

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA

LUIZ GABRIEL DE MOURA

**QUALIDADE DA CEVADA CERVEJEIRA (*Hordeum vulgare*) SOB OS SISTEMAS
DE TRATAMENTO BIODINÂMICO, ORGÂNICO, CONVENCIONAL
AGROQUÍMICO E CONTROLE.**

LARANJEIRAS DO SUL

2023

LUIZ GABRIEL DE MOURA

**QUALIDADE DA CEVADA CERVEJEIRA (*Hordeum vulgare*) SOB OS SISTEMAS
DE TRATAMENTO BIODINÂMICO, ORGÂNICO, CONVENCIONAL
AGROQUÍMICO E CONTROLE.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul (PR).

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Deffune Gonçalves de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt

LARANJEIRAS DO SUL

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

Moura, Luiz Gabriel de

Qualidade da Cevada Cervejeira (*Hordeum vulgare*) sob os Sistemas de Tratamento Biodinâmico, Orgânico, Convencional Agroquímico e Controle. / Luiz Gabriel de Moura. -- 2023.

47 f.:il.

Orientador: Doutor Geraldo Deffune Gonçalves de Oliveira

Co-orientador: Doutor Henrique Von Hertwig Bittencourt

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

1. Qualidade da cevada cervejeira. 2. Teor de Proteínas. 3. Peso Hectolétrico. 4. Micotoxina Deoxinivalenol. 5. Tamanho do grão e Germinação. I. Oliveira, Geraldo Deffune Gonçalves de, orient. II. Bittencourt, Henrique Von Hertwig, co-orient. III.

Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.
Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFScom os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ATA DE DEFESA DE TCC - Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
ACADÊMICO: Luiz Gabriel de Moura

**Qualidade da Cevada Cervejeira (*Hordeum vulgare*) sob os Sistemas de Tratamento
Biodinâmico, Orgânico, Convencional Agroquímico e Controle.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul (PR).

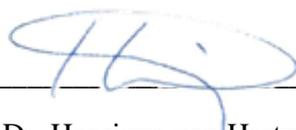
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Deffune Gonçalves De Oliveira

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 15/07/2023.

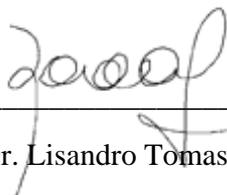
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Geraldo Deffune Gonçalves de Oliveira



Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Dedico este trabalho aos meus familiares,
namorada e amigos, em especial ao meu irmão
e aos meus pais que nunca mediram esforços
para que eu pudesse concluir os meus estudos.

RESUMO

A forma de manejo influencia diretamente as características físicas, químicas e biológicas do solo, a produtividade e a qualidade de cada cultura agrícola. Dentro desse contexto, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos de três sistemas de cultivo - agroquímico convencional, orgânico, biodinâmico e controle ou testemunha, na qualidade dos grãos de cevada (*Hordeum vulgare*) cv. Imperatriz. Os ensaios foram conduzidos na área experimental de culturas anuais da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus de Laranjeiras do Sul, Paraná. O delineamento experimental consistiu em 4 sistemas de tratamentos com 6 blocos de repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. O Experimento teve início em maio de 2022 com o preparo do solo e plantio da cevada no mês de julho, sob quatro diferentes sistemas de adubação e tratamentos específicos. Após a colheita, amostras de grãos passaram por testes na FAPA (Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária) em Guarapuava – PR. Os parâmetros analisados foram: Teores de Proteína Bruta, o Peso Hectolítrico (PH), níveis de micotoxina deoxinivalenol (DON), classificação por tamanho e porcentagem de germinação dos grãos produzidos nos quatro sistemas de tratamento. Esses testes são indicativos da qualidade da cevada para a produção de malte cervejeiro. Os resultados laboratoriais de teor proteico mostram que o tratamento controle produziu grãos com porcentagem de proteína bruta (PB%) mais próxima do desejável para produção de malte, já que os outros 3 tratamentos produziram uma cevada com teor proteínas muito acima do ideal para a maltagem, provavelmente devido à adubação nitrogenada. Quanto ao Peso Hectolítrico os três tratamentos produziram grãos significativamente melhores que o controle ou testemunha em termos de PH mais próximo ao ideal para a produção de malte, por conta do amplamente conhecido efeito da adubação, especialmente a nitrogenada, diminuir o peso individual dos grãos pelo aumento de sua quantidade nas espigas da maioria dos cereais. Os teores de micotoxina DON ficaram muito acima do permitido pelo padrão do Ministério da Saúde do Brasil em todos os 4 tratamentos, devido à colheita e trilhagem ou debulha manual de fardos da cevada, que implicou na mistura de folhas e talos pela falta de equipamentos adequados à colheita experimental e secagem das amostras para impedir a proliferação do fungo *Fusarium graminearum* que produz a DON, mas que, todavia, não causou danos significativos de sanidade ou produtividade a nenhuma das parcelas experimentais.

Palavras-chave: Comparação de Sistemas de Produção, Malte, Maltagem, Cevada, Teor Proteico, Peso Hectolítrico, Micotoxina DON.

ABSTRACT

The form of management directly influences the physical, chemical and biological characteristics of the soil, yield and quality of each agricultural crop. Within this context, this work aimed to evaluate the effects of three cropping systems - conventional agrochemical, organic, biodynamic and control, on quality of barley (*Hordeum vulgare*) cv. Imperatriz. The field trial was carried out in the experimental area of annual crops of the Federal University of Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, Paraná, Brazil. The experimental design consisted of 4 treatment systems with 6 blocks of replicates, totaling 24 experimental plots. The Experiment began in May 2022 with soil preparation and barley drilling in July, under four different fertilization systems and specific treatments. After harvesting, grain samples were tested at FAPA (Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária) in Guarapuava – PR. The parameters analyzed were: Crude Protein Content, Hectoliter Weight (PH), levels of mycotoxin deoxynivalenol (DON), classification by size and percentage of germination of the grains produced in the four treatments. These tests are indicative of the quality of barley for brewing malt production. The laboratory results of protein content show that the control treatment produced grains with a percentage of crude protein (CP%) closer to the desirable for malting production, since the other 3 treatments produced barley with a protein content far above the ideal for malting, probably due to the nitrogen content of the fertilizers applied. As for the Hectoliter Weight, all three treatment systems provided the barley with PH values significantly closer to the ideal for the production of malt than the control, due to the well-known fertilization – especially nitrogen, effect of reducing the individual grain weights by increasing the number or amount of seeds in the ears of most cereals. DON mycotoxin levels were much higher than allowed by the Brazilian Ministry of Health standards in all 4 treatments due to the manual harvesting and threshing of barley bales, which involved mixing leaves and stalks owing to the lack of adequate equipment for experimental harvesting and drying of the samples to prevent the proliferation of the *Fusarium graminearum* fungus that produces DON, but which, however, did not cause significant damage to the crop health or yield of any of the experimental plots.

Keywords: Comparison of Production Systems, Malt, Malting, Barley, Protein Content, Hectoliter Weight, DON Mycotoxin.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de variância da Porcentagem de Proteínas.....	32
Tabela 2 - Análise de variância do Peso Hectolítrico.....	34
Tabela 3 - Análise de variância do Teor de Micotoxina DON.....	36
Tabela 4 - Análise de variância da classificação dos grãos por tamanho entre os quatro tratamentos.	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de Proteínas dos grãos de cevada (<i>Hordeum vulgare</i> cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.	33
Gráfico 2 - Peso Hectolítrico dos grãos de cevada (<i>Hordeum vulgare</i> cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.	35
Gráfico 3 – Teor de Micotoxina DON dos grãos de cevada (<i>Hordeum vulgare</i> cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.	37
Gráfico 4 – Classificação por tamanho dos grãos de cevada (<i>Hordeum vulgare</i> cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca	Cálcio
CV	Coefficiente de variação
g	Gramma
ha ⁻¹	Hectare
hl	Hectolitro
kg	Quilograma
K ₂ O	Óxido de Potássio
L	Litro
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mg	Miligramma
ml	Mililitro
N	Nitrogênio
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
ns	Resultado não significativo
PH	Peso Hectolítrico
S	Enxofre
t	Tonelada
µg	Microgramma
*	Resultado significativo
**	Resultado altamente significativo
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	14
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	ASPECTOS DA CULTURA DA CEVADA	14
3.2	SISTEMA CONVENCIONAL AGROQUÍMICO	16
3.3	SISTEMA ORGÂNICO	17
3.4	SISTEMA BIODINÂMICO	18
3.5	PROCESSO DE MALTAGEM	19
3.6	QUALIDADE DE MALTE	21
3.7	MICOTOXINA DEOXINIVALENOL (DON).....	23
4	MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	25
4.2	HISTÓRICO DA ÁREA.....	25
4.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	26
4.4	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	26
4.5	AMOSTRAGEM	29
4.6	AVALIAÇÕES E ANÁLISES	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	PORCENTAGEM DE PROTEÍNAS.....	32
5.2	PESO HECTOLÍTRICO	34
5.3	TEOR DE MICOTOXINA “DON”	36
5.4	CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS POR TAMANHO	39
5.5	TESTE DE GERMINAÇÃO	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
7	REFERÊNCIAS	43
8	ANEXOS – FOTOS E IMAGENS ILUSTRATIVAS	46

1 INTRODUÇÃO

A cevada é um dos cereais de inverno de maior relevância econômica no mundo, cuja maior importância na economia brasileira consiste no abastecimento da indústria cervejeira, sendo também usada na alimentação humana para fabricação de farinhas e flocos para panificação, na produção de medicamentos e produtos dietéticos, além de estar presente em menor escala na composição de rações e como forragem verde para alimentação animal (MINELLA, 2007).

Poucos produtores hoje em dia cultivam a cevada sob formas de manejo alternativos ao convencional agroquímico, sendo necessário testar a viabilidade, produção e qualidade deste grão em diferentes sistemas de tratamento para investigar se tais sistemas alternativos produzem uma cevada de qualidade superior para a produção de cervejas, como sugerem os resultados da experimentação comparativa na produção de cereais e vinhos, especialmente pela ausência da aplicação de agrotóxicos como fungicidas, que prejudicam a atividade das leveduras na produção de bebidas fermentadas de qualidade (DEFFUNE, 2000 e 2003; REEVE *et al.* 2005; RAUPP *et al.* 2006).

Dentre as principais tecnologias de produção agrícola estão os sistemas convencional agroquímico, o sistema orgânico e o biodinâmico. Tais sistemas fazem uso de diferentes estratégias para alcançar os objetivos de melhor produtividade, com destaque para a crescente preocupação e busca pela qualidade alimentar, preservação ambiental e eficiência energética.

O sistema convencional de produção está constantemente se modernizando e trazendo um grande crescimento econômico pela sua alta produtividade em grande escala, mas é altamente dependente de mecanização e de insumos químicos como fertilizantes, herbicidas e inseticidas que geram riscos significativos para a saúde humana pela contaminação de alimentos e do ambiente.

