



ISMAEL DE OLIVEIRA TIMM JUNIOR

**MANEJO DO TRIGO PARA ALTA PRODUTIVIDADE:
PROCESSOS TEÓRICOS E IMPLEMENTAÇÃO
TECNOLÓGICA**

Ponta Grossa
2021

ISMAEL DE OLIVEIRA TIMM JUNIOR

**MANEJO DO TRIGO PARA ALTA PRODUTIVIDADE:
PROCESSOS TEÓRICOS E IMPLEMENTAÇÃO
TECNOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Educacional de Ponta Grossa, como
requisito parcial para a obtenção do título de
graduado em Agronomia.

Orientador: Natália Signori

ISMAEL DE OLIVEIRA TIMM JUNIOR

**MANEJO DO TRIGO PARA ALTA PRODUTIVIDADE:
PROCESSOS TEÓRICOS E IMPLEMENTAÇÃO
TECNOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
UNOPAR, como requisito parcial para a
obtenção do título de graduado em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dra. Nathaly Les Chapieski

Prof(a). Me. Regiane Kazmierczak Becker

Prof(a). Me. Luiz Gustavo Batista Ferreira

Ponta Grossa, ____ de ____ de ____

RESUMO

O manejo especializado do trigo em solos argilosos mediante sistema de plantio direto se faz de fundamental importância, pois além de ser uma cultura de grande consumo, sua viabilidade pode trazer altas produtividades. O estudo teve objetivo geral de descrever quais as formas mais eficazes de manejo do trigo para alta produtividade, com tipo de plantio direto, em solo argiloso, com enfoque em técnica e tecnologia recente. Optou-se pela pesquisa de revisão bibliográfica e qualitativa, com destaque para o teor explicativo dos resultados. O estudo em questão utiliza-se de estudos teóricos. O manejo do trigo para altas produtividades exige, segundo o que a maioria dos autores aponta, sistema direto, manejo de solo com sensoriamento, tecnologias adequadas, análise de área de produção, verificação agroecológica, bioclima, adubação com análise prévia de solo, utilização de cobertura e avaliação constante da safra. O estudo colabora para compreensão de que o manejo sob plantio direto em solo argiloso é possível e produz alta produtividade, mas que é necessário conhecer técnicas e tecnologias, bem como as características dos espaços onde se planta o trigo.

PALAVRAS-CHAVE: Plantio Direto. Solos Argilosos. Trigo. Tecnologias.

ABSTRACT

The specialized management of wheat in clayey soils through a no-tillage system is of fundamental importance, as in addition to being a high consumption crop, its viability can bring high yields. The study had the general objective of describing the most effective forms of wheat management for high productivity, with no-tillage type, in clayey soil, with a focus on recent technique and technology. We opted for a bibliographical and qualitative review research, with emphasis on the explanatory content of the results. The study in question uses theoretical studies. The management of wheat for high yields requires, according to what most authors point out, a direct system, soil management with sensing, appropriate technologies, production area analysis, agroecological verification, bioclimate, fertilization with previous soil analysis, use of coverage and constant evaluation of the crop. The study contributes to the understanding that management under no-tillage in clayey soil is possible and produces high productivity, but that it is necessary to know techniques and technologies, as well as the characteristics of the spaces where wheat is planted.

KEYWORDS: No-till. Clay soils. Wheat. Technologies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 NOÇÕES GERAIS DO MANEJO DE TRIGO	9
3 MANEJO DO TRIGO EM PLANTIO DIRETO: A ALTA PRODUTIVIDADE ENTRE PROBLEMÁTICAS E RESOLUÇÕES.....	15
4 SOLOS ARGILOSOS E ALTA PRODUTIVIDADE: ESTUDOS TEÓRICOS NA CULTURA DO TRIGO	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O trigo é uma das culturas mais importantes do planeta. Definido como gramínea e com ciclo de duração anual, sua produção destina-se a diferentes produtos, com maior prevalência para a ração animal e para a fabricação de farinha. Diferente de muitas culturas implementadas no Brasil, não há autossuficiência nacional na produção do trigo, visto que o país consome cerca de 12 milhões de toneladas do produto, com 6 milhões sendo importadas.

A economia gerada com a produção nacional poderia alcançar até R\$400 milhões, mas o cenário ainda é de irregularidade no padrão exportador. Segundo dados do governo, evidenciados em entrevista com o Ministro da Economia, Paulo Guedes, há planos para o governo federal instaurar, em 2021, aprimoramento em até 50% no quantitativo de hectares de trigo plantados, principalmente na região do Cerrado.

Mas o ministro destaca que é preciso haver política de estruturação para chegar nessa meta, ainda distante de seu alcance. Tendo em vista essa importância o atual estudo preocupa-se com o manejo do trigo para altas produtividades, o que reduziria o potencial de importação e melhoraria o consumo interno, com preços mais atrativos ao consumidor. Assim, o problema de pesquisa foi edificado na seguinte questão: Como as tecnologias adotadas para o manejo do trigo de plantio direto, em solos argilosos, podem otimizar a produção para alto desempenho? O objetivo geral do estudo foi descrever quais as formas mais eficazes de manejo do trigo para alta produtividade, com tipo de plantio direto, em solo argiloso, com enfoque em técnica e tecnologia recente. Os objetivos específicos foram: descrever aspectos gerais a respeito da cultura do trigo, de ordem conceitual e histórica; apontar como é feito o manejo do trigo em solo argiloso, mediante diferentes estudos de caso em regiões do Brasil; explicar quais são as tecnologias adequadas para o manejo do trigo em solo argiloso, por meio de plantio direto, visando alta produtividade.

O estudo se justifica por diferentes motivos. O primeiro se dá na importância do correto manejo do trigo, visto que é um produto de importância singular e ainda sem autossuficiência nacional em quantidade e qualidade. O aspecto seguinte se coloca na necessidade de se conhecer tecnologias para o manejo, assim como evidenciar o

conhecimento técnico que priorize processos de qualidade ainda mais relevantes.

