



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Adilson Lemos Rezende

**MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE MILHO DESTINADO A
SILAGEM**

Erechim/RS, janeiro de 2021

ADILSON LEMOS REZENDE

**MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE MILHO DESTINADO A
SILAGEM**

Defesa apresentada para o Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da
Fronteira Sul – Erechim/RS.

Orientador: Prof. D. Sc. Leandro Galon

Coorientador: Prof. Dr. Bernardo Berenchtein

Erechim/RS, janeiro de 2021



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
COORDENAÇÃO ACADÊMICA
COORDENAÇÃO ADJUNTA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SECRETARIA DE PÓS GRADUAÇÃO
ERS 135 – Km 72, nº 200, Caixa Postal 764, Erechim-RS, CEP 99700-970, 54 3321 7099
sec.posgrad.er@uffs.edu.br, www.uffs.edu.br

Ata de Defesa de Dissertação 001/PPGCTA-2021

Aos oito dias do mês de janeiro de dois mil e vinte e um, às nove horas, na UFFS Campus Erechim, reuniu-se, para defesa da dissertação apresentada por **Adilson Lemos Rezende**, do Programa de Pós-Graduação, *Stricto Sensu*, em Ciência e Tecnologia Ambiental, intitulada: “MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE MILHO DESTINADO A SILAGEM”, a Banca Examinadora, composta pelos professores: Prof. D. Sc. Leandro Galon (Orientador/presidente – UFFS); Prof. Dr. Bernardo Berenchtein (Coorientador – UFFS – Membro Titular Externo); Dr^a. Taisa Dal Magro (Membro Titular Externo – UCS, Caxias do Sul); Prof. D. Sc. Siumar Pedro Tironi (Membro titular externo – UFFS, Campus Chapecó/SC), todos participaram por videoconferência, seguindo orientações da Portaria Nº 303/GR/UFFS/2020. O professor Orientador/Presidente deu por aberta a sessão e logo a seguir passou a palavra ao mestrando, para que, em até trinta minutos, expusesse seu trabalho. Terminada a exposição, passou-se à arguição da Banca Examinadora. A seguir, a sessão foi suspensa e os examinadores decidiram por (X) aprovar () reprovando o trabalho.

Observações: Aprovada desde que efetue as correções apontadas e sugeridas pela banca.

A banca orienta que no prazo de 45 dias seja entregue a versão final do trabalho de dissertação à Secretaria de Pós-Graduação. Nestes termos, esta ata segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora e pelo mestrando.

Erechim/RS, 08 de janeiro de 2021.

Adilson Lemos Rezende

Prof. D. Sc. Leandro Galon

Prof. Dr. Bernardo Berenchtein

Dr^a. Taisa Dal Magro

Prof. D. Sc. Siumar Pedro Tironi

p/p Leandro Galon

bernardo galon

p/p bernardo galon

p/p taisa dal magro

p/p siumar pedro tironi

Em virtude da pandemia da COVID-19 o presidente da banca assinou por todos os demais membros da banca.

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Rezende, Adilson Lemos

MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA PRODUÇÃO DE MILHO
DESTINADO A SILAGEM / Adilson Lemos Rezende. -- 2021.
57 f.:il.

Orientador: Doutor Leandro Galon

Co-orientador: Doutor Bernardo Berenchtein

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia Ambiental, Erechim, RS, 2021.

1. Zea mays L.. 2. Híbridos de milho. 3. Alimentação
animal. I. Galon, Leandro, orient. II. Berenchtein,
Bernardo, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	8
2 REFERÊNCIAS	11
3 ARTIGO I (Normas da Revista de Ciências Agroveterinárias)	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS	25
4 ARTIGO II (Normas da Revista Ciência Rural).....	28
INTRODUÇÃO	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS	37
5 ARTIGO III (Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)	43
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	57

FIGURAS

Figura 1. Temperatura média e precipitação pluvial diária no período de condução do experimento, outubro de 2018 a abril de 2019. UFFS/Erechim/RS, 2019.

Artigo I

Figura 1. Temperatura média e precipitação pluvial diária no período de condução do experimento. Fonte: INMET, 2019.

Figura 2. Condutância estomática ($\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação ($\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e uso eficiente da água ($\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) aferidos no terço médio das plantas aos 60 dias após a emergência do híbrido Dekalb 290 PRO3 submetido a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. UFFS, Erechim/RS, 2019.