Já os sistemas provindos da vertente agroecológica, como o orgânico e o biodinâmico, fazem uso de adubação natural provinda de materiais orgânicos, além de estratégias de manejo de inços (plantas indicadoras ou espontâneas) organismos fitófagos e micróbios fitopatogênicos que não fazem uso de agrotóxicos. Sua aparente desvantagem é a necessidade de mais mão de obra e a dificuldade logística de escala para atingir altas produtividades

comparativas aos sistemas convencionais de cultivo agroquímico (DEFFUNE, 2000 e 2003; RAUPP *et al.* 2006).

Segundo Minella (2013) Precisamos produzir cultivares que tenham melhor perfil de resistência a doenças, para reduzir os custos de produção e para gerar uma produção mais limpa, com menos insumos químicos na lavoura.

De acordo com Botini (2013) a produção de cevada do Brasil tem tanta qualidade quanto qualquer outra no mundo. Nós temos excelente produtividade, qualidade e produção de malte, nosso grande limitador é o clima e caminhamos para não precisar mais importar cevada da Europa.

Os três sistemas de tratamentos citados - convencional agroquímico, biodinâmico e orgânico, influenciam nas características físicas, químicas e biológicas do solo e das plantas cultivadas, mudando conseqüentemente algumas características do produto final, como os níveis de produtividade e de qualidade, o que pode ter muita relevância no produto final industrializado.

No caso da cultura objeto de estudo deste trabalho - a cevada, é importante realizar estudos para constatar de que forma estes diferentes sistemas de tratamentos podem afetar a produtividade e qualidade final dos grãos e conseqüentemente a qualidade do malte e cerveja produzidos.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem como objetivo geral comparar a qualidade da cevada cervejeira (*Hordeum vulgare* cv. Imperatriz), sob quatro sistemas de tratamento: o convencional agroquímico, o biodinâmico, o orgânico e um controle ou testemunha.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a porcentagem de proteína (%) dos grãos de cevada produzidas;
- Determinar o Peso Hectolítrico (kg/hl);
- Avaliar o Teor de “DON” - Micotoxina Deoxinivalenol (mg/kg);
- Determinar a classificação dos grãos por tamanho (%), para avaliar a porcentagem de grãos de qualidade para produção de malte;
- Determinar a porcentagem de germinação, para avaliar os rendimentos de grãos de qualidade adequada para maltagem;
- Avaliar os efeitos dos diferentes sistemas de tratamentos utilizados na qualidade geral da cevada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS DA CULTURA DA CEVADA

A cevada é uma gramínea cerealífera da família *Poaceae*, do gênero *Hordeum* e de nome científico *Hordeum vulgare*. É uma planta anual de colmo de até 1 metro de altura, com

folhas eretas, glabras e compridas, invaginadas nos nós do colmo. Seu fruto é uma cariopse longitudinal presa a uma espiguetta (ULLMANN, 2002).

Este cereal de inverno ocupa a quinta posição na produção mundial em toneladas de grãos, figurando entre os cereais de maior relevância econômica. No período de 2005-2009, a Europa foi responsável por 63,4% da quantidade mundial de cevada produzida; a Ásia por 14,5%; a América do Norte por 10,7 %, a Oceania por 5,4%; a África por 4,0% e a América do Sul, por 1,6% (MORI e MINELLA, 2012).

Hoje em dia a cevada é produzida em todo o mundo, segundo dados oficiais, com aproximadamente 141.276.744 toneladas anuais, sendo a Rússia o maior produtor de cevada do mundo, com uma produção média de 17.992.517 toneladas por ano, seguida pela Alemanha, com uma produção média de 10.730.500 toneladas anualmente, em seguida França, Ucrânia, Austrália e Canadá, respectivamente. O Brasil está em 42º lugar no ranking mundial com uma produção média de 379.687 toneladas de cevada por ano (Atlas Big, 2020).

A maior importância da cevada na economia brasileira se refere à sua utilização na indústria cervejeira - onde passa por processos de germinação ou maltagem e fermentação industrial, tendo como resultado sua transformação em cerveja a partir do malte. Todavia, a cevada também é usada na alimentação humana para fabricação de farinhas e flocos para panificação, na produção de medicamentos e produtos dietéticos, estando presente em menor escala na composição de rações e como forragem verde para alimentação animal (MINELLA, 2007).

A maltagem tem sido a principal aplicação da cevada no Brasil: aproximadamente 75% da cevada produzida no país é utilizada na fabricação de malte, 7% é armazenada para semente e aproximadamente 18% são usados na produção de rações (MORI e MINELLA, 2012).

No Brasil, a cevada é cultivada em maior escala quase que exclusivamente para ser usada na fabricação de malte e produção de cerveja. Sua expansão no país é bem recente e se deve muito por iniciativas das indústrias cervejeiras como por exemplo a AMBEV e outras, que vem incentivando o aumento do cultivo de cevada nacional, muito para garantir o melhor preço, já que a cevada importada vem se tornando mais cara ao longo dos anos. Um fato muito importante é o aumento da área cultivada de cevada a partir da década de 1970 e o constante crescimento no rendimento desta cultura nos últimos 30 anos. Essa grande evolução que vem se concretizando nos últimos anos, se deve muito ao incentivo à construção de

maltarias, financiamento e garantia de preços, mas principalmente às pesquisas desenvolvidas pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) a partir de meados da década de 1980 (MORI e MINELLA, 2012).

As melhores condições ambientais e climáticas para a produção de cevada, com qualidade suficiente para a indústria cervejeira, se caracterizam por regiões de baixa umidade relativa do ar, alta luminosidade e com temperaturas amenas, principalmente durante a fase de enchimento e maturação dos grãos. Áreas com tais características primárias são aptas à produção de cevada, por isso a produção brasileira está concentrada na região sul do país. A cultura da cevada é uma boa opção para os produtores durante o inverno, pois fatores como sua liquidez comercial e a sua janela de cultivo, tornam essa cultura muito vantajosa. No sistema de rotação de culturas, a cevada é o cereal de inverno que tende a maturar mais cedo, desocupando a lavoura, fato que permite a semeadura de culturas de verão como a soja em momento adequado, tendo também outros benefícios como um sistema radicular mais denso, que favorece a porosidade do solo e traz consequências positivas para a cultura que será plantada na área posteriormente. (MINELLA, 2018).

3.2 SISTEMA CONVENCIONAL AGROQUÍMICO

O sistema convencional de agricultura é o sistema de manejo mais utilizado no Brasil e caracteriza-se pela monocultura, por ser intensivo, fazer uso de agroquímicos e sementes transgênicas, sendo necessária uma mecanização pesada e tecnologias avançadas para integrarem a cadeia produtiva, características estas que diminuem a necessidade por muita mão de obra, exigindo menos pessoas, porém com maior qualificação para o trabalho (GONÇALVES, 2020). É um sistema considerado muito dependente de insumos químicos, como fertilizantes, inseticidas, fungicidas, herbicidas e outros mais, os quais usados de forma correta trazem grande benefício e produtividade à cultura, mas muitas vezes podem ser usados de forma inadequada, causando problemas ao meio ambiente e podendo gerar resistência de inóculos, fitopatógenos e organismos fitófagos agrícolas (TSCHARNTKE *et al.*, 2012).

A alta dependência de insumos agroquímicos, maquinário e também a necessidade de monitoramento constante para garantir alta produtividade, aumentam os custos para este sistema. Outro ponto importante é que, para acompanhar as inovações tecnológicas da área, como inovação de maquinário, novas sementes geneticamente modificadas e patenteadas –

que encarecem muito os custos de produção e diminuem a agrobiodiversidade, novos agroquímicos, melhorias na colheita e no armazenamento, se faz necessário um alto aporte financeiro por parte do produtor, que frequentemente anula as perspectivas de alto retorno econômico (Zanoni e Ferment, 2011; GONÇALVES, 2020).

A adubação utilizada na agricultura convencional à base de fertilizantes, em sua maioria sintéticos, combinada a outros fatores como o uso intensivo de agrotóxicos, são responsáveis pela eficiência e alta produtividade em grande escala nesse sistema, gerando, todavia, efeitos negativos pelo uso indiscriminado dos agroquímicos, assim como danos à saúde humana e o desequilíbrio ambiental, especialmente a médio e longo prazo (ROSSET *et al.*, 2014).

As consequências causadas pelos agrotóxicos, direta ou indiretamente, vêm sendo estudadas à alguns anos, se tornando objeto de estudo de vários pesquisadores da saúde, com vários testes e pesquisas nos quais foram identificadas no sangue humano muitas das substâncias provindas dos insumos químicos agrícolas, as quais também estão presentes em vários alimentos e também no leite materno em níveis residuais acima dos recomendados pela Organização Mundial de Saúde e legislações internacionais, evidenciando a ligação entre os agrotóxicos e algumas doenças como o câncer (KRUSE e SIQUEIRA, 2008; ZANONI e FERMENT, 2011).

3.3 SISTEMA ORGÂNICO

A agricultura orgânica é a que considera e maneja as unidades agrícolas como organismos, administrando os agroecossistemas de forma integrada sem a necessidade do uso de agrotóxicos ou transgênicos, tendo como objetivo principal gerar alimentos naturais de qualidade, com o mínimo de gasto energético, intervenção humana, e impactos ambientais negativos (DEFFUNE, 2000 e 2003).

A partir dos princípios agroecológicos, é a mais reconhecida e difundida corrente ou método entre as agriculturas de base agroecológica, constituindo a denominação mais universalmente adotada para todas estas. O sistema orgânico se caracteriza por não usar agroquímicos, ou seja, não usam herbicidas, inseticidas, fertilizantes ou qualquer outro agroquímico sintético, fazendo uso apenas de produtos naturais orgânicos e minerais, como fosfatos naturais e calcários. Se caracteriza também pelo manejo integrado agro-silvo-pastoril,

adubação verde, controle biológico de pragas, uso de plantas companheiras e indicadoras, alelopatia aplicada, manutenção da cobertura do solo e manejo natural na fertilidade do solo para manter seu equilíbrio nutricional (DEFFUNE, 2000 e 2003; ROSSET *et al.*, 2014).

Tais práticas geram a necessidade de mais mão de obra dificultando a logística de produção em larga escala. Porém, mesmo com menores produções, este sistema gera um produto de mais alta qualidade e valor agregado, por oferecer alimentos mais saudáveis e livre de produtos químicos.

A agricultura orgânica diminui os riscos de contaminação das águas de rios, lagos e outros corpos hídricos por não fazer o uso de produtos químicos sintéticos. Melhora a qualidade dos solos por manter cobertura verde e incrementar matéria orgânica, aumentando a capacidade de retenção de nutrientes, diminuindo a erosão e a lixiviação, além de grande benefício a biota do solo. Torna o ambiente melhor e mais adequado para microrganismos e invertebrados por não fazer uso de pesticidas agrotóxicos, o que melhora a biocenose do solo e dos agroecossistemas, favorecendo o aparecimento de inimigos naturais e aumentando a população de insetos polinizadores e úteis em geral (ROSSET *et al.*, 2014).