A qualidade do trigo ainda precisa ser pensada a partir das diferentes regiões brasileiras pelas quais existe o cultivo, com suas particularidades climáticas, questões regionais e dificuldades obtidas para cada produtor. A preocupação estabelecida aqui não se efetiva somente pela forma como o trigo está inserido no mercado internacional e os impactos no cenário nacional, mas também pela sua importância para o brasileiro, já que o preço implica em produtos básicos da alimentação, como o pão.

O componente econômico da dolarização pode ser interessante a alguns produtores, mas é, ao mesmo tempo, elemento problematizador, visto que pode colaborar para aumento do custo, ocasionado pela desvalorização da moeda local. Em solo argiloso, com teor maior de 35%, o manejo do trigo pode se efetivar de forma mais abrangente, desde que pensados os processos de adubação, fertilização e avaliação em cada etapa produtiva. O sistema de plantio direto também se diferencia do convencional e traz vantagens que precisam ser analisadas para resultados em altas produtividades.

Diante da especificidade de se estudar o manejo do trigo em alta produtividade, optou-se pela pesquisa de revisão bibliográfica e qualitativa, com destaque para o teor explicativo dos resultados. O estudo em questão utiliza-se de estudos teóricos recentes e clássicos. Nos clássicos, prioriza-se manuais de manejo e orientações gerais a respeito da cultura do trigo. Nos teóricos, o recorte se dá do ano de 2014 ao corrente ano, com busca pelo descritor: manejo de trigo e altas produtividade, em dois portais de busca: Scholar e SCIELO. Os resultados apontam para a resposta da questão de partida enfatizada na problemática desse estudo.

2 NOÇÕES GERAIS DO MANEJO DE TRIGO

O manejo do trigo já foi estudado amplamente no decorrer do tempo, mas a necessidade de aprofundamentos em cada uma de suas abordagens é etapa fundamental para desenvolvimento das pesquisas. Mas quais são as particularidades históricas e contextuais do trigo? Scheuer et al (2011) aponta que a História do trigo é quase tão antiga quanto a da própria civilização.

A partir da revolução agrícola estabelecida no Neolítico já são revelados indícios de presença do cultivo de trigo. Para Scheuer et al (2011), as primeiras cidades sumérias já contavam com o trigo em sua constituição alimentar, com troca de excedente por produtos oriundos de outras localidades, dentro ou fora do Oriente Médio. É na região do Crescente Fértil que se edificou a presença mais marcante do trigo no início da História, principalmente sendo irrigado pelas águas dos rios Tigre e Eufrates.

Mas sua forma de consumo é deveras distante da praticada nos dias atuais. Para Rossi e Neves (2004), o trigo era consumido a partir de um tipo de papa na qual se servia o produto com peixes e alguns frutos. A História do trigo é tão antiga quanto a História do seu principal produto vinculado: o pão. A sociedade egípcia, tão antiga quanto a mesopotâmica, já consumia o trigo mediante fabricação do pão, principalmente com descobertas relacionadas ao processo de fermentação.

Segundo Rossi e Neves (2004), o trigo chegou a se tornar um produto ritual, o que significa que seu uso era atribuído ao sentido religioso. Esse componente não deixou de existir durante toda a História, visto que o pão também possui significado para religiões cristãs, sejam elas católicas ou protestantes. Até mesmo a escrita pode estar diretamente vinculada com a produção de trigo, já que era preocupação de sumérios e egípcios registrarem as colheitas para mapeamento dos resultados obtidos, do excedente angariado e trocado e do planejamento para safras posteriores.

No Oriente, a população chinesa também passa a se apropriar do trigo, de modo que ainda não se sabe se o período é anterior ou posterior a mesopotâmicos e

egípcios. Isso porque o contato entre as regiões era inexistente na Antiguidade Primária, destacando relações parciais que não se estreitavam nesse campo (CARNEIRO, 2017).

Mesmo assim, os chineses passam a utilizar o trigo para fabricação de massas e da farinha, atualmente conhecida no mundo todo. As primeiras tentativas de se plantar trigo, no Brasil, ocorrem no ano de 1534, quando o capitão Martim Afonso de Souza desembarca no país na capitania que hoje corresponde ao Estado de São Paulo. Mesmo com clima menos quente do que o Nordeste açucareiro, o trigo não se adapta ao clima do sudeste, ainda mais quente do que o esperado para sucesso na produção (CARNEIRO, 2017).

O produto precisa ser importado de Portugal para sustentação da colônia, que se instalava na mão-de-obra escrava e no amparo de produtos tropicais, mas já carecia do trigo. Após longo período de colonização, o século XVIII traz novas experiências para o Brasil. No Rio Grande do Sul, alguns experimentos com trigo são incentivados pela metrópole, que objetivava reduzir a dependência do Brasil em relação ao produto (DE SOUZA; CAIERAO, 2014).

Mesmo com incentivos fiscais e financeiros e em uma região mais fria do que o Sudeste, o trigo acabou sendo dizimado por problemas de ferrugem. Mais uma vez, a produção é suspensa e a dependência do mercado externo permanece. É na década de 1920, ou seja, mais de um século depois, que o plantio é retomado, ainda no Rio Grande do Sul, mas também no Paraná (DE SOUZA; CAIERAO, 2014).

O Estado se torna, a partir da década de 1940, o maior produtor de trigo. A expansão foi vertiginosa e recebeu diferentes níveis de incentivos fiscais, principalmente a grandes proprietários interessados. Governos como o de Getúlio Vargas, Juscelino Kubitschek e Geisel foram alguns dos que corroboraram para o incremento agrícola, o que também influiu sobre o trigo (WENDLER; SIMONETTI, 2016).

Mesmo assim, a cultura sofre com o clima diferenciado e ainda preserva problemas do passado, como a ferrugem em algumas lavouras e a falta de conhecimento no manejo do produto. Em escalas moderadas ou pequenas, com produtividade menor, o problema pode ser controlado por ação fiscalizadora, mas

grandes propriedades podem apresentar problemas de maior relevância, já que precisam de altas cargas de produtividade (CARNEIRO, 2017).

