luciana_christofari@ufsm.br.

⁴Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Av. Independência, 3751 - Vista Alegre, CEP 98300-000, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: dr_paulo_gois_almeida@msn.com.

⁵Professora Associado, Departamento de Ciências Econômica, Av. Independência, 3751 - Vista Alegre, CEP 98300-000, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), *Campus* Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: tani.andreatta@hotmail.com.

PRE-HARVEST DESICCATION OF WHEAT: A NEW CONCERN FOR THE QUALITY OF CEREALS IN THE HUMAN CONSUMPTION

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo, possuindo ampla adaptação edafoclimática, por conta do seu aprimoramento genético. No Brasil, está sendo cultivado desde a região Sul, maior produtora no mercado interno, até aquela de cerrados. O Paraná é o maior produtor de trigo do país, onde sua produção, é utilizada na indústria moageira local, atendendo uma parcela significativa da demanda da região Sudeste (CONAB, 2017).

O trigo é classificado, segundo sua rigidez, como mole ou duro. Dois tipos de trigo viáveis comercialmente são conhecidos, sendo o trigo-comum (*Triticum aestivum* L.), espécie dominante nos triguais do planeta, em suas variáveis “inverno” e “primavera” e o trigo duro (*T. durum*), cujos grãos são mais duros, perfeitos para a produção de massas (BARTABURU, 2016). O trigo de grão duro contém mais proteína, ou glúten, apropriado para a produção de pães, sêmolos e semolinas, empregadas na produção de massas, como macarrão. Em contrapartida, o trigo mole tem como característica baixo teor de glúten e predomínio de amido, ideal na fabricação de biscoitos, bolos e tortas (YONEMOTO et al., 2007; SCHEUER et al., 2011). No Brasil, a maior parte do trigo cultivado é tipo mole, enquanto que, aquele tipo duro, na sua grande maioria, importado da Argentina (BARTABURU, 2016).

No Rio Grande do Sul (RS), no período de outono-inverno-primavera, as principais culturas de grãos estabelecidas são o trigo (*Triticum aestivum*), seguido da aveia branca (*Avena sativa*), centeio (*Secale cereale*), cevada (*Hordeum vulgare*) e triticale (x *Triticosecale*), com a produção concentrada na metade norte do Estado. Essas lavouras de estação fria agregam a diversificação da produção agrícola, gerando renda ao produtor, além de viabilizar a rotação de culturas (JUNGES et al., 2012).

Os defensivos agrícolas, desde que usados na quantidade ideal e respeitados os processos de aplicação adequados, desempenham papel importante na agricultura, garantindo a competitividade no setor e prevenindo perdas de produtividade, devido ao controle de plantas daninhas, insetos e fungos (FERMAM; ANTUNES, 2009).

Em virtude da variação da umidade relativa do ar, juntamente com o atraso da colheita, pode ocorrer prejuízos aos grãos, aumentando assim as porcentagens de rachadura e enrugamento do tegumento, que por sua vez, elevam o processo de deterioração, facilitando a penetração de patógenos e maior exposição do tecido embrionário ao ambiente (MARCANDALLI et al., 2011). Dessa forma, uma alternativa que passou a ser empregada pelos produtores rurais, a fim de diminuir rapidamente o teor de água dos grãos, minimizar sua deterioração no campo e garantir a produtividade é a aplicação de herbicidas dessecantes na pré-colheita. No entanto, a prática de aplicação de herbicidas enquanto a planta está metabolicamente ativa pode resultar no transporte dos produtos químicos até os grãos ou sementes, podendo

resultar na contaminação química do produto colhido (VARGAS et al., 2016).

Apesar da importância do trigo para a alimentação humana, há restrição de consumo por pessoas com a doença celíaca (intolerantes ao glúten), crescente em todo o mundo (SAMSEL e SENEFF, 2013). Os mesmos autores afirmam que o aumento alarmante da incidência dessa doença nos Estados Unidos e outros lugares, é em função da quantidade de herbicidas aplicados, particularmente à exposição ao glifosato na dieta.

O uso de glifosato para dessecação pré-colheita é proibido por lei, pois não há registro do produto para esta finalidade, apenas para controle pós-emergência de plantas infestantes na cultura do trigo. Segundo o art. 3º da Lei 7.802/1989, os agrotóxicos só poderão ser utilizados se forem previamente registrados em órgão federal (BRASIL, 1989). Sendo assim, o produtor que realizar essa prática com o glifosato está comprometido a ter toda sua produção apreendida, em função do uso ilegal do produto.

Diante do exposto, objetivou-se com a presente revisão, fazer um levantamento, a partir de estudos científicos, sobre o efeito da dessecação na pré-colheita do trigo com o uso de herbicidas, na qualidade fisiológica dos grãos de trigo destinados ao consumo humano e animal.

DESENVOLVIMENTO

A dessecação na pré-colheita do trigo tem como objetivo antecipar a sua data de colheita, para a semeadura da soja (*Glycine max.*) em época mais adequada, ou pelas intempéries frequentemente ocorridas no período. Essa prática é tendência em alguns Estados da região Sul do Brasil, sendo um assunto pouco estudado de forma aprofundada (VARGAS et al., 2016). Por isso, há necessidade de estudos que avaliem a prática de dessecação na pré-colheita, a viabilidade de uso dos produtos químicos, se esses são registrados para essa finalidade, bem como o momento adequado de aplicação e análise de resíduos químicos nos grãos colhidos.

