

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE, UNICENTRO -PR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PPGA
MESTRADO

SUBSTÂNCIA HÚMICA ASSOCIADA À DOSES DE FORMULADO NPK NA
CULTURA DA CEVADA

DISSERTAÇÃO

KATHIA SZEUCZUK

GUARAPUAVA – PR

2017

KATHIA SZEUCZUK

**SUBSTÂNCIA HÚMICA ASSOCIADA À DOSES DE FORMULADO NPK NA
CULTURA DA CEVADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes – UNICENTRO

Orientador

Prof. Dr. Marcelo Marques Müller – UNICENTRO

Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2017

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Santa Cruz

S997s Szeuczuk, Kathia
Substância húmica associada à doses de formulado NPK na cultura da cevada / Kathia Szeuczuk. -- Guarapuava, 2017. xi, 48 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2017

Orientador: Marcelo Cruz Mendes
Coorientador: Marcelo Marques Lopez Müller
Banca examinadora: Marcelo Cruz Mendes, Marcelo Marques Lopez Müller, Eduardo Stefani Pagliosa, Fabricio William de Ávila

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Hordeum vulgare*. 4. Adubação de base. 5. Ácido húmico e produtividade de grãos. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 630

Kathia Szeuczuk

SUBSTÂNCIA HÚMICA ASSOCIADA À DOSES DE FORMULADO NPK NA CULTURA DA CEVADA

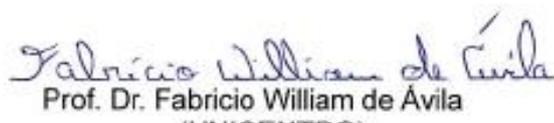
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 14 de julho de 2017.


Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes
(UNICENTRO)


Prof. Dr. Marcelo Marques Lopes Müller
(UNICENTRO)


Dr. Eduardo Stefani Pagliosa
(AGRÁRIA)


Prof. Dr. Fabricio William de Ávila
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR
2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pela força e coragem, pois tenho fé e acredito, que sempre irá me iluminar, proteger e guiar meu caminho.

A meus pais Ana e Basilio, pelo incentivo e apoio concedido sempre sem medir esforços e em especial durante a pós-graduação para realização deste sonho. Pai e Mãe muito obrigado ofereço isso a vocês, pois, foram vocês que me fizeram vencer.

Agradeço de forma especial ao professor orientador Prof. Dr. Marcelo Cruz Mendes, por todos os ensinamentos transmitidos, pelas inúmeras conversas que tivemos, pela compreensão, confiança, encorajamento e dedicação desde a época da graduação. Professor, muito obrigada por tudo.

Aos colegas do grupo núcleo de plantio direto: Jhonatan Schlosser, Jean C. Zocche, Bruno Schroeder, Janaína Neiverth, João V. Finoketi, Dimitrya Felício, Gustavo A. Ilibrante e em especial à Ana Paula Antoniazzi e Alan J. Stadler. Agradeço de coração pela contribuição de cada um de vocês.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNICENTRO, que foram indispensáveis para o meu crescimento profissional e intelectual.

A Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária da Empresa COOPERATIVA AGRÁRIA AGROINDUSTRIAL, pela realização deste trabalho, ao Coordenadores da pesquisa da cevada Eng^o Agr^o Noemir Antoniazzi e Eng^o Agr^o Eduardo Stefani Pagliosa. E à todos colegas da empresa que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE ANEXOS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 Importância da Produção de cevada	4
3.2 Manejo da cultura	5
3.3 A adubação de semeadura com formulados NPK.....	6
3.4 O nitrogênio na qualidade e produtividade dos grãos da cevada	7
3.5 O fósforo.....	8
3.6 A influência do potássio.....	9
3.7 O papel dos ácidos húmicos	10
4. REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO I – Doses de formulado NPK associado à substância húmica na semeadura em cultivares de cevada	18
RESUMO	18
ABSTRACT	18
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4. CONCLUSÃO	28
5. REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO II – Exportação de N, P e K pelos grãos e qualidade para malte de cevada submetida a doses de formulado com e sem substância húmica na semeadura	33
RESUMO	33
ABSTRACT	33
1. INTRODUÇÃO	34
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4. CONCLUSÃO	44
5. REFERÊNCIAS	45

6. ANEXOS.....	48
-----------------------	-----------

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Estimativa e probabilidade de significância dos contrastes para peso hectolitro (PH), produtividade de grãos (PROD), classificação de grãos classe 1 (1C), classe 2 (2C) e classe 3 (3C) e teor de proteína obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017..... 24
- Tabela 2.** Valores médios para exportação de nitrogênio (N), obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017..... 39
- Tabela 3.** Valores médios para exportação de fósforo (P) e potássio (K), obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017..... 40
- Tabela 4.** Estimativa e probabilidade de significância dos contrastes para produtividade de grãos (PROD), classificação de grãos classe 1 (1C), classe 2 (2C), classe 3 (3C), teor de proteína nos grãos (PROT) e exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹, obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica (SH), nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017. .. 41
- Tabela 5.** Coeficientes de correlação entre exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹ e produtividade de grãos (PROD), para safra agrícola de 2015 e 2016. Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017..... 43

LISTA DE ANEXOS

Tabela 1A. Resumo da análise de variância conjunta, para peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD), em função de diferentes níveis de adubação de semeadura com e sem associação à SH, duas safras agrícolas e diferentes cultivares de cevada, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017..... 48

Tabela 2A. Resumo da análise de variância conjunta, para exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹, classificação em classe 1 (1C), classe 2 (2C) e classe 3 (3C) e teor de proteína (PROT) em função de diferentes níveis de adubação de semeadura com e sem associação à SH, duas safras e duas cultivares de cevada, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017. 48

Tabela 3A. Valores médios para exportação pelos grãos em g kg⁻¹ e kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017. 49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm) por decêndio, iniciando no 1° decêndio de junho (1) até o último decêndio de novembro (18), nas safras agrícolas de 2015 e 2016, no município de Guarapuava-PR. PERF: perfilhamento; ALONG: alongamento; ESPIG: espigamento; FLOR: florescimento; MAT: maturação. 23

Figura 2. Dados de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm) por decêndio, iniciando no 1° decêndio de junho (1) até o último decêndio de novembro (18), nas safras agrícolas de 2015 e 2016, no município de Guarapuava-PR. PERF: perfilhamento; ALONG: alongamento; ESPIG: espigamento; FLOR: florescimento; MAT: maturação. 38

RESUMO

Kathia Szeuczuk. Substância húmica associada à doses de formulado NPK na cultura da cevada.

O objetivo foi avaliar o uso de doses de formulados de semeadura, com e sem substância húmica, na cultura da cevada no sistema plantio direto, nas safras agrícolas 2015 e 2016 e o efeito sobre as características agronômicas, exportação de macronutrientes e qualidade do grão produzido para malte. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 2 (5 adubações x 2 cultivares). Foram avaliadas as seguintes adubações: adubação 1 (controle): 0,0 kg ha⁻¹; adubação 2: 100 kg ha⁻¹ de NPK; adubação 3: 100 kg ha⁻¹ de NPK com 0,5% de substância húmica (SH); adubação 4: 250 kg ha⁻¹ de NPK; adubação 5: 250 kg ha⁻¹ de NPK + SH, para duas cultivares de cevada (BRS Brau e BRS Elis). Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: peso hectolitro, produtividade de grãos e as características de exportação dos macronutrientes N, P e K, classificação dos grãos e teor de proteína. Os dados das características avaliadas foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Harley, e as médias foram submetidas às análises de variância individual e conjunta para as safras agrícolas, sendo comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, foram realizados nove contrastes não-ortogonais. A safra agrícola, com condições climáticas favoráveis (2016), influenciaram positivamente o peso hectolitro para as adubações de semeadura com formulados NPK, com e sem substância húmica. A dose de 250 kg do formulado NPK, com e sem substância húmica, aumentou a produtividade de grãos sendo dependente da safra agrícola e cultivar avaliada. A dose de 250 kg do formulado NPK com substância húmica, incrementou a exportação de nitrogênio para grãos de cevada, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau e nas condições climáticas desfavoráveis (2015). A safra agrícola, com condições climáticas favoráveis, melhorou a qualidade dos grãos de cevada, com base na classe comercial.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*, adubação de base, ácido húmico e produtividade de grãos.

ABSTRACT

Kathia Szeuczuk. Humic substance associated with doses of NPK formulation in barley culture.

The aim was to evaluate the use of doses of sowing formulations, with and without humic substances, in barley cultivation in the no - tillage system, in the 2015 and 2016 agricultural crops, and the effect on the agronomic characteristics, macronutrient exportation and grain quality for malt. The experimental design was a randomized complete block with four replications, in a factorial 5 x 2 (5 fertilizations x 2 cultivars). The following fertilizations were: fertilization 1 (control): 0,0 kg ha⁻¹; fertilization 2: 100 kg ha⁻¹ of NPK; fertilization 3: 100 kg ha⁻¹ NPK with 5% humic substance (HS); fertilization 4: 250 kg ha⁻¹ NPK; fertilization 5: 250 kg ha⁻¹ NPK + HS, to two barley cultivars (BRS Brau and BRS Elis). The following characteristics were assessed: number of tillers, number of grain per spike, hectoliter weight, thousand grain weight, grain yield, content macronutrients N, P e K in grains and grains classification. The data of the evaluated characteristics were submitted to the test of homogeneity of the variables by the Harley test, the means were submitted to analyzes of individual variance and later to joint analyzes for the agricultural crops and was compared by Tukey test, for 5% probability. Subsequently, nine no-orthogonal contrasts were performed. The agricultural crop, with favorable climatic conditions, (2016) positively influenced the hectoliter weight for sowing fertilizations with NPK formulations, with and without humic substance. The 250 kg dose of the NPK formulation, with and without humic substance, increased grain yield and was dependent on the evaluated crop and crop yield. The 250 kg dose of the NPK formulation with humic substance, increased the nitrogen export to barley grains, being the highest levels in the BRS Brau cultivar and in the unfavorable climatic conditions (2015). The agricultural crop, with favorable climatic conditions, improved the quality of the barley grains, based on commercial grade.

Key words: *Hordeum vulgare*, base fertilizer, humic acid and grain yield.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As características edafoclimáticas de Guarapuava – PR (região Centro-Sul do Paraná), juntamente com agricultura de alta tecnologia utilizada, fazem com que a região alcance altos rendimentos de grãos com médias de 3.100 kg ha⁻¹ de cevada, com área de 12.020 ha e produção de 37.262 t (IBGE, 2015).

A quantidade de nutrientes absorvidos por vegetais é determinada pela concentração no meio e pela sua demanda de acordo com o desenvolvimento das plantas e funcionamento dos seus diversos órgãos. A taxa de absorção de minerais e de água está condicionada por vários fatores como a espécie, cultivar ou variedade, condições de clima, condições edáficas nas quais enquadram-se a disponibilidade e suprimento de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (BEUKEMA e ZAAG, 1990; JADOSKI, et al., 2010).

De acordo com estudos de Vieira (2014), as culturas de inverno, cevada e trigo possuem maior resposta em relação à adubação fosfatada quando se compara com milho e soja. Tal exigência pode ser explicada, de maneira geral, a exemplo do P com relação à menor disponibilidade hídrica, principalmente no mês de agosto, na região centro-sul do Paraná, bem como as mais baixas temperaturas, atuando de forma negativa na difusão do ânion fosfato no solo (VIEIRA et al., 2015), podendo também ser extrapolada para outros nutrientes.

Dada a importância no suprimento ideal dos macronutrientes N, P e K para cultura da cevada, e sendo finitas as jazidas destes (P e K) serem finitas, aliadas ao fato de participarem de boa parte dos custos de produção, uma das alternativas para contribuir na melhoria dessas questões é o uso de substâncias húmicas (SH), as quais atuam no solo sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas e, dessa maneira, afetam indiretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (MUSCOLO et al., 2007).

O cultivo da cevada no país vem sendo realizado prioritariamente para atender à demanda da indústria de malte cervejeiro (MINELLA, 1999a). Para ser comercializada para malte, a cevada deve atender aos seguintes padrões de qualidade dos grãos: teor de umidade máximo 13%, poder germinativo mínimo 95%, pureza varietal mínima 95%, máximo de 2% de presença de sementes de outras espécies de cereais e o teor de proteína nos grãos deve ser inferior a 12%, além de apresentar grãos classificados nas classes 1 e 2 (MAPA, 1996).

Na literatura, há trabalhos de pesquisa relacionando a adubação nitrogenada em plantas de cevada com o teor proteico e incremento de produtividade de grãos, mas ainda não há trabalhos relacionados com adubação de semeadura associada às substâncias húmicas visando características agronômicas, produtividade de grãos e qualidade de malte para a

cultura da cevada.

Diante do exposto, o presente trabalho buscou avaliar diferentes doses de formulados NPK, com e sem associação à substância húmica, em adubação de semeadura, na cultura da cevada, no sistema plantio direto em diferentes safras agrícolas, e o efeito nas características agronômicas, exportação de macronutrientes e qualidade do grão produzido para malte.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o uso de substância húmica em adubações de semeadura com diferentes doses de formulado NPK para a cultura da cevada, no sistema plantio direto durante duas safras agrícolas e o efeito na qualidade do grão produzido.

2.2 Específicos

- Estudar o efeito de doses de formulados NPK de semeadura, com e sem substância húmica, sobre as características agronômicas e qualidade para malte, nas cultivares de cevada BRS Brau e BRS Elis, nas safras agrícolas 2015 e 2016.

- Avaliar as características dos grãos para a exportação de nitrogênio, fósforo e potássio com uso de formulados de semeadura com e sem substância húmica, nas cultivares de cevada BRS Brau e BRS Elis, nas safras agrícolas 2015 e 2016.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da Produção de cevada

Sendo uma das primeiras culturas a ser domesticada, a cevada é um dos cereais mais antigos do mundo (*Hordeum vulgare* L.). Pela ampla adaptabilidade e por ser primordial na fabricação de malte, destaca-se entre os cereais mais produzidos, estando na quinta posição em termos de importância econômica no mundo (FAO, 2017).

A cevada, no Brasil, adquiriu importância agrônômica na década de 30 e até meados da década de 70 era cultivada somente na região Sul do país; nesta mesma década o governo lançou o plano Nacional de Autossuficiência de Cevada e Malte (AMABILE et al., 2002). Todavia, mesmo com este plano de apoio, as importações do grão continuaram, pois, a produção estava restrita aos estados da região Sul. Nos últimos anos, a autossuficiência da produção de cevada no Brasil vem sendo beneficiada através da viabilização deste cereal no Cerrado, podendo obter altas produtividades e boa qualidade de grãos, além de menor risco de chuva na colheita e redução da incidência de doenças fúngicas (CORDEIRO, 2006).

Dentre as finalidades da cevada no mercado interno, têm-se a produção de malte (86%), a alimentação animal como grão, feno e silagem (7%) e outros fins (7%) (MINELLA et al., 2007). De acordo com os usos da cevada a produção do grão somente para fins de malte cervejeiro é competitiva economicamente no comparativo a outros cereais, principalmente pela segurança de comercialização, quando da integração às empresas de fomento, como as maltarias (REUNIÃO..., 2015).

A produção de cevada do Brasil, além da região sul, teve alguns registros de cultivo no Sudeste e Centro-Oeste entre os anos 2000 e 2006. Na década de 90, o estado do Rio Grande do Sul foi o maior produtor (66,8% da produção total do país), no entanto, na década seguinte o Paraná passou a ocupar esta posição (49,8% da produção). No período de 2007-2011, 55,0% da área de cultivo concentrou-se no Paraná (62,6% da produção), 42,4% no Rio Grande do Sul (34,9% da produção) e 2,6% em Santa Catarina (2,5% da produção) (DE MORI e MINELLA, 2012).