Quanto às especificações, é o Decreto n. 210/1967 que estatiza a produção de trigo, impedindo que setores privados tenham predominância na área de importação do produto. A Superintendência Nacional de Abastecimento torna-se parte integrante dessa nacionalização, assim como foi responsável pela regulamentação de capacidade dos moinhos. Somente na década de 1990 que o trigo passa a ter classificação específica, com variedades relacionadas ao processo de panificação. Com o Decreto n. 8096/1990, a produção volta a estar atrelada à setor público e privado, mas é estruturada uma política para preços mínimos (LANZARINI et al, 2020).

Com a consolidação do MERCOSUL, o trigo passa a ser regulamentado por uma política interna de qualidade. A Instrução Normativa 38, de 2010 insere a validação de processos tecnológicos externos, assim como valoriza processos internos. Por meio dela, o manejo passa a ter condições de evidenciar maior aprimoramento tecnológico (CARVALHO; BELEIA, 2015).

Atualmente, prevalece no setor incentivos de ordem privada com parte do incremento sendo estruturado mediante o setor público. As particularidades encontram-se no manejo do produto, assim como na qualidade ofertada e nas condições que envolvem a modificação de sistemas e melhor adaptação da planta ao contexto brasileiro. Diferentes experimentos estão sendo realizados na forma transgênica ou orgânica, vivenciando processos avaliativos nos quais efetiva-se a relação entre técnica e tecnologia (CARNEIRO, 2017).

Essa relação é igualmente antiga, pois envolve um processo histórico longo, permeado por rupturas e permanências. Porém, o cultivo do trigo especificou atenção e passou a ser utilizado de maneira cada vez mais harmônica com os novos interesses do público consumidor. O fato é que essa relação harmoniosa foi se tornando mais complexa a partir do momento que há crescimento das demandas sem aumento da oferta e que se nota a fragilidade da planta em ambientes com elevadas temperaturas e índices baixos de umidade (CARNEIRO, 2017).

Mesmo assim, a produtividade ainda cresce e torna-se importante para veicular as formas pelas quais a planta se desenvolve, seja por pesquisas ou práticas. Conferir

atenção ao manejo do trigo em seus processos tecnológicos é garantir a qualidade do produto para o consumidor final.

Em termos econômicos, a produção de trigo também é importante. O produto é considerado uma *comoditie* e os contratos relativos ao produto são negociados em mercado presente ou futuro, na Bolsa de Valores do Estado de São Paulo. Mais do que uma mera conjunção de papeis e contratos que trocam de mãos e se reestruturam em uma política de preços significativamente volátil para os padrões mais tradicionais, sua viabilidade dentro da Bolsa de Valores traz maior controle sobre as oscilações de preço e permite associar o produto ao dólar, às políticas internas e externas, os rumos da economia geral e da própria agricultura, dentre outros pontos (RESENDE, DE OLIVEIRA NETO; SILVA, 2018).

Por mais que o ciclo do trigo seja determinado, sua negociação é ininterrupta. Da mesma maneira, é possível observar processos relacionados com o grau de qualidade, influente desde o campo até a transformação da matéria-prima em produto final. Mas essa qualidade, assim como o mercado econômico no qual ela se encontra, também é oscilante. O manejo do trigo possui grande impacto na construção de um produto com qualidade garantida e potencial de lucratividade (RESENDE, DE OLIVEIRA NETO; SILVA, 2018).

As condições do solo também influem, assim como as pragas, patologias que aparecem, condições climáticas, processo de secagem, armazenamento, dentre outros. O trigo é, portanto, tão vulnerável a fatores externos como outras culturas, em maior ou menor grau. Não se pretende efetuar generalizações, aliás, mas enfatizar que os cuidados no manejo podem corroborar para uma colheita de qualidade ou evidenciar um produto sem procedência garantida, que venha a ser criticado ou não utilizado. Para evitar prejuízos relacionados ao trigo, é importante pensar em seu melhoramento (CARNEIRO, 2017).

No Brasil, esse melhoramento se edifica da mesma forma como em outras culturas, sem tantas especificidades. Todas as cultivares acabam adotando formas comuns. Mesmo assim, quando há interesse em grandes produtividades, torna-se necessário recorrer ao referencial teórico, compreender pesquisas realizadas com outras técnicas, ampliar conhecimento no uso de defensivos, aperfeiçoar o processo

de adubação, trabalhar com o genótipo adequado para cada situação de cultivo e para cada tipologia de produtor (FELIPE; FRAILE, 2017).

Assim, é importante considerar que a qualidade dos grãos do trigo depende, essencialmente, de uma conjunção de fatores relativos ao manejo, na adaptação ambiental e na utilização correta de técnicas capazes de promover efetividade e aumento da quantidade do produto. Diante disso, evidencia-se as especificidades da cultura de trigo em sua relação com fatores genéticos e de ordem espacial, já que o ambiente também influencia seu plantio e colheita (FELIPE; FRAILE, 2017).

Mas a produtividade se dá mediante outros aspectos, como por exemplo o quantitativo de grãos. São três processos centrais, dos quais consta-se o número de espigas em cada unidade, a quantidade de grãos em cada espiga e a massa do grão. Somente na análise desses três pontos já se tem um significativo percentual de qualidade e quantidade de produção, que pode ser avaliada como satisfatória ou insatisfatória. Os fatores culturais ainda são igualmente importantes, pois o manejo incisivo e praticado com suporte teórico pode trazer grandes benefícios, ao mesmo tempo que técnicas tradicionais empregadas podem não ser tão interessantes, mas ainda serem utilizadas no manejo, não trazendo tanta produtividade quanto se espera (RESENDE, DE OLIVEIRA NETO; SILVA, 2018).