A cadeia produtiva do trigo e a fiscalização da qualidade

Segundo dados da série histórica das safras da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o Brasil em 2017, cultivou em área de 1.916 milhões de hectares de trigo, atingindo 4.262 milhões de toneladas, com estimativa de aumento de área em 2018 para 2.042 milhões de hectares e produção para 5.427 milhões de toneladas.

As três regiões brasileiras produtoras de trigo são a Centro-Oeste, Sudeste e Sul, sendo esta última com maior área cultivada (2017 = 1.714 milhões de hectares e previsão para 2018 = aumento da área em 7,19%). A produção de trigo da região Sul foi de 3.637 milhões de toneladas, em 2017, com aumento estimado de 4.854 milhões de toneladas para 2018. No Rio Grande do Sul

(RS), em 2017, a área foi de 669 mil hectares e a produção 1.276 milhões de toneladas, com estimativa também de aumento para 2018. O Paraná é o estado que lidera na produção de trigo na região Sul, com condições edafoclimáticas mais propícias ao cultivo. A área plantada neste Estado atingiu 961 mil hectares (2017), com a produção de 2.219 milhões de toneladas, com previsão de aumento para 2018 de 1.098 milhões de hectares e 2.835 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2019).

Portanto, a região Sul é bastante expressiva na produção de trigo, trazendo consigo vantagens econômicas aos produtores. Tomasini (1987) afirma que, a diversificação de culturas de inverno possibilita a diluição de riscos de frustração geral das atividades neste período, assim como as culturas de inverno, conferem maior aproveitamento dos fatores de produção, além de gerar menores custos fixos para a cultura subsequente, como aquela da soja. Enfim, é evidente que o trigo reduz a ociosidade do investimento da terra ao possibilitar duas culturas aos produtores e, ainda gerar maiores ganhos biológicos e financeiros.

Para a sustentabilidade do sistema de semeadura direta/plantio direto, adotado pela maior parte dos produtores do RS, é fundamental a sua associação a um sistema de rotação e sucessão de culturas diversificado, de modo a produzir adequada quantidade de resíduos culturais na superfície do solo (SILVA et al., 2006). A rotação de culturas consiste no sistema de alternar, em um mesmo terreno e mesma época do ano, diferentes culturas em sequência. Este sistema busca organizar a distribuição das culturas na propriedade, economizar trabalho, efetuar melhor controle das plantas infestantes e insetos/pragas, manter o nitrogênio e matéria orgânica do solo, aumentar as produções e diminuir as perdas por erosão (LOMBARDI-NETO et al., 2002).

Dessa forma, o cultivo de trigo contribui para diminuição de erosão e, por conseguinte, conservação e/ou incremento da fertilidade do solo. A palhada também é importante para diminuir a evapotranspiração, ou seja, em caso de déficit hídrico na região, a água permanece por mais tempo no solo.

As culturas de inverno fazem parte do Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), o qual possibilita maior diversificação de produção e uso eficiente dos recursos naturais disponíveis, ao mesmo tempo em que mantém elevada a produtividade. Sua importância, no Brasil, é reconhecida, por ser um sistema promovedor de sequestro de carbono, incluído na agenda do Plano de Agricultura de Baixo Carbono do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para produção agrícola mitigadora dos gases de efeito estufa (CARVALHO et al., 2014). É importante também, pois diminui a utilização de herbicidas no início do cultivo da lavoura subsequente.

No entanto, o Brasil não é autossuficiente no abastecimento de trigo e necessita importar o cereal para atender às demandas internas. Segundo o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2018) o volume de importações do Brasil em 2018, somou o total

de 6.812.399,51 milhões de toneladas. Os principais países exportadores são a Argentina na liderança (87,18% do total de toneladas exportadas), Paraguai (4,85%), Estados Unidos (3,96%) e Canadá (2,90%). O Brasil também exportou em 2018, 220.622,60 mil toneladas, destinando 49,76% do total de toneladas importadas para as Filipinas, 29,61% para a Tailândia e 20,61% para o Vietnã.

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), a projeção da produção mundial de trigo será 733.414 milhões de toneladas na safra mundial 2018/2019. Destacam-se a produção da União Europeia (137.600 milhões de toneladas), China (132.502 milhões de toneladas), Índia (99.70 milhões de toneladas), Rússia (70 milhões de toneladas) e Estados Unidos (51.287 milhões de toneladas). Para o consumo mundial de trigo, há também uma projeção de 745.252 milhões de toneladas, onde se destacam a Índia (125 milhões de toneladas), Egito (123 milhões de toneladas) e Indonésia (98 milhões de toneladas). O consumo no Brasil atualmente gira em torno de 9 milhões de toneladas.

O trigo é um dos três cereais mais cultivados no mundo, junto com o milho (*Zea mays*) e o arroz (*Oryza sativa*) (TAKEITI, 2015). Seu principal derivado é a farinha, que constitui um produto básico na alimentação humana, amplamente utilizada na fabricação de pães, massas e biscoitos, além de, produzir farelo para a alimentação animal (CONAB, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Trigo (ABITRIGO, 2018), o processo de moagem do grão do trigo dá origem, em média, a 75% de farinha e 25% de farelo. A metade do trigo usado na indústria vem de 52% da produção nacional, onde o Paraná responde por 33%. Os canais de compra do trigo nacional são representados por 71% dos produtores rurais, 69% das cooperativas, 58% dos cerealistas e 26% das *tradings* (empresas intermediárias entre aquelas fabricantes e compradoras, em operações de exportação ou importação). Entre a venda das farinhas, aquela industrial lidera com 46% das vendas, seguida da doméstica com 29% e da pré-mistura com 24%. O consumo *per capita* de farinhas para 2017 foi 40,62 kg/habitante/ano e a média entre 2005 a 2017 ficou em 41,56 kg/habitante/ano.