3.4 SISTEMA BIODINÂMICO

Origem conceitual do sistema orgânico, a agricultura biodinâmica estabeleceu as bases históricas e científicas dos princípios agroecológicos. É o modelo de produção agrícola sustentável ou ecológico mais antigo que não faz uso de agrotóxicos, fertilizantes, ou qualquer substância sintética, prescindindo também das sementes transgênicas. A Agricultura Biológico-dinâmica teve origem no método resultante do “Curso Agrícola” ministrado pelo filósofo e educador Rudolf Steiner, entre 7 e 16 de junho de 1924 numa grande fazenda produtiva de Koberwitz, região da Silésia, atualmente pertencente à Polônia, destacando pioneiramente a forte e importante ligação entre o homem, a terra e o cosmos (STEINER, 2000; DEFFUNE, 2003; AZEVEDO, 2017).

A Biodinâmica foi a pioneira no enfoque de manejar as unidades rurais como organismos ou individualidades agrícolas integradas agro-silvo-pastoris, tendo como aspectos diferenciais o uso dos Preparados Biodinâmicos - eliciadores à base de componentes naturais e de um Calendário Astronômico que considera a influência de fatores cósmicos complementares ao fotoperiodismo e ao clima em geral, como os ritmos lunares, numa forma

de Cronobiologia Aplicada cuja efetividade tem sido evidenciada por significativos resultados de pesquisas comparativas de sistemas de produção com foco na melhor produtividade e qualidade dos alimentos e na preservação ambiental (SPIESS, 1990; DEFFUNE, 2000 e 2003; RAUPP *et al.* 2006; JOVCHELEVICH e CÂMARA, 2008).

A adubação utilizada no sistema de manejo biodinâmico é feita com adubos orgânicos compostados, adubação verde e pós de rocha como fosfatos naturais e calcários. Os preparados biodinâmicos, como são conhecidos, tem uma classificação para facilitar a aplicação prática e manter um padrão mundial para sua utilização e pesquisa, numerada de 500 a 507 tradicionalmente, podendo haver também o 508 que é o decocto diluído de *Equisetum sp.* Tais preparados são confeccionados a partir de esterco, plantas medicinais e minerais de rocha. São classificados em “sprays” ou aspersões de campo que se referem aos preparados P500 e P501 que são pulverizados diretamente no solo ou nas plantas; e em preparados de composto que se referem aos preparados que numerados de P502 a P507 - que são incorporados principalmente ao processo de compostagem orgânica de resíduos agrícolas (DEFFUNE *et al.*, 1996; DEFFUNE, 2000; SIKORA, 2021).

3.5 PROCESSO DE MALTAGEM

A cevada é a matéria prima para produção de malte - seus grãos germinados ricos em maltose - o principal substrato para a produção de cerveja. Para a transformação da cevada em malte, este grão passa por diversos processos industriais para que ocorram mudanças bioquímicas específicas, constituídos pela maltagem e cozimento em água ou “brewing”. Durante a maltagem, as enzimas maltase, alfa e beta-amilase da cevada transformam o amido da reserva do grão em maltose e outros açúcares simples fermentáveis, os quais têm grande importância na produção de cervejas de qualidade (MUZZOLON *et al.*, 2021). A maltagem objetiva também diminuir as beta-glucanas (polissacarídeos complexos) das paredes celulares e certas proteínas insolúveis que dificultam o acesso de algumas enzimas ao amido (BAXTER e HUGHES, 2001).

Em síntese, a maltagem produz e ativa enzimas como a maltase ou alfa glucosidase, alfa e beta-amilase no grão, para que cadeias de amidos, oligossacarídeos e proteínas possam ser hidrolisadas resultando assim em monossacarídeos, aminoácidos e outros compostos necessários para a fabricação cervejeira. Para que a maltagem ocorra a cevada deve passar por

3 etapas respectivamente: Maceração, Germinação e Secagem. Para que um malte de qualidade seja produzido, os grãos de cevada devem ser previamente selecionados e amostras devem passar por testes de germinação, pois como a maltagem precisa que a cevada inicie o processo enzimático germinativo, esta deve estar com boa taxa de germinação nos testes (MUZZOLON *et al.*, 2021).

A primeira etapa é o processo de maceração, a qual consiste em umedecer o grão, elevando sua umidade de 35% a 45% e também oferecer oxigênio, para que os grãos de cevada saiam do estado de dormência e iniciem os processos bioquímicos germinativos. Esta etapa acontece em ambiente controlado, intercalando entre períodos em que o grão fica submerso em água e períodos que o grão fica fora da água para que se possa ter uma homogeneização da umidade nos grãos, pois estudos comprovam que fase úmida e seca tornam o processo de absorção mais eficiente (KUNZE, 2006).

Segundo Kunze (2006) após o término desta etapa se faz a medição da umidade gravimétrica do grão, sendo que esta deve estar entre 38% e 42%, fator essencial para que as próximas etapas da maltagem sejam realizadas com sucesso.

A segunda etapa é chamada de Germinação, a qual deve ser feita em ambiente controlado, com temperatura entre 16 e 25 °C, umidade entre 44% e 46% e oxigenação. Sob tais condições a semente começa a liberar e desenvolver a radícula, pois é como se a germinação estivesse acontecendo normalmente para o desenvolvimento de uma nova planta, mas o objetivo aqui é apenas que as características bioquímicas do grão sejam alteradas, e posteriormente esta radícula será retirada na secagem (MUZZOLON *et al.*, 2021). Neste sentido, para seu desenvolvimento germinativo, o grão precisa de nutrientes, então usa suas reservas de amido já que não tem clorofila, tal amido é uma molécula grande e difícil de ser transportada, por isso as enzimas quebram o amido em açúcares simples para que a semente possa utilizar destas reservas em seu desenvolvimento, e isso é exatamente o que é preciso para produzir a cerveja posteriormente.

A germinação começa quando enzimas amilolíticas como a alfa e a beta amilase são secretadas e iniciam as alterações na camada do endosperma, agindo nas reservas de amido e no embrião. Para isso a etapa de maceração foi muito importante para que a semente tenha agora suprimento de água para sintetizar tais enzimas tão necessárias a esse processo e possam ser transportadas pelas diferentes partes do grão. A partir daí as enzimas iniciam a transformação das reservas de amido e proteína em cadeias menores, mais simples e solúveis,

e por sua vez, estes são fermentáveis e de extrema importância na produção cervejeira (MUZZOLON *et al.*, 2021).

Para a germinação pode-se adicionar o ácido giberélico para facilitar a indução dos processos bioquímicos germinativos e quebra da dormência da semente (KUNZE, 2006).

A terceira etapa da maltagem é a secagem, onde o malte toma forma nos quesitos: cor, sabor e aroma. Agora o processo germinativo é encerrado tornando o malte armazenável. A secagem acontece numa rampa de aquecimento com ar quente passando entre os grãos, geralmente numa temperatura que começa baixa e de forma crescente vai até 50 a 85 °C, podendo ultrapassar os 100 °C dependendo de qual malte se deseja fazer para a produção de diferentes qualidades de cerveja. A secagem acontece até que o malte fique com uma umidade próxima a 10%. O objetivo desta etapa é conservar as transformações bioquímicas e atividade enzimáticas, reduzir os riscos de contaminação por microrganismos durante o armazenamento e também melhorar o sabor, cor e aroma da cevada. Após esta etapa o malte é resfriado a 35 °C, com a redução de temperatura natural, para que não haja perda enzimática e alterações negativas nas suas qualidades aromáticas. Nesta etapa a radícula produzida na germinação é retirada e o malte está pronto (MUZZOLON *et al.*, 2021).

Após a maltagem, o mosto é inoculado com o fungo unicelular *Saccharomyces cerevisiae*, popularmente conhecido como levedura de cerveja, que produz álcool a partir dos açúcares e outros nutrientes, resultando nos diversos tipos de cervejas de forma análoga ao que ocorre na produção de vinhos. As leveduras, especialmente as de origem nativa, naturalmente selecionadas para substratos e ambientes regionais, são importantes indicadores biológicos para mostos saudáveis e livres de contaminação química – especialmente de agrotóxicos como os fungicidas que alteram negativamente a qualidade das bebidas fermentadas, o que foi identificado nos experimentos comparativos entre os sistemas biodinâmico, orgânico e agroquímico na produção vitivinícola (Reeve *et al.* 2005; Raupp *et al.* 2006)

3.6 QUALIDADE DE MALTE

A qualidade do malte é determinada por diversos parâmetros, principalmente físicos e químicos, que são produzidos desde o crescimento da planta de cevada no campo e ambiente

de cultivo, até a realização dos processos de maltagem na indústria com a transformação química do produto, tudo impacta de forma significativa na qualidade final da cor, aroma e sabor da cerveja (KUNZE, 2006).

Os principais parâmetros usados para medir a qualidade do malte são análises físico-químicas e fisiológicas, que incluem testes como: taxa de germinação, teor de proteína, teor de umidade, danos causados por doenças ou danos mecânicos, atividade das enzimas alfa e beta-amilase (Poder Diastásico), teor de Beta Glucanas, classificação por tamanho de grãos, Peso Hectolítrico (MUZZOLON *et al.*, 2021) e teor de “DON” que é micotoxina deoxinivalenol, produzida pelo fungo *Fusarium graminearum*.

Bom exemplo para indicar a qualidade é a quantificação das proteínas, que são muito importantes para a produção de cerveja, pois influenciam a cor, o sabor e a textura da bebida. Além disso, as proteínas também são importantes para a formação de nitrogênio na cerveja, o que é fundamental para a fermentação. Além disso, o resultado do teste de proteína pode ser utilizado para avaliar a qualidade nutricional da cevada, pois as proteínas são uma importante fonte de nutrientes para o corpo humano. Portanto, o teste de proteína é uma ferramenta importante para avaliar a qualidade da cevada para a produção de malte cervejeiro.

Outro exemplo de indicador de qualidade para o malte é a classificação dos grãos por tamanho, o qual é um dos testes mais rápidos e também mais importantes para a indústria. Serve exclusivamente para determinar o tamanho dos grãos que compõe um lote. Geralmente na indústria essa característica física é a primeira a ser analisada para que se possa entrar no processo de produção apenas os já selecionados. Grãos com pouca casca e de maior tamanho são os preferidos das malteadoras, pois tem maior teor de amido por grão, sendo assim evitados os grãos de menor tamanho com baixo teor de amido. Para que um lote de cevada seja considerado próprio para o processo de maltagem, 85% do mesmo deve ser igual ou maior que 2,2 mm, sendo que se esta porcentagem ultrapassar os 95% tem-se então a cevada do tipo “Premium” (MUZZOLON *et al.*, 2021).