Segundo dados da Conab (2017), o país fechou produção da safra 2016 com 374,8 mil toneladas do grão em uma área de 95,6 mil hectares e assim a média de produtividade foi de 3.921 kg ha⁻¹. Dessa forma, houve decréscimo de 6,6% para área cultivada, entretanto houve aumento de 52,7% e 42,5% em produtividade e produção respectivamente, devido às condições favoráveis para o cultivo em comparação com a safra anterior.

Dados da última safra (2016) revelam que no estado do Paraná foram cultivados 42,5 mil hectares, concentrados especialmente na região centro-sul do estado. A produtividade alcançada foi alta, de 4.680 kg ha⁻¹, 76% acima da produtividade obtida na safra passada. A qualidade do grão também surpreendeu, e cerca de 100% da safra atingiu qualidade exigida para cerveja (CONAB, 2017).

As características edafoclimáticas de Guarapuava – PR (região Centro-Sul do Paraná), juntamente com agricultura de alta tecnologia utilizada, fazem com que a região alcance altos rendimentos de grãos com médias de 5.549 kg ha⁻¹ de cevada, com área de produção de 22.310 ha e produção de 123.807 t, considerando o sistema produtivo dos cooperados da agrária (AGRÁRIA, 2016).

O consumo brasileiro anual de malte para cerveja está estimado em 850 mil toneladas. Caso o país gerasse este volume, a demanda anual por cevada chegaria de 1,2 milhões de toneladas. Dessa forma, nas condições de produtividade atuais seriam necessários, para a produção deste volume do grão, cerca de 306 mil hectares. (MINELLA, 1999b; CONAB, 2017).

3.2 Manejo da cultura

Um dos fatores de maior importância com relação ao manejo da cultura está na escolha da cultivar, que envolve a análise de vários fatores em virtude da complexa interação genótipo/ambiente, que resulta em diferentes respostas na expressão de suas características. Primeiramente é importante considerar qual a finalidade do uso, por exemplo malte, ração, silagem, pastejo, etc., dessa forma, deve-se certificar que a cultivar a ser escolhida seja adaptada de acordo com segmento que se deseja, e posteriormente, certificar-se da real adaptação à região (IAPAR, 2015).

No que diz respeito à época de plantio para o estado do Paraná, este se divide em diferentes grupos de zoneamento, variando do dia 11 de maio a 10 de julho e também áreas impróprias para o cultivo. Na região onde se encontra a cidade de Guarapuava, o período indicado para o plantio situa-se entre 1º de junho e 10 de julho (REUNIÃO..., 2015). A época de semeadura e a cultivar utilizada são responsáveis por determinar a qualidade de grãos, a época pode também garantir uma subfase de espigamento mais longa, ocasionando que cada espiga tenha um maior número de primórdios (VIEGA et al., 2001).

Quanto a semeadura de cevada um fator importante a ser considerado é a densidade populacional que deve estar entre 250 e 300 plantas m⁻² e o espaçamento entrelinhas variando

de 12 a 17 cm, também é possível realizar semeadura pareada no espaçamento 17 x 34 cm que se constitui de uma linha em branco (não semeada) entre duas semeadas quando utiliza-se cultivares como BRS Brau e BRS Elis que possuem alta capacidade de perfilhamento e porte baixo que respondem positivamente em tamanho de grãos. A profundidade de semeadura deve ser de 3 a 5 cm, e quanto ao solo a cultura é exigente em fertilidade e muito sensível à acidez do solo, considerando as cultivares atuais de alto potencial produtivo (REUNIÃO..., 2015).

O cultivo do cereal tem alto potencial de aumento de produção, todavia, a cultura é influenciada por diversos fatores abióticos limitantes a sua produção (MULATU e LAKEW, 2011), dentre os quais podem ser citados alguns como, baixa luminosidade, nutrição deficiente, estresses hídricos (falta ou excesso), temperaturas muito altas ou muito baixas e geadas no período reprodutivo (WRIGLEY e BATEY, 2003). Kaur e Behl (2010) afirmam, que a ocorrência de temperaturas elevadas no período pós-antese reduzem a massa de mil grãos e a produtividade de grãos em cevada. Reduções no rendimento da cultura também foram evidenciadas por Wilczewski et al. (2014), com período de estiagem no estágio de perfilhamento.

O uso sensato de fertilizantes evidencia o melhor crescimento e desenvolvimento da planta, proporcionando elevado rendimento de produção (AL-OTAYK, 2009). Atualmente, o manejo integrado de nutrientes para as plantas tem chamado atenção para manter e melhorar as condições de disponibilidade de nutrientes do solo, através de fertilizantes sintéticos, orgânicos e biofertilizantes (EL-LATTIEF, 2014).

3.3 A adubação de semeadura com formulados NPK

Em vistas do aumento da demanda por alimentos e o aumento da produção por área cultivada, tem se tornado cada vez mais importante avaliar a concentração de nutrientes contidos nos cereais (WHITE e BROADLEY, 2009). Característica importante na composição e no uso do grão como semente é o balanço nutricional entre os macronutrientes N, P e K, em que adubações suficientes de N, mas, deficientes em P e K afetam negativamente a germinação das sementes e a concentração desses nutrientes na mesmas (HEJCMAN et al., 2012).

A quantidade absorvida de nutrientes pelos vegetais é dependente das concentrações no meio e das suas demandas de acordo com o desenvolvimento das plantas e funcionamento dos seus diversos órgãos. A taxa de absorção de minerais e de água já foi explorada e se sabe

que está condicionada por vários fatores como a espécie, genótipo, condições de clima, condições edáficas nas quais enquadram-se a disponibilidade e suprimento de nutrientes como N, P, K e Cl (BEUKEMA e ZAAG, 1990; JADOSKI et al., 2010).

Fontoura et al. (2011), estudando a cultura da cevada, observaram que a mesma se apresenta mais exigente em fertilidade em relação às outras culturas como soja e milho na definição dos níveis críticos de macronutrientes. Ainda em cevada, Hejzman et al. (2013) verificaram que aplicações de adubos de semeadura com N, P e K e associação com fertilizantes orgânicos durante 9 anos foram capazes de elevar satisfatoriamente os teores de N, P e K nos grãos, em relação à não aplicação de fertilizantes, sendo, 20,9 g kg⁻¹, 4,5 g kg⁻¹ e 5,2 g kg⁻¹ respectivamente. Porém, o mesmo não aconteceu para Ca, Mg e micronutrientes.

3.4 O nitrogênio na qualidade e produtividade dos grãos da cevada

O fornecimento de N através da adubação para as plantas é uma técnica usual, quando o solo possui restrita disponibilidade deste elemento, não suprimindo a exigência da cultura ao longo de seu desenvolvimento (WAMSER e MUNDSTOCK, 2007). Sendo este nutriente o mais requerido pelas culturas, atuando na formação de proteínas, aminoácidos e como constituinte da molécula da clorofila. A falta deste elemento ocasiona clorose das folhas mais velhas e diminuição do crescimento vegetativo (RAIJ, 1991).

Segundo Viega et al. (2001), o manejo do N, do número de sementes por metro quadrado e da população de plantas está ligado ao acréscimo de rendimento da cultura da cevada. Utilizando-se manejo correto do suprimento de N e população adequada de plantas, há aumento da disponibilidade de carboidratos no período de pré-antese, reduzindo a taxa de aborto floral.

A recomendação de N na cultura da cevada objetiva a produção com máxima eficiência econômica, com adequado teor de proteína nos grãos, menor que 12%. O fornecimento de nitrogênio na semeadura está entre 15 e 20 kg ha⁻¹ e o restante deve ser fornecido na adubação de cobertura. As quantidades a serem aplicadas são atribuídas por tabelas, que tem como semeadura para a recomendação a cultura antecessora e o teor (%) de matéria orgânica do solo, obtido através de análise de solo. A aplicação deste elemento em cobertura pode ser feita aos 30 ou 30 e 45 dias após a emergência quando parcelada, que corresponde à fase somente de perfilhamento e de perfilhamento e início de alongamento respectivamente (REUNIÃO..., 2015).

Amabile et al. (2009) testando várias dosagens de N em cevada, verificaram que 20 kg ha⁻¹ aplicado somente em semeadura proporcionou maior quantidade de grãos de classe 1 e à medida que se aumenta a quantidade de N o teor de proteína no grão também se eleva, da mesma forma, Dostálová et al. (2015) verificaram maiores percentagens de grãos 1C no tratamento que não recebeu adubação e para as menores dosagens de N. Rashid et al. (2010) observaram também em cevada, uma máxima produtividade de 4.293 kg ha⁻¹ com a aplicação de 60-90 kg de N ha⁻¹. Para massa de mil grãos, Alghabari e Al-Solaimani (2015) não encontraram diferença para as doses de 0, 100 e 200 kg de N ha⁻¹. Com aplicações de ácidos húmicos, Ayas e Gulser (2005) relataram que o ácido húmico aumentou o crescimento, altura e rendimento biológico da planta em espinafre, por meio do aumento do teor de nitrogênio das plantas.

3.5 O fósforo

O fósforo (P) é o nutriente menos exigido pelas plantas, em relação aos macronutrientes, entretanto é o de maior utilização, pela sua intensa deficiência nos solos, pois se encontra adsorvido pelos coloides. Este elemento é absorvido preferencialmente na forma química H₂PO₄⁻ (RAIJ, 1991).

O P é um nutriente muito importante e sua falta é fator limitante para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Segundo Tigre et al. (2014), encontraram resultados positivos para aduções com uso de P e N, sendo o P responsável por elevar o número de dias para maturidade, o período para enchimento de grãos, número de perfilhos férteis e biomassa total, enquanto, o N apresentou característica contrária para maturidade e período de enchimento de grãos.

Schlindwein e Gianello (2008) estudando a adsorção de P, mostram que a adsorção é menor em solos arenosos e maior em solos com maior teor de argila (maiores concentrações de óxido de Fe e Al), caracterizando as condições dos solos de Guarapuava (EMBRAPA, 2013).

Em conjunto com os elementos N e K, o P é o nutriente mais bem redistribuído para toda planta, via floema, em particular aos órgãos em crescimento. As principais formas de adubação para o solo são fontes como superfosfato simples, superfosfato triplo, fosfatos monoamônicos, dentre outros (SFREDO e BORKERT, 2004; DOMINGOS et al., 2015).

As culturas da aveia, cevada e trigo se mostram mais exigentes em relação à adubação com fósforo na comparação às culturas do milho e da soja (VIEIRA et al., 2015). Essa

diferença também foi constatada por Lantmann et al. (1996), e vem sendo utilizada para recomendações dessas culturas no Paraná. Tal exigência pode ser explicada pela baixa ocorrência de chuvas, principalmente no mês de agosto na região Centro-Sul do Paraná, bem como, as baixas temperaturas de inverno prejudicando difusão do nutriente P no solo (VIEIRA et al., 2015).

Vieira (2014), estudando doses de P_2O_5 em solos de classes alta, média e baixa disponibilidade de P da região Centro-Sul do Paraná, encontrou em solos com baixo teor de P aumento de rendimento de grãos de 7,3 kg de grãos para soja, 10,9 kg de grãos para cevada e 19,9 kg de grãos para milho, em média, para cada kg de P_2O_5 adicionado ao solo em relação aos solos de média e alta fertilidade.

Considerando solos sob plantio direto, Fontoura et al. (2010) estudando algumas culturas de verão e inverno, observaram que não há necessidade de aplicação de formulados fosfatados para obter alta produtividade em solos que tenham altos teores de P, todavia, é benéfica aplicação para culturas muito exigentes quanto a esse nutriente, como a cevada, a única que obteve aumento de produtividade com a adição de P. Woldesenbet et al. (2014) trabalhando com doses de N e P associadas ou não a um composto de esterco em cevada, verificaram que a aplicação de 5 ou 2,5 t ha⁻¹ desse composto com 75% da dose recomendada de N e P inorgânico elevou a massa de mil grãos, o número de grãos por espiga e a produtividade por área cultivada.

3.6 A influência do potássio

O potássio (K) atua como ativador enzimático e é um dos responsáveis pela abertura e fechamento estomático e o fluxo de água nos tecidos. Sua falta acarreta em clorose internerval, seguida por necrose nos bordos e ápice das folhas mais velhas (SFREDO e BORKERT, 2004).

Para a aplicação de K, altas doses de fertilizantes são feitas na semeadura, e por volta de 95% das aplicações são realizadas com a utilização de cloreto de potássio (KCl) (ANDA, 2001). Que em excesso este pode prejudicar significativamente a germinação e a deposição radicular, em decorrência de prováveis efeitos salinos (CHUEIRI et al., 2004).

De acordo com Carvalho et al. (2001), o manejo realizado nos solos do Brasil, que em sua maioria são deficientes em minerais a base de K e as altas taxas de intemperismo, proporcionam, diversas vezes, um desbalanço deste no sistema planta-solo, pela lixiviação no

solo e exportação do mineral pelos vegetais estarem acima dos valores de reposição deste no sistema, prejudicando o processo produtivo.

Culturas gramíneas como milho e cevada absorvem cerca de 25 kg de K_2O t^{-1} de grão produzido, e exportam em média apenas de 20 a 25% do total absorvido, correspondendo a cerca de 6 kg de K_2O t^{-1} de grão (ROSSATO, 2004).

De acordo com Fontoura et al. (2011), culturas como aveia, cevada e trigo possuem maior exigência com relação à adubação potássica quando comparadas com milho e soja. Os autores agrupando as culturas por sua exigência obtiveram valores críticos de 0,40 $cmol_c\ dm^{-3}$ de K para a camada de 0-10 cm.

Tal exigência pode estar relacionada à baixa pluviosidade nos meses de inverno na região Centro-Sul do Paraná, afetando as taxas de difusão deste nutriente no solo, assim influenciando no aumento dos valores analíticos de K no período de inverno para que o rendimento relativo de 90% seja alcançado (VIEIRA, 2014).

Estudando adubações com macronutrientes, Kostadinova (2014) verificou que os níveis de potássio de 200 e 400 mg de K_2O kg^{-1} de solo elevaram o rendimento de grãos em cevada quando foram combinados com níveis de nitrogênio de 200 e 400 mg kg^{-1} de solo.

Segundo Ali e Elbordiny (2009), o tratamento de imersão por 24 horas em humato de potássio – (humato de potássio (humato-K) preparado por extração de composto de palha de arroz, utilizando $K_4P_2O_7$ e KOH para evitar a presença de sódio) - combinado com pulverização foliar de humato-K enriquecido com N, P e K incrementou, o rendimento de grãos, massa de 1000 grãos e os teores de N, P e K nos grãos e palha do trigo, em comparação com demais tratamentos. Os autores ainda explicam que o aumento no rendimento de grãos de trigo devido a imersão combinada com a aplicação de pulverização de humato-K, possivelmente resultaram do aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas através da decomposição da matéria orgânica.

3.7 O papel dos ácidos húmicos

Uma maneira para melhorar as propriedades químicas e físicas do solo e as atividades biológicas está na associação com substâncias húmicas (SH) ou compostos organominerais, como verificado por Woldesenbet et al. (2014), evidenciando que a associação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos incrementaram o crescimento, os componentes de rendimento e o rendimento de cevada.