Na Figura 1 observa-se a representação da cadeia produtiva do trigo, desde os insumos necessários para a sua produção até a chegada de produtos industrializados ao consumidor final, uma vez que o consumo *in natura* de trigo é inexpressivo no Brasil. Para uma análise mais criteriosa, é pertinente fazer a diferenciação entre grão e semente. O grão de trigo é composto por três partes: o germe (onde brota a nova planta), o endosperma (farinha que alimenta o germe e propicia então a germinação) e o tegumento (casca que protege o grão). O endosperma é composto de amido e proteínas (ABITRIGO, 2011). O principal objetivo da moagem do grão de trigo é a obtenção da farinha, onde o endosperma é separado da casca e gérmen. A casca que é rica em fibras, minerais e vitaminas constitui o subproduto da moagem, denominado farelo. O gérmen que é rico em proteínas e lipídios, apesar

de ser a parte do trigo com maior valor nutricional, geralmente é destinado para ração animal (TAKEITI, 2015). Portanto, o grão de trigo é destinado ao consumo humano ou animal.

As sementes são para o cultivo da cultura, que requer sementes de alta qualidade para obter uma boa produtividade. Dessa forma, as tecnologias geradas pela pesquisa, principalmente para o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às diversas condições de cultivo, têm elevado os ganhos na produtividade e na qualidade industrial desse cereal. Os programas de melhoramento genético vêm desempenhando importante papel, como seleção de cultivares com alto potencial produtivo, elevada estabilidade de produção e alta capacidade de adaptação às condições ambientais (CONAB, 2017).

Em relação a participação das culturas na produção total de sementes no Brasil (CONAB, 2017), a produção de do trigo ocupou lugar de destaque, onde a safra 2014/2015, representou 14% da produção nacional (435.973 ton.), inferior apenas à produção de sementes de soja, que atingiu 62% (1.984.831 ton.). Comparando com a média de produção total de trigo no Brasil entre a safra 2014/2015 (5.753 ton.), representou 7,58% do total da produção de trigo destinada à produção de sementes.

Segundo o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016), a qualidade na produção,

beneficiamento, elaboração ou industrialização dos produtos vegetais padronizados, deve ser assegurada, para que não ofereça risco à saúde humana. Assim, matérias-primas inadequadas para consumo, devem ser controladas ainda durante os processos produtivos, a fim de evitar contaminação química, física ou microbiológica.

Considerando a qualidade desejada do cultivo de trigo, leva-se em conta alguns fatores determinantes, como aqueles genéticos, meteorológicos e manejo. Dessa forma, a escolha do genótipo, distribuição da precipitação pluvial, adubação e sistema de rotação de culturas com leguminosas devem ser observados (FRANCESCHI et al., 2009).

E a dúvida que surge é: será que o trigo importado garante qualidade? No estudo de Costa et al. (2008), foi avaliada a qualidade tecnológica de amostras de grãos de trigo nacionais e importados, bem como das amostras de farinhas produzidas a partir destes grãos, analisando alguns parâmetros físico-químicos (umidade, cinzas, glúten úmido, número de quedas e peso hectolitro) e farinografia (absorção de água, tempo de desenvolvimento e estabilidade). Constataram-se que, as amostras de grãos de trigo importados, bem como das farinhas obtidas a partir destes grãos, apresentaram melhor qualidade do ponto de vista comercial/tecnológico.

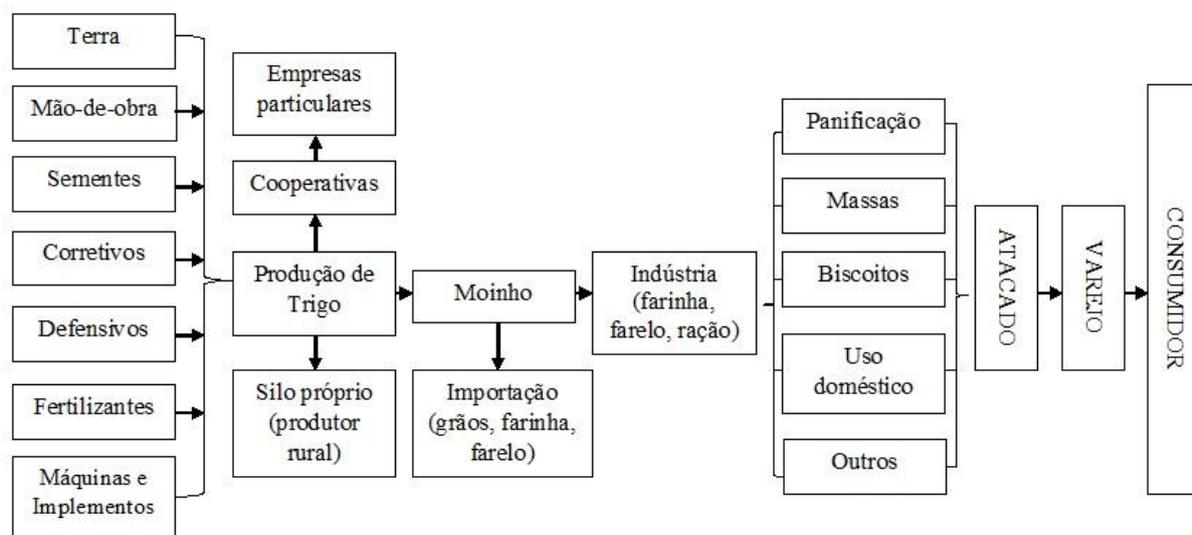


FIGURA 1 - Representação da cadeia produtiva do trigo, desde os insumos necessários para a sua produção até a chegada de produtos industrializados ao consumidor final. Fonte: os autores.