O teste mais importante para determinar se a cevada terá uma boa qualidade para maltagem, é o Teste de Germinação. Tal teste permite verificar a capacidade de germinação dos grãos, que é um indicador de que percentual da cevada será maltada com sucesso e consequentemente da qualidade do malte. A germinação da cevada é um processo crucial para a produção de malte de boa qualidade, pois é a germinação que libera enzimas que convertem os amidos em açúcares simples, os quais serão utilizados para produzir álcool durante a

fermentação, e também grandes responsáveis pela cor, aroma e sabor da cerveja (MUZZOLON et al., 2021).

De acordo com as normas do mercado, a porcentagem de germinação deve ser igual ou maior que 85% para que a cevada seja considerada adequada para a maltagem. Se a porcentagem de germinação for abaixo do esperado, isso pode indicar problemas com a qualidade dos grãos, como a presença de pragas ou doenças, ou ainda, a exposição a condições climáticas adversas durante o cultivo.

3.7 MICOTOXINA DEOXINIVALENOL (DON)

A infecção conhecida como *Fusarium Head Blight* (FHB) ou Giberela é uma das principais doenças que afetam a cultura da cevada, trazendo grande impacto como diminuição de produção e qualidade do grão e de seus derivados posteriormente. O principal fungo responsável por tal doença é o *Fusarium graminearum* capaz de produzir elevados níveis de micotoxinas como a deoxinivalenol (DON) e também outras como a estrogênica zearalenona (TADEI et al., 2020).

Alguns estudos brasileiros demonstraram que 94% das amostras de cevada colhidas no ano de 2015 no Brasil, estavam contaminadas por deoxinivalenol (DON), e seus níveis médios estavam na casa de 1.700 a 7.500 µg/kg (ou 1,7 a 7,5 mg/kg). Esta micotoxina é encontrada em pequenas doses em cervejas do mundo todo, já que o *F. graminearum* é um fungo com distribuição mundial (TADEI et al., 2020).

A micotoxina deoxinivalenol (DON), também conhecida como “vomitoxina”, produzida pelo fungo *Fusarium graminearum*, pode ter efeitos negativos na cevada. A contaminação da cevada com DON pode levar a perda de peso e qualidade da produção, além de possíveis problemas de segurança alimentar para os consumidores. A ingestão de grandes quantidades de DON pode causar náusea, vômito, diarreia e outros problemas gastrointestinais. Além disso, estudos sugerem que a exposição a longo prazo a níveis elevados de DON pode levar a efeitos tóxicos no fígado, sistema nervoso e sistema imunológico. Por essas razões, é importante garantir que a cevada seja cultivada e armazenada de maneira adequada para minimizar a contaminação por micotoxinas, incluindo o DON, que possam prejudicar a saúde do consumidor e a qualidade do produto.

Nos últimos anos o conhecimento sobre este fungo e as micotoxinas produzidas por ele aumentou, e tendo mais informações sobre seus efeitos toxicológicos para seres humanos e animais foram criadas legislações quanto aos limites máximos de ingestão de tais substâncias, a fim de proteger sua saúde. Neste sentido, os níveis da toxina DON presente nos grãos de cevada são muito importantes, já que podem prejudicar a saúde humana e influenciar diretamente a qualidade do malte e da cerveja. No ano de 2017 foi aprovada pelo Ministério da Saúde e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a Resolução (nº 138), que altera a Resolução nº 7, de 18 de fevereiro de 2011, sobre os limites máximos permitidos de micotoxinas para certas categorias de alimentos, dando grande enfoque nas categorias em que os grãos de cevada e a cevada maltada se enquadram para produção de cerveja (TADEI *et al.*, 2020).

Segundo a ANVISA e o Ministério da Saúde, os limites máximos da micotoxina deoxivalenol (DON) são: para os grãos de cevada até 1000 µg/kg (ou 1 mg/kg) e para cevada maltada até 750 µg/kg, ou 0,75 mg/kg ou ppm.

Existem várias técnicas que podem ser usadas para testar o teor de DON em cevada, incluindo:

1. Imunoensaio: Este método usa anticorpos específicos para detectar a presença de DON. É rápido e preciso, mas pode ser caro devido ao custo dos anticorpos.
2. Análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC): Este método separa a DON de outros componentes presentes na amostra e a mede usando uma coluna cromatográfica. É preciso, mas pode ser caro e requer equipamentos especializados.
3. Análise por cromatografia em fase gasosa (GC): Este método separa a DON usando um sistema de injeção de amostra e detecção por cromatografia em fase gasosa. É preciso, mas requer equipamentos especializados e pode ser caro.

Independentemente do método escolhido, é importante ter em mente que o teor de DON pode variar de amostra para amostra e é importante realizar testes repetidos para obter resultados confiáveis. Além disso, é importante seguir as boas práticas de amostragem e armazenamento para garantir a precisão dos resultados.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O ensaio experimental no qual foi cultivada a Cevada, constituiu uma das rotações culturais de inverno do Experimento Comparativo de Sistemas de Produção BDOKC (Biodinâmico, Orgânico, 'Konvencional' e Controle). O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, no *Campus* do município de Laranjeiras do Sul, no estado do Paraná, local cujo as coordenadas geográficas são: 25°26'50.1"S, 52°27'03.8"W. O local em questão tem área de 1 ha⁻¹, que está dividida em parcelas para rotação de longo prazo.

4.2 HISTÓRICO DA ÁREA

A área em que foi realizado o experimento foi adquirida pela UFFS (Universidade Federal da Fronteira Sul) para servir como área experimental do *Campus* Laranjeiras do Sul após muitos anos sendo usada para agricultura convencional de grãos por produtores locais. Essa área foi mecanicamente sistematizada em curvas de nível terraceadas e ficou em pousio do ano de 2010 a 2019, sofrendo apenas roçadas de sua cobertura vegetal, que consistia em sua maioria de *Brachiaria spp*, juntamente com outras plantas espontâneas que cresciam no local, recebendo uma aplicação geral de 2 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico em 2018.

No ano de 2019 foi implantado na área o Experimento Comparativo de Sistemas de Produção BDOKC com 4 Módulos de Rotação de 2500 m², totalizando 1 ha em 4 terraços em nível; que tem como propósito comparar como os sistemas de cultivo Biodinâmico, Orgânico, Convencional e Controle podem influenciar diferentes rotações de culturas anuais, avaliando parâmetros de produtividade, qualidade, incidência de plantas espontâneas e fitossanidade. No inverno de 2022 foi plantada e cultivada uma variedade de Cevada cervejeira, que é o objeto de estudo deste trabalho.

Desde que a área começou a ser utilizada para cultivo experimental em 2019, ela recebeu manejo adequado do solo após feita a sua análise físico-química, com uso de subsolador seguido de aração mais gradagem tratorizada com discos em nível para remoção das touceiras de braquiária. Para correção mineral da fertilidade do solo foi realizada no dia

13/08/2019 uma fosfatagem de 833 kg.ha⁻¹ (6 kg por parcela de 72 m²) com fosfato natural. A área recebeu também uma calagem suplementar equilibrada de 4 t.ha⁻¹ com calcário calcítico aplicado em duas doses de 2 t.ha⁻¹, sendo a primeira no dia 19/04/2021 e a segunda dia 14/06/2021, com o objetivo de atingir o equilíbrio desejável entre os óxidos de cálcio e magnésio numa proporção igual ou superior a 5:1 entre CaO e MgO, mais adequada para a nutrição e sanidade da maioria dos vegetais. Além disso, a área já recebeu o plantio das culturas de centeio, trigo mourisco e sorgo forrageiro nos 3 últimos anos, para a supressão vegetativa e alelopática da braquiária.

Cabe destacar que as normas definidas pelo Conselho Universitário da UFFS não permitem o uso de agrotóxicos sintéticos nas áreas experimentais da universidade, sejam eles herbicidas, inseticidas, acaricidas ou fungicidas.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O Experimento Comparativo de Sistemas de Produção BDOKC foi planejado para um delineamento experimental Casualizado em Blocos, sendo composto por 4 Módulos de Rotação de 2500 m² (incluindo bordaduras), totalizando 1 ha, distribuídos em 4 terraços em nível, dos quais os 3 terraços superiores contêm 3 Módulos de Rotação com seus 6 Blocos de repetições em paralelo (vide Croqui do Experimento no Anexo), enquanto que no 4º e último terraço inferior os 6 Blocos de repetições estão dispostos *in tandem* – ou linearmente. O delineamento experimental adotado para o ensaio com cevada no Módulo 1 foi, portanto, o de 4 sistemas de Tratamentos (BD-O-K-C) em 6 blocos casualizados, totalizando 24 parcelas experimentais. Cada parcela experimental mede 72 m² (6 x 12 m) e a área útil total utilizada para o experimento foi de 1.728 m², excluindo as bordaduras (vide Croqui do Experimento nos Anexos).

4.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A primeira técnica aplicada para a implantação do experimento foi a limpeza das 24 parcelas experimentais do Módulo 1 do Experimento BDOKC, pela roçada da braquiária e

outros inços presentes, deixando sua biomassa em cobertura ou “mulch”, sem qualquer revolvimento do solo para que a cevada fosse cultivada no sistema de plantio direto.

Para o ensaio com cevada o Módulo 1 do Experimento BDOKC foi devidamente re-demarcado em 24 parcelas para cultivo sob os 4 Sistemas de Tratamentos identificados com estacas coloridas (Biodinâmico - Azuis, Orgânico - Verdes, Convencional - Vermelhas e Controle - Brancas), casualizados em seis Blocos de Repetições - dois em cada terraço em nível, tendo cada parcela um espaço extra para bordaduras de uma linha, descartadas na colheita para evitar uma eventual contaminação entre os tratamentos.

Com relação à adubação, o Tratamento Convencional Agroquímico recebeu a aplicação de 26 kg (4,33 kg/parcela) de adubo químico NPK de formulação comercial 08-20-20 à base de sulfato de amônio, fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio com adicional de 2,5% de Ca e 6,6% de S. Tal aplicação foi feita a lanço por meio de distribuição manual homogênea em cada parcela convencional no dia 07/07/2022.

Para a adubação dos Tratamentos Biodinâmico e Orgânico foi realizada antes do plantio, no dia 07/07/2022, a aplicação 10 t/ha do composto orgânico simples classe A (cama de aviário, com 1% N, 1% K₂O, 1% Ca) adquirido na Floricultura Verde Sul em Laranjeiras do Sul – PR, utilizando um total de 22 sacos de 40 kg – buscando uma adubação equivalente em termos de NPK entre os três diferentes Sistemas de Tratamentos testados em todo o 1º Módulo de 24 parcelas do Experimento BDOKC utilizado para o ensaio de rotação com cevada, usando o distribuidor mecânico Minami de adubos orgânicos sólidos apenas com a descarga horizontal traseira, sem ação das aletas rotatórias para evitar espalhamento inadequado a experimentos.