Figura 3. Produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) do híbrido Dekalb 290 PRO3, submetido a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. UFFS, Erechim/RS, 2019.

Figura 4. Proteína bruta total (%) do híbrido Dekalb 290 PRO3, submetido a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. UFFS, Erechim/RS, 2019.

Artigo II

Figura 1. Precipitação pluvial e momento de manejos durante a condução do experimento. UFFS, 2019.....45

TABELAS

Artigo I

- Tabela 1.** Tratamentos utilizados no experimento, respectivas doses e época de aplicação para controle de plantas daninhas infestantes do híbrido de milho AG 9025 PRO3. UFFS/Erechim, RS, 2019.....23
- Tabela 2.** Controle (%) de papuã (*Urochloa plantaginea*) infestante do híbrido de milho AG 9025 PRO3 em função da aplicação de herbicidas de modo isolado ou associados ao glyphosate em pós-emergência inicial. UFFS/Erechim/RS, 2019.....25
- Tabela 3.** Controle (%) de milhã (*Digitaria spp*) no híbrido de milho AG 9025 PRO3 em função da aplicação de herbicidas em isolado ou associados ao glyphosate em pós-emergência. UFFS/Erechim/RS, 2019.....26
- Tabela 4.** Respostas fisiológicas expressas em concentração interna de CO₂ (Ci - $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$), taxa transpiratória (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática de vapores de água (Gs - $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$), taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência na carboxilação (EC - $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e eficiência no uso da água das plantas (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) aos 50 dias após a aplicação dos tratamentos e produtividade de grãos de milho – PROD (kg ha^{-1}) em função da aplicação de herbicidas de modo isolados ou em associação em tanque. UFFS, Erechim/RS, 2019.....28

Artigo III

- Tabela 1.** Características dos híbridos de milho semeados para a produção de grãos e silagem, conforme posicionamento dos detentores.....50
- Tabela 2.** Produção de massa seca de colmo, palha da espiga, grãos, ráquis, folha, pendão, matéria seca e matéria verde total de planta inteira (kg ha^{-1}) em função de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem. UFFS, 2019.....51
- Tabela 3.** Dados bromatológicos compostos por amido, digestibilidade da matéria orgânica (MOD), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN), do processamento de planta inteira de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem. UFFS, 2019.....51
- Tabela 4.** Produção estimativa de leite (kg t^{-1} e kg ha^{-1}), com base na Planilha MILK - 2006, em função de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem. UFFS, Campus Erechim, 2019.....52

RESUMO

O milho é um dos principais produtos destinados a alimentação animal, seja como grão ou forragem, passando assim a contribuir diretamente nas cadeias produtivas de leite e de carne. Nesse sentido, vários são os fatores responsáveis para aumentar a produtividade da cultura, ou mesmo a qualidade desse alimento quando destinado aos animais. Logo, objetivou-se com o trabalho, estudar diferentes manejos adotados na produção de milho destinado a grãos ou silagem para alimentação animal, por isso, foram instalados experimentos a campo e no Laboratório de Nutrição e Bromatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Erechim/RS*. Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e um, teve como objetivo avaliar a seletividade e a eficácia de herbicidas aplicados sobre o híbrido de milho Agrocere AG 9025 PRO3 para o controle de plantas daninhas. Nesse experimento foram utilizados os tratamentos: glyphosate (1335 g ha^{-1}), mesotrione (192 g ha^{-1}), tembotrione ($100,8 \text{ g ha}^{-1}$), nicosulfuron (60 g ha^{-1}), atrazine + simazine ($1500 \text{ g i.a ha}^{-1}$), glyphosate + mesotrione ($1440+192 \text{ g i.a ha}^{-1}$), glyphosate + tembotrione ($1440 + 120 \text{ g i.a ha}^{-1}$), glyphosate + nicosulfuron ($1440+60 \text{ g i.a ha}^{-1}$), glyphosate + atrazina + simazina ($1440 + 1500 \text{ g i.a ha}^{-1}$), mais uma testemunha capinada. No segundo experimento os tratamentos usados foram cinco doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, sendo: testemunha sem nitrogênio, metade da dose (101 kg ha^{-1}), a dose recomenda (202 kg ha^{-1}), uma vez e meia a dose (303 kg ha^{-1}) e o dobro da dose (404 kg ha^{-1}) de nitrogênio, de acordo com análise de solo. As aplicações do nitrogênio na forma de ureia foram realizadas de maneira parcelada, em dois estádios de desenvolvimento do milho, sendo 40% em V3 e V4 (três a quatro folhas desenvolvidas) e 60% em V6 e V7 (seis a sete folhas desenvolvidas). O último experimento foi testado os híbridos: Pioneer P3016, Pioneer P4285, Syngenta 488, Syngenta Maximus, Forseed FS481, Forseed 2A620, Agrocere AG8061, Agrocere AG 8690, Brevant CD3612, Brevant 2A510, Limagrain LG 3055, Limagrain LG 36610, Dekalb 230, Dekalb 290, KWS K9606 e KWS KS9822, sendo esses os mais semeados na região Sul do Brasil para produção de grãos ou silagem. Portanto, a associação de glyphosate com outros herbicidas registrados à cultura do milho apresentaram melhoria no controle das plantas daninhas, papuã e milhã. Além disso, a adição de doses de nitrogênio em cobertura proporciona aumento da eficiência do uso da água, das características bromatológicas e da produtiva de grãos do milho encontradas no segundo experimento. Os híbridos de milho testados diferem nas características morfológicas de produção de massa seca e verde, porém, não houve superioridade expressiva em híbridos posicionados para grão ou silagem nas características bromatológicas, sendo a