Para Fermam e Antunes (2009), os limites máximos de resíduos (LMR), são índices que podem ser alterados, de acordo com novas evidências científicas que indiquem potencial risco à saúde, novas técnicas laboratoriais/agrícolas e desinteresse das empresas em produzir. Para o estabelecimento de LMR de determinado ingrediente ativo em um alimento, é necessário considerar as condições edafoclimáticas, pragas presentes no ambiente, indicações de dose e forma de aplicação dos herbicidas, bem como o intervalo de segurança proposto,

sendo este conjunto de fatores denominado de Boas Práticas Agrícolas (FERMAM; ANTUNES, 2009).

Fermam e Antunes (2009) ainda observaram que, a determinação dos LMR em produtos, como o trigo, envolve o uso de método analítico que tenha sido previamente validado. Entretanto, o Brasil não dispõe de metodologia para quantificação de defensivos em cereais, nem recursos humanos de alta qualificação para as análises. Salienta-se ainda que, maior parte destas análises é realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), equipamento de alto valor e manutenção.

Com o intuito de inspecionar a qualidade dos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico padronizados, técnicos do MAPA são autorizados a fiscalizar resíduos de agrotóxicos, contaminantes químicos, físicos e biológicos, a partir da Instrução Normativa nº 31, de 15 de agosto de 2013. Assim, o Art. 2º desta Normativa, estabelece que poderá ser efetuada análise das substâncias previstas em seu Art. 1º (resíduos de agrotóxicos e contaminantes químicos, físicos e biológicos) e de substâncias não autorizadas ou proibidas, para a determinação da qualidade. Uma vez sendo constatada a presença dessas substâncias em limites superiores ao máximo permitido ou presença de substâncias não autorizadas ou proibidas para o produto, o lote correspondente será considerado desclassificado e terá sua comercialização suspensa (BRASIL, 2013).

Na Figura 2 encontra-se representado o ciclo médio do trigo (125 dias), com ausência e presença da dessecação pré-colheita (antecipação da colheita em 5 dias). De acordo com pesquisa no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) do MAPA, através de consulta do ingrediente ativo Glufosinato-sal de amônio, herbicida que age como inibidor competitivo da enzima glutamina sintetase, existem sete produtos que são comercializados a partir dele, sendo o Fascinate BR e Fascinate Ultra (UPL do Brasil Indústria e Comércio de Insumos Agropecuários S.A. - Matriz Ituverava/SP), Finale, Liberty e Liberty BCS (BASF S.A. - São Paulo/SP), Glufosinate-Ammonium 200

SL Yonon (Yonon Biociências e Defensivos Agrícolas Ltda. - São Paulo/SP) e Patrol SL (Adama Brasil S.A. - Londrina/PR).

O Liberty BCS e Patrol SL são indicados para a cultura do trigo para aplicação no sistema de plantio direto, em pré-semeadura da cultura e pós-emergência das plantas daninhas. O Glufosinate-Ammonium 200 SL Yonon, tem indicação para a cultura de trigo, no entanto, não tem sua bula disponível, o que impossibilita verificar sua indicação. O Fascinate BR, Fascinate Ultra e Liberty não são indicados para a cultura do trigo (MAPA, 2019). Somente o Finale tem indicação para dessecação de pré-colheita de batata (*Solanum tuberosum*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), cevada (*Hordeum vulgare*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), soja (*Glycine max*) e trigo (*Triticum aestivum* L.).

O princípio ativo Finale é indicado para o controle, em pós-emergência de jato dirigido de plantas daninhas e indicado para trigo em dessecação de pré-plantio. Na dessecação de pré-colheita é indicado aplicar o produto na dessecação em única pulverização, com adição de 0,25% de óleo vegetal ou óleo mineral (v/v) na calda de aplicação e aplicação a partir do estágio de desenvolvimento onde os grãos de trigo se encontrem amarelos e atinjam o estágio de grãos dourados. O intervalo de segurança é de 7 dias, conforme indicado na bula do Finale, registrado no MAPA sob nº000691 (MAPA, 2019).