As SH constituem a maior fração da matéria orgânica do solo representando o estágio final de uma interação complexa entre a matéria orgânica não-viva e as comunidades microbianas (CANELLAS e OLIVARES, 2014). As principais fontes de SH são as turfas e as leonarditas (ZALLER, 2007), essas SH atuam no solo sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas e, dessa maneira, afetam direta e indiretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Uma pesquisa com a aplicação dessas substâncias em solo ou em folhas indicou que tais substâncias também têm um efeito direto na planta, positivo ou limitante. A resposta da planta depende da fonte de húmus e da composição química relacionada a ela (MUSCOLO et al., 2007).

Devido a lenta taxa de mineralização das SH no solo elas não são consideradas fontes diretas de nutrientes para as plantas apesar de possuírem quantidades significativas de nitrogênio e enxofre. O benefício no desenvolvimento das plantas obtido pela adição de SH, parece não estar ligado ao conteúdo de nutrientes da SH, mas, às interações com transportadores de membrana, responsáveis pela absorção de nutrientes e transduções de sinal associadas à membrana que regulam o crescimento e desenvolvimento das plantas (CANELLAS et al., 2015).

O ácido húmico (AH) é uma molécula importante que é consumida pela planta. É um polímero natural contendo posições H^+ relacionadas a fatores ácidos de Carboxil Benzoico e fenol (locais de troca de cátions) (NADIMPOOR e MOJADDAM, 2015). AH pode atuar benéficamente sobre importantes nutrientes como potássio, magnésio, zinco, cálcio, ferro, cobre e outros elementos, a fim de superar as deficiências de nutrientes (ALINEZHAD et al., 2013). Isso pode ser explicado pois, as SH podem interagir com as estruturas de fosfolípidios das membranas celulares e reagir como carreadoras de nutrientes através delas (AŞIK e KATKAT, 2013).

A combinação de formulados fosfatados e substratos orgânicos aplicados no solo tem possibilitado a redução da insolubilização do P e valores superiores de P solúvel (P lábil) no solo ao comparar com adubações de formulados de P sem utilização de SH como AH (BORLAN et al., 1994).

O fornecimento de P para aumentar o teor deste no solo em conjunto AH pode estimular o crescimento das plantas através de complexos formados entre o AH e metais do solo, deixando o P mais prontamente disponível para absorção (CHEN et al., 2004).

O uso de SH tem propiciado efeitos benéficos em cevada, como observado no trabalho de Wilczewski et al. (2014), que verificaram que a utilização de um composto de leonardita incrementou a massa de mil grãos, aumentou os teores de P e Mg no grão e quando associado

a aplicações de fertilizante foliar a base de K e N teve aumento no rendimento de grãos. Em trigo, Ardakani et al. (2011) observaram que um composto a base de esterco bovino melhorou a absorção e eficiência de absorção de N, P e K. El-Bassiouny et al. (2014) relataram que o uso de AH + Nicotinamida + adubação recomendada ou metade da dose recomendada, propiciaram aumento no rendimento de grãos e palhada em 2 cultivares de trigo.

4. REFERÊNCIAS

AGRÁRIA. Cooperativa Agrária Agroindustrial. **Relatório anual da Cooperativa Agrária Agroindustrial**. 2016, 74 p.

AL-OTAYK, S. M. Impact of biofertilizers application on improving barley (*Hordeum vulgare*) and the presence dehydrin genes. **Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 58-61, 2009.

ALGHABARI, F.; AL-SOLAIMANI, S. G. Effect of Sowing Date and Nitrogen Fertilization on Growth, Yield and Yield Components of Barley (*Hordeum vulgare* L.). **International Journal of Innovation and Scientific Research**, v. 18, n. 1, p. 136-140, 2015.

ALI, L. K. M.; ELBORDINY, M. M. Response of Wheat Plants to Potassium Humate Application. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 5, n. 9, p. 1202-1209, 2009.

ALINEZHAD, S.; SINAKI, J. M.; ZAREI, M.; ABADI, M. B. F. Effects of organic fertilizers and drought stress on Physiological traits in barley. **International journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, n. 2, p. 300-306, 2013.

AMABILE, R. F.; GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; MINELLA, E.; SERRA, D. D. O. Comportamento de linhagens e cultivares de cevada de duas fileiras de grãos irrigada no cerrado. XXII reunião anual de pesquisa de cevada. **Anais e Ata**. Passo Fundo, RS. 2002. p. 178-186.

AMABILE, R. F.; ARAÚJO, D. S.; FERNANDES, F. D.; INÁCIO, A. A. N.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; GUERRA, A. F.; PEREIRA, V. C.; RAMOS, M. L. G. Efeito das doses de nitrogênio, via fertirrigação, na produção e qualidade de cevada malteira. XXVII Reunião anual de pesquisa de cevada. **Anais e Ata**. Passo Fundo, RS. 2009. 94p.

ANDA - Associação nacional para difusão de adubos. **Anuário estatístico setor de fertilizantes**. 156p. 2001.

ARDAKANI, M. R.; MAZAHARI, D.; MAFAKHERI, S.; MOGHADDAM, A. Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by *Azospirillum brasilense*, *Streptomyces* sp., *Glomus intraradices* and manure application. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v.2, n. 17, p. 181–192, 2011.

AŞIK, B. B.; KATKAT, A. V. Determination of effects on solid and liquid humic substances to plant growth and soil micronutrient availability. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, n. 2, p. 1182-1186, 2013.

AYAS, H.; GULSER, F. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. **Journal of Biological Sciences**, v. 5, n. 6, p. 801- 804, 2005.

BEUKEMA, H. B.; ZAAG, D. E. Van der. **Introduction to potato production**. Wageningen - Netherlands: Pudac, 1990. 208p.

BORLAN, N. S.; NAIDU, R.; MAHIMAIRAJA, S.; BASKARAN, S. Influence of low-molecular-weight organic acids on the solubilization of phosphates. **Biology and Fertility of Soils**, v. 18, n. 1, p. 311–319. 1994.

CANELLAS et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 15–27, 2015.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2014.

CARVALHO, A. J. C.; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.; BERNADO, S.; DA SILVA, J. A. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e laminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 403-408. 2001.

CHEN, Y.; DE NOBILI, M.; AVIAD, T. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. In: MAGDOFF, F.; WEIL, R. R. **Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture**, Boca Raton, 2004. 103-130p.

CHUEIRI, W. A.; CARDOSO JUNIOR, O.; REIS JUNIOR, R. A. **Manejo do potássio na adubação de semeadura**. **Divulgação técnica**. Ano XXII. n. 167, 2004. 20p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**. v. 4, Safra 2016/17 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-160, fevereiro 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_13_12_03_45_boletim_graos_fevereiro_2017.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

CORDEIRO, A. **Estudo da adubação com NPK nos parâmetros de crescimento, produtividade e estado nutricional da cevada (*Hordeum vulgare* L.), no cerrado, sob plantio direto**. 2001. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

DE MORI, C.; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 28 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 139). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139.htm>. Acesso em: 11 de Janeiro de 2017.

DOMINGOS, C. S.; LIMA, L. H. S.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 3, p. 132-140, 2015.

DOSTÁLOVÁ, Y.; HŘIVNA, L.; KOTKOVÁ, B.; BUREŠOVÁ, I.; JANEČKOVÁ, M.; ŠOTTNÍKOVÁ, V. Effect of nitrogen and sulphur fertilization on the quality of barley protein. **Plant, Soil and Environment**, v. 61, n. 9, p. 399-404, 2015.

EL-BASSIOUNY, H. S. M.; BAKRY, B. A.; ATTIA, A. A. E.; ALLAH, M. M. A. Physiological role of humic acid and nicotinamide on improving plant growth, yield, and mineral nutrient of wheat (*Triticum durum*) grown under newly reclaimed sandy soil. **Agricultural Sciences**, n. 5, p. 687-700, 2014.

EL-LATTIEF, E. A. A. Influence of integrated nutrient management on productivity and grain protein content of wheat under sandy soils conditions. **Biolife**, v. 2, n. 4, p. 1359-1354, 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FONTOURA, S. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1907-1914, 2010.

FONTOURA, S. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; MORAES, R. P. **Camada diagnóstica e critérios de manejo da fertilidade de solos em plantio direto na região Centro-Sul do Paraná**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA, 2011. 63 p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

HEJCMAN, M.; KŘIŠŤÁLOVÁ, V.; ČERVENÁ, K.; HRDLIČKOVÁ, J.; PAVLŮ, V. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium availability on mother plant size, seed production and germination ability of *Rumex crispus*. **Weed Research**, v. 52, p. 260–268, 2012.

HEJCMAN, M.; BERKOVÁ, M.; KUNZOVÁ, E. Effect of long-term fertilizer application on yield and concentrations of elements (N, P, K, Ca, Mg, As, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) in grain of spring barley. **Plant, Soil and Environment**, v. 59, n. 7, p. 329–334, 2013.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Avaliação Estadual de Cultivares de milho Safra 2014/2015**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/Image/bannerpeg/milho20142015c.pdf>>. Acesso em 21 nov. de 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola 2015. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=410940&idtema=158&search=parana/guarapuava/producao-agricola-lavora-temporaria-2015>>. Acesso em 22 de jun. de 2017.

JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; LIMA, A. S.; VIEIRA, D. J.; WAZNE, R. Avaliação da fórmula NPK 8-30-20 com adição de gesso agrícola em comparação à adubação convencional

para produção de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 111-123, 2010.

KAUR, V.; BEHL, R. K. Grain yield in wheat as affected by short periods of high temperature, drought and their interaction during pre- and post-anthesis stages. **Cereal Research Commun**, v. 38, p. 514–520, 2010.

KOSTADINOVA, S. Grain yield and protein of barley in dependence of Phosphorus and potassium nutrition. **Scientific Papers Series A. Agronomy**, v. 57, p. 232-235, 2014.

LANTMANN, A. F.; ROESSING, A. C.; SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. **Adubação fosfatada e potássica para sucessão soja-trigo em latossolo roxo distrófica sob semeadura direta**. Londrina: Embrapa soja – circular técnica, 15. 1996. 44 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de identidade e qualidade da cevada para comercialização interna**, portaria do MAPA n. 691, de 22 de novembro de 1996.

MINELLA, E. **Cevada brasileira: situação e perspectivas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999a.

MINELLA, E. Melhoramento de Cevada. In: BOREM, A. (Org.). **Melhoramento de Plantas Cultivadas**. Viçosa, 1999b. p. 253-272.

MINELLA, E.; CIULLA, C.; OPPELT, D.; WOBETO, C.; NOVATZKI, M. Safra brasileira de cevada: resultados 2006. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 26, 2007, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. p. 102-105.

MULATU, B.; LAKEW, B. Barley research and development in Ethiopia-an overview. In: MULATU, B., GRANDO, E. (Eds.), **Barley Research and Development in Ethiopia**. ICARDA. Addis Ababa, Ethiopia, p. 1–18, 2011.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; ATTINA, E.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. **Soil Science Society of America Journal**, v. 71, n. 1, p. 75-85, 2007.

NADIMPOOR S.; MOJADDAM, M. The effect of humic acid application and harvest time of forage on grain and forage yield of dual purpose barley. **Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences**, v. 5, n. 1, p. 231-237, 2015.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos. 1991. 343p.

RASHID, A.; ULLAHKHAN, R. Response of Barley to Sowing Date and Fertilizer Application under Rainfed Condition. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, p. 480-484, 2010.

REUNIÃO... Reunião Nacional de Pesquisa de Cevada (30. 2015: Passo Fundo, RS). **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2015 e 2016**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. 106p.

ROSSATO, R. R. **Potencial de ciclagem de nitrogênio e potássio pelo nabo forrageiro intercalar ao cultivo do milho e trigo em plantio direto**. 2004. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Estadual de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2004.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Level of sufficiency and equivalence index between phosphorus determined for methods ionic resin exchange and Mehlich⁻¹. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 14, p. 299-306, 2008.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. (Documentos, n. 231).

TIGRE, W.; WORKU, W.; HAILE, W. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer levels on growth and development of barley (*Hordeum vulgare* L.) at Bore District, Southern Oromia, Ethiopia. **American Journal of Life Sciences**. v. 2, n. 5, p. 260-266, 2014.

VIEGA, L.; KEMANIAN, A.; GONZÁLEZ, S.; OLIVO, N.; MERONI, G. Factores que afectanel número de granos por espiga em cevada cervecera. XXI reunião anual de pesquisa de cevada. **Anais e Ata**. Vol. 1. Passo Fundo, RS. 2001. p. 173-177.

VIEIRA, R. C. B. **Recomendação de adubação fosfatada e potássica para rotação de culturas em latossolos em plantio direto de longa duração no Centro-Sul do Paraná**. 2014. 93f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

VIEIRA, R. C. B.; FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C.; MORAES, R. P.; CARNIEL, E. Adubação fosfatada para alta produtividade de soja, milho e cereais de inverno cultivados em rotação em latossolos em plantio direto no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 794-808, 2015.

WAMSER, A. F.; MUNDSTOCK, C. M. Adubação nitrogenada em estádios fonológicos de cevada, cultivar “MN 698”. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 942-948, 2007.

WHITE P. J.; BROADLEY M. R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. **New Phytologist**, v. 182, p. 49–84, 2009.

WILCZEWSKI, E.; SZCZEPANEK, M.; KNAPOWSKI, T.; ROSA, E. The effect of dressing seed material with a humus preparation and foliar potassium fertilization on the yield and chemical composition of spring barley grain. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 13, n. 4, p. 153-162, 2014.

WOLDESENBET, M.; TANA, T.; SINGH, T. N.; MEKONNEN, T. Effect of Integrated Nutrient Management on Yield and Yield Components of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Kaffa Zone, Southwestern Ethiopia. **Science, Technology and Arts Research Journal**, v. 3, n. 2, p. 34-42, 2014.

WRIGLEY, C. W.; BATEY, I. L. Assessing grain quality. in: **Bread making. Improving quality**. 1.ed. S. P. Cauvain, ed. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England and CRS Press LLC, USA, 2003. p. 71-96.

ZALLER, J. G. Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. **European Journal of Soil Biology**, v. 43, p. 332–336, 2007.

CAPÍTULO I – Doses de formulado NPK associado à substância húmica na semeadura em cultivares de cevada

RESUMO: O objetivo foi avaliar doses de formulado NPK em adubação de semeadura associadas ou não à substância húmica, nas características agronômicas e qualidade de grãos quanto a classificação comercial de grãos de duas cultivares de cevada, nas safras agrícolas de 2015 e 2016, no município de Guarapuava, PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 2 (5 tratamentos x 2 cultivares). Foram avaliados os seguintes tratamentos: tratamento 1 (controle): 0,0 kg ha⁻¹; tratamento 2: 100 kg ha⁻¹ de NPK; tratamento 3: 100 kg ha⁻¹ de NPK + SH; tratamento 4: 250 kg ha⁻¹ de NPK; tratamento 5: 250 kg ha⁻¹ de NPK + SH, para duas cultivares de cevada (BRS Brau e BRS Elis). Foram avaliadas as características agronômicas peso hectolitro, produtividade de grãos e a classificação comercial de grãos para malte. Todas as médias das características avaliadas foram submetidas às análises de variância individual e posteriormente conjunta para as safras agrícolas e foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, posteriormente, foram realizados nove contrastes não-ortogonais. A safra agrícola de 2016, com condições climáticas favoráveis, influenciaram positivamente o peso hectolitro e a produtividade de grãos, sendo a cultivar BRS Brau a mais responsiva para esta característica. A safra agrícola de 2016, com condições climáticas favoráveis, melhorou a qualidade dos grãos de cevada, com base na classe comercial. A safra agrícola de 2015, com condições climáticas desfavoráveis, aumentou o teor de proteína nos grãos de cevada avaliados.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*, adubação de NPK, características agronômicas.

ABSTRACT: The aim was to evaluate NPK formulations in sowing fertilization, associated or not to the humic substance, in the agronomic characteristics and grain quality, as well as the commercial classification of grains of two barley cultivars in the agricultural crops of 2015 and 2016 in the city of Guarapuava, PR. The experimental design was a randomized complete block with four replications, in a factorial 5 x 2 (5 treatments x 2 cultivars). The following treatments were: treatment 1: (control) 0,0 kg ha⁻¹; Treatment 2: 100 kg ha⁻¹ NPK; Treatment 3: 100 kg ha⁻¹ NPK + SH; Treatment 4: 250 kg ha⁻¹ NPK; Treatment 5: 250 kg ha⁻¹ NPK + SH, for two barley cultivars (BRS Brau and BRS Elis). The agronomic characteristics

evaluated were hectoliter weight, grain yield e grain commercial classification for malt. All the means of the evaluated characteristics were submitted to analyzes of individual variance and later to joint analyzes for the agricultural crops and was compared by Tukey test, for 5% probability, subsequently, nine no-orthogonal contrasts were performed. The agricultural crop of 2016, with favorable climatic conditions, positively influenced the hectoliter weight and grain yield, being the BRS Brau cultivar the most responsive for this characteristic. The 2016 crop, with favorable climatic conditions, improved the quality of barley grains, based on commercial grade. The 2015 crop, with unfavorable climatic conditions, increased the protein content in the evaluated barley grains.

Key words: *Hordeum vulgare*, fertilization of NPK, agronomic characteristics.

1. INTRODUÇÃO

Na cultura da cevada vários são os fatores que limitam seu rendimento, bem como o aumento da produção da cultura (MULATU e LAKEW, 2011). Dentre as causas mais importantes estão os estresses abióticos em que estão inclusos a baixa fertilidade do solo, o pH baixo, baixa drenagem do solo, estresses hídricos e práticas agronômicas precárias (AGEGNEHU et al., 2016). A biodiversidade do solo é o ponto chave da fertilidade e da saúde do solo e das culturas, dessa forma, adições frequentes de matéria orgânica e ou suas frações são as responsáveis pela melhoria das condições e sustentabilidade do solo (KRUPENIKOV et al., 2011).

A utilização de substâncias húmicas (SH) é uma forma de garantir a estabilidade do sistema solo-planta, pois, tais substâncias são conhecidas por estar entre os materiais mais bioquimicamente ativos encontrados no solo. Frequentemente são relatados efeitos positivos das SH como aumentar a vitalidade da raiz, aumentar a absorção de nutrientes, aumentar a síntese de clorofila, melhorar a germinação das sementes, aumentar a retenção de fertilizantes, estimular a atividade microbiana benéfica e melhorar a produtividade (ANWAR et al., 2016; AŞIK e KATKAT, 2013).

Para que seja possível garantir alta produtividade dos cereais de inverno, especialmente cevada e trigo, tem se tornado uma necessidade minimizar os custos de produção e os problemas oriundos das intempéries climáticas (HELMY et al., 2013). Quanto à qualidade para malte, a cevada está sujeita a diversos fatores que levam a cultura a não

alcançar os padrões da indústria, dentre eles estão a instabilidade de produção e o alto investimento na produção (GRZYBOWSKI et al., 2012).

Dada a importância do uso de fertilizações orgânicas ou mesmo utilizando substâncias húmicas, pesquisas tem iniciado a elucidação dos benefícios da adubação organomineral. Segundo Wilczewski et al. (2014), estudando a cultura da cevada, verificaram que cultivando a cultura em solos férteis, ricos em minerais e utilizando preparados de SH em tratamento de sementes promoveu incremento no rendimento de grãos e na melhoria da qualidade mineral dos grãos.

A partir do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar doses de formulado NPK em adubação de semeadura, com e sem substância húmica, sobre as características agronômicas e qualidade para malte, nas cultivares de cevada BRS Brau e BRS Elis, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava, PR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas, 2015 e 2016, ambas no município de Guarapuava-PR. Na safra 2015 o experimento foi conduzido no campo experimental, Departamento de Agronomia do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, *Campus* CEDETEG. O local está situado a 1.028 metros de altitude, a 25° 23' 04,83" de latitude Sul e 51° 29' 44,32" de longitude Oeste, em solo classificado como em Latossolo Bruno Distroférrico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013).

Para a safra 2016, o experimento foi conduzido no campo experimental da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA, num solo classificado como Latossolo Bruno Alumínico típico (EMBRAPA, 2013), localizado nas coordenadas geográficas, latitude 25° 32' 43,52" S e longitude 51° 29' 40,22" W, com 1.109 metros de altitude.

A instalação na safra 2015 foi realizada em resteva de soja (*Glycine max*) e para safra 2016 em resteva de milho (*Zea mays*) e havia a cultura do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) na entre safra, neste último ano, mas, em ambas as safras em sistema de plantio direto.

Os resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm para a safra 2015 foram: pH (CaCl₂): 4,5; Mo: 30,8 g dm⁻³; P: 4,62 mg dm⁻³; K: 0,3 cmol_c dm⁻³; Ca: 3,0 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,2 cmol_c dm⁻³; Al: 0,27 cmol_c dm⁻³; H+Al: 8,36 cmol_c dm⁻³; CTC: 12,86; V (%): 34,99. Para a safra 2016 os resultados da análise química do solo foram os seguintes: pH (CaCl₂): 5,1; Mo: 44,5 g dm⁻³; P: 2,7 mg dm⁻³; K: 0,48 cmol_c dm⁻³; Ca: 3,0 cmol_c dm⁻³; Mg:

2,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Al: 0,0 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H+Al: 4,59 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; CTC: 10,05 e V (%): 54,3.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 5x2 (5 adubações x 2 cultivares) com quatro blocos, totalizando 40 parcelas. As parcelas foram constituídas por nove linhas de plantas (5,0 m comprimento x 0,2 m entrelinha), com uma área total de 9 m^2 e área útil constituída pelas três linhas centrais para safra 2015; e seis linhas de plantas (4,0 m comprimento x 0,17 m entrelinha), com área total de 4,08 m^2 e área útil constituída pelas 4 linhas centrais para safra 2016. Foram avaliados os seguintes tratamentos com adubação de semeadura: adubação 1 (controle): 0,0 kg ha^{-1} ; adubação 2: 100 kg ha^{-1} de NPK; adubação 3: 100 kg ha^{-1} de NPK com 5% de SH (NPK + SH); adubação 4: 250 kg ha^{-1} de NPK; adubação 5: 250 kg ha^{-1} de NPK + SH, para duas cultivares de cevada (BRS Brau e BRS Elis), ambas com alto potencial produtivo, sendo estas recomendadas para a região de Guarapuava.

O fertilizante utilizado foi o formulado NPK 10-20-12 para os tratamentos 100 e 250 kg ha^{-1} com e sem associação com SH, que possui teor de 0,5% de SH no formulado e tem como fonte a leonardita que possui teor de 85% de SH. Para a adubação de cobertura, quando as parcelas estavam no período de perfilhamento, foi aplicado 60 kg N ha^{-1} na forma de ureia.

A semeadura da safra 2015 ocorreu em 01 de julho e da safra 2016 no dia 26 de junho, sendo feito uma dessecação com o herbicida Roundup® original na dose de 3 L ha^{-1} e Ally® na dose 5g ha^{-1} , três semanas antes da semeadura.

Para a semeadura foi utilizada semeadora de parcelas Semina® visando população final de 320 plantas m^{-2} para BRS Brau e 280 plantas m^{-2} para BRS Elis. Todos os outros tratos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo da cevada na região centro-sul do Paraná (REUNIÃO..., 2015).

As cultivares utilizadas apresentam porte anão, alto potencial produtivo chegando até a 6.000 kg ha^{-1} , têm ciclo precoce (aproximadamente 88 dias até o espigamento e 130 a 132 dias até a maturação). Respondem positivamente à adubação nitrogenada e à semeadura no espaçamento de 17 cm x 34 cm (semeadura pareada). O baixo porte confere bom nível de resistência ao acamamento, e ambas atendem às principais especificações da indústria cervejeira e as regiões indicadas para o cultivo são RS, SC e PR. (EMBRAPA, 2009a; 2009b).

Foram avaliadas as características agrônômicas peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD) e classificação comercial de grãos para malte. O PH foi determinado no tempo zero de maturação da cultura em aparelho marca Dalle Molle, realizado de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para PROD

foram colhidas as plantas da área útil da parcelas e os dados referentes ao peso de grãos extrapolados para kg ha^{-1} e corrigidos para umidade padrão de 13%.

Para a classificação dos grãos foi utilizada uma amostra de 100g da área útil da parcela e classificadas classe 1 ou primeira, que corresponde aos grãos inteiros de cevada que ficam retidos nas peneiras de 2,8 e 2,5 mm; Classe 2 ou segunda, onde os grãos inteiros passam pela peneira de 2,5 milímetros, mas ficam retidos na peneira de 2,2 milímetros; Classe 3 ou terceira, que inclui os grãos que passam pela peneira de 2.2 milímetros, acrescidos dos avariados, das impurezas e matérias estranhas retidas em quaisquer das peneiras (MAPA, 1996). E o teor de proteína foi calculado pelo método EBC (2010).

Inicialmente, todos os dados das características avaliadas foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Harley (RAMALHO et al., 2000). Na sequência, as médias foram submetidas às análises de variância individual e conjunta para as safras agrícolas.

Posteriormente, foram realizados nove contrastes não-ortogonais (0 vs 100 NPK; 0 vs 100 NPK+SH; 0 vs 250 NPK; 0 vs 250 NPK+SH; 100 NPK vs 100 NPK+SH, 250 NPK vs 250 NPK+SH; NPK vs NPK+SH; C1 vs C2 e SF1 vs SF2), utilizando o software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2014), visando comparar os diferentes níveis de adubação de sementeira, formulado NPK 10-20-12 com e sem associação à SH, duas safras e duas cultivares de cevada em relação às características agrônômicas avaliadas e classificação de grãos, no município de Guarapuava – PR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas quanto as precipitações pluviométricas e temperaturas médias desde o período da implantação das duas safras do experimento até a colheita (junho a novembro) foram obtidas na estação meteorológica do Instituto Agrônômico do Paraná, localizada na Unicentro e na estação meteorológica da Fapa, e os valores estão expressos na figura 1.

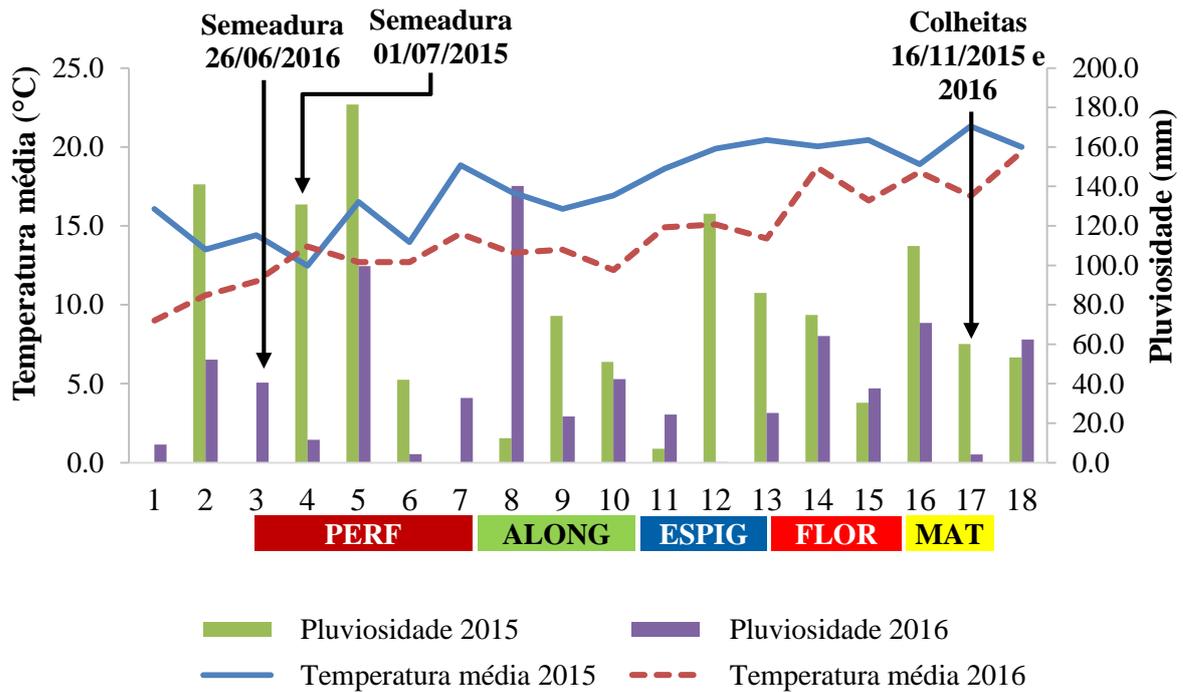


Figura 1. Dados de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm) por decêndio, iniciando no 1° decêndio de junho (1) até o último decêndio de novembro (18), nas safras agrícolas de 2015 e 2016, no município de Guarapuava–PR. PERF: perfilhamento; ALONG: alongamento; ESPIG: espigamento; FLOR: florescimento; MAT: maturação. Fonte: Estação meteorológica UNICENTRO e FAPA.

É importante ressaltar que na safra 2015 houve um índice pluviométrico acumulado de 962 mm durante todo o ciclo da cultura, sendo baixo índice nos períodos que corresponderam ao perfilhamento, e altos níveis de pluviosidade nos estádios finais de desenvolvimento da cultura prejudicaram especialmente o rendimento de grãos. Com relação às temperaturas houve ocorrência de geadas fora de época, aos 75 e 76 dias após a semeadura, com temperatura mínima de 0,8 e 3,8 °C, respectivamente, correspondendo ao decêndio de número 10 (Figura 1), e temperaturas elevadas acima da faixa ideal para o desenvolvimento da cevada no final do ciclo da cultura.

Na safra 2016, houve um índice pluviométrico acumulado de 581 mm durante todo o ciclo da cultura. Com chuvas bem distribuídas favorecendo o desenvolvimento da cultura, bem como, as temperaturas para esta safra se mantiveram ideais para a cultura (Figura 1).

De acordo com os resultados da análise de variância conjunta, das características agrônômicas para o experimento (Tabela 1A). Para as características avaliadas peso hectolitro houve efeito somente da safra e para produtividade de grãos houve efeito da interação cultivar x safra. Para qualidade de grãos quanto a classificação classe 1 (1C) e 2 (2C) houve efeito das interações adubação x safra e cultivar x safra, para teor de proteína (PROT) adubação x safra

e para classe 3 (3C) somente efeito simples para adubação e safra (Tabela 2A).

Com relação às variações de temperaturas ocorridas nas safras durante a condução dos experimentos foi observada para safra 2015, ocorrência de geadas durante o estágio final de alongamento e início do espigamento, bem como, temperaturas elevadas nas fases finais de maturação, determinando condição desfavorável para a cultura da cevada que afetam negativamente o enchimento de grãos, como observado por Guarienti et al. (2003) que verificaram reduções de peso hectolitro sob condições semelhantes de temperatura em outra cultura de inverno (trigo). Quanto à safra 2016 esta apresentou condições de temperatura favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

Vale ressaltar que outra diferença importante entre as safras foi a pluviosidade. O regime hídrico na safra 2016 foi equilibrado ao longo do desenvolvimento da cevada, sobretudo no início de seu desenvolvimento caracterizando uma condição favorável ao desenvolvimento da cultura, entretanto, na safra 2015 ocorreram oscilações na precipitação, com estresse hídrico no início do desenvolvimento da cultura com volumes pluviométricos inferiores a 10 mm, em dois decêndios no estágio que compreendia o perfilhamento da cultura, desfavorecendo o desenvolvimento da cevada nos estádios subsequentes. Da mesma forma, Wilczewski et al. (2014), estudando a cevada em três safras notaram reduções acentuadas nos rendimentos da cevada com período de estiagem nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

Portanto, tais diferenças nas condições climáticas entre as safras permitem inferir que a safra 2015 como desfavorável à cultura da cevada e a safra 2016 como favorável, evidenciando que a safra agrícola exerce papel importante sobre o desenvolvimento e rendimento da cultura, reforçando a importância dos estudos de média e longa duração.