O ensaio foi semeado no dia 14/07/2022, com a cevada cultivar Imperatriz, obtida na Cooperativa Agrária Agroindustrial, variedade desenvolvida pela FAPA (Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária) em Guarapuava-PR, melhor adaptada para a região central do Paraná. Para o plantio direto foi utilizada uma semeadora mecânica com espaçamento de 17 cm entre linhas de semeadura.

Para o Sistema Biodinâmico, além da adubação com cama de aviário compostada, foi realizado tratamento do solo com os preparados biodinâmicos P500 + P502 a 507 no final da tarde do dia 21/07/2022, por meio de aspersão de 6,94 ml/m² (3,0 l/432 m² das 6 parcelas de 72 m²) de uma mistura manualmente diluída e dinamizada em água por meio de vórtices sequenciais invertidos, durante um período de 30 a 60 minutos, usando o preparado

biodinâmico P500 (esterco bovino armazenado dentro de chifres de vaca que são enterrados durante o período de inverno) adicionado com os seguintes preparados de compostagem:

P502 - flores de *Achilea millefolium* (milefólio, mil-folhas ou “pronto-alívio”).

P503 - flores de *Matricaria recutita* (camomila).

P504 – planta inteira florescida de *Urtica dioica* (urtiga europeia comum).

P505 - casca de *Quercus robur* (carvalho vermelho europeu ou “carvalho inglês”).

P506 - flores de *Taraxacum officinale* (dente-de-leão).

P507 - extrato líquido das flores de *Valeriana officinalis* (valeriana medicinal).

A aplicação de tais preparados foi feita poucos dias após o plantio, apenas nas parcelas do sistema biodinâmico, no dia 21/07/2022 no final da tarde, próximo às 17 horas (DEFFUNE *et al.*, 1994 e 1996; DEFFUNE, 2000).

O Tratamento Controle recebeu apenas a calagem citada anteriormente no histórico da área: 2 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico em 2018, mais 4 t ha⁻¹ de calcário calcítico em 2021 em duas aplicações de 2 t ha⁻¹ (a primeira no dia 19/04 e a segunda dia 14/06/2021), além da biomassa vegetal espontânea roçada e deixada em cobertura para plantio direto.

Alguns dias após o plantio a cultura começou a germinar e se desenvolver normalmente em todas as parcelas. No dia 26/07/2022 foi feita uma aplicação de calda sulfocálcica a 2% nas 24 parcelas do experimento, para tentar dessecar inços como trigo mourisco e nabo forrageiro presentes junto a cevada, o que não rendeu efeitos significativos. A segunda tentativa para redução da população de inços foi o uso do “rolo-faca” com suas facas removidas para evitar danos à cevada, no dia 19/08/2022, que resultou na redução quase total do trigo mourisco e uma grande melhora no perfilhamento da cevada. Por outro lado, não se obteve tanto sucesso com o nabo forrageiro, já que este estava no início do seu desenvolvimento e por isso não sofreu grandes danos e redução populacional.

Aproximadamente 3 meses depois de feita a primeira etapa do manejo biodinâmico, próximo ao estágio inicial de florescimento da cevada no dia 17/10/2022, foi feita pela manhã nas 6 parcelas biodinâmicas a aspersão foliar da cevada com equipamento costal com o preparado P501 (quartzo moído manualmente e armazenado dentro de chifres de vaca enterrados durante o período de verão) diluído em água e dinamizado em vórtex por 60 minutos (DEFFUNE, 2000).

No dia 26/10/2022, pela manhã, foi realizada uma aspersão foliar de calda sulfocálcica (1% de polissulfeto de enxofre + 0,15% de Diatomita) em todas as 24 parcelas do experimento, com objetivo de estimular a resistência sistêmica e controlar manchas foliares de aparência fúngica que foram visualmente detectadas nas plantas de cevada.

A colheita das 24 parcelas de cevada com 14% de umidade média nos grãos foi realizada entre os dias 24 e 28/11/2022, feita em quatro dias e por blocos de repetição para evitar variações alheias aos sistemas de tratamentos, com roçadeiras manuais e coleta manual em diversos fardos de cada parcela, que foram debulhados num batedor ou trilhadora mecânica.

Os grãos obtidos de cada parcela foram separados em 24 sacos numerados e armazenados a 17^oC no Laboratório 105 (Climatologia e Pós-colheita) do Bloco 2 da UFFS-LS até o dia 15/12/2022, quando foram levados até a Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) em Guarapuava-PR para a realização dos testes específicos para determinar a qualidade da cevada cultivada nos diferentes tratamentos.

4.5 AMOSTRAGEM

Foram realizadas três Amostragens Vegetativas Destrutivas de plantas de cevada e inços que foram registradas apenas para os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) de dois colegas de turma do Curso de Agronomia da UFFS-LS que colaboraram em todas as etapas de cultivo, colheita e processamento do presente ensaio, a saber: Anderson Sobutka (produtividade da cevada no Experimento BDOKC) e Lucas Emanuel Iuzviak (incidência de inços na cevada do Experimento BDOKC).

Para as amostragens dos grãos, ao final do ciclo, foi colhida toda a produção, havendo ocorrido significativas perdas de grãos durante a colheita, devidas à necessidade de corte das plantas com roçadoras motorizadas costais, seguido da coleta manual de fardos das plantas e debulha dos feixes num batedor ou trilhadora, processo durante o qual muitos grãos foram perdidos, apesar da tentativa de minimizar a interferência estatística dessas perdas pela colheita em blocos de todas as parcelas. A colheita manual foi a única alternativa factível devido à ausência de uma colhedora experimental de parcelas na UFFS. Para saber o momento certo para a colheita foram feitos testes de umidade com o Analisador de PH, Umidade e Impurezas G650i da Gehaka.

Após a colheita, os grãos de cevada foram levados ao laboratório da FAPA (Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária) em Guarapuava-PR em sacos devidamente numerados contendo a produtividade total de cada parcela ainda suja, lá as amostras foram limpas e então foi feita a amostra de trabalho para a realização dos testes laboratoriais para que se pudesse analisar a qualidade da produção de cevada.

4.6 AVALIAÇÕES E ANÁLISES

Para as avaliações da qualidade da Cevada, produzida nos diferentes tratamentos, para a produção de malte cervejeiro, os grãos produzidos, foram colhidos, armazenados e levados para o laboratório da FAPA (Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária) da Cooperativa Agrária Agroindustrial, onde foi determinada:

- Porcentagem de proteínas (%);
- Peso do Hectolítrico (kg/hl);
- Teor de “DON” - micotoxina *Deoxinivalenol* (mg/kg);
- Classificação dos grãos por tamanho (%);
- Teste de Germinação (%).

O teste de porcentagem de proteína em cevada é uma técnica utilizada para medir a quantidade de proteínas presentes em grãos de cevada. Neste teste uma amostra de cevada é submetida a uma série de reações químicas para medir a quantidade de proteínas presentes. O resultado do teste é expresso como porcentagem de proteínas em relação ao peso total da amostra de cevada e é utilizado para avaliar a qualidade da cevada para a produção de cerveja.

A determinação do Peso Hectolítrico (PH) é um importante parâmetro de qualidade dos grãos. O peso hectolítrico é a massa de 100 litros de grãos, expressa em quilos, determinado em balança analítica devidamente calibrada que apresente no mínimo duas casas decimais em seus resultados. O peso hectolítrico é avaliado da seguinte forma: primeiro se deve separar grãos limpos e homogêneos e colocá-los em um instrumento chamado de balança de Schopper, que irá separar uma quantidade de grãos que cabem no seu tubo de medida, o qual tem uma capacidade de 1 litro. Esta quantidade de grãos de cevada que cabe no tubo de medida deve então ser levada à balança de precisão para pesagem. O resultado desta pesagem, em gramas, deverá então ser multiplicado por 4 e o resultado dividido por 10,

chegando assim ao valor do peso hectolétrico em kg/hl (quilograma por hectolitro). O peso hectolétrico para malte pilsen é de 53,0 kg/hl e para malte especial 50,0 kg/hl (MUZZOLON *et al.*, 2021).

O teste de teor de Deoxinivalenol (DON), também conhecido como “vomitoxina”, é usado para medir a presença desta micotoxina em grãos de cevada. A DON é produzida por fungos do gênero *Fusarium*, que são comuns em condições de umidade excessiva em campos de cultivo de cevada. Não foi revelado pela Cooperativa Agrária Agroindustrial qual foi o teste utilizado por eles para medir os teores de micotoxina DON.

A Classificação dos grãos por tamanho é feito com o auxílio de peneiras de 2,8 mm, 2,5 mm e 2,2 mm. Grãos de cevada maiores ficarão retidos nas primeiras duas peneiras (2,8 mm e 2,5 mm), essas são classificadas como de “primeira qualidade” ou Cl. 1. Os grãos de cevada que ficarem retidos na terceira peneira (2,2 mm) são classificados como de “segunda qualidade” ou Cl. 2. E por fim os grãos que passarem de todas as peneiras, tendo tamanho inferior a 2,2 mm são classificados como “refugo” ou Cl. 3 e conseqüentemente não serão utilizados para a produção de maltes de qualidade.

O teste de germinação foi realizado colocando 8 repetições com 50 sementes cada, enrolados em papel Germitest umedecida com um volume de água em quantidade equivalente a 3 vezes o peso do papel, em ambiente com temperatura de 15 a 20°C, além de umidade e luz controladas. A primeira contagem das sementes que germinaram é feita com 4 dias após o início do teste e a contagem final é feita com 7 dias, a partir das sementes germinadas, a porcentagem de germinação é então calculada e comparada com o padrão estabelecido.

Os resultados obtidos com todos estes testes foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), para que fosse possível identificar se existem diferenças significativas entre os dados obtidos e conseqüentemente entre os tratamentos. Quando identificadas diferenças significativas de variância, os dados foram submetidos ao teste de Tukey (Probabilidade $\leq 0,05$) para comparações múltiplas de média, o qual gerou a estatística com comparações entre as médias dos tratamentos, possibilitando a observação dos efeitos dos diferentes tratamentos na qualidade da cevada produzida no experimento para fins de maltagem.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PORCENTAGEM DE PROTEÍNAS

O percentual médio de proteínas da cevada nos quatro diferentes tratamentos foi de 13,43%, apresentando um coeficiente de variação baixo e desejável (Tabela 1). Resultando em uma probabilidade de erro muito baixa de 0,003% e conseqüentemente, um intervalo de segurança de mais de 99%, ocasionando então em um resultado muito significativo, ou seja, houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável “Porcentagem de Proteína” na cevada.

Tabela 1 - Análise de variância da Porcentagem de Proteínas.

PORCENTAGEM DE PROTEÍNAS (%)				
MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV (%)	PROBABILIDADE (%)
12,0	14,9	13,4375	2,863715	0,003348 **

CV (%) – Coeficiente de Variação.