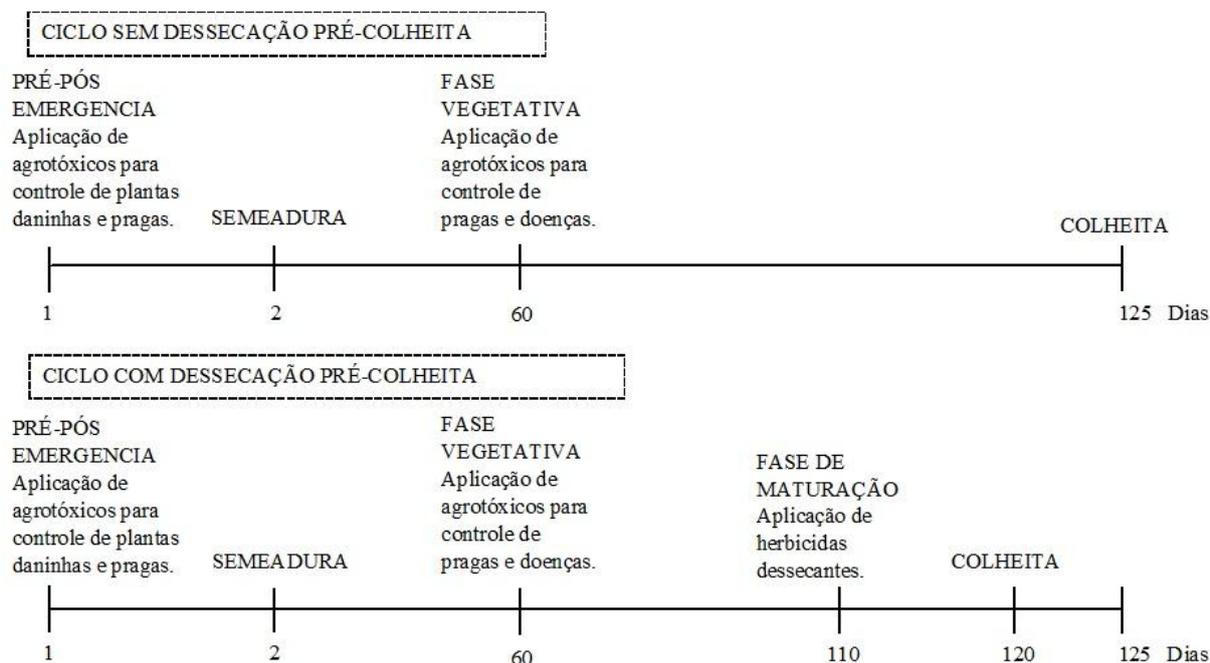


FIGURA 2 - Representação do ciclo médio do trigo (125 dias), com ausência e presença da dessecação pré-colheita. Fonte: os autores.

A pesquisa científica na abordagem dos efeitos de herbicidas na cultura de trigo

Na década de 1950, a Revolução Química na agricultura foi vista como solução para todos os problemas, com a eliminação das plantas daninhas e pragas, colocando em risco toda produção de alimentos.

Porém, cinquenta anos mais tarde este cenário mudou, onde muitos pesticidas provaram ser tóxicos ao ser humano e ao meio ambiente e ainda, o desenvolvimento de resistência de certas pragas frente a estes produtos. Então, neste cenário passa-se a reconhecer que é preciso avançar para sistemas agrícolas menos prejudiciais e para isso,

reduzir a dependência da agricultura por químicos (JEWELL e BUFFIN, 2001).

Vale ressaltar a importância da qualidade tecnológica do grão de trigo, a fim de proporcionar a segurança alimentar. A escolha adequada da cultivar, conhecimento das condições e limitações climáticas da região de cultivo, fertilidade do solo e manejo adequado, contribuem significativamente para as características físico-químicas e biológicas dos grãos que propiciam a qualidade final para a farinha (FRANCESCHI et al., 2009).

Como mencionado anteriormente, o glufosinato de amônio é registrado para a dessecação em pré-colheita, contudo torna-se necessária algumas considerações. De acordo com Jewell e Buffin (2001), uma grande preocupação é dada aos resíduos nos alimentos, especialmente quando se realiza a dessecação pré-colheita com glufosinato, onde, segundo avaliação do Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação (MAFF, 1990) do Reino Unido, quando o glufosinato é usado como dessecante, pode-se encontrar resíduos no trigo (1 mg kg^{-1} em grãos de trigo) e em outras culturas de consumo humano, como a ervilha (3 mg kg^{-1}). Na alimentação animal, também foram encontrados resíduos (20 mg kg^{-1} em palhada de trigo). O grão de trigo quando transformado em farinha, continha resíduos na ordem de 10 a 100% por cento e no farelo, 10 a 600% (MAFF, 1990).

A revolução da Engenharia Genética possibilitou as empresas um avanço no desenvolvimento de culturas resistentes aos herbicidas, sendo uma estratégia para garantir que suas linhas de produtos se mantivessem competitivas no mercado. Entretanto, a introdução de culturas geneticamente modificadas resistentes a herbicidas, levou à um uso abusivo, ao longo dos anos, desencadeando aumento da probabilidade de contaminação da água potável (JEWELL E BUFFIN, 2001).

Em relação aos impactos agrícolas, o uso generalizado de herbicidas com glufosinato, inibiu alguns fungos e bactérias benéficos, aumentando a incidência de doenças em plantas cultivadas. O uso contínuo do herbicida pode levar a resistência das plantas daninhas ao glufosinato, necessitando de estudos com outros agroquímicos (JEWELL; BUFFIN, 2001).

Brunharo et al. (2014) afirmaram que, culturas tolerantes a herbicidas apresentam benefícios econômicos, em virtude do melhor manejo das plantas daninhas e diminuição dos custos operacionais. Sinalizaram ainda, que as culturas tolerantes facilitam o manejo, eficácia, menor impacto ambiental e maior segurança sanitária. Entretanto, a segurança de aplicação de herbicidas em culturas resistentes deve ser considerada na escolha da cultivar. Apesar dos benefícios obtidos pelas culturas tolerantes a herbicidas, existe também a utilização exclusiva de um único ingrediente ativo no sistema, elevando assim a pressão de seleção sobre as plantas daninhas e biótipos resistentes.