massa seca por área, o fator mais importante para a diferença encontrada na produção total de leite.

Palavras-chave: *Zea mays* L., Híbridos de milho, Alimentação animal.

ABSTRACT

Corn is one of the main products intended for animal feed, either as grain or forage, contributing directly to the milk and meat production chains. Several factors are responsible for increasing crop productivity, or even the quality of this food when destined for animals. The purpose of this research was study different management methods adopted in corn production destined for grains or silage for animal feed. Experiments were conducted at facilities of Nutrition and Bromatology Laboratory of the Federal University of Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS. The experiments were conducted in a randomized block design, with four replications. Experiment one aimed to evaluate the selectivity and effectiveness of herbicides applied on the corn hybrid Agrocere AG 9025 PRO3 for weed control. In this experiment the treatments were used: glyphosate (1335 g ha^{-1}), mesotrione (192 g ha^{-1}), tembotrione (100.8 g ha^{-1}), nicosulfuron (60 g ha^{-1}), atrazine + simazine (1500 g ha^{-1}), glyphosate + mesotrione ($1440 + 192 \text{ g ha}^{-1}$), glyphosate + tembotrione ($1440 + 120 \text{ g ha}^{-1}$), glyphosate + nicosulfuron ($1440 + 60 \text{ g ha}^{-1}$), glyphosate + atrazine + simazine ($1440 + 1500 \text{ g ha}^{-1}$), plus a weeded control. In the second experiment, the objective was to study the effect of nitrogen fertilization on the quality and productivity of the hybrid corn Dekalb DKB290. The treatments used were five doses of nitrogen applied in coverage, being: control without nitrogen, half of the dose ($101.25 \text{ kg ha}^{-1}$), the recommended dose ($202.50 \text{ kg ha}^{-1}$), one and a half times the dose ($303.75 \text{ kg ha}^{-1}$) and twice the dose ($405.00 \text{ kg ha}^{-1}$) of nitrogen, according to soil analysis. The applications of nitrogen in the form of urea were carried out in installments, in two stages of corn development, 40% in V3 and V4 (three to four leaves developed) and 60% in V6 and V7 (six to seven leaves). The last experiment aimed to compare groups of corn hybrids positioned for grain production and silage. The hybrids were tested for this: Pioneer P3016, Pioneer P4285, Syngenta 488, Syngenta Maximus, Forseed FS481, Forseed 2A620, Agrocere AG8061, Agrocere AG 8690, Brevant CD3612, Brevant 2A510, Limagrain LG 3055, Limagrain LG 36610, Dekal LGb6b10, Dekal LGb6 290, KWS K9606 and KWS KS9822, these being the most sown in the South for grain or silage production. For the first experiment, it is concluded that the association of glyphosate with other herbicides registered to the corn crop showed improvement in the control of weeds papuã and milhã. The addition of nitrogen doses in coverage provides increased water use efficiency, bromatological characteristics and corn grain

yield found in the second experiment. It has not yet been possible to complete the third and last article of the dissertation so far, presenting the introduction, methodology and tabulated data of the dissertation.