Outro fator de importante reflexão é o potencial sustentável pelo qual o trigo pode ser colocado. Em uma sociedade na qual valoriza-se cada vez mais a manutenção das estruturas ambientais em sua preservação, pensar formas de manejo que não sejam agressivas ao meio ambiente é uma maneira de utilizar técnica, tecnologia e adaptabilidade, assim como ampliar os conhecimentos na cultura e suas potencialidades (SAMBUICHI et al, 2014).

Assim, esse capítulo teve objetivo de analisar aspectos gerais da cultura do trigo, alguns de seus processos históricos e dificuldades na implementação dentro do território brasileiro, que ainda importa grande parte do produto para suprimento das necessidades populacionais e institucionais. Pensar o manejo para altas produtividades é parte integrante na resolução desse problema, que ainda será discutido nos capítulos a seguir. O próximo capítulo aponta como é feito o manejo do trigo no Brasil e no exterior. Com sua diversidade climática, diferentes territórios, na

Europa Ásia e América, podem obter desempenho qualitativo na cultura do trigo, em altas produtividades. O texto a seguir discute algumas dessas peculiaridades.

3 MANEJO DO TRIGO EM PLANTIO DIRETO: A ALTA PRODUTIVIDADE ENTRE PROBLEMÁTICAS E RESOLUÇÕES

A partir dos processos de manejo do trigo no Brasil e no exterior, torna-se possível compreender as especificidades da cultura em plantio direto, algumas de suas particularidades climáticas e de atenção, assim como a ênfase nos processos estudados. No que diz respeito ao manejo do trigo no Brasil, focado na alta produtividade, vale destacar que cada fase do desenvolvimento precisa ser pensada em suas especificidades.

O primeiro equívoco de diferentes estudos da área é de quantificar pelo número dos componentes em cada área, seja em espigas, espiguetas, pesagem dos grãos, dentre outros. Porém, o pesquisador alerta para o fato de que tais fatores são equivocados pela sua correlação, visto que se houver a melhoria de um dos processos, o outro pode ficar comprometido (SAMBUICHI et al, 2014).

Assim, no Brasil e no exterior foram delimitadas pesquisas com diferentes cultivares de trigo, em sistema de plantio direto, estudos estes que foram aplicados em países como Índia, Estados Unidos, Argentina, Inglaterra, Austrália, México e Espanha. Os estudos relativos a esse manejo também foram efetuados pela EMBRAPA, o que compara a realidade do Brasil com processos envolvidos no exterior. Existem semelhanças entre esses estudos, como a necessidade de respeitar a duração do alongamento do colmo para alguns cultivares, sobretudo os mais tradicionais (DE MORI et al, 2016).

A pesquisa ainda revela que em cada um desses países apontou relevância de terminação das flores férteis e sua contagem na pré-antese. Por fim, esses estudos feitos no exterior e analisados por Carrão e Panizzi (2014) destacam que é preciso ter maior atenção na pré-antese para que haja maior rendimento dos cultivares, no sentido de aumentar a oferta de recursos, sejam na forma orgânica ou inorgânica, indireta ou direta, para que haja maior quantitativo de produção e desenvolva-se grande produtividade.

Outro aspecto de importância significativa no manejo do trigo em plantio direto ressaltado por Carrão e Panizzi (2014) se dá em um cuidado maior entre as fases de antese emergencial e o ciclo completo, visto que é nela que são implementados os

melhoradores, capazes de gerar resultados mais promissores em termos de produtividade. É também nessa fase que se torna possível diferenciar os estudos decorridos no Brasil e no exterior, visto que há maior disponibilidade e variedade de produtos para aprimoramento da qualidade dos grãos em países de Primeiro Mundo.

Da mesma forma, o Brasil possui variedade climática e produção que pode ser afetada a partir de cada componente regional estruturado no Brasil. No Sul do Brasil, enfatiza-se o gradativo uso para rotação de culturas em plantio direto, mas também para expansão mercadológica de produção. A alta produtividade exigiu, no Brasil, a adaptação de variedades plantadas no exterior, como é o caso da mexicana. O Cerrado também passou a plantar o cereal, mas com gargalos no manejo (DE MORI et al, 2016).

Diante disso, um manejo mais adequado do produto pode ser verificado na garantia de expansão das redes de energia para irrigação, assim como o manejo do próprio sistema de irrigação de acordo com a capacidade que o solo dispõe, de modo que haja melhor rentabilidade. Em plantio direto, o manejo adequado precisa levar em consideração a pluviosidade em escala temporal e de distribuição, pois a irregularidade das chuvas diminui a produtividade, assim como pode ocasionar prejuízos expressivos para a cultura como um todo (DE MORI et al, 2016).

Os sistemas de plantio direto em cada localidade podem ser determinantes para averiguar condições de exposição do solo para processos de erosão. Isso porque um sistema que prioriza cobertura vegetal e propicia recursos que não evidenciem perda de água podem ser fundamentalmente importantes. Em pesquisas no Brasil e nos Estados Unidos, realizadas por Kuhnem Junior (2014) e Salapata (2018) respectivamente, detalham que o manejo do solo se torna expressivamente interessante para altas produtividades na cultura do trigo.

A explicação dada por Kuhnem Junior (2014) é de que a preparação do solo possui funcionalidade essencial de aprimorar suas propriedades químicas, o que garante melhor oportunização de produção otimizada. Mesmo assim, as pesquisas detalhadas por Salapata (2018) salientam essa cobertura do solo precisa ser mediada com processos de planejamento para que seu uso não seja tão intensivo, visto que tal quantificação de uso leva a algumas compactações, o que conduz à aparição de microporos.

No que tange ao manejo sob plantio direto, ambos os estudos se caracterizam por uma ótica de enriquecimento do solo, mas principalmente de obter cuidados para que não haja efetiva degradação do local. Até porque o manejo envolve também o potencial hídrico na absorção e a ação humana pode ser predatória para diminuição do potencial produtivo de um determinado espaço.