Na pesquisa de Cechinel (2014), pode-se constatar que, o uso dos dessecantes glufosinato de amônio, carfentrazona e flumioxazina na pré-colheita não afetou o rendimento e qualidade fisiológica/sanitária das sementes de trigo. O glufosinato de amônio foi o único que

uniformizou a secagem das plantas. No estudo o dessecante mais promissor não é destacado, devido à sua pouca influência pela aplicação na pré-colheita.

Assunção et al. (2017), avaliaram a seletividade do herbicida flumioxazin na cultura do trigo, aplicado em pós-emergência, por meio do índice SPAD (*soil plant analysis development*) e intoxicação da cultura aos 15, 21, 28 e 35 dias após a aplicação, onde, nos 15 e 21 dias, a intoxicação aumentou linearmente com o aumento das doses, atingindo 34,11 e 30,4%, respectivamente.

O peso dos hectolitros (h) é uma variável muito utilizada na classificação e comercialização do trigo. Quanto maior for este peso, melhor é a qualidade dada ao produto, ou seja, a qualidade dos grãos. O peso de hectolitro de trigo não foi alterado, permanecendo com valor constante de $81,787 \text{ kg h L}^{-1}$, apesar das doses crescentes de flumioxazin (ASSUNÇÃO et al., 2017). Apesar das mudanças no índice SPAD (que analisa a intensidade da folha verde) e presença de sintomas visuais de intoxicação foliar (<34%), o herbicida não afetou as demais variáveis da cultura (controle de plantas daninhas, peso de mil grãos, peso hectolitro e produtividade de grãos), evidenciando assim a seletividade de flumioxazin para a cultura.

Krenchinski et al. (2017), avaliando diferentes herbicidas dessecantes aplicados na cultura do trigo e seus efeitos sobre a produtividade e qualidade das sementes, constataram que a dessecação de plantas, no estágio 80, não é recomendada, em função dos efeitos negativos dos herbicidas (glufosinato de amônio, paraquate, glifosato, clethodim, diquat e carfentrazona-etilo). Os mesmos autores evidenciaram as dificuldades na gestão da dessecação para a cultura e a necessidade de estudos específicos, que auxiliem a tomada certa de decisão, quanto a dessecação pré-colheita.

Yenish e Young (2000), estudaram os efeitos das aplicações de glifosato na pré-colheita, sementes e qualidade das mudas das cultivares de trigo macio branco Alpowa e Penawawa (*Triticum aestivum*), nos Estados Unidos. Estes autores concluíram que a qualidade das sementes após as aplicações de glifosato pré-colheita, foi muito mais influenciada pelo estágio de maturação das cvs. no momento da aplicação, que pela taxa ou variedade de herbicidas.

Santos e Vicente (2009) avaliaram o momento fisiológico das plantas de trigo para a dessecação e seus efeitos no rendimento de grãos, em Cascavel (PR), onde puderam concluir que, o herbicida glufosinato de amônio (3ª aplicação), aos 40 dias após o florescimento (DAF) e o paraquat (3ª aplicação), aos 33 DAF, foram mais eficientes. O paraquat aplicado aos 26 e 33 DAF prejudicou a qualidade das sementes, apresentando germinação mais baixa.

Bellé et al. (2014), avaliaram a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de trigo, cultivar Quartzo, colhidas após dessecação com glifosato e paraquat, em dois estádios reprodutivos (11.2 e 11.3), em Boa Vista das Missões (RS). Os mesmos autores concluíram que, o uso destes dois dessecantes não interferiu no rendimento da cultivar de trigo estudada e sim, influenciou negativamente a qualidade da semente

fisiológica, independente do tempo de aplicação. O maior efeito fitotóxico nas sementes se deu com a utilização do herbicida glifosato e as sementes obtidas com aplicação de desseccante no estágio 11.2 tinham maior qualidade fisiológica.

Tarumoto et al. (2015), avaliando o efeito da aplicação de amônio-glufosinato, glifosato e paraquat, como herbicidas desseccantes em pré-colheita de trigo, sobre a qualidade fisiológica de sementes, em Selvíria (MS), concluíram que estes produtos não influenciaram na germinação, comprimento radicular e biomassa de matéria fresca. Também verificaram um incremento na parte aérea das plantas, utilizando o dobro da dose recomendada de glifosato para a maioria das culturas e o amônio-glufosinato, no dobro da dose, apresentou condutividade elétrica menos prejudicial para as sementes. E por fim, o paraquat apresenta melhor desempenho na cultura, com uso da dose recomendada.

Vargas et al. (2016), estudando a cultura do trigo em área experimental da Embrapa em Passo Fundo (RS), avaliaram o efeito de herbicidas sobre o rendimento de grãos/germinação, número de queda e potencial de contaminação com resíduos destes produtos nos grãos de trigo. Os autores afirmaram que a dessecação pré-colheita do trigo pode antecipar a colheita em quatro a seis dias, podendo apresentar riscos de contaminação dos grãos e que esta prática, não se mostra como estratégia consistente para antecipação da colheita do trigo, tão pouco para redução do problema de germinação. Por fim, concluem que a dessecação pré-colheita do trigo, com base nos herbicidas avaliados, não é prática recomendável para esta cultura.