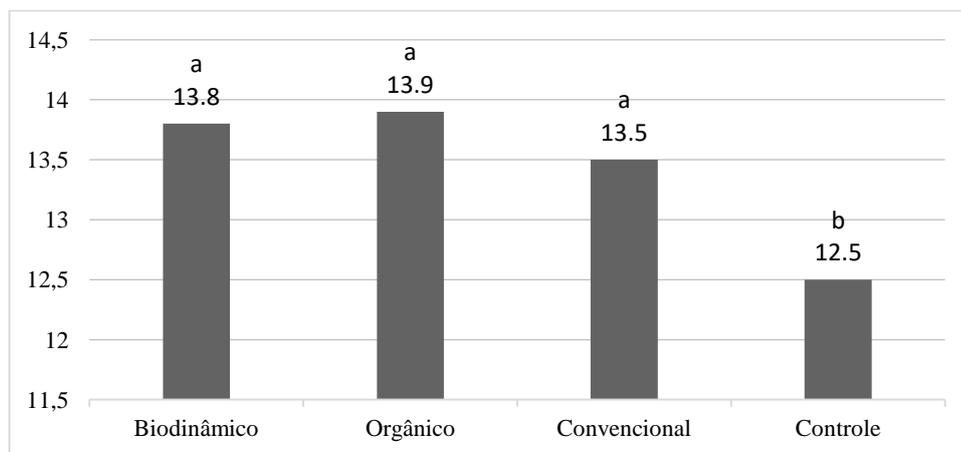
** – Significativo a 1%.

Com uma variância significativa, foi aplicado então o teste de Tukey aos dados de porcentagem média de proteínas nos 4 tratamentos, podendo notar no Gráfico 1 as diferenças entre eles. Os tratamentos Biodinâmico, Orgânico e Convencional apresentaram maior percentual de proteínas, mas não diferiram significativamente entre si, a maior discrepância, quando comparado a estes três, foi o tratamento Controle, que como já esperado, apresentou menor percentual de proteínas entre todos os tratamentos.

Pode-se observar então que mesmo com diferenças na adubação, sendo o tratamento Convencional adubado com NPK, o Orgânico com cama de aves e o Biodinâmico com cama de aves + preparados P500 ao P507, o teor médio de proteínas na cevada produzida é praticamente o mesmo nesses três tratamentos, mostrando que adubações alternativas ao

Convencional Agroquímico podem trazer resultados equivalentes para a variável proteína. Pode-se observar também que nas parcelas Controle a proteína ficou em 12,5%, valor ideal para produção de malte (KUNZE, 2006), sendo que quanto à variável proteína, o tratamento Controle gerou grãos mais adequados para serem maltados, por conta do menor valor proteico, pois a cevada deve ter entre 9,0 e 13,0% de proteínas para uma boa maltagem.

Gráfico 1 – Porcentagem de Proteínas dos grãos de cevada (*Hordeum vulgare* cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.



* Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O excesso de nitrogênio pode levar a um aumento do teor de proteína nos grãos de cevada, além disso sistemas de produção de baixo insumo podem ter um menor teor de proteína nos grãos de cevada (DE LUCA *et al.* 2019).

É possível perceber uma igualdade para a variável proteína entre o tratamento adubado com NPK e os tratamentos adubados com Cama de aviário, segundo Corulli e Miele (2012) a adubação com composto orgânico, como a cama de aviário, vai muito além de apenas disponibilizar N, P e K às plantas, pois com a aplicação correta da cama de aviário se pode observar melhorias em aspectos como matéria orgânica e aumento da capacidade de troca catiônica do solo; disponibilidade e ciclagem de nutrientes; diminuição de elementos tóxicos; aumento de micronutrientes; traz melhorias à estrutura, densidade e infiltração de água no solo.

5.2 PESO HECTOLÍTRICO

O Peso Hectolétrico da cevada produzida nos quatro diferentes tratamentos foi de 57,31 kg/hl, apresentando um coeficiente de variação de 4,075% (Tabela 2). Resultando então em uma probabilidade de erro baixa de 4,84% e conseqüentemente, um intervalo de segurança de 95,16%, ocasionando então em um resultado significativo, ou seja, houve diferença entre os tratamentos para a variável Peso Hectolétrico da cevada.

Tabela 2 - Análise de variância do Peso Hectolétrico.

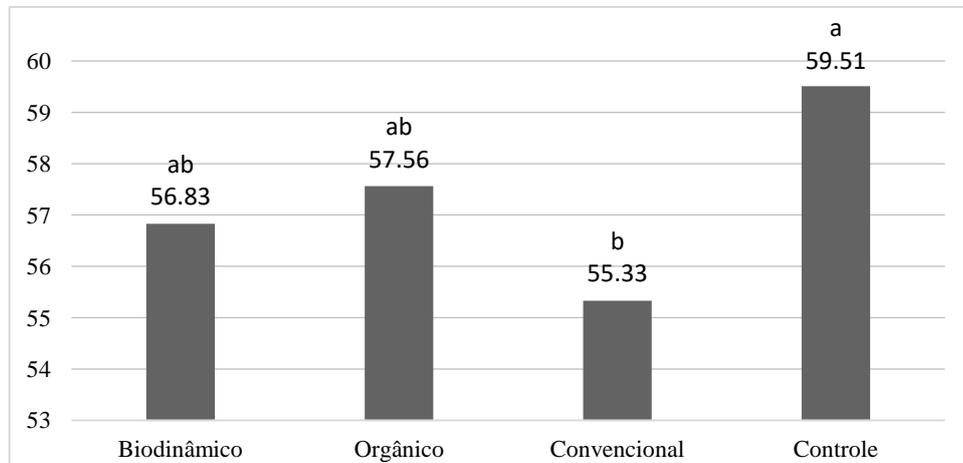
PESO HECTOLÍTRICO (kg/hl)				
MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV (%)	PROBABILIDADE (%)
52,4	63,1	57,31	4,075	4,845544 *

CV (%) – Coeficiente de Variação.

* – Significativo a 5%.

Ao utilizar o teste de Tukey para os resultados obtidos do peso hectolétrico nos 4 tratamentos, pode-se observar no Gráfico 2 a diferença entre eles. Os tratamentos Convencional, Orgânico e Biodinâmico não apresentaram diferenças significativas de PH, diferenciando os 3 significativamente apenas do Controle. Os tratamentos Biodinâmico e Orgânico apresentaram médias parecidas, 56,83 kg/hl e 57,56 kg/hl respectivamente. Por fim, o tratamento Controle apresentou média de PH = 59,51 kg/hl, a mais alta, significativamente superior apenas ao tratamento Convencional.

Gráfico 2 - Peso Hectolétrico dos grãos de cevada (*Hordeum vulgare* cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.



* Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O peso hectolétrico é um parâmetro universal de qualidade para grãos de cereais em geral, que na cevada está relacionado ao processo de maltagem do cereal pela quantidade de reservas de amido e proteínas, esta última, composta principalmente por enzimas ativas como a maltase e alfa-amilase que atuam no desdobramento do amido em açúcares essenciais à fermentação por leveduras. Características da cevada como forma do grão, qualidade de tegumento, tamanho e peso, estão associadas a esta determinação do peso hectolétrico.

Neste caso, a variância significativa apareceu apenas entre o tratamento Convencional e o tratamento Controle, tal fato pode ser considerado normal para solos de fertilidade razoável como os do local do experimento, pois a adubação química aumenta o número de grãos nas espigas, mas diminui o tamanho e peso individual dos grãos (DEFFUNE *et al.*, 1994).

De acordo com De Luca *et al.* (2019), o PH de grãos de cevada em sistemas convencionais pode ser menor em comparação com sistemas de produção orgânica ou de baixo insumo. Tal diferença pode ser atribuída ao uso excessivo de nitrogênio em sistemas convencionais, fator que pode afetar diretamente na qualidade dos grãos de cevada.

Este excesso de nitrogênio pode causar um aumento do teor de proteína nos grãos de cevada, podendo reduzir o PH e consequentemente a qualidade dos grãos. Por outro lado, sistemas de produção de baixo insumo, neste caso o tratamento Controle, podem apresentar

um menor teor de proteína nos grãos de cevada, o que pode resultar em um PH mais elevado (DE LUCA *et al.* 2019, SOZER *et al.* 2014).

Este ensaio de campo com cevada resultou em Pesos Hectolítricos significativamente menores para os três tratamentos em relação ao controle. O Peso Hectolítrico para a produção de malte pilsen deve ser de aproximadamente 53,0 kg/hl e para o malte especial de aproximadamente 50,0 kg/hl, fato que torna os três tratamentos melhores que o controle ou testemunha para a produção de malte quando se trata da variável PH (MUZZOLON *et al.*, 2021). A redução significativa do PH nos três sistemas de tratamentos (que não diferiram significativamente entre si) que receberam adubação pode ser seguramente atribuída ao amplamente conhecido efeito da adubação, especialmente a nitrogenada, o que resultou num PH mais próximo dos desejáveis 53,0 kg/hl para o sistema convencional que usa fontes de nitrogênio solúvel – que aumenta o número de grãos nas espigas, diminuindo o tamanho e peso individuais dos grãos (DEFFUNE *et al.*, 1994 e 1996).

5.3 TEOR DE MICOTOXINA “DON”

De acordo com a Tabela 3 a média da Micotoxina Deoxinivalenol (DON) presente na cevada dos quatro diferentes tratamentos foi de 6,53 mg/kg, apresentando um coeficiente de variação de 11,55%. Isso indica uma probabilidade de erro baixa de apenas 0,32% e consequentemente, um intervalo de segurança de mais de 99%, o que se traduz num resultado significativo devido principalmente à diferença significativa entre o controle ou testemunha e o sistema de tratamento Orgânico para a variável Teor de Micotoxina DON na cevada.

Tabela 3 - Análise de variância do Teor de Micotoxina DON.

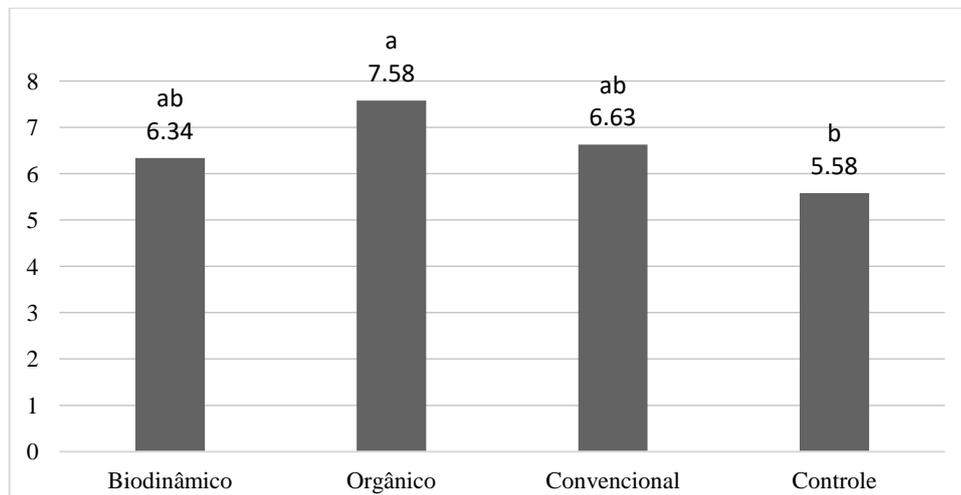
TEOR DE MICOTOXINA “DON” (mg/kg)				
MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV (%)	PROBABILIDADE (%)
4,2	9,1	6,535	11,551571	0,321305 **

CV (%) – Coeficiente de Variação.