Outro problema bastante comum no manejo do solo no Brasil é a utilização de grade aradora. Esse sistema já está sendo substituído em alguns países, como é o caso de Estados Unidos e alguns pontos da China. Em terras brasileiras, a grade aradora não explora profundidades expressivas, assim como é vista como uma forma moderada de se obter rendimento mais elevado. Entretanto, Salapata (2018) enfatiza que a grade aradora, quando utilizada de maneira intensa e sem planejamento adequado ou conhecimento específico de sua aplicação, pode ocasionar nos chamados pés-de-grade, prejudicando as camadas e gerando perda de qualidade do solo.

Segundo Kuhnem Junior (2014), nos Estados Unidos e na China, o manejo de trigo sob sistema de plantio direto está se utilizando de outra sistemática, como a aiveca. De modo geral, sua aplicabilidade é mais custosa e também exige maior dedicação temporal do produtor. Também não é exclusiva do trigo, podendo ser utilizada em outras culturas. Mesmo assim, quando comparada com a grade aradora, a aiveca possui melhores índices de produtividade, o que poderia mover sua aplicação mais efetiva em solo nacional.

A partir dos estudos destacados por Dos Santos et al (2019) a eficácia da aiveca se dá a um desenvolvimento menos intensivo no trato radicular, minimizando o processo de compactação em faixas de menor profundidade. Assim, como ponto de orientação na melhoria do sistema, os pesquisadores apontam a necessidade de se utilizar prática que não revolva tanto o solo, com maior conservadorismo, utilização de palha para efetuar cobertura. Assim, torna-se possível obter maior produtividade atrelada a um manejo correto e eficiente.

O manejo adequado, para Dos Santos et al (2019) se dá em torno do sistema de plantio direto. Para os pesquisadores, sua aceitação se dá tanto no Brasil quanto fora dele. Dentre os muitos benefícios, apontam para a diminuição das enxurradas, redução de processos erosivos, minimização de processos térmicos e de umidade,

redução do quantitativo sedimentar, diminuição da poluição, custos mais atrativos e a alta produtividade.

Mesmo assim, segundo os autores, é preciso mencionar que, dependendo do tamanho da propriedade, haja implícita necessidade de produção de palha, visto que a sensibilidade quanto aos seus efeitos na prática, para melhoria da qualidade do solo, depende de um percentual aceitável do insumo, alocada de forma suficiente em cada ponto da área.

Diante dessas considerações, evidencia-se que o manejo do trigo em plantio direto possui algumas diferenciações na forma como é feito, no Brasil e no exterior. Os estudos até aqui delimitados apontam para uma eminente necessidade de se evidenciar técnicas que sejam menos custos e, ao mesmo tempo, eficazes para aumento da produtividade. Mesmo assim, vale lembrar que o fator financeiro ainda é componente crucial de escolhas equivocadas no manejo do solo, assim como a falta de conhecimento em inovação. Compreender essas particularidades de manejo, assim como os resultados promissores por elas gerados é um passo inicial para uma outra causa: a reivindicação por uma política de preços mais atrativa e um conhecimento mais democratizado em torno dessas inovações.

Aliás, é importante considerar que mesmo em países com ampla tecnologia, a produção de trigo também pode apresentar retração, caso dos Estados Unidos¹. Tal retração pode significar que tecnologias de alta produtividade ainda precisa ser aprimoradas, que o uso não está adequado em todas as regiões, ou mesmo que fatores externos ao processo tecnológico sejam considerados, o que seria uma exceção (GORGEN, 2014).

Ainda no que diz respeito ao sistema de plantio direto, Gorgen (2014) destaca que a utilização de gradagens em forma excessiva e dentro de certa superficialidade de solo podem tornar mais instável a camada arável, o que constitui fases distintas do processo de manejo. Em uma delas estrutura-se a chamada “superficial pulverizada”, assim como a subsuperficial compactada. O problema aqui descrito em cada fase reside no fato de que a agilidade na absorção de água pelo solo é drasticamente

diminuída, o que, dentre outros aspectos, acaba prejudicando o desenvolvimento da produção como um todo.

Outra preocupação que o agricultor precisa ter na produção de trigo por meio de sistema direto é o desgaste do solo, com principal centralidade de preocupação no processo de erosão. O clima do Brasil, segundo Dos Santos et al (2019) apresenta elevada instabilidade nos dias atuais. Isso significa que áreas onde o trigo é inserido em sistema de plantio direto podem sofrer escassez de chuva ou excesso de pluviosidade, assim como apresentar solo mais rico ou mais pobre para sua produção. Diante desses aspectos, é fundamental que alguns processos sejam pensados em sua base, como a sistematização da lavoura, a correção de acidez do solo, a descompactação do solo, o manejo em si, o preparo e o terraceamento.

Esses procedimentos exigem atenção para as particularidades do plantio direto, ao mesmo tempo que também devem levar em consideração as especificidades da cultura do trigo e sua adaptabilidade atual no contexto brasileiro. Segundo Gorgen (2014) aspectos como distribuição homogênea de palha no solo, o uso de calcário, a eliminação de depressões e sulcos, a abertura de trincheiras e a construção e manutenção de terraços são alguns pontos para se pensar maior produtividade diante desse sistema.

Ademais, o sistema de plantio direto na cultura do trigo pode ser estruturado mediante solos de característica argilosa, desde que os devidos cuidados para um processo adequado sejam seguidos. Existem diferentes estudos que tratam desse tipo de solo, no manejo do trigo, mediante plantio direto. Diante disso, esse capítulo destacou aspectos gerais do manejo do trigo em plantio direto, destacando algumas informações que possibilitam repensar processos, alcançando a alta produtividade. O manejo não se dá em forma totalmente desvinculada, quando pensamos o Brasil e o exterior. Mas os processos tecnológicos são diferenciais nesse contexto (DOS SANTOS et al, 2019).