Ressalta-se que, no estudo de Vargas et al. (2016) avaliou de maneira específica a questão dos resíduos nos grãos de trigo. Constatou-se então, a carência de estudos que analisem, especificamente, os resíduos nos grãos submetidos à herbicidas, poucos dias antes da colheita, se ficam resíduos nos grãos e se podem ser prejudiciais ao consumo humano.

Técnicas para reduzir os efeitos dos herbicidas sobre os grãos de trigo

Kutman et al. (2013), em pesquisa na Universidade Sabanci (Istambul/Turquia), investigaram a possibilidade de aplicar níquel (Ni) via foliar, a fim de diminuir o uso do glifosato no cultivo de trigo duro (*Triticum durum*). Plantas jovens submetidas ao glifosato produziram grãos deformados. Este distúrbio da forma não foi observado em sementes produzidas por plantas pulverizadas com Ni. Pode-se concluir que não só a perda de rendimento, mas também os efeitos adversos do glifosato no crescimento da planta e qualidade das sementes podem ser prevenidos parcial ou totalmente, por meio do tratamento de Ni foliar.

Nordmeyer e Stähler (2017), do Instituto Julius Kühn (Braunschweig/Alemanha) avaliaram o uso da técnica de aplicação de gotículas. O glifosato foi usado em um ensaio de campo na cultura de trigo de inverno, pouco antes da colheita, para controle de plantas daninhas e dessecação. A aplicação foi feita com técnica de aplicação convencional e gotícula, no estágio de crescimento BBCH

89. As análises abrangeram resíduos de glifosato e ácido aminometilfosfônico (AMPA) no momento da colheita, sete e dezesseis dias após a aplicação, no lado de fora do grão de trigo e na palhada. Os resíduos mais altos, com até 6 mg kg⁻¹ foram encontrados nos grãos de trigo, com a técnica de aplicação convencional. Na palhada, os resíduos de glifosato foram maiores para a técnica de aplicação de gotículas.

Para Dias et al. (2017), a aplicação de herbicidas pode intoxicar a cultura, porém esta intoxicação pode ser reduzida, por exemplo, com o ácido salicílico (AS), que pode ser usado como atenuador de estresse causado por estes produtos herbicidas em plantas. Uma vez aplicado o AS, em associação com flumioxazin, observou-se redução de fitotoxicidade na cultura do trigo.

Existem relativamente poucos estudos que analisam o efeito da aplicação de herbicidas na pré-colheita de trigo e se nos grãos colhidos existem resíduos destes produtos químicos. Tendo em vista que, boa parte da produção de trigo é destinada à farinha de trigo, para produção de pães e demais produtos alimentícios ao consumo humano, preza-se pela qualidade da matéria-prima. Por isso, é pertinente estudos científicos que aprofundem conhecimentos e investiguem essa prática, tornando-a realmente necessária.

CONCLUSÕES

O cultivo de trigo desempenha papel importante no agronegócio brasileiro, em especial para a Região Sul, a maior produtora. O país produz em torno da metade do consumo anual, no entanto, dispõe de terra e condições naturais para tornar-se autossuficiente e também ser exportador, desde que haja mais pesquisa sobre a cultura desde a produção de sementes até a qualidade do produto final que chega ao consumidor. Neste processo, são imprescindíveis investimentos em infraestrutura de secagem, armazenagem e conservação, de transporte pluvial, marítimo, ferroviário e rodoviário.

De modo geral, conclui-se que o produtor sempre ao utilizar um defensivo agrícola, deve seguir o receituário agrônomo, bem como ficar atento às indicações da bula do produto, de modo a respeitar as doses e período de carência entre aplicação e colheita. Ainda há a necessidade de técnico especializado, necessidade de tal procedimento, viabilidade em determinada localidade, registro dos produtos químicos para este fim e se estes deixam resíduos nos grãos que possam comprometer a saúde humana.