Keywords: *Zea mays* L., hybrid corn, Animal feed.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do milho tem papel fundamental na agricultura brasileira e mundial, sendo um dos grãos mais produzidos no país, ficando atrás apenas da soja. Nesse viés, o milho é usado como matéria-prima chave na indústria de alimentos com aproximadamente 70% dos grãos utilizados como ração animal (LI et al., 2010). Contudo, no Brasil, a área semeada com a cultura ocupa 17,242 milhões de hectares, com produtividade média na última safra de 5,5 t ha⁻¹ (CONAB, 2020). Essa produtividade, está muito aquém das encontradas em lavouras que adotam tecnologias de ponta ou mesmo em áreas de pesquisa podendo superar 10,0 t ha⁻¹ (FORTE et al., 2018a; GALON et al., 2018).

As culturas agrícolas dependem de fatores ambientais que influenciam no seu crescimento e desenvolvimento. Sabe-se que além dos fatores climáticos e edáficos, as plantas daninhas comprometem a produtividade das culturas e interferem no sistema de produção empregado (WANDSCHEER et al., 2014). Na cultura do milho o elemento nitrogênio (N) é o mais demandado tratando-se de fontes externas de fertilizantes, porque é uma espécie que não apresenta associação com bactérias fixadoras de N, ou de forma não eficiente ao ponto de substituir o aporte externo. A escolha do material genético para melhor aproveitamento e melhor competitividade também é importante para obter-se forragem de alta qualidade e também quantidade.

Importante frisar que, destaca-se, dentre as plantas daninhas, que competem com o milho pelos recursos do ambiente como água, luz e nutrientes, o *Urochloa plantaginea* (papuã/capim-marmelada), a *Digitaria* spp. (milhã/capim-colchão), as *Ipomoea* spp. (cordas-de-viola), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro), buva (*Conyza* spp.) (FORTE et al., 2018b, GALON et al., 2018).

Logo, as plantas daninhas afetam negativamente a produtividade e a qualidade dos grãos de milho produzidos se não controladas (DAN et al., 2010; GALON et al., 2010; GALON et al., 2018). Por isso, devido aos prejuízos que essas espécies ocasionam às culturas, medidas de controle precisam ser tomadas- sendo o método químico o mais utilizado- uma vez que, é de fácil aplicação, além de trazer eficiência no manejo e possuir um menor custo quando comparado a outros métodos de controle (TIMOSSI & FREITAS, 2011).

É preciso admitir que, com a introdução de híbridos de milho resistentes ao herbicida glyphosate tem-se mais uma alternativa de controle, porém muitas plantas daninhas apresentam, hoje, resistência devido ao uso contínuo e repetitivo desses agrotóxicos em diferentes culturas. Contudo, a associação com outros herbicidas é uma alternativa para diminuir a pressão de seleção deles, principalmente com produtos que apresentem efeito residual e de mecanismos de

ação diferente ao do glyphosate (inibidor da enol piruvil shiquimato fosfato sintetase – EPSPs). Já existem casos de resistência do gênero *Digitaria* aos herbicidas inibidores da ALS (acetato lactato sintetase) e FS II (fotosistema dois). Além de *Digitaria* spp. e *Urochloa* sp., alguns casos de resistência de outras plantas daninhas também foram constatados no Brasil, principalmente aos inibidores de EPSPs, ALS e ACCase (acetil coenzima A carboxilase) (HEAP, 2020).

Portanto, as misturas em tanque têm sido feitas para melhorar o controle de plantas daninhas e reduzir a possibilidade do surgimento de biotipos resistentes, devido ao uso de dois ou mais mecanismos de ação. Essas associações de herbicidas proporcionam altos níveis de controle, mostrando-se eficientes para o manejo, além de apresentarem níveis baixos de fitotoxicidade à cultura do milho (CARVALHO et al., 2010; BASSO et al., 2018; GALON et al., 2018). Em decorrência disso, os herbicidas como a atrazine e o nicosulfuron quando aplicados associados em pós-emergência, apresentam-se como alternativas para o controle de muitas espécies de plantas daninhas, mantendo assim o milho livre da infestação por todo o ciclo da cultura ou pelo período crítico de controle (GALON et al., 2008; BASSO et al., 2018; GALON et al., 2018). Desse modo, a atrazine e o nicosulfuron retardam a seleção de plantas daninhas resistentes ao glyphosate ou mesmo efetuar o controle daquelas que esse herbicida não controla por serem tolerantes.