O capítulo a seguir salienta quais são as tecnologias adequadas para o manejo do trigo em solos argilosos, sob sistema de plantio direto, visando alta produtividade. Aliás, a própria questão que envolve altas produtividades são analisadas teoricamente em conjunto com as técnicas e tecnologias necessárias, visto que grande produtividade pressupõe incremento de produção.

Mais do que analisar somente sua existência, cabe verificar quais são as suas potencialidades para o efetivo resultado de altas produtividades, averiguar como podem ser aplicadas e quais são as limitações. Assim, não será objeto do capítulo a seguir uma listagem de tecnologias, mas a seleção das que possuem estudos direcionados e podem ser diagnosticadas em razão de suas capacidades.

4 SOLOS ARGILOSOS E ALTA PRODUTIVIDADE: ESTUDOS TEÓRICOS NA CULTURA DO TRIGO

De modo geral, analisar condições relativas ao solo é uma das formas de mapear se a produtividade de uma determinada cultura se faz em maior otimização quantitativa, qualitativa, ou se não há diferenças em relação a outros tipos de solo. No caso do trigo, o próprio PROAGRO (Programa de Garantia da Atividade Agropecuária) estabelece três tipos de solo para seu plantio, bem como traz algumas orientações para uso mais efetivo. O solo de tipo 1 é arenoso, com percentual mínimo de 10% de argila contida. O tipo 2 possui entre 15 e 35% de argila, sendo considerado mesclado. Por fim, o tipo 3, analisado nesse capítulo, possui teor igual ou mais elevado do que 35%.

Diante disso, diferentes pesquisadores analisaram a cultura do trigo mediante solos argilosos, com ênfase para altas produtividades. Bonini et al (2011) avaliam efeitos de compactação a partir de diferentes atributos do solo para evidenciar produtividades elevadas na cultura do trigo. Os pesquisadores utilizam solo argiloso de tipo vermelho distrófico mediante plantio direto. Na metodologia do estudo, enfatizam um cultivo em faixas com quatro tipos diferenciados de tratamento: cada faixa receberia compactação em quantitativo distinto.

Em seguida, verificaram os processos de infiltração da água no solo a partir de anéis concêntricos, assim como verificação da produção por intermédio de amostras. O experimento foi feito na Unioeste, situada na cidade de Cascavel-PR. Nesse estudo, os pesquisadores verificaram que a compactação maior do solo por rolo modificou os pontos de tensão entre 0,07 e 0,10 metros e que valores menores podem ser considerados restritivos para melhoria da produtividade.

Um dos pontos mencionados no decorrer do experimento se deu pelo fato de um sistema de plantio direto em solo argiloso apresentar compactação maior na superfície. Com menor passagem de rolo compactador nesse tipo de solo, em sistema direto, também houve maior percentual de infiltração de água. Uma passagem não geraria resultado de aumento na produtividade, da mesma forma como cinco passagens também afetariam negativamente. Diante disso, chegaram à conclusão

que três passagens de rolo compactador são essenciais para manter qualidade de compactação e, ao mesmo tempo, não haver impactos sobre a produtividade.

Segundo Melero et al (2013), é possível utilizar adubação nitrogenada para aprimorar a produtividade em solos argilosos e mediante sistema de plantio direto. Em seus estudos, analisaram coberturas vegetais e dosagens de nitrogênio em solo argiloso por plantio direto, com experiência realizada na cidade de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. O tipo de solo analisado foi o Latossolo vermelho distrófico álico. Outro ponto de interessante abordagem é que a pesquisa se deu entre 2009 e 2011, sendo publicada em 2013, mas o local já era utilizado por sistema de plantio direto de trigo desde 1997.

Diferentemente dos estudos de Bonini et al (2011), a pesquisa de Melero et al (2013) efetuou 36 tratamentos em blocos, com diferentes coberturas vegetais. Após 55 dias da semeadura da cobertura, houve aplicação de herbicida e processo de dessecação, assim como manejo mediante desintegrador mecânico. Antes do ingresso da cultura do trigo, os autores realizaram cultivo de arroz. Na chegada do inverno, o trigo foi inserido, de maneira mecanizada. Houve aplicação de glifosato e tiodicarbe (nas sementes). No solo argiloso, foi usado espaço de 0,17m com 350 sementes a cada metro quadrado. A adubação nitrogenada foi utilizada a partir da ureia.

Com todas as opções acima, Melero et al (2013) consideraram que houve aumento na produtividade do trigo, com dosagens mais altas de nitrogênio, em solo argiloso, com irrigação de 1º nm, fracionamento da cobertura, com maior quantidade de resíduos nas coberturas vegetais, com doses gradativamente crescentes de nitrogênio. Quando aguçadas as pesquisas com os dados de Bonini et al (2011) destaca-se também a possibilidade de compactação mais efetiva com 3 passagens do maquinário.

Mas outros estudos também analisaram o cultivo de trigo com enfoque em altas produtividades a partir de solo argiloso. Segundo Toigo et al (2015), é fundamental analisar os atributos físicos dos solos argilosos para evidenciar altas produtividades na cultura do trigo, mediante plantio direto, sob olhar voltado para a compactação e escarificação. Em experimento realizado na cidade de Dois Vizinhos, Estado do

Paraná, os pesquisadores avaliaram densidade, porosidade e resistência com metodologia de escarificação mecânica.

Os resultados de Toigo et al (2015) se efetivaram em local com sistema de plantio direto por 10 anos, em rotatividade de culturas. Duas metodologias de plantio direto foram utilizadas: plantio direto com compactação adicional e plantio direto com escarificação mecânica. Essa separação é importante para analisar se há diferenças de manejo para altas produtividades em solos argilosos. O tipo de latossolo foi o mesmo das pesquisas anteriores.

Com diferentes profundidades, foram avaliadas as densidades de compactação e escarificação. Com processo de compactação adicional, as conclusões dos pesquisadores foram de que tal forma de compactação influi negativamente nas propriedades físicas do terreno, com menor porosidade e resistência para penetração. No que tange à escarificação, verificaram que sua forma mecanizada constituiu aprimoramento das propriedades físicas do solo, mas com espaço de mais de um ano depois de sua inserção. A utilização de subsolador não traz melhoria nem piora do estado do solo, nem mesmo corrobora para compactação e é indiferente no aumento ou redução da produtividade.