Nesta revisão bibliográfica, defrontou-se com a falta ainda de pesquisas/experimentos que avaliem a qualidade dos grãos de trigo para o consumo humano, submetidos a herbicidas desseccantes pré-colheita, portanto, há necessidade de estímulo e investimentos de pesquisas sobre trigo no Brasil.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ABITRIGO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. **Portal**. 2018. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br>>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- ABITRIGO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. **O triticultor e o mercado**. 2011. Disponível em: <http://abitrigo.com.br/associados/arquivos/cartilha_triticultor.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- ASSUNÇÃO, N.S.; GARCIA, H.A.; SANTOS, L.P.D.; DIAS, R.C.; MELO, C.A.D.; FERNANDES, F.L.; REIS, M.R. Flumioxazin selectivity to wheat. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.2, p.122-129, 2017.
- BARTABURU, X. **Do grão ao pão - farinha de trigo**: história da moagem no Brasil. São Paulo: Editora Origem, 2016. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/cloud/Livro_ABITRIGO.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- BELLÉ, C.; KULCZYNSKI, S.M.; BASSO, C.J.; KASPARY, T.F.; LAMEGO, F.P.; PINTO, M.A.B. Yield and quality of wheat seeds as a function of desiccation stages and herbicides. **Journal of Seed Science**, v.36, n.1, p.63-70, 2014.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 31**, de 15 de agosto de 2013. Brasília, DF: Diário Oficial da União, n.158, 2013.
- BRASIL. **Lei nº 7.802**, de 11 de julho de 1989. Brasília, DF: Presidência da República, 1989.
- BRUNHARO, C.A.C.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.2, p.163-177, 2014.
- CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; PONTES, L.S.; ANGHINONI, I.; SULC, R.M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.5 (Especial), p.1040-1046, 2014.
- CECHINEL, M.H. Dessecação química em pré-colheita do trigo. 2014. 107p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica das safras - trigo**. Atualizada em 10/01/2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=30>>. Acesso em: 04 fev. 2019.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_03_16_09_46_a_cultura_do_trigo_verver_digital_no_va_logo.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- COSTA, M.G.; SOUZA, E.L.; STAMFORD, T.L.M.; ANDRADE, S.A.C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.220-225, 2008.
- DIAS, R.C.; MELO, C.A.D.; SANTOS, L.P.D.; SILVA, G.S.; OLIVEIRA, G.D.; CARNEIRO, P.; REIS, M.R. Ácido salicílico como atenuador de fitotoxicidade causada pelo flumioxazin na cultura do trigo. **Revista de Ciências Agrárias**, v.60, n.2, p.152-157, 2017.
- FERMAM, R.K.S.; ANTUNES, A.M.S. Uso de defensivos agrícolas, limites máximos de resíduos e impacto no comércio internacional: estudo de caso. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.7, n.2, p.197-214, 2009.
- FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1624-1631, 2009.
- KRENCHINSKI, F.H.; CESCO, V.J.S.; RODRIGUES, D.M.; PEREIRA, V.G.C.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P. Yield and physiological quality of wheat seeds after desiccation with different herbicides. **Journal of Seed Science**, v.39, n.3, p.254-261, 2017.
- KUTMAN, Y.B.; KUTMAN B.U.; CAKMAK, I. Foliar nickel application alleviates detrimental effects of glyphosate drift on yield and seed quality of wheat. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.61, n.35, p.8364-8372, 2013.
- JEWELL, T.; BUFFIN, D. **Health and environmental impacts of glufosinate ammonium**. Pesticides Action Network UK, 2001. Disponível em: <https://friendsoftheearth.uk/sites/default/files/downloads/impacts_glufosinate_ammon.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.
- JUNGES, A.H.; FONTANA, D.C.; MELO, R.W. Caracterização do cultivo de trigo na região norte do Estado do Rio Grande do Sul através das estimativas oficiais de área cultivada, produção e rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v.42, n.41, p.31-37, 2012.
- LOMBARDI-NETO, F.; DECHEN, S.C.F.; CONAGIN, A.; BERTONI, J. Rotação de culturas: análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas (SP). **Bragantia**, v.61, n.2, p.127-141, 2002.
- MAFF. MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. **UK tables of nutritive value and chemical composition of feedstuffs**. Rowett Research Services Limited, Aberdeen, 1990, 420p.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Produtos vegetais padronizados**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetais/produtos-vegetais-padronizados>>. Acesso em: 06 nov. 2018.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2019. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 31 jan. 2019.
- MARCANDALLI, L.H., LAZARINI, E., MALASPINA, I.G. Épocas de aplicação de desseccantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.241-250, 2011.
- MDIC. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Comex Stat**. 2018. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

NORDMEYER, H.; STÄHLER, M. Glyphosate use with different application technique - late application in winter wheat. **Journal fur Kulturpflanzen**, v.69, n.8, p.264-270, 2017.

SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: celiac sprue and gluten intolerance. **Interdisciplinary Toxicology**, v.6, n.4, p. 159-184, 2013.

SANTOS, P.R.R., VICENTE, D. Momento fisiológico das plantas de trigo para a dessecação e seus efeitos no rendimento de grãos. **Cultivando o Saber**, v.2, n.2, p.52-62, 2009.

SCHEUER, P.M., FRANCISCO, A.; MIRANDA, M.Z.; LIMBERGER, V.M. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M.L.; SILVA, A.A. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.1011-1020, 2006.

TARUMOTO, M.B.; CARVALHO, F.T.; ARF, O.; SILVA, P.H.F.; PEREIRA, J.C.; BORTOLHEIRO, F.P.A.P. Dessecação em pré-colheita no potencial fisiológico de sementes e desenvolvimento inicial de trigo. **Cultura Agrônômica**, v.24, n.4, p.369-380, 2015.

TAKEITI, C.Y. **Trigo**. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html>. Acesso em: 15 dez. 2018.

TOMASINI, R.G.A. **Diversificação de culturas de inverno na região tritícola do sul do Brasil**. EMBRAPA-CNPT. 2a. ed., 1987.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Wheat: world markets and trade**. 2018. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-wheat.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

VARGAS, L.; GUARIENTI, E.M.; PIRES, J.L.F.; TIBOLA, C.S. Eficiência de herbicidas para dessecação pré-colheita do trigo e efeitos sobre rendimento de grãos, germinação e qualidade tecnológica. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 10., 2016. **Anais...**Londrina, 2016.

YENISH, J.P.; YOUNG, F.L. Effect of preharvest glyphosate application on seed and seedling quality of spring wheat (*Triticum aestivum*). **Weed Technology**, v.14, n.1, p.212-217, 2000.

YONEMOTO, P.G.; CALORI-DOMINGUES, M.A.; FRANCO, C.M.L. Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.761-771, 2007.