Para analisar dados, o emprego de contrastes é uma maneira simplificada para obtenção de resultados referentes a efeitos principais e efeitos de comparação entre grupos de tratamentos avaliados (NOGUEIRA, 2004). Na tabela 1, se encontram os contrastes não-ortogonais (0 vs 100 NPK; 0 vs 100 NPK+SH; 0 vs 250 NPK; 0 vs 250 NPK+SH; 100 NPK vs 100 NPK+SH, 250 NPK vs 250 NPK+SH; NPK vs NPK+SH; C1 vs C2 e SF1 vs SF2), visando comparar os diferentes níveis de adubação de sementeira, com formulado NPK com e associação à SH, duas safras e duas cultivares de cevada em relação às características agrônomicas avaliadas, no município de Guarapuava – PR.

Tabela 1. Estimativa e probabilidade de significância dos contrastes para peso hectolitro (PH), produtividade de grãos (PROD), classificação de grãos classe 1 (1C), classe 2 (2C) e classe 3 (3C) e teor de proteína obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de sementeira, com formulado NPK com e sem associação à

substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

CONTRASTE¹	PH	PROD	1C	2C	3C	PROT
0 vs 100NPK	(-) 0,65	(-) 0,90	(+) 0,23	(-) 0,52	(-) 0,11	(-) 0,58
0 vs 100NPK+SH	(-) 0,24	(-) 0,01	(+) 0,03	(-) 0,21	(-) 0,01	(-) 0,82
0 vs 250NPK	(+) 0,51	(-) 0,01	(+) 0,65	(-) 0,15	(-) 0,76	(-) 0,27
0 vs 250NPK+SH	(-) 0,79	(-) 0,01	(-) 0,81	(+) 0,91	(+) 0,71	(-) 0,31
100NPK vs 100NPK+SH	(-) 0,46	(-) 0,11	(+) 0,33	(-) 0,54	(-) 0,28	(+) 0,74
250NPK vs 250NPK+SH	(-) 0,36	(-) 0,09	(-) 0,48	(+) 0,62	(+) 0,50	(+) 0,92
NPK vs NPK+SH	(-) 0,24	(-) 0,02	(+) 0,84	(-) 0,93	(-) 0,77	(+) 0,76
C1 vs C2	(-) 0,86	(+) 0,01	(-) 0,01	(+) 0,01	(-) 0,86	(+) 0,01
SF1 vs SF2	(-) 0,01	(-) 0,01	(-) 0,01	(+) 0,01	(+) 0,01	(+) 0,11
CV (%)	2,89	12,16	2,77	31,82	29,21	5,02

¹0 (Controle); 100 NPK (100 kg ha⁻¹ formulado NPK); 100 NPK+SH (100 kg ha⁻¹ formulado NPK + SH); 250 NPK (250 kg ha⁻¹ formulado NPK); 250 NPK+SH (250 kg ha⁻¹ formulado NPK + SH); NPK (Adubação com formulado NPK); NPK+SH (Adubação com formulado NPK + SH); C1 (Cultivar BRS Brau); C2 (Cultivar BRS Elis); SF1 (Safrá 2015) e SF2 (Safrá 2016).

Para os contrastes envolvendo PH somente o contraste SF1 vs SF2 foi significativo com mais de 95% de probabilidade. A estimativa do contraste SF2 foi negativa indicando superioridade numérica deste, ou seja, as condições climáticas favoráveis da safra 2016 proporcionaram melhores resultados para PH.

Fatores abióticos podem afetar negativamente o crescimento e produtividade de cereais de inverno, como o PH o qual é prejudicado por temperatura muito alta ou muito baixa como geadas no período reprodutivo (KOCSY et al., 2011). Dessa forma, evidencia-se o efeito da diferença entre safras ocorrida nesta pesquisa pela ocorrência de geadas nas últimas fases do estágio de alongamento, o que pode ter ocasionado na safra 2015 os valores inferiores e fora do padrão para malte em que o valor mínimo exigido é 58,0 kg hL⁻¹, enquanto que na safra 2016, todos os tratamentos ficaram acima desse padrão (MAPA, 2010).

Dessa forma, evidencia-se o efeito das condições climáticas distintas entre safras ocorrida nesta pesquisa pela ocorrência de geadas nas últimas fases do estágio de alongamento, o que pode ter ocasionado a redução do PH na safra 2015. Esse efeito também foi verificado por Dostálová et al. (2015) para cevada, avaliando diferentes concentrações de fertilizantes com nitrogênio (N) e enxofre (S) em três safras agrícolas que observaram diferenças apenas entre as safras para PH.

Os tratamentos com formulados não apresentaram influência sobre o PH, corroborando com os resultados obtidos por Knapowski et al. (2015) em trigo, com associação com SH durante três safras, todavia, esses autores verificaram no tratamento

controle valores inferiores aos demais na média geral das safras. Ainda em trigo, Guarienti et al. (2003) confirmam a influência negativa de geadas nas fases de desenvolvimento de grãos, temperaturas médias acima de 15 °C e elevada precipitação pluvial no estádios de enchimento de grãos até a maturação sobre o PH e PROD, fato que evidencia o efeito da safra desfavorável ocorrido no presente estudo.

Para os contrastes envolvendo a característica agrônômica PROD, foi significativo com mais de 95% de probabilidade, para os contrastes 0 vs 100NPK+SH, 0 vs 250NPK, 0 vs 250NPK+SH, NPK vs NPK+SH, C1 vs C2 e SF1 vs SF2. A estimativa dos contrastes para PROD envolvendo, os tratamentos 100NPK+SH, 250NPK, 250NPK+SH, NPK+SH e SF2 foi negativa e C1 foi positiva indicando assim, superioridade dos mesmos. Portanto, as maiores doses do formulado NPK e a associação à SH tiveram efeito positivo para PROD, sendo o efeito observado na safra com condições climáticas favoráveis (safra 2016).

Resultados semelhantes foram encontrados por Anwar et al. (2016) para a cultura trigo, em que a aplicação das taxas mais elevadas de SH associadas às maiores doses de N proporcionaram as melhores rendimentos de grãos. Khan et al. (2010) em trigo, encontraram resultados semelhantes que mostram que a utilização de SH associada a metade da dose recomendada de formulado NPK tem influência no rendimento de grãos, sendo, igual ou superior a dose recomendada de apenas formulados NPK. Almarshadi e Ismail (2014) verificaram incremento no rendimento de grãos em cevada, trabalhando com fornecimento regular de água propiciando condição favorável à cultura e associando utilização de SH, concordando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

O efeito da associação organomineral em cereais de inverno também tem sido relatada por outros autores. Ghanbari et al. (2012), afirmam que o uso de fertilizante sintético e o fertilizante orgânico proporcionam incremento de produtividade de grãos e esse incremento torna-se mais evidenciado com a associação dos mesmos. Esses autores avaliando adubações com compostos orgânicos na proporção de 50% juntamente com fertilizante mineral relatam aumento no rendimento de grãos para cevada e Yassen et al. (2010), para trigo. Este resultado corrobora com Attia e Shaalan (2016) que relataram alta produtividade de grãos, utilizando SH na cultura do trigo e Nadimpoor e Mojaddam (2015), que observaram incremento de produtividade com a utilização de SH em comparação ao tratamento controle em cevada.

Para fins de comercialização da cevada para malteação, além das características agrônômicas da cultura é importante levar em consideração as características de qualidade do grão produzido quanto ao seu tamanho que é dividido em classes de acordo com Mapa (1996), as porcentagens da classe 1 (1C) que corresponde aos grãos maiores que 2,5 mm,

forem muito baixas esta será considerada inapta para malteação.

Para os contrastes envolvendo a característica de classificação 1C foram significativos com mais de 95% de probabilidade os contrastes 0 vs 100NPK+SH, C1 vs C2 e SF1 vs SF2. A estimativa dos contrastes para 1C envolvendo, C2 e SF2 foi negativa e para a dose 0 foi positiva, o que indica superioridade numérica dos mesmos, ou seja, para 1C as safras diferiram significativamente entre si, e a safra 2016 foi superior devido às condições climáticas favoráveis, entre as cultivares a BRS Elis teve melhor desempenho na classificação de grãos 1C e a adubação com formulado associado à SH contribuiu para a redução do calibre dos grãos. Em cevada Patanita e López-Bellido (2007), verificaram que as maiores doses de N maximizaram a PROD, todavia, proporcionaram redução da porcentagem de grãos 1C, assim como observado nesta pesquisa, em que as maiores doses de formulado e a associação à SH elevaram a PROD, mas tiveram efeito contrário para 1C.

Para adubação de semeadura resultados diferentes foram encontrados por Dostálová et al. (2015), estudando diferentes formulações e doses de N e S para cevada, verificaram maiores porcentagens de grãos 1C no tratamento que não recebeu adubação e para as menores dosagens de N. Os autores ainda afirmam que esses valores podem ser explicados pela redução do número de grãos por espiga devido ao baixo fornecimento de N afetando a distribuição de assimilados para um menor número de órgãos de reserva. Contudo, encontraram diferenças entre as safras de cultivo concordando com os resultados obtidos nesta pesquisa, evidenciando o papel que a safra agrícola exerce a cultura.

Com relação às safras agrícolas, tendo a safra 2016 apresentado condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, isso proporcionou melhor desempenho tanto para classificação de grãos 1C, quanto para PH (Tabela 1). Verma et al. (2008) encontraram correlação positiva entre esses parâmetros, assim pode-se dizer que o PH é um bom indicativo da classificação de grãos de cevada.

Para os contrastes envolvendo a característica de classificação 2C foram significativos com mais de 95% de probabilidade os contrastes, C1 vs C2 e SF1 vs SF2. A estimativa dos contrastes para 2C envolvendo, C1 e SF1 foi positiva, indicando superioridade numérica destes.

Para 2C de classificação houve diferença significativa entre cultivares e safras, sendo a BRS Brau superior à BRS Elis (Tabela 1), resultado também verificado por França (2007), quanto as porcentagens da 2C, o autor não verificou diferença entre os tratamentos com doses de fertilizante nitrogenado para 2C assim como para esta pesquisa. Para as safras, a safra 2015 foi significativamente superior à safra 2016, assim, a safra desfavorável proporcionou redução

de calibre de grãos em relação as condições climáticas favoráveis da safra 2016.

Para os contrastes envolvendo a característica de classificação 3C foram significativos com mais de 95% de probabilidade os contrastes, 0 vs 100NPK+SH e SF1 vs SF2. A estimativa dos contrastes para 3C envolvendo, SF1 foi positiva, e para 100NPK+SH negativa, indicando superioridade destes, dessa forma, as condições de clima desfavoráveis à cultura na safra 2015 bem como, a adubação de semeadura na dose de 100 kg ha⁻¹ com formulado NPK + SH, contribuíram para o aumento da porcentagem de grãos 3C. França (2007), estudando diferentes doses de fertilizante nitrogenado em diferentes cultivares de cevada não encontrou diferenças nas porcentagens de classificação em relação ao fertilizante, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho.

Para os contrastes envolvendo a característica de PROT foi significativo com mais de 95% de probabilidade o contraste, SF1 vs SF2. A estimativa do contraste para PROT envolvendo, SF1 foi positiva, ou seja as condições de clima desfavoráveis da safra 2015 como o aumento de temperatura nos estádios finais de desenvolvimento da cultura propiciaram aumento dos teores de proteína levando à desclassificação dos grãos de cevada para malteação, pois, de acordo com Mapa (1996) o teor proteico não deve ultrapassar 12%. Therrien et al. (1994) afirmam que condições de precipitação inadequada e altas temperaturas contribuem para elevação do teor de proteína em cevada. Em milho, Faria et al. (2013) trabalhando com doses e fontes de N, observaram contraste significativo entre o tratamento controle vs tratamentos com aplicação de N, para teor de proteína, diferindo do encontrado nesta pesquisa.

Quanto aos coeficientes de variação das características avaliadas, estes em sua maioria se mantiveram abaixo de 20% sendo considerados coeficientes bons para experimentos de campo, indicando homogeneidade do resultados.

O desenvolvimento e a qualidade de produção da cultura da cevada são diretamente dependentes das condições climáticas ocorridas na safra de cultivo e as respostas são diferentes de acordo com a cultivar escolhida, à dose de formulado de semeadura e a associação com ou não à substância húmica.

4. CONCLUSÃO

A safra agrícola de 2016, com condições climáticas favoráveis, influenciaram positivamente o peso hectolitro e a produtividade de grãos, sendo a cultivar BRS Brau a mais responsiva para esta característica.

A safra agrícola de 2016, com condições climáticas favoráveis, melhorou a qualidade dos grãos de cevada, com base na classe comercial.

A safra agrícola de 2015, com condições climáticas desfavoráveis, aumentou o teor de proteína nos grãos de cevada avaliados.

5. REFERÊNCIAS

AGEGNEHU, G.; NELSON, P. N.; BIRD, M. I. Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. **Soil & Tillage Research**, v. 160, p. 1–13, 2016.

ALMARSHADI, M. H. S.; ISMAIL, S. M. Barley growth and productivity as affected by soil amendments under fully and minimum irrigation conditions in Saudi Arabia. **Life Science Journal**, v. 11, n. 4, p. 223-230, 2014.

ANWAR, S.; IQBAL, F.; KHATTAK, W. A.; ISLAM, M.; IQBAL, B.; KHAN, S. Response of Wheat Crop to Humic Acid and Nitrogen Levels. **EC Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 558-565, 2016.

AŞIK, B. B.; KATKAT, A. V. Determination of effects on solid and liquid humic substances to plant growth and soil micronutrient availability. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, n. 2, p. 1182-1186, 2013.

ATTIA, M. A.; SHAALAN, A. M. Response of wheat ' *Triticum aestivum* L. ' to humic acid and organic fertilizer application under varying Siwa Oasis conditions. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, v. 9, n. 9, p. 81-86, 2016.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regra para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ ACS, 2009. 399p.

DOSTÁLOVÁ, Y.; HŘIVNA, L.; KOTKOVÁ, B.; BUREŠOVÁ, I.; JANEČKOVÁ, M.; ŠOTTNÍKOVÁ, V. Effect of nitrogen and sulphur fertilization on the quality of barley protein. **Plant, Soil and Environment**, v. 61, n. 9, p. 399-404, 2015.

EBC – European Brewery Convention. **Analytica – EBC**. Fachverlag Hans Carl Nürnberg 2010. Disponível em: < <https://www.dnd.d-nb.de>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cevada BRS Elis**: Tipo agrônomico, potencial de rendimento e excelência em qualidade de malte. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009a. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124076/1/FD-0345.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cevada cervejeira de qualidade BRS Brau**: Tipo agrônômico, alto potencial de rendimento e qualidade de malte. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124363/1/FD-0364.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2016.

FARIA, L. A.; NASCIMENTO, C. A. C.; GODOFREDO CESAR VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; GUEDES, E. M. S. Loss of ammonia from nitrogen fertilizers applied to maize and soybean straw. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 37, p. 969-975, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANÇA, L. V. **Efeito da fertilização nitrogenada no carbono da biomassa microbiana do solo e nos componentes de produção de genótipos de cevada**. 2007. 91f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

GHANBARI, A.; BABAEIAN, M.; ESMAEILIAN, Y.; TAVASSOLI, A.; ASGHARZADE, A. The effect of cattle manure and chemical fertilizer on yield and yield component of barley (*Hordeum vulgare*). **African Journal of Agricultural Research**. v. 7, n. 3, p. 504-508, 2012.

GRZYBOWSKI, C. R. S.; OHLSON, O. C.; SILVA, R. C.; PANOBIANCO, M. Viability of barley seeds by the tetrazolium test. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 47-54, 2012.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, L. J. A.; CAMARGO, C. M. O. Avaliação do efeito de variáveis meteorológicas na qualidade industrial e no rendimento de grãos de trigo pelo emprego de análise de componentes principais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 500-510, 2003.

HELMY, A. M.; FATTAH, M. K. A.; SHABAN, K. A. Nitrogen efficiency in barley under saline-sodic conditions as affected by urea, compost and biofertilizer (*Rhizobium radiobacter* sp.). **Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering**, v. 4, n. 11, p. 1169-1189, 2013.

KHAN, R. U.; RASHID, A.; KHAN, M. S.; OZTURK, E. Impact of humic acid and chemical fertilizer application on growth and grain yield of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pakistan J. Agric. Res.**, v. 23, n. 3-4, p. 113-121, 2010.

KNAPOWSKI, T.; SZCZEPANEK, M.; WILCZEWSKI, E.; POBEREZNY, J. Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 17, p. 1559-1569, 2015.

KOCSY, G.; PÁL, M.; SOLTÉSZ, A.; SZALAI, G.; BOLDIZSÁR, Á.; KOVÁCS, V.; JANDA, T. Low temperature and oxidative stress in cereals. **Acta Agronomica Hungarica**, v. 59, n. 2, p. 169-189, 2011.

KRUPENIKOV, I. A.; BOINCEAN, B. P.; DENT, D. **The black earth: Ecological principles for sustainable agriculture on chernozem soils**. Springer Science, Business Media, London, UK, 2011. 143p.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de identidade e qualidade da cevada para comercialização interna**, portaria do MAPA n. 537, de 22 de novembro de 2010.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de identidade e qualidade da cevada para comercialização interna**, portaria do MAPA n. 691 de 22 de Novembro de 1996.

MULATU, B.; LAKEW, B. Barley research and development in Ethiopia-an overview. In: MULATU, B., GRANDO, E. (Eds.), **Barley Research and Development in Ethiopia**. ICARDA. Addis Ababa, Ethiopia, p. 1–18, 2011.

NADIMPOOR S.; MOJADDAM, M. The effect of humic acid application and harvest time of forage on grain and forage yield of dual purpose barley. **Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences**, v. 5, n. 1, p. 231-237, 2015.

NOGUEIRA, M. C. S. Orthogonal contrasts: definitions and concepts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 118-124, 2004.

PATANITA, M.; LÓPEZ-BELLIDO, L. Efeito da fertilização azotada na produção e na qualidade do grão de cevada para malte em condições mediterrâneas de regadio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 121-134, 2007.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

RASHID, A.; KHAN, R. U. Comparative Effect of Varieties and Fertilizer Levels on Barley (*Hordeum vulgare*). **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 10, n. 1, p. 124-126, 2008.

REUNIÃO... Reunião Nacional de Pesquisa de Cevada (30. 2015: Passo Fundo, RS). **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2015 e 2016**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. 106p.

THERRIEN, M. C.; CARMICHAEL, C. A.; NOLL, J. S.; GRANT, C. A. Effect of fertilizer management, genotype, and environmental factors on some malting quality characteristics in barley. **Canadian Journal Plant Science**, v. 74, p. 545–547, 1994.

VERMA, R. P. S.; SARKAR, B.; GUPTA, R.; VARMA, A. Breeding barley for malting quality improvement in india. **Cereal Research Communications**, v. 36, n. 1, p. 135–145, 2008.

WILCZEWSKI, E.; SZCZEPANEK, M.; KNAPOWSKI, T.; ROSA, E. The effect of dressing seed material with a humus preparation and foliar potassium fertilization on the yield and chemical composition of spring barley grain. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 13, n. 4, p. 153-162, 2014.

YASSEN, A. A.; KHALED, S. M.; ZAGHLOUL, M. Response of wheat to different rates and ratios of organic residues on yield and chemical composition under two types of soil. **Journal of American Science**, v. 6, n. 12, p. 885-864, 2010.

CAPÍTULO II – Exportação de N, P e K pelos grãos de cevada submetida a doses de formulado com e sem substância húmica na semeadura

RESUMO: O objetivo foi avaliar o efeito de doses de adubação de semeadura com e sem associação à substância húmica, para duas cultivares de cevada, nas safras agrícolas de 2015 e 2016, sobre as características dos grãos para a exportação de nitrogênio, fósforo e potássio, classificação de qualidade dos grãos para malte e teor de proteína nos grãos, no município de Guarapuava, PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 2 (5 adubações x 2 cultivares). Foram avaliadas as seguintes adubações: adubação 1 (controle): 0,0 kg ha⁻¹; adubação 2: 100 kg ha⁻¹ de NPK; adubação 3: 100 kg ha⁻¹ de NPK+SH; adubação 4: 250 kg ha⁻¹ de NPK; adubação 5: 250 kg ha⁻¹ de NPK+SH, para duas cultivares de cevada (BRS Brau e BRS Elis). Foram avaliadas as características quanto aos grãos sobre exportação de macronutrientes N, P e K nos grãos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, posteriormente, foram realizados nove contrastes não-ortogonais e estimado o coeficiente de correlação de Pearson, com o nível de 5% de significância pelo teste t. A dose de 250 kg dos formulados NPK com substância húmica incrementou a exportação de nitrogênio para grãos de cevada, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau e nas condições climáticas favoráveis (2016). A safra agrícola, com condições climáticas favoráveis, a exportação de fósforo para grãos de cevada, não foi influenciada pela substância húmica, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau. Na dose de 100 kg do formulado NPK com substância húmica incrementou a exportação de potássio para grãos de cevada, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau, independente da condição climática. Existe correlação entre os teores de nitrogênio e fósforo nos grãos e teores de fósforo com a produtividade de grãos, seja em condições climáticas favoráveis ou desfavoráveis.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*, fertilizante NPK, teor de macronutrientes.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of sowing fertilization doses with and without humic substance for two barley cultivars in the harvests of 2015 and 2016 on the grain characteristics for nitrogen, phosphorus and potassium exportation, quality of grains for malt and protein content in grain, in city of Guarapuava-PR. The experimental design was a randomized complete block with four replications, in a factorial 5 x 2 (5 fertilizations x 2 cultivars). The following fertilizations were: fertilization 1 (control): 0,0 kg

ha⁻¹; fertilization 2: 100 kg ha⁻¹ of NPK; fertilization 3: 100 kg ha⁻¹ NPK+HS; fertilization 4: 250 kg ha⁻¹ NPK; fertilization 5: 250 kg ha⁻¹ NPK+HS, for two barley cultivars (BRS Brau and BRS Elis). The characteristics of the grains were evaluated on macronutrients exportation N, P and K. The means were compared by Tukey test, for 5% probability, subsequently, nine no-orthogonal contrasts e estimated the Pearson correlation coefficient, with the level of 5% of significance by t test. The 250 kg dose of the NPK formulations with humic substance increased the nitrogen export to barley grains, being the highest levels in BRS Brau cultivar and favorable climatic conditions (2016). The agricultural crop, with favorable climatic conditions, the export of phosphorus to barley grains, was not influenced by the humic substance, being the highest levels in BRS Brau cultivar. At the dose of 100 kg of NPK formulation with humic substance increased the export of potassium to barley grains, being the highest levels in the cultivar BRS Brau, regardless of the climatic condition. There is a correlation between nitrogen and phosphorus content in grains and phosphorus contents with grain yield, either in favorable or unfavorable climatic conditions.

Key words: *Hordeum vulgare*, NPK fertilizer, content of macronutrients.

1. INTRODUÇÃO

A cevada é um cereal de inverno amplamente produzido na Região Sul do Brasil, cujos seus principais estados produtores são Rio Grande do Sul e Paraná. A cevada é o quarto cereal mais semeado no mundo, ficando atrás do trigo, arroz e milho (FAOSTAT, 2016). No entanto, pouca atenção tem sido dada para os efeitos da adubação química a longo prazo, e também, entre a relação de rendimento de grão e concentração de nutrientes nos grãos (HEJCMAN et al., 2013).

As plantas, principalmente os cereais de inverno, tem exigência imediata por nutrientes nos estádios iniciais de estabelecimento e crescimento, e a principal forma de suprir essa necessidade tem sido a utilização de fertilizações minerais (MEHRABAN, 2014; SHAH et al., 2009). Todavia, a associação de SH ou compostos orgânicos a fertilizantes minerais tem se mostrado benéfica, aumentando a vitalidade da raiz, a absorção de nutrientes, a síntese de clorofila, a CTC do solo, melhorando a germinação das sementes, estimulando a atividade

microbiana benéfica e até mesmo atuando nas condições do solo como redução do efeito da salinidade (ANWAR et al., 2016; MAHMOUD e IBRAHIM, 2012; OUNI et al., 2014).

A respeito da importância da cevada e de suas várias utilidades, existem muitos fatores que afetam sua produção. Dentre os fatores mais agravantes a redução da produção de cevada são pH baixo, baixa fertilidade do solo, estresse hídrico, solo mal drenados e manejo agrônomico precário (AGEGNEHU et al., 2016). A instabilidade de produção tem comprometido a qualidade das sementes produzidas pela cultura, e muitas vezes leva as sementes a não alcançarem qualidade para produção de malte, acarretando a necessidade de importações da matéria-prima para tanto (GRZYBOWSKI et al., 2012).

Com relação a qualidade nutricional dos grãos, existe ainda muita inconsistência quanto a produzir organicamente ou convencionalmente, isso em razão das diferentes práticas de manejo e condições climáticas (FARAHANI et al., 2011). Wilczewski et al. (2014), afirmam que a utilização de húmus em tratamento de sementes e em conjunto com o cultivo de cevada em solos férteis e ricos em minerais é capaz de melhorar o conteúdo de macronutrientes nos grãos. Ainda Aşik e Katkat (2013), verificaram que aplicando diferentes doses de ácidos húmicos por via sólida houve incremento de matéria seca de planta e aumento nos teores de N, P e K na planta.

A partir do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o efeito de doses de adubação de semeadura com e sem associação à substância húmica, para duas cultivares de cevada, nas safras agrícolas de 2015 e 2016, sobre as características dos grãos para a exportação de nitrogênio, fósforo e potássio, no município de Guarapuava, PR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas safras agrícolas 2015 e 2016, ambas no município de Guarapuava-PR. Na safra 2015 o experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, *Campus* CEDETEG. O local está situado a 1.028 metros de altitude, a 25° 23' 04,83" de latitude Sul e 51° 29' 44,32" de longitude Oeste, em solo classificado como em Latossolo Bruno Distroférico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013).

Para a safra 2016, o experimento foi conduzido no campo experimental da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA, num solo classificado como Latossolo Bruno Alumínico Típico (EMBRAPA, 2013), localizado nas coordenadas geográficas, latitude 25° 32' 43,52" S e longitude 51° 29' 40,22" W, com 1.109 metros de altitude.

A instalação na safra 2015 foi realizada em resteva de soja (*Glycine max*), e para safra 2016 em resteva de milho (*Zea mays*), e havia a cultura do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) na entre safra, neste último ano, mas, em ambas as safras em sistema de plantio direto.

Os resultados da análise química do solo na profundidade de 0-20 cm para a safra 2015 foram: pH (CaCl₂): 4,5; MO: 30,8 g dm⁻³; P: 4,62 mg dm⁻³; K: 0,3 cmol_c dm⁻³; Ca: 3,0 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,2 cmol_c dm⁻³; Al: 0,27 cmol_c dm⁻³; H+Al: 8,36 cmol_c dm⁻³; CTC: 12,86; V (%): 34,99. Para a safra 2016 os resultados da análise química do solo foram os seguintes: pH (CaCl₂): 5,1; MO: 44,5 g dm⁻³; P: 2,7 mg dm⁻³; K: 0,48 cmol_c dm⁻³; Ca: 3,0 cmol_c dm⁻³; Mg: 2,0 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; H+Al: 4,59 cmol_c dm⁻³; CTC: 10,05 e V (%): 54,3.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial (5 adubações x 2 cultivares) com quatro blocos, totalizando 40 parcelas. As parcelas foram constituídas por nove linhas de plantas (5,0 m comprimento x 0,2 m entrelinha), com uma área total de 9 m² e área útil constituída pelas três linhas centrais para safra 2015 e seis linhas de plantas (4,0 m comprimento x 0,17 m entrelinha) com área total de 4,08m² e área útil constituída pelas 4 linhas centrais para safra 2016. Foram avaliadas as seguintes adubações de semeadura: adubação 1: (controle) 0,0 kg ha⁻¹; adubação 2: 100 kg ha⁻¹ de NPK; adubação 3: 100 kg ha⁻¹ de NPK com 5% de SH (NPK + SH); adubação 4: 250 kg ha⁻¹ de NPK; adubação 5: 250 kg ha⁻¹ de NPK + SH, para duas cultivares de cevada (BRS Elis e BRS Brau).

O fertilizante utilizado foi o formulado NPK 10-20-12 para os tratamentos 100 e 250 kg ha⁻¹ com e sem associação com SH, que possui teor de 0,5% de SH no formulado e tem como fonte a leonardita que possui teor de 85% de SH. Para a adubação de cobertura, quando as parcelas estavam no período de perfilhamento, foi aplicado 60 kg N ha⁻¹ na forma de ureia.

A semeadura da safra 2015 ocorreu em 01 de julho e da safra no dia 26 de junho. Foi feita uma dessecação com o herbicida Roundup® original na dose de 3 L ha⁻¹ e Ally® na dose 5g ha⁻¹, três semanas antes da semeadura.

Para a semeadura foi utilizada semeadora de parcelas Semina® visando população final de 320 plantas m⁻² para BRS Brau e 280 plantas m⁻² para BRS Elis. Todos os outros tratos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo da cevada na região centro-sul do Paraná (REUNIÃO..., 2015).

As cultivares utilizadas apresentam porte anão, alto potencial produtivo chegando até a 6.000 kg ha⁻¹, têm ciclo precoce, (aproximadamente 88 dias até o espigamento e 130 a 132 dias até a maturação). Respondem positivamente à adubação nitrogenada e à semeadura no espaçamento de 17 cm x 34 cm (semeadura pareada). O baixo porte confere bom nível de resistência ao acamamento, e ambas atendem às principais especificações da indústria

cervejeira e as regiões indicadas para o cultivo são RS, SC e PR. (EMBRAPA, 2009a; 2009b).

Foram avaliadas as seguintes características quanto aos grãos de cevada: exportação de macronutrientes em g kg^{-1} nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), sendo N determinado por espectrofotometria de azul-de-indofenol; P por espectrofotometria de amarelo-de-vanadato; e K por fotometria de chama conforme metodologias descritas em Silva (2009), e posteriormente extrapolados para exportação em kg ha^{-1} de acordo com a produtividade de grãos por hectare.

Inicialmente, todos os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Harley (RAMALHO et al., 2000). Na sequência, as médias foram submetidas às análises de variância individual e posteriormente conjunta para as safras agrícolas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, posteriormente, foram realizados nove contrastes não-ortogonais (0 vs 100 NPK; 0 vs 100 NPK+SH; 0 vs 250 NPK; 0 vs 250 NPK+SH; 100 NPK vs 100 NPK+SH, 250 NPK vs 250 NPK+SH; NPK vs NPK+SH; C1 vs C2 e SF1 vs SF2), utilizando o software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2014).

Para determinar o grau de associação entre os caracteres avaliados, em cada par de caracteres foi estimado o coeficiente de correlação de Pearson, com o nível de 5% de significância pelo teste t, com auxílio do software estatístico GENES[®] (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas, quanto às precipitações pluviométricas e temperaturas médias desde a implantação das duas safras do experimento até a colheita (junho a novembro), foram obtidas na estação meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná, localizada na Unicentro e na estação meteorológica da Fapa, e os valores estão expressos na figura 2.

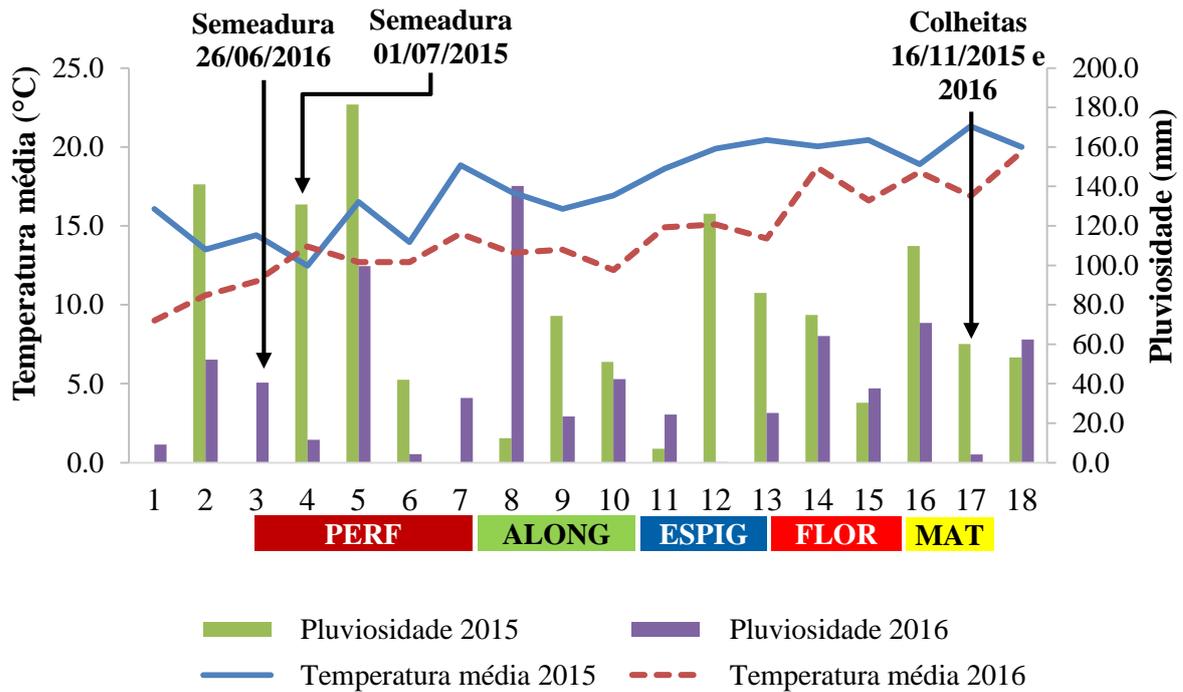


Figura 2. Dados de temperatura média (°C) e pluviosidade (mm) por decêndio, iniciando no 1° decêndio de junho (1) até o último decêndio de novembro (18), nas safras agrícolas de 2015 e 2016, no município de Guarapuava–PR. PERF: perfilhamento; ALONG: alongamento; ESPIG: espigamento; FLOR: florescimento; MAT: maturação.

Fonte: Estação meteorológica UNICENTRO e FAPA.

É importante ressaltar que na safra 2015 houve um índice pluviométrico acumulado de 962 mm durante todo o ciclo da cultura, sendo baixo índice nos períodos que corresponderam ao perfilhamento, e altos níveis de pluviosidade nos estádios finais de desenvolvimento da cultura que prejudicaram especialmente o rendimento de grãos. Com relação às temperaturas, houve ocorrência de geadas fora de época, aos 75 e 76 dias após a semeadura com temperatura mínima de 0,8 e 3,8 °C, respectivamente, correspondendo ao decêndio de número 10 (Figura 2), e temperaturas elevadas acima da faixa ideal para o desenvolvimento da cevada no final do ciclo da cultura.

Na safra 2016, houve um índice pluviométrico acumulado de 581 mm durante todo o ciclo da cultura, com chuvas bem distribuídas favorecendo o desenvolvimento da cultura, bem como, as temperaturas para esta safra se mantiveram ideais para a cultura (Figura 2).

Quanto as safras estas foram contrastantes com relação às condições climáticas para o cultivo de cevada, com uma safra (2015) com condições desfavoráveis, sendo esta, influenciada pela ocorrência de geadas no fim do alongamento e início do espigamento, temperaturas elevadas e alto volume pluviométrico nos estádios de enchimento de grãos até a maturação, seguida de outra safra (2016), com condições ideais para o cultivo da cevada, tal

diferença entre safras foi evidenciada para maioria das características avaliadas. Esse fato pode ser explicado pela instabilidade de produção da cevada, pois, de acordo com Gezahegn e Kefale (2016), mesmo com a utilização de mesmas espécies, mesmo manejo e locais de cultivo, a cultura pode sofrer diferenças entre safras agrícolas devido a variações climáticas, salientando a importância de estudos de média a longa duração.

De acordo com os resultados da análise de variância conjunta das características de qualidade dos grãos para o experimento (Tabela 2A). Foram observados efeitos significativos nas interações duplas cultivar x adubação, cultivar x safra e adubação x safra para exportação de nitrogênio (N), nas interações cultivar x safra para exportação de fósforo (P), cultivar x adubação e cultivar x safra exportação de potássio (K).

Nos dados de exportação de N, P e K (Tabela 3A) em g kg^{-1} somente o N respondeu às adubações de semeadura em que a associação com SH teve efeito positivo nos teores do nutriente. E quando relacionado com os dados de produtividade de grãos obteve-se a exportação em kg ha^{-1} e as melhores respostas foram obtidas com a dose de 250 kg ha^{-1} e associação à SH para N e para P e K a associação com SH independente da dose de adubação de semeadura. Neste sentido, podemos inferir que para as características avaliadas de exportação de macronutrientes nos grãos houve diferença entre os tratamentos com formulados de semeadura e a safra agrícola.

Para exportação de nitrogênio (N), houve diferença significativa entre as safras e tratamentos. Para a cultivar BRS Brau a safra 2015 foi superior à safra 2016, e quanto aos tratamentos na safra 2015 a associação à SH propiciou aumento na extração de N, e para safra 2016 somente a dose de 250 kg ha^{-1} com associação à SH diferiu do tratamento sem adubação (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios para exportação de nitrogênio (N), obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

Adubação ¹	Dose (kg ha^{-1})	Nitrogênio			
		BRS Brau		BRS Elis	
		Safra 2015	Safra 2016	Safra 2015	Safra 2016
Controle	0	52,83 cA	42,95 bA	31,20 cB	49,70 abA
NPK	100	65,54 bcA	49,53 abB	35,33 bcB	50,05 abA
NPK + SH	100	87,32 aA	48,67 abB	46,51 abA	39,50 bA
NPK	250	86,26 aA	40,81 bB	46,24 abcA	49,33 abA
NPK + SH	250	77,50 abA	61,89 aB	57,89 aA	60,15 aA
CV%		12,04			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de comparação de médias Tukey

(P<0,05). ¹NPK: Adubação de semeadura com formulado NPK; NPK + SH: Adubação de semeadura com formulado NPK + SH.

Resultados semelhantes foram encontrados em trigo, por Verma et al. (2016) utilizando metade da dose de adubação recomendada associada compostos orgânicos que elevou a teor de N nos grãos.

Para a cultivar BRS Elis na safra 2015 a dose de 250 kg ha⁻¹ dos formulados e a associação à SH independentemente da dose, elevaram a exportação de N pelos grãos, evidenciando o benefício da utilização da SH quando em safra desfavorável. Na safra 2016 o formulado na dose de 250 kg ha⁻¹ associado à SH proporcionou aumento na exportação de N, no entanto, diferiu apenas da dose de 100 kg ha⁻¹ de formulado associado à SH.

A partir dos dados da tabela 2 é possível observar uma resposta variável das cultivares entre a safra favorável e desfavorável, no entanto, as maiores doses de adubação associada à SH. No comparativo entre as cultivares a cultivar BRS Brau foi mais eficiente na exportação de N na safra desfavorável que proporcionou produtividade de grãos reduzida, da mesma que Wilczewski et al. (2013) em trigo, que verificaram altos teores de N nos grãos quando baixas produtividades de grãos em condições de boa suplementação de fertilizante e ocorrência de temperatura desfavorável ao desenvolvimento da cultura.

Para os valores médios de exportação de fósforo (P) e potássio (K), houve diferença estatística entre cultivares e safras agrícolas. Para P e K na safra desfavorável a cultivar BRS Brau foi mais eficiente exportação destes nutrientes, resultados diferentes foram encontrados por Verma et al. (2016) obtiveram incremento de P e K nos grãos utilizando metade da adubação recomendada associada a compostos orgânicos em trigo. E na comparação das safras a cultivar BRS Elis teve melhor desempenho na exportação de P na safra com condições favoráveis. Para K a cultivar BRS Brau exportou mais este nutriente na safra de condições desfavoráveis e a cultivar BRS Elis na safra com condições favoráveis (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios para exportação de fósforo (P) e potássio (K), obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

Cultivar	Fósforo		Potássio	
	Safra 2015	Safra 2016	Safra 2015	Safra 2016
BRS Brau	10,08 aA	10,97 aA	7,55 aA	5,54 aB
BRS Elis	5,51 bB	10,65 aA	4,28 bB	5,77 aA
CV%	13,85		18,80	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de comparação de médias Tukey (P<0,05).

Para analisar dados, o emprego de contrastes é uma maneira simplificada para obtenção de resultados referentes a efeitos principais e efeitos de comparação entre grupos de tratamentos avaliados (NOGUEIRA, 2004).

Na tabela 4, se encontram os contrastes não-ortogonais (0 vs 100 NPK; 0 vs 100 NPK+SH; 0 vs 250 NPK; 0 vs 250 NPK+SH; 100 NPK vs 100 NPK+SH, 250 NPK vs 250 NPK+SH; NPK vs NPK+SH; C1 vs C2 e SF1 vs SF2), visando comparar os diferentes níveis de adubação de sementeira, com formulado NPK com e sem associação à SH, duas safras e duas cultivares de cevada em relação às características de exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹ no município de Guarapuava – PR.

Tabela 4. Estimativa e probabilidade de significância dos contrastes para produtividade de grãos (PROD), classificação de grãos classe 1 (1C), classe 2 (2C), classe 3 (3C), teor de proteína nos grãos (PROT) e exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹, obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de sementeira, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica (SH), nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

CONTRASTE¹	N	P	K
0 vs 100NPK	(-) 0,03	(-) 0,44	(+) 0,66
0 vs 100NPK+SH	(-) 0,01	(-) 0,08	(-) 0,08
0 vs 250NPK	(-) 0,01	(-) 0,01	(-) 0,01
0 vs 250NPK+SH	(-) 0,01	(-) 0,01	(-) 0,01
100NPK vs 100NPK+SH	(-) 0,05	(-) 0,30	(-) 0,03
250NPK vs 250NPK+SH	(-) 0,01	(-) 0,37	(+) 0,29
NPK vs NPK+SH	(-) 0,01	(-) 0,18	(-) 0,41
C1 vs C2	(+) 0,01	(+) 0,01	(+) 0,01
SF1 vs SF2	(+) 0,01	(-) 0,01	(+) 0,36
CV (%)	11,72	14,46	18,77

¹0 (Controle); 100 NPK (100 kg ha⁻¹ formulado NPK); 100NPK+SH (100 kg ha⁻¹ formulado NPK + SH); 250 NPK (250 kg ha⁻¹ formulado NPK); 250NPK+SH (250 kg ha⁻¹ formulado NPK + SH); NPK (Adubação com formulado NPK); NPK+SH (Adubação com formulado NPK + SH); C1 (Cultivar BRS Brau); C2 (Cultivar BRS Elis); SF1 (Safrá 2015) e SF2 (Safrá 2016).

Para os contrastes envolvendo a característica exportação de N ha⁻¹ (Tabela 4) foram significativos com mais de 95% de probabilidade os contrastes 0 vs 100NPK, 0 vs 100SH, 0 vs 250NPK, 0 vs 250NPK+SH, 100NPK vs 100NPK+SH, 250NPK vs 250NPK+SH, NPK vs NPK+SH, C1 vs C2 e SF1 vs SF2. A estimativa dos contrastes para exportação de N envolvendo, os tratamentos 100NPK, 100NPK+SH, 250NPK, 250NPK+SH e NPK+SH foi negativa, indicando superioridade numérica dos mesmos, ou seja, as adubações elevaram a exportação de N ha⁻¹ sobretudo a adubação com formulado NPK associado à SH, apresentou efeito positivo para esse nutriente em cevada. Com relação a C1 e SF1 as estimativas foram positivas indicando superioridade destes. Yassen et al. (2011) estudando o uso de SH em

trigo, também relataram efeito positivo quanto ao N para a utilização em aplicação foliar com taxa de 2% de SH associados 0,5% de zinco (Zn).

Para o N foi verificada diferença estatística entre as safras, em que a safra 2015 com condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento cultura apresentou-se superior à safra 2016 e também com relação às cultivares em que a BRS Brau apresentou maior resposta para exportação desse nutriente em relação à cultivar BRS Elis, evidenciando que diferentes cultivares apresentam resposta distintas quanto a exportação de N pelos grãos.

Em cevada Hejzman et al. (2013), verificaram que aplicações de adubos de semeadura com N, P e K e associação com fertilizantes orgânicos em uma mesma área durante 9 anos proporcionaram aumento dos teores de N, P e K nos grãos e consequente aumento na exportação destes em relação ao controle, no tratamento com formulado NPK apenas, todavia, esses teores não diferiram dos tratamentos com fertilizantes orgânicos, corroborando com esta pesquisa na qual as adubações obtiveram resposta positiva na exportação principalmente de N.

Para os contrastes envolvendo a característica exportação de P foi significativo com mais de 95% de probabilidade para os contrastes 0 vs 250NPK, 0 vs 250NPK+SH, C1 vs C2 e SF1 vs SF2. A estimativa dos contrastes para exportação de P envolvendo, 250NPK, 250NPK+SH e SF2 foi negativa e para C1 foi positiva, indicando superioridade numérica destes, ou seja, com relação ao P, a adubação com formulado NPK associado à SH somente apresenta efeito quando se utilizam as maiores doses na ocorrência de condições climáticas favoráveis. Concordando com Yassen et al. (2010), os quais observaram que a aplicação de esterco incrementou o teor de P nos grãos.

Efeito também observado em outras culturas como por Osman et al. (2013), que encontraram resultados que corroboram aos encontrados nesta pesquisa, os autores analisando duas diferentes formas de suplementação de N em arroz associando a SH e substância fúlvica (SF) elevaram os teores de P nos grãos. Os autores ainda afirmam que as SH aumentam a permeabilidade das membranas das células, permitindo uma passagem mais rápida dos nutrientes e assim, maior incremento deste e outros macronutrientes. No entanto, Kaseker et al. (2014) em cenoura, testando doses de organomineral aplicado via foliar não observaram efeito de doses do fertilizante para os contrastes comparando com o tratamento controle sem aplicação e entre as doses para exportação de P e K.

Para os contrastes envolvendo a característica exportação de K foram significativos com mais de 95% de probabilidade o contraste 0 vs 250NPK, 0 vs 250NPK+SH, 100NPK vs 100NPK+SH e C1 vs C2. A estimativa dos contrastes para exportação de K envolvendo,

250NPK, 250NPK+SH e 100NPK+SH foi negativa e para C1 foi positiva, isso indica superioridade numérica do mesmo, ou seja, houve influência do formulado associado à SH para exportação de K, sendo a cultivar BRS Brau mais responsiva. Fato também observado no trabalho de Yassen et al. (2011), indicando que a aplicação de SH, esterco bovino e Zn melhoraram o incremento deste nutriente em trigo, e também por Osman et al. (2013), em arroz, com associação de SH a formas de nitrogênio aplicados em cobertura.

Estudos realizados por Nogalska et al. (2011), em cevada com uso de fertilizantes minerais não encontraram diferenças significativas para a exportação de K entre safras agrícolas em três safras de cultivo, concordando com este estudo, em que não se observou diferença significativa entre as safras.

Devido a ocorrência de condições climáticas contrastantes nas safras de cultivo estudadas optou-se por realizar a análise de correlação de Pearson separadamente, para não mascarar os resultados obtidos, pois, o efeito exercido pela safra foi evidenciado em quase totalidade das características avaliadas para as safras 2015 e 2016.

Na tabela 5 estão apresentados os valores dos coeficientes de correlação entre exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹ e produtividade de grãos (PROD), para as safras agrícolas 2015 e 2016.

Tabela 5. Coeficientes de correlação entre exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹ e produtividade de grãos (PROD), para safra agrícola de 2015 e 2016. Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

	Safra 2015			Safra 2016		
	P	K	PROD	P	K	PROD
N	0,950*	0,733	0,994**	0,975**	0,420	0,862
P		0,901*	0,962**		0,612	0,949*
K			0,772			0,795

** P≤0,01; * P≤0,05.

Para exportação de N em safra com condições climáticas desfavoráveis foram encontradas correlações positivas significativas a 95% entre as exportações de P e com PROD, ou seja, há interação entre os macronutrientes, quanto maior for a quantidade de N maiores serão os teores de P e maior será o rendimento de grãos. Tigre et al. (2014) afirmam que N e P são nutrientes de extrema importância e seu suprimento deficiente limita o crescimento e desenvolvimento da cultura, refletindo na redução de rendimento de grãos. Para exportação de P foram encontradas correlações positivas significativas a 99% entre as exportações de K e com PROD, assim, quanto maior for a quantidade de P maiores serão os teores de K e maior será a produtividade de grãos. Esses resultados concordam com os

encontrados em trigo por Maiti et al. (2006), que observaram correlação positiva de exportação pelos grãos entre os macronutrientes N, P e K e dos mesmos com produtividade de grãos e por Wilczewski et al. (2013) para N e P, no entanto, não encontraram correlação de P com PROD.

Para exportação de N na safra favorável, foi encontrada correlação positiva significativa a 99% entre a exportação de P, ou seja, quanto maior for a quantidade de N maiores serão os teores de P. É conhecido que N e P possuem interações na planta devido às suas funções, assim, Miller (1974) aponta que a maior absorção de P na presença de N seria por ocasionada pela interação do N nos processos de absorção e transporte de P, como observado nesta pesquisa.

Para exportação de P foi encontrada correlação positiva significativa a 95% com PROD, assim, quanto maior for a quantidade de P maior será a produtividade de grãos. Este nutriente parece estar intimamente ligado ao rendimento de grãos, pois, tanto em uma safra favorável quanto numa safra desfavorável quanto às condições climáticas o P correlacionou-se fortemente com PROD, como afirmado por Maiti et al. (2006).

A cultura da cevada está sujeita à instabilidades climáticas as quais atuam diretamente no crescimento e desenvolvimento afetando o rendimento e a qualidade dos grãos produzidos, e de acordo com esta pesquisa a resposta para exportação de macronutrientes e produtividade de grãos diferem entre a cultivar utilizada e entre a safra favorável e desfavorável, no entanto, a exportação dos nutrientes N e P e a exportação de P e produtividade de grãos, mesmo em safras distintas se correlacionaram positivamente, indicando que estes parâmetros estão intimamente ligados. Com relação as classes de grãos somente se observa correlação entre as mesmas quando as condições climáticas são desfavoráveis à cultura. E o teor de proteína não apresenta correlação com nenhuma das características avaliadas, sendo somente influenciado pelas condições climáticas.

4. CONCLUSÃO

A dose de 250 kg dos formulados NPK com substância húmica incrementou a exportação de nitrogênio para grãos de cevada, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau e nas condições climáticas favoráveis (2016).

A safra agrícola, com condições climáticas favoráveis, a exportação de fósforo para grãos de cevada, não foi influenciada pela substância húmica, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau.

Na dose de 100 kg do formulado NPK com substância húmica incrementou a exportação de potássio para grãos de cevada, sendo os maiores teores na cultivar BRS Brau, independente da condição climática.

Existe correlação entre os teores de nitrogênio e fósforo nos grãos e teores de fósforo com a produtividade de grãos, seja em condições climáticas favoráveis ou desfavoráveis.

5. REFERÊNCIAS

AGEGNEHU, G.; NELSON, P. N.; BIRD, M. I. Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. **Soil & Tillage Research**, v. 160, p. 1–13, 2016.

ANWAR, S.; IQBAL, F.; KHATTAK, W. A.; ISLAM, M.; IQBAL, B.; KHAN, S. Response of Wheat Crop to Humic Acid and Nitrogen Levels. **EC Agriculture**, v. 3, n. 1, p. 558-565, 2016.

AŞIK, B. B.; KATKAT, A. V. Determination of effects on solid and liquid humic substances to plant growth and soil micronutrient availability. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 11, n. 2, p. 1182-1186, 2013.

CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cevada BRS Elis**: Tipo agrônomo, potencial de rendimento e excelência em qualidade de malte. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009a. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124076/1/FD-0345.pdf>. Acesso em: 18 out. 2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cevada cervejeira de qualidade BRS Brau**: Tipo agrônomo, alto potencial de rendimento e qualidade de malte. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124363/1/FD-0364.pdf>. Acesso em: 18 out. 2016.

FARAHANI, S. M.; CHAICHI, M. R.; MAZAHARI, D.; AFSHARI, R. T.; SAVAGHEBI, G. Barley grain mineral analysis as affected by different fertilizing systems and by drought stress. **Journal Agriculture Science Techninology**, v. 13, p. 315-326, 2011.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical databases**. Roma: FAO, 2013. Disponível em: [http:// faostat.fao.org](http://faostat.fao.org). Acesso em: 6 mar. 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple

comparisons. **Ciência & agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GEZAHEGN, B.; KEFALE, D. Effect of nitrogen fertilizer level on grain yield and quality of malt barley (*hordeum vulgare* L.) Varieties in malga worda, southern ethiopia. **Food Science and Quality Management**, v. 52, p. 8-16, 2016.

GRZYBOWSKI, C. R. S.; OHLSON, O. C.; SILVA, R. C.; PANOBIANCO, M. Viability of barley seeds by the tetrazolium test. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 47-54, 2012.

HEJCMAN, M.; BERKOVÁ, M.; KUNZOVÁ, E. Effect of long-term fertilizer application on yield and concentrations of elements (N, P, K, Ca, Mg, As, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) in grain of spring barley. **Plant, Soil and Environment**, v. 59, n. 7, p. 329–334, 2013.

KASEKER, J. F.; BASTOS, M. C.; CONSALTER, R.; MÓGOR, A. F. Alteração do crescimento e dos teores de nutrientes com utilização de fertilizante organomineral em cenoura. **Reivsta Ceres**, v. 61, n. 6, p. 964-969, 2014.

MAHMOUD, E. K.; IBRAHIM, M. M. Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residuals on soil chemical properties and barley growth. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 12, n. 3, p. 431-440, 2012.

MAITI, D.; DAS, D. K.; PATHAK, H. Fertilizer Requirement for Irrigated Wheat in Eastern India Using the QUEFTS Simulation Model. **The Scientific World Journal**, v. 6, p. 231–245, 2006.

MEHRABAN, A. Study of organic and inorganic fertilizers on germination and seedling growth of wheat. **Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences**, v. 4, n. 4, p. 2913-2916, 2014.

MILLER, M. H. Effects of nitrogen on phosphorus absorption by plants. In: CARSON, E. W. **The plant root and its environment**. Charlottesville. 1.ed. University Press of Virginia, 1974. p. 643-668.

NOGUEIRA, M. C. S. Orthogonal contrasts: definitions and concepts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 118-124, 2004.

NOGALSKA, A.; CZAPLA, J.; SKWIERAWSKA, M. The effect of mult-component fertilizers on spring barley yield, the content and uptake of macronutrients. **Polish Journal of Natural Science**, v. 4, n. 4, p. 174-183, 2011.

OSMAN, E. A. M.; EL-MASRY, A. A.; KHATAB, K. A. Effect of nitrogen fertilizer sources and foliar spray of humic and/or fulvic acids on yield and quality of rice plants. **Advances Applied Science Research**, v. 4, n. 4, p. 174-183, 2013.

OUNI, Y.; GHNAYA, T.; MONTEMURRO, F.; ABDELLY, C.; LAKHDAR, A. The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. **International Journal of Plant Production**, v. 8, n. 3, p. 353-374, 2014.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

REUNIÃO... Reunião Nacional de Pesquisa de Cevada (30. 2015: Passo Fundo, RS). **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2015 e 2016**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. 106p.

SHAH, S. A.; SHAH, S. M.; MOHAMMAD, W.; SHAFI, M.; NAWAZ, H. N uptake and yield of wheat as influenced by integrated use of organic and mineral nitrogen. **International Journal of Plant Production**, v. 3, n. 3, p. 45–56, 2009.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF.: Embrapa Informação tecnológica 2.ed, 2009. 627p.

TIGRE, W.; WORKU, W.; HAILE, W. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer levels on growth and development of barley (*Hordeum vulgare* L.) at Bore District, Southern Oromia, Ethiopia. **American Journal of Life Sciences**. v. 2, n. 5, p. 260-266, 2014.

VERMA, R. K.; SHIVAY, Y. S.; KUMAR, D.; GHASAL, P. C. Productivity and profitability of wheat (*Triticum aestivum*) as influenced by different cropping systems and nutrient sources. **Indian Journal of Agronomy**, v. 61, n. 4, p. 92-98, 2016.

WILCZEWSKI, E.; SZCZEPANEK, M.; KNAPOWSKI, T.; ROSA, E. The effect of dressing seed material with a humus preparation and foliar potassium fertilization on the yield and chemical composition of spring barley grain. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 13, n. 4, p. 153-162, 2014.

WILCZEWSKI, E.; SZCZEPANEK, M.; PIOTROWSKA-DLUGOSZ, A.; WENDA-PIESIK, A. Effect of nitrogen rate and stubble catch crops on concentration of macrolelements in spring wheat grain. **Journal of Elementology**, v. 18, n. 3, p. 481-494, 2013.

YASSEN, A. A.; HELLAL, F. A.; ABO-BASHA, D. M. Influence of organic materials and foliar application of zinc on yield and nutrient uptake by wheat plants. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 7, n. 12, p. 2056-2062, 2011.

YASSEN, A. A.; KHALED, S. M.; ZAGHLOUL, M. Response of wheat to different rates and ratios of organic residues on yield and chemical composition under two types of soil. **Journal of American Science**, v. 6, n. 12, p. 885-864, 2010.

6. ANEXOS

Tabela 1A. Resumo da análise de variância conjunta, para peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD), em função de diferentes níveis de adubação de sementeira com e sem associação à SH, duas safras agrícolas e diferentes cultivares de cevada, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

Fonte de Variação	Quadrados Médios - Características Agronômicas		
	GL	PH	PROD
Cultivar (C)	1	0,08	8561587,48**
Adubação (A)	4	2,49	912146,12**
Bloco (Saфра)	7	0,35	103287,94
Saфра (S)	1	3765,32**	120918005,85**
C x A	4	2,83	236730,79
C x S	1	5,64	3962355,87**
A x S	4	6,74	149991,86
C x A x S	4	4,34	389777,36
ERRO	53	2,71	15724,63
Média	-	57,04	3262,03
CV%	-	2,89	12,16

*P<0,05 e **P<0,01.

Tabela 2A. Resumo da análise de variância conjunta, para exportação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) ha⁻¹, classificação em classe 1 (1C), classe 2 (2C) e classe 3 (3C) e teor de proteína (PROT) em função de diferentes níveis de adubação de sementeira com e sem associação à SH, duas safras e duas cultivares de cevada, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

FV ¹	Quadrados Médios - Nutrientes e Classificação dos Grãos							
	GL	N	P	K	1C	2C	3C	PROT
Cultivar (C)	1	3259,31**	89,57**	34,52**	55,41**	58,02**	0,03	1,04
Adubação (A)	4	672,01**	7,93**	8,25**	12,41	2,99	3,29*	0,18
Bloco (Saфра)	4	32,24	3,63	0,64	4,13	2,05	0,75	0,12
Saфра (S)	1	1326,53**	135,93**	1,02	556,57**	78,43**	217,13**	338,44**
C x A	4	131,87*	0,76	3,17*	3,19	2,04	0,58	0,29
C x S	1	3705,20**	67,86**	45,99**	41,77*	27,74*	1,43	0,62
A x S	4	443,27**	4,13	1,26	47,23**	31,22**	1,85	1,18*
C x A x S	4	19,19	3,79	1,35	3,93	2,13	0,87	0,14
ERRO	36	42,19	1,66	1,18	6,17	4,77	0,99	0,39
Média	-	53,96	9,30	5,78	89,74	6,86	3,40	12,23
CV%	-	12,04	13,85	18,80	2,77	31,82	29,21	5,10

*P<0,05 e **P<0,01. ¹FV: fonte de variação.

Tabela 3A. Valores médios para exportação pelos grãos em g kg^{-1} e kg ha^{-1} de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), obtidos para diferentes cultivares de cevada e submetidos às diferentes doses de adubação de semeadura, com formulado NPK com e sem associação à substância húmica, nas safras agrícolas 2015 e 2016, no município de Guarapuava – PR. UNICENTRO, 2017.

Adubação ¹	Dose (kg ha^{-1})	N	P	K	N	P	K
		----- g kg^{-1} -----			----- kg ha^{-1} -----		
Controle	0	27,8 c	2,9 a	2,0 a	44,17 c	8,31 c	5,06 b
NPK	100	31,1 ab	3,1 a	2,0 a	50,11 bc	8,74 bc	4,86 b
NPK + SH	100	30,5 abc	3,1 a	2,0 a	55,50 b	9,31 abc	5,87 ab
NPK	250	29,4 bc	3,1 a	2,3 a	55,66 b	9,83 ab	6,81 a
NPK + SH	250	33,1 a	3,0 a	2,0 a	64,36 a	10,33 a	6,33 a
CV%		8,92	9,61	14,92	12,04	13,85	18,80

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de comparação de médias Tukey ($P < 0,05$). ¹NPK: Adubação de semeadura com formulado NPK; NPK + SH: Adubação de semeadura com formulado NPK + SH.