Diante disso, percebe-se que a alteração das propriedades físicas do solo argiloso para maior compactação e melhor otimização da produção de trigo se edificou com maior qualidade na escarificação e que formas de compactação adicionais não trazem benefícios, mas, ao contrário, podem prejudicar a produtividade como um todo. Essas informações são importantes para esclarecer os processos técnicos que delimitam o plantio direto em solo argiloso, seja na cultura do trigo ou em outras, trazendo melhor potencial para elevação da produtividade.

Em estudo bem mais recente, Rosa, Fontana e Resende (2019) enfatizam avaliação de desenvolvimento de trigo mediante diferentes densidades de solo, em experimento feito na cidade de Cascavel. Com cinco tratamentos diferenciados e cinco repetições, os pesquisadores utilizaram diferentes pontos de densidade do solo para delimitar a altura do trigo, tamanho da raiz e massa. Assim como as outras pesquisas, houve prioridade pela utilização de solo argiloso, por meio de plantio direto e cultura do trigo.

Os resultados apontaram para o fato de que a cultura do trigo possui elevada sensibilidade para diferentes nivelamentos de densidade do terreno e que a densidade se tornou inversamente proporcional ao tamanho da planta. Diante disso, em solo argiloso, quanto maior a densidade do solo, menor foi o crescimento do trigo. Os mesmos fatores foram observados na massa, em sua setorização aérea. Quando maior a densidade, menor foi a produção de massa seca. Com relação ao tamanho da raiz, uma densidade mais elevada resultou em crescimento menor, com prejuízo para o agricultor.

Diante dessa pesquisa, fica nítida a relação entre uma densidade menor do solo para que não haja prejuízo em altura, comprimento de raiz e massa, o que angaria maior produtividade. O quantitativo de raízes também variou em relação aos pontos de densidade destacados por Rosa, Fontana e Resende (2019). Assim, não seria somente a raiz em si que foi afetada pela maior densidade apresentada, mas o quantitativo delas, o que causa maior fragilidade na planta.

Para Ohse et al (2012), em solos argilosos e sob plantio direto, a cultura pode ter maior produtividade quando há incremento de fitoestimulante à base de zinco. O motivo para sua utilização é justificado pelo potencial de promover melhor alongamento celular e também pela formação qualitativa e quantitativa de raízes laterais. Em estudo aplicado na Universidade Estadual de Ponta Grossa, mais especificamente no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, foi utilizado incremento com zinco em dois cultivares diferenciados de trigo: a quartzo e a supera. A fonte utilizada foi o sulfato de zinco.

O estudo desenvolveu-se mediante verificação por teste de vigor, com plântulas normais. A utilização do zinco foi escolhida pelos pesquisadores porque há grande retenção do mesmo em solos argilosos e há eminente necessidade de utilização de adubo com base em fósforo, o que causa ainda maior agravamento da deficiência de zinco. Os solos da região de Ponta Grossa possuem maior prevalência de arenito, o que traz pobreza de zinco.

Como resultados, concluíram que a variedade supera respondeu positivamente à inserção de zinco no teste de vigor e que houve grandes diferenças em relação à variedade quartzo, que teve desempenho superior no teste de vigor. Também notaram que a germinação não teve influência das doses de zinco aplicadas. Diante disso, as

dosagens de zinco podem ser corroborar para melhoria no teste de vigor, mas não influenciam a germinação.

Os estudos de Alves (2019) analisam a alta produtividade e a qualidade dos cultivares de trigo em cada período de semeadura em localidades com clima tropical. A partir de delineamento experimental com uso de blocos ao acaso, foram plantados quatro cultivares de trigo, em sistema de plantio direto e em sistema de preparo mínimo, em solo argiloso, durante três períodos distintos – Março, Abril e Maio. Dentro desses aspectos, foram avaliados aspectos de produtividade, diagnose foliar, fotossíntese, presença percentual de clorofila e qualidade dos grãos.

No estudo, a maioria dos cultivares teve melhor adaptação e produtividade no mês de Abril, assim como maior qualidade dos grãos. Também realizou processo de descompactação mecânica do solo, mas esta não gerou diferenças. O sistema de plantio direto teve pequena vantagem sobre o sistema mínimo. Portanto, os resultados demonstraram a eficácia do sistema de plantio direto, em solo argiloso, para regiões de clima subtropical, com o mês de abril sendo mais favorável que seu antecessor imediato e seu predecessor próximo (ALVES, 2019).

Para Savioli et al (2021), o sistema de plantio convencional possui maior consequência de apresentar impactos erosivos no solo, sendo o sistema de plantio direto mais focado na preservação do solo e suas propriedades. Principalmente em áreas de elevada precipitação foram constatadas perdas por escoamento mais elevadas em sistema de plantio convencional do que no sistema direto, em solo argiloso. O adubo verde, utilizado em ambos os sistemas, não foi fator de diferenciação entre os resultados.

Assim, percebe-se que o sistema de plantio direto em solo argiloso possui vantagem para a cultura do trigo. Sua expressividade se torna interessante quando se analisa a presença de sistemas convencionais, mas retrata-se que a teoria comprova o sistema direto como melhor opção para o produtor. Diante disso, para altas produtividades, a recomendação de uso do sistema de plantio direto com utilização de temporalidade adequada e análise técnica, atrelada com suporte necessário, podem gerar resultados promissores no campo. Tais particularidades, no entanto, não podem permanecer restritas a um grupo intelectual publicador, mas democratizado a

partir das necessidades do trabalhador do campo. Assim, não somente a pesquisa poderá avançar, mas também a prática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo do trigo para altas produtividades exige, segundo o que a maioria dos autores aponta, sistema direto, manejo de solo com sensoriamento, tecnologias adequadas, análise de área de produção, verificação agroecológica, bioclima, adubação com análise prévia de solo, utilização de cobertura e avaliação constante da safra. Da mesma maneira, o manejo se coloca como parte integrante de um processo no qual já se possibilita adubação verde e recursos sustentáveis, essenciais para a agricultura nos dias atuais.