** – Significativo a 1%.

Ao utilizar o teste de Tukey para os teores médios de Micotoxina DON presentes na cevada dos 4 tratamentos, pode-se notar no Gráfico 3 as diferenças entre os resultados. O tratamento Orgânico foi em média o que mais teve a presença da DON com 7,5 mg/kg, não diferenciando dos tratamentos Biodinâmico com 6,34 mg/kg e Convencional com 6,63 mg/kg, que tiveram uma média um pouco abaixo do sistema Orgânico, mas, mesmo assim, altas para os níveis aceitáveis. O tratamento Controle apresentou maior diferença já que ficou com níveis médios de DON em 5,58 mg/kg, abaixo dos demais, com diferença significativa apenas em relação ao sistema Orgânico.

Gráfico 3 – Teor de Micotoxina DON dos grãos de cevada (*Hordeum vulgare* cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.



* Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teor de DON permitido pela ANVISA para cevada maltada, é de apenas 0,75 mg/kg (ppm) de Micotoxina Deoxinivalenol.

Para explicar tais resultados se pode analisar algumas hipóteses: os tratamentos Biodinâmico, Convencional e Orgânico ficaram com teores de DON mais altos pela sua maior densidade e altura de plantas devido à sua adubação – principalmente ao suprimento de Nitrogênio que proporciona uma maior retenção de umidade nas mesmas, fato que se pôde constatar durante a colheita, corroborando com a disseminação, nestas parcelas, do fungo *Fusarium graminearum*, causador da Giberela e produtor da Micotoxina DON. Sabe-se que o crescimento e desenvolvimento dos fungos, inclusive do *Fusarium graminearum*, são

diretamente proporcionais ao ambiente em que vivem, ou seja, são favorecidos pela umidade (TADEI *et al.*, 2020).

Como este experimento não fez uso de agrotóxicos, cabe destacar que durante o presente ensaio de campo não ocorreram ataques significativos de insetos e outros organismos fitófagos, mas houve indícios de contaminação por Giberela que foi controlada pelos tratamentos foliares com calda sulfocálcica + diatomita e P501. Isso pôde ser posteriormente comprovado pelos resultados laboratoriais que identificaram a presença da micotoxina deoxinivalenol (DON), produzida pelo fungo *Fusarium graminearum*, microrganismo causador da Giberela.

A inferência de que a incidência inicial de giberela ou fusariose nas espigas foi controlada pela aplicação de Calda Sulfocálcica + Diatomita, se deve a não haverem ocorrido perdas significativas de produtividade em nenhum dos tratamentos, sendo a detecção da micotoxina conhecida como deoxinivalenol em todas as amostras de grãos devida à colheita e limpeza inadequadas por falta de equipamentos na UFFS-LS, o que ocasionou a mistura de demasiadas folhas e talos aos grãos colhidos, dificultando sua secagem apropriada em sacos, guardados por dias, apenas expostos ao sistema de ar-condicionado do Laboratório de Climatologia e Pós-colheita da UFFS-LS. Isso proporcionou a sobrevivência dos micélios fúngicos nas folhas e talos após a colheita, o que muito provavelmente causou a contaminação dos grãos analisados várias semanas depois na FAPA - Fundação Agrária de Pesquisa da Cooperativa Agrária Entre Rios de Guarapuava.

Confirmando as hipóteses acima, o tratamento Controle visivelmente apresentou plantas mais baixas e com menor densidade (fatos confirmados pelas citadas amostragens vegetativas destrutivas dos TCCs de meus colegas colaboradores) pela menor disponibilidade de nutrientes e menor incidência de inços, resultando assim num ambiente menos favorável a disseminação rápida do fungo *Fusarium*.

Dessa forma, todos os tratamentos apresentaram teores de DON muito acima do permitido pela ANVISA para cevada maltada, que é de apenas 0,75 mg/kg de Micotoxina Deoxinivalenol.

5.4 CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS POR TAMANHO

De acordo com a Tabela 4 pode-se observar que a média de tamanho de semente entre os 4 tratamentos ficou muito parecida e não teve variância significativa.

Tabela 4 - Análise de variância da classificação dos grãos por tamanho entre os quatro tratamentos.

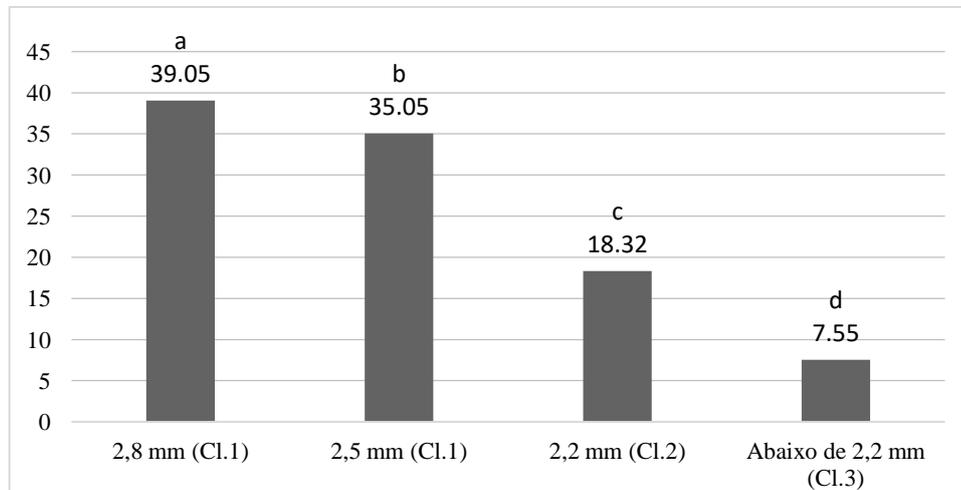
CLASSIFICAÇÃO (%)		
AMBIENTE	MÉDIA	CV (%)
	25	
Biodinâmico		12,666
Orgânico	25	8,401
Convencional	24,991	14,393
	25	
Controle		10,379

CV (%) – Coeficiente de Variação.

Por outro lado, dentro de cada tratamento existiram variações significativas entre as médias de cada uma das classificações por tamanho de sementes (2,8 mm; 2,5 mm; 2,2 mm e Refugo). Com uma probabilidade de erro de 0,0%, o que torna tal diferença muito significativa para a variável classificação em um mesmo tratamento.

Houve variações significativas entre as 4 classificações, tendo 74,1% dos grãos de classificação Cl.1, sendo 39,05% dos grãos acima de 2,8 mm e 35,05% dos grãos acima de 2,5 mm; 18,32% dos grãos de classificação Cl.2 (acima de 2,2 mm) e por fim 7,55% dos grãos de classificação Cl.3 (abaixo de 2,2 mm), sendo esta última considerada inadequada para a produção de malte.

Gráfico 4 – Classificação por tamanho dos grãos de cevada (*Hordeum vulgare* cv. Imperatriz), cultivadas sob os sistemas de tratamento biodinâmico, orgânico, convencional agroquímico e controle.



* Colunas com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A maior parte das sementes produzidas nos 4 tratamentos do experimento, apresentam tamanho consideravelmente bom (acima de 2,5 mm), sendo que tal classificação positiva indica boa qualidade de grãos para todos os tratamentos quando se fala em tamanho de grãos, já que grãos acima de 2,5 mm são considerados de qualidade e muito adequados para produção de malte (MUZZOLON *et al.*, 2021).

Não se pode deixar de citar também que a ausência de diferenças significativas entre as médias da classificação entre os diferentes tratamentos, indica que a genética da cultivar Imperatriz é adaptada e de qualidade, pois permite que os grãos tenham médias de tamanho parecidas independente do sistema de adubação usado, podendo ser produzida até em solos menos adubados como das parcelas Controle.

5.5 TESTE DE GERMINAÇÃO

De acordo com a tabela 6 a média do teste de Germinação da cevada produzida nos 4 diferentes tratamentos foi de 95,75% de germinação, o que é uma média alta e desejável. Mas apresentou um coeficiente de variação de 0,927%, o que torna o parâmetro Germinação não significativo na análise de variância.

Tabela 5 - Análise de variância do Teste de Germinação.

TESTE DE GERMINAÇÃO (%)				
MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	CV (%)	PROBABILIDADE (%)
95,0	97,0	95,75	0,927	100,0 ns

CV (%) – Coeficiente de Variação.

ns – Não significativo.

Não apresentar diferença significativa não quer dizer que a taxa de germinação foi ruim, apenas que todos os tratamentos geraram sementes adequadas e com alta taxa de germinação, ficando com o mínimo de germinação em 95%, independentemente do tipo de adubação. Característica que provavelmente se deve pela cultivar de cevada utilizada no experimento, a Imperatriz, que foi desenvolvida por pesquisadores da Cooperativa Agrária em Guarapuava-PR, local muito próximo a Laranjeiras do Sul - PR, fator determinante para a boa adaptação ambiental da planta na região, resultando numa taxa de germinação muito semelhante, independente do tratamento nutricional utilizado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração a porcentagem de proteínas para produção de malte de qualidade, a cevada deve ter entre 9,0 e 13,0% de proteínas (KUNZE, 2006), o único tratamento que ficou dentro desta margem foi o Controle, sendo que os outros três tratamentos (Biodinâmico, Orgânico e Convencional) obtiveram teores de proteínas superiores a 13%, tornando a cevada produzida nestes três tratamentos imprópria para produção de malte. Conclui-se que para uma melhor qualidade proteica da cevada deve-se buscar níveis mais baixos de nitrogênio por meio de uma adubação nitrogenada menos solúvel para esta cultura, já que o Nitrogênio é diretamente proporcional ao teor de proteína nos grãos.

O PH para a produção de malte pilsen deve ser de aproximadamente 53,0 kg/hl e para o malte especial de aproximadamente 50,0 kg/hl. Neste experimento, todos os tratamentos apresentaram PH acima destes parâmetros, sendo que o tratamento que chegou mais perto desse nível de qualidade apropriado foi o Convencional, que apresentou um PH de 55,33 kg/hl, devido à maior prolificidade de grãos menores por espiga proporcionada pela adubação química solúvel.

Os teores de micotoxina DON ficaram muito acima do limite permitido de 0,75 ppm pelo Ministério da Saúde em todos os 4 tratamentos devido à colheita e trilhagem ou debulha manual de fardos da cevada, que implicou na mistura de folhas e talos aos grãos, pela falta de equipamentos adequados à colheita experimental e secagem das amostras o que impediria a proliferação durante o armazenamento das parcelas colhidas do fungo *Fusarium graminearum* que produz a DON, mas que todavia, não causou danos significativos de sanidade ou produtividade a nenhuma das parcelas experimentais.

Para os fatores Classificação de grãos por tamanho e porcentagem de germinação, todos os 4 tratamentos apresentaram bons resultados. Independentemente do tratamento, a cevada cultivar Imperatriz obteve a campo, neste experimento, altos níveis de classificação de tamanho de grãos e altos níveis de germinação, demonstrando nestes aspectos boa qualidade para produção de malte.

Os bons resultados obtidos foram animadores quanto a qualidade da cevada em sistemas comparativos mais sustentáveis e não dependentes de insumos agroquímicos convencionais, considerando sobretudo a falta de equipamentos, principalmente para colheita, limpeza e armazenamento dos grãos.

7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Danielle; BREDEMEIER, Christian; VARIANI, Clever; ROSA, Alexandre; SOUZA, Cleber Henrique; PERIN, Júlia. Produtividade e qualidade de grãos de trigo em função da aplicação de nitrogênio no florescimento. **V Reunião Brasileira da Comissão de Pesquisa de Trigo e Triticale**, Dourados - MS, 2011.
- ANTUNES, Joseani. Nova cultivar de cevada cervejeira. **Embrapa - News: Embrapa Trigo**, Brazilian Agricultural Research Corporation Brasília, DF - Brazil, 22 maio 2013.
- CORULLI, Juliano; MIELE, Marcelo. A CAMA DE AVES E OS ASPECTOS AGRONÔMICOS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS. **EMBRAPA**, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57059/1/a-cama-de-aves-e-os-aspcteos.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- DE LUCA, S., MAZZONCINI, M., CARMASSI, G., SILVESTRI, N., KELDERER, M., & CANALI, S. (2019). Agronomic performance and grain quality of organic versus conventional winter barley and wheat varieties grown in a long-term trial. *Sustainability*, 11(4), 1093.
- DEFFUNE, Geraldo. CULTIVOS INTEGRADOS. **Cultivos Integrados em Agricultura Biológico-Dinâmica - CEABD**, [s. l.], 2003.
- DEFFUNE, Geraldo. (2000) Allelopathic Influences of Organic and Bio-Dynamic Treatments on Yield and Quality of Wheat and Potatoes. Ph.D. Thesis, 540 pp. Wye College, University of London.
- DEFFUNE, Geraldo. (2003) “Cultivos Integrados e Sanidade dos Organismos Agrícolas: Alelopatia Aplicada e Alelodinâmica”. **In Curso de Especialização em Agricultura Biológico-Dinâmica**. Instituto ELO de Economia Associativa, Assoc. Bras. de Agricultura Biodinâmica (ABD) e UNIUBE. 65 páginas de texto e 38 ilustrações em CD-ROM (www.elo.org.br/ceabd.htm).
- DEFFUNE, G.; SCOFIELD, A.M.; LEE, H.C. and ŠIMUNEK, P. (1996) “Influences of bio-dynamic and organic treatments on yield and quality of wheat and potatoes: the way to applied allelopathy?”. **In Proceedings of the 4th ESA** (European Society for Agronomy) Congress, Veldhoven, The Netherlands; pp. 536-537.
- DEFFUNE, G.; ŠIMUNEK, P.; SCOFIELD, A.M.; LEE, H.C. and LÓPEZ, L. (1994) “Alelopatía en los sistemas biológicos y biodinámicos: investigación sobre la calidad y productividad del trigoy la patata”. **In Proceedings of I Congreso de la SEAE** (Sociedad Española de Agricultura Ecológica), Toledo, Spain; pp. 213-219.
- GOES, Márcia. DETERMINAÇÃO DE MICOTOXINA DESOXINIVALENOL (DON) EM PÃES BRANCOS E INTEGRAIS COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE PONTA GROSSA – PR. Ufpr – PG, [s. l.], 2013.
- GONÇALVES, Deyvison. **Agricultura convencional x Agroecologia**. Rochagem e Remineralização de Solos, Belém - Pará, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- HUGHES and BAXTER. **Beer: quality, safety and nutritional aspects**. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2001. 138 pág.

JOVCHELEVICH, P.; CAMARA, F. L. A. (2008) **Influência dos ritmos lunares sobre o rendimento de cenoura (*Daucus carota*), em cultivo biodinâmico.** *Rev. Bras. de Agroecologia*. 3(1): 49-57 (2008), ISSN: 1980-9735.

KUNZE, Wolfgang. **Tecnología para Cerveceros y Malteros.** Primera edición em español. Berlin: VLB, 2006.

MARTINS, Alan Silva; GERHARDT, Samuel; GABBI, Renan. **Determinação do Peso de Mil Grãos da Cultivar Tornado.** Feira Regional de Matemática, Instituição participantes: (Instituto Federal Farroupilha Campus Panambi, Panambi, RS), 2019.

MINELLA, Euclides. **ÁRVORE DO CONHECIMENTO - Cevada.** Agência Embrapa de Informações Tecnológicas (ageitec), Embrapa, [s. l.], 2007. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada/arvore>. Acesso em: 2 abr. 2022.

MINELLA, Euclides; DE MORI, Cláudia. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada: **A Cevada no Brasil. Embrapa Trigo: Documentos Online**, Passo Fundo, RS, 2012.

MUZZOLON, Eloíza; MELATI, Janaína; LUCCHETTA, Luciano; BRAVO, Claudia Eugenia; TONIAL, Ivane. Processamento da Cevada para Produção de Malte: Parâmetros de Qualidade. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UTFPR**, [s. l.], v. 3, 2021.

NITZKE, Julio Alberto; THYS, Roberta. Avaliação da Qualidade Tecnológica/Industrial da Farinha de Trigo: Atividade Enzimática da Farinha de Trigo. **Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos - ICTA: Engenharia de Alimentos**, [s. l.], 1999.

OLIVEIRA, Carina. 3 fatores que determinam a qualidade do trigo e o preço de venda dos seus grãos. **Aegro - Lavoura**, [s. l.], 9 mar. 2021. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/qualidade-do-trigo/#cereal>. Acesso em: 1 abr. 2022.

Raupp, J.; Pekrun, C.; Oltmanns, M. and Köpke, U.; Eds. (2006) **Long-term Field Experiments in Organic Farming.** International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Scientific Series, Verlag Köster, Berlin, 198 p.

Reeve, J.R., Carpenter-Boggs, L., Reganold, J.P., York, A.L., McGourty, G. & McCloskey, L.P. (2005). **Soil and winegrape quality in biodynamically and organically managed vineyards.** *In Am. J. Enol. Viticult.* **56**, pp. 367–376.

ROSSET, Jean Sérgio; COELHO, Gustavo Ferreira; GRECO, Marcelo; STREY, Leonardo; GONÇALVES, Affonso Celso. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. **Scientia Agraria Paranaensis - SAP**, Mal. Cdo. Rondon, v. 13, ed. 2, p. 80-94, 2014.

SANCHES, Fernando Mendes; CUNHA, Fernando Franca; SANTOS, Osvaldir Feliciano; SOUZA, Epitacio Jose; LEAL, Aguinaldo Jose; THEODORO, Gustavo de Faria. Desempenho agrônômico de cultivares de cevada cervejeira sob diferentes lâminas de irrigação. **Seminário de Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 36, ed. 1, p. 89-102, 2015.

SIKORA, João Matheus. **Comparação de Cinco Sistemas de Tratamentos no Desempenho Vegetativo e Incidência de Inços na Cultura do Centeio (*Secale cereale*).** Trabalho de Conclusão de Curso, [s. l.], 2022.

SIQUEIRA, Soraia Lemos; KRUSE, Maria Henriqueta. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. *Revista da Escola de Enfermagem da USP, SciELO Brasil*, 19 set. 2008.

SOZER, U., OZTURK, I., & EKIZ, H. I. (2014). Evaluation of grain quality and yield of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) in different crop management systems. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(4), 436-445.

SPIESS, H. (1990) "Chronobiological investigations of crops grown under biodynamic management: I - Experiments with seeding dates to ascertain the effects of lunar rhythms on the growth of Winter Rye (*Secale cereale*, cv. Nomaro) and II - Experiments with seeding dates to ascertain the effects of lunar rhythms on the growth of Radish (*Raphanus sativus*, cv. Parat)". In *Biol. Agric. & Hortic.* 7:2, pp. 165-189. AB Academic Publishers, UK.

Steiner, R. (2000) *Fundamentos da agricultura biodinâmica – vida nova para a terra* (curso de oito conferências de 7-16 Junho de 1924) 2ª edição traduzida por G. Bannwart, pp. 28-41 & 169-183. Ed. Antroposófica, 235 pp.

TADEI, Nicole S.; SILVA, Nathália C.; IWASE, Caio H. T.; ROCHA, Liliana O. **Micotoxinas de Fusarium na produção de cerveja: características, toxicidade, incidência, legislação e estratégias de controle.** *Scientia Agropecuaria, Trujillo*, v. 11, ed. 2, abr./jun. 2020.

THOMAS, Samuel. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES SALVAS DE TRIGO NO MINICÍPIO DE SALVADOR DAS MISSÕES - RS. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Cerro Largo - RS, 2015.

ULLMANN, Samanta; QUEIROLO, Antonio. **Características Botânicas da Cevada.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Abril de 2022.

Zanoni, M e Ferment, G. (Orgs., 2011) *Transgênicos para quem? Agricultura, Ciência e Sociedade.* Série NEAD Debate 24, Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Brasília-DF, 519 p.; ISBN 978-85-60548-77-4.

8 ANEXOS – FOTOS E IMAGENS ILUSTRATIVAS

1. Croqui do Experimento.

Terraço 1	Bloco 1	Biodinâmico	Convencional	Controle	Orgânico
	Bloco 2	Biodinâmico	Controle	Convencional	Orgânico
Terraço 2	Bloco 3	Convencional	Orgânico	Controle	Biodinâmico
	Bloco 4	Controle	Biodinâmico	Orgânico	Convencional
Terraço 3	Bloco 5	Biodinâmico	Orgânico	Convencional	Controle
	Bloco 6	Convencional	Biodinâmico	Controle	Orgânico

2. Roçada do Terreno.



3. Demarcação dos Tratamentos.



4. Adubação NPK.



5. Adubação Cama de Aves.



6. Plantio.



7. Aspersão Biodinâmica de P500 + 502 a 507.



8. Crescimento inicial.



9. Floração da Cevada.



10. Estádio final da Cevada.



11. Dia da Colheita.



12. Colheita.



13. Passagem pela Trilhadora.



14. Analisador umidade e impureza G650i da Gehaka.