No entanto, além do bom controle de plantas daninhas, para se ter altas produtividades de grãos, alguns manejos são primordiais, como a aplicação de N (REPKE et al., 2013). Os problemas com a eficiência do uso de N têm sido amplamente reconhecidos, pois, o uso excessivo do produto aumenta os custos para os produtores de milho podendo prejudicar o ambiente, ou seja, ocorre a poluição atmosférica e a contaminação dos lençóis freáticos (BOWMAN et al., 2008). Atualmente, a eficiência no uso de N é de aproximadamente 30%, já que a maioria dos fertilizantes nitrogenados são perdidos nos sistemas solo-planta (JAYASUNDARA et al., 2007).

As práticas de manejo que visam aumentar a dose de N ou a eficiência na utilização são importantes passos para avanço da produtividade de grãos de milho, bem como o aumento de rentabilidade ao produtor (OKUMURA et al., 2011) ou mesmo para se ter um alimento de melhor qualidade destinado aos animais.

O N é considerado um elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas, melhorando a qualidade nutricional dos alimentos (MIFLIN & LEA, 1976; HARPER, 1994).

Nota-se assim que o milho é a principal fonte de energia e fibras nas dietas de gado leiteiro e de corte ao longo do ano, independente do sistema produtivo, principalmente na forma ensilada, pois a ensilagem constitui o principal método de preservação de forragem em países com clima quente e úmido (COSTA et al., 2013; BERNARDES e RÊGO, 2014; HE et al., 2018). Sendo assim, torna-se necessário fornecer informações para os produtores da região Sul do Brasil, especialmente o Rio Grande do Sul quanto a utilização de híbridos mais eficientes na produção de forragem.

Nesse viés, alguns estudos têm comparado as características agrônômicas de híbridos de milho destinados à produção de silagem, encontrando-se resultados particularizados para as específicas regiões de estudo no Brasil, como região Centro Oeste, Sudeste e Sul (FERRARI et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011; MORAES et al., 2013).

As práticas de manejo que visam aumentar a eficiência na produção de grãos e forragens de planta inteira na cultura do milho, são estratégias para o avanço da melhoria de alimentos destinados a produção agropecuária. Atualmente, o manejo correto de plantas daninhas e a eficiência na utilização de fertilizantes, bem como a escolha do híbrido de milho destinado a produção de silagem, são fatores decisivos para o desenvolvimento de cadeias produtivas como a da produção da carne e do leite.

Conhecer a qualidade nutricional de um alimento é fundamental para compor dietas de animais com excelência. Desse modo, é necessário estudar cada parte em específico de uma planta de milho, como porção de colmos, folhas, grãos, palha da espiga, ráquis e pendão, em dietas de vacas leiteiras, na qual utiliza-se o milho (ensilagem) como principal alimento. Por esse motivo, quando um híbrido apresentar características e proporções equilibradas das partes da planta, ele pode ser utilizado para obter forragem de ótima qualidade (DWYER et al. 1998; MORAES et al. 2013; DANIEL et al., 2019).

Prever se uma forragem de milho tem capacidade de produção atendida pelo híbrido a ser cultivado, principalmente na produção de leite, já é prática em muitas propriedades leiteiras brasileiras. O modelo utilizado pelos especialistas é baseado na Tabela Milk, desenvolvida por SHAVER & LAUER (2006) e reconhecida mundialmente como modelo que prediz o potencial de produção baseado nas suas características nutricionais previamente analisadas. Por esse motivo, o híbrido de milho é parte fundamental nesse processo, sendo que características intrínsecas como maior capacidade de produção de massa seca, melhor bromatologia, maior digestibilidade, somem ao final do processo resulte em uma maior produção de leite (MORAES et al., 2013).

Por conseguinte, as hipóteses do trabalho são: a) A associação de herbicidas em tanque proporciona melhor controle de plantas daninhas com seletividade ao milho; b) O incremento de doses de nitrogênio em milho híbrido Dekalb DKB290, ocasiona melhorias fisiológicas e produtivas; e c) Há diferenciação na qualidade da silagem ou de grãos de acordo com o híbrido de milho utilizado para esse fim. Dessa forma, objetivou-se com o trabalho, estudar diferentes manejos adotados na produção de milho voltado para a alimentação animal na forma de silagem e que se tenha assim melhores índices produtivos de grãos e forragens.

2 REFERÊNCIAS

- BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.3, p.1852-1861, 2014.
- BOWMAN, W.D. et al. Negative impact of nitrogen deposition on soil buffering capacity. **Nature Geoscience**. v.1, s/n, p.767-770, 2008.
- CARVALHO, F.T. et al. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.2, p.35-41, 2010.
- CONAB - Campanha Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos- Miho**. V 6 – Safra 2019/20- Nº 8 – Oitavo levantamento. Maio de 2020.
- COSTA, J.H.C. et al. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.307-317, 2013.
- DAN, H.A. et al. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p.388-393, 2010.
- DANIEL, J.L.P. et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v.74, p.1-13, 2019.
- DWYER, L.M.; STEWART, D.W.; GLENN, F. Silage yields of leafy and normal hybrids. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 53., 1998, Chicago. Proceedings. Washington: American Seed Trade Association, 1998. p.193-216.
- FELIPE, J.M.B. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17, n.2, p. 148-157, 2018.
- FERRARI JR. et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.1, p.19-27, 2005.
- FORTE, C. T. et al. Cultivation systems, vegetable soil covers and their influence on the phytosocology of weeds. **Planta Daninha**, v.36, p. 1-15, 2018.

- FORTE, C.T. et al. Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2018a.
- GALON, L. et al. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p.414-421, 2010.
- GALON, L. et al. Chemical management of s in corn hybrids. **Weed Biology and Management**, v.18, n.1, p.26-40, 2018.
- GALON, L. et al. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na região Sul do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.779-788, 2008.
- HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., et al. Physiology and determination of crop yield. Madison: ASA/CSSA/SSSA,1994. Chapt.11A. p.285-302.
- HE, L. et al. The effects of including corn silage, corn stalk silage, and corn grain in finishing ration of beef steers on meat quality and oxidative stability. **Meat Science**, v.139, s/n, p.142-148, 2018.
- HEAP, I. Weed Science – **International Survey Of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx?CountryID=5>>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- INMET. Sistema de Suporte a Decisão na Agricultura, SISDAGRO. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>>. Acesso em: 20 mar 2019.
- JAYASUNDARA, S. et al. Minimizing nitrogen losses from a corn-soybean-winter wheat rotation with best management practices. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.19, s/n, p. 141-159, 2007.
- LI, H. et al. Effect of N supply on stalk quality in maize hybrids. **Field Crops Research**, v.118, s/n, p.208-214, 2010.
- MIFLIN, B.J., LEA, P.J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. *Phytochemistry*, New York, v.15, p.873-885, 1976.
- MORAES, S.D. de et al. Production and chemical composition of hybrid sorghum and corn for silage. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 14, p. 624-634, 2013.
- OKUMURA, R.S. et al. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.226-244, 2011.
- OLIVEIRA, F.C.L. et al. Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.720-727, 2011.

REPKE, R.A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p.214-226, 2013.

SHAVER, R.D.; LAUER, J.G. Review of Wisconsin corn silage milk per ton models. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.282, 2006.

TIMOSSI, P.C.; FREITAS, T.T. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.210-218, 2011.

WANDSCHEER, A.C.D. et al. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p.129-141, 2014.

3 ARTIGO I (Revista de Ciências Agroveterinárias)

Associação de herbicidas para o manejo de plantas daninhas em milho

RESUMO

O milho é uma cultura importante para o setor agrícola, tendo um papel fundamental na alimentação animal, humana e na produção energética. Diante disso, o presente trabalho vai avaliar a eficiência, a seletividade e o efeito em características fisiológicas e produtivas do milho após a aplicação de herbicidas de modo isolado ou associados em tanque. Logo, o delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos utilizados de forma isolada ou em mistura em tanque o glyphosate, [atrazine+simazine], nicosulfuron, mesotrione, tembotrione, mais uma testemunha capinada. Avaliou-se, ainda, a fitotoxicidade dos herbicidas ao híbrido de milho AG 9025 PRO3, o controle de papuã e milhã aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e também na pré-colheita da cultura. Aferiu-se ainda que, aos 50 DAT as variáveis referentes às características fisiológicas do milho e na colheita determinou a produtividade de grãos e que a fitotoxicidade ocasionada pelos herbicidas não foi visualmente perceptível no híbrido de milho AG 9025 PRO3 em todas as avaliações. Ficou claro, dessa forma que, o controle foi eficiente para a maioria dos tratamentos, independente da planta daninha avaliada, porém se deu de maneira mais rápida nos tratamentos que apresentaram a mistura em tanque com o glyphosate, principalmente em associação com o nicosulfuron e o tembotrione. A característica fisiológica afetada com a aplicação dos herbicidas foi a taxa fotossintética, que aumentou com a aplicação do nicosulfuron e do mesotrione comparativamente aos demais tratamentos, e conseqüentemente, a aplicação dos herbicidas não interferiu na produtividade de grãos de milho. Sendo assim, a associação de glyphosate com outros herbicidas demonstra ser prática favorável para melhorar a eficácia de controle das plantas daninhas e também demonstrou seletividade à cultura.

Palavras-chave: *Digitaria* spp., *Urochloa plantaginea*, *Zea mays*, mistura em tanque.

Association of herbicides for the management of weeds in corn

ABSTRACT

Corn is an important crop for agriculture, playing a fundamental role in animal and human feed and energy production. Therefore, the purpose of this study was evaluate the effectiveness,

selectivity and effects on corn physiological and productive characteristics after herbicide application either isolated or in tank mix. The procedure adopted was randomized blocks design, with four replications each. The treatments, glyphosate, [atrazine + simazine], nicosulfuron, mesotrione, tembotrione, plus a weeded control were used alone or in a tank mixture. It was evaluated the herbicide phytotoxicity in AG 9025 PRO3 hybrid corn, as well as the weed control of alexander grass and crabgrass at 7, 14, 21 and 28 days after treatment (DAT) and also in pre-harvest crops. At 50 DAT, variables related to the grain physiological characteristics were also measured. Finally, during harvest, grain yield was determined. All evaluations showed that phytotoxicity caused by herbicides was not visually perceptible in AG 9025 PRO3 corn hybrid. The weed control was effective in most treatments, regardless which species was being assessed, but it was successfully in tank mix treatments with glyphosate, mainly with nicosulfuron and tembotrione. The physiological characteristic affected after herbicide application was photosynthesis, which, when compared to other treatments, showed better results with nicosulfuron and mesotrione. Herbicides did not interfere in corn grain yield. Glyphosate associated with other herbicides used in corn crops shows to be a valuable practice to improve and accelerate the weed control studied with selectivity to the crop.

Keywords: *Digitaria* spp, *Urochloa plantaginea*, tank mix, glyphosate.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho é de grande importância, tanto para a alimentação humana quanto animal, como para produção de energia. No Brasil essa cultura apresentou área semeada na safra 2019/2020 de aproximadamente 18 milhões de hectares, com produtividade média de 5.593 kg ha⁻¹, concentrada principalmente nas regiões Centro-oeste e Sul do Brasil (CONAB 2020). Valendo-se disso, nosso país ocupa o terceiro lugar na produção mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (FAO 2019).

As culturas agrícolas, inclusive do milho, dependem de fatores de solo e do ambiente que influenciam no seu crescimento, desenvolvimento e conseqüentemente na produtividade de grãos. Sabe-se que, além dos fatores edafoclimáticos, as plantas daninhas comprometem a produtividade das culturas e interferem negativamente na quantidade e na qualidade dos grãos colhidos (WANDSCHEER et al. 2014). Dentre as plantas daninhas que competem com o milho pelos recursos do ambiente destaca-se o *Urochloa plantaginea* (papuã/capim-marmelada) e a *Digitaria* spp. (milhã/capim-colchão) sendo que essas espécies estão presentes em várias

regiões do Brasil, principalmente no Sul e Alto Uruguai do Rio Grande do Sul (FORTE et al., 2018; GALON