Mediar esses aspectos de sustentabilidade com uma produção de alto quantitativo e qualidade torna-se primordial, principalmente em solos argilosos, o que caracteriza especificidade para produção do trigo. Assim, o estudo alcança objetivo de descrever quais as formas mais eficazes de manejo do trigo para alta produtividade, com tipo de plantio direto, em solo argiloso, com enfoque em técnica e tecnologia recente.

Como sugestão, destaca-se que a utilização dos processos técnicos e tecnológicos destacados sejam aprimorados e verificados na prática, transpondo a teoria e ofertando resultados que possam ser comparados, explicados, descritos e analisados, avaliados e revisados. As ferramentas para tal manejo ainda são custosas, o que traz a sugestão de exigência de preços mais atrativos ao produtor e prazos mais acessíveis a financiamentos, já que a aquisição de tecnologia e conhecimento ainda são onerosos.

Ademais, o estudo colabora para compreensão de que o manejo sob plantio direto em solo argiloso é possível e produz alta produtividade, mas que é necessário conhecer técnicas e tecnologias, bem como as características dos espaços onde se planta o trigo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Michely da Silva. Produtividade e qualidade de cultivares de trigo em resposta a épocas de semeadura e manejo do solo em região de clima tropical de altitude. 2019.
- BONINI, Andreia Kusumota et al. Atributos físico-hídricos e produtividade de trigo em um Latossolo sob estados de compactação. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1543-1548, 2011.
- CARNEIRO, Henrique. Comida e sociedade: uma história da alimentação. Elsevier Brasil, 2017.
- CARRÃO-PANIZZI, Mercedes Concórdia et al. Melhoramento de soja para alimentação humana na Embrapa Trigo-safra agrícola 2013/2014. Embrapa Trigo-Documentos (INFOTECA-E), 2014.
- CARVALHO, Paulo de Tarso; BELEIA, Adelaide Del Pino. Alterações físico-químicas e atividade enzimática de trigo com germinação pré-colheita. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 524-531, 2015.
- DE MORI, C. et al. Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Trigo-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E), 2016.
- DE SOUSA, C. N. A.; CAIERÃO, E. Cultivares de trigo indicadas para cultivo no Brasil e Instituições criadoras 1922 a 2014. **Embrapa Trigo-Livro científico (ALICE)**, 2014.
- DOS SANTOS, H. P. et al. Desempenho agrônômico de sistemas de manejo de solo na produtividade da cultura de trigo. In: Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 12., 2018, Passo Fundo. Atas e resumos... Passo Fundo: Projeto Passo Fundo, 2019. Ecologia, Fisiologia e Práticas Culturais, p. 93-97., 2019.
- FELIPE, Israel José; FRAILE, Guillermo Badía. Perda máxima aceitável para investimento de risco em commodity brasileira. **REGE-Revista de Gestão**, v. 24, n. 3, p. 224-234, 2017.
- GORGEN, Luísa Otília. Gestão de custos na atividade agrícola: estudo de caso das culturas de cevada e de trigo. 2014. 73 f. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis). Curso de Ciências Contábeis. Universidade de Passo Fundo, Carazinho, RS, 2014.
- KUHNEM JUNIOR, Paulo Roberto. Complexo de espécies *Fusarium graminearum* em milho e trigo: aspectos ecológicos, patogênicos e toxigênicos de isolados do Sul do Brasil e Nordeste dos Estados Unidos. 2014.

LANZARINI, Daiane Precila et al. Controle de qualidade aplicado a farinha de trigo panificável produzida em moinhos do estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 16919-16929, 2020.

MELERO, Mariana Moreira et al. Coberturas vegetais e doses de nitrogênio em trigo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 343-353, 2013.

OHSE, Silvana et al. Vigor e viabilidade de sementes de trigo tratadas com zinco. **Biotemas**, v. 25, n. 4, p. 49-58, 2012.

REZENDE, Jessie Divina Silva; DE OLIVEIRA NETO, Odilon José; SILVA, Kelly Aparecida. Volatilidade e transmissão dos preços internacionais do trigo para os preços domésticos do trigo e derivados no Brasil. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, v. 10, n. 1, p. 132-159, 2018.

ROSA, Helton Aparecido; FONTANA, Wellington Cassio; RESENDE, Jhone Dias. Desenvolvimento inicial do trigo em diferentes densidades de solo. **Revista Técnico-Científica**, n. 17, 2019.

ROSSI, M. R.; NEVES, Marcos Fava. Estratégias para o trigo no Brasil. Editora Atlas SA, 2004.

SALAPATA, Matheus Cesar. Resposta de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) diferentes manejos de nitrogênio. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa et al. Compras públicas sustentáveis e agricultura familiar: a experiência do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas, p. 273, 2014.

SAVIOLI, Matheus Rodrigues et al. Perdas de água e solo por erosão durante o ciclo de desenvolvimento do milho em Latossolo argiloso sob sistema de plantio direto. **Acta Iguazu**, v. 10, n. 1, 2021, p. 38-46.

SCHEUER, Patrícia Matos et al. Trigo: características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. Cortez editora, 2017.

TOIGO, Sonia et al. Atributos físicos de um Nitossolo Vermelho cultivado com trigo, em sistema plantio direto, submetido à compactação e escarificação. **Revista Engenharia Na Agricultura-Revang**, v. 23, n. 1, p. 19-28, 2015.

WENDLER, Eliza; SIMONETTI, Ana Paula Moraes Mourão. Uso de trigo mourisco sobre a germinação e desenvolvimento inicial de soja. **Revista Cultivando o Saber**, p. 119-128, 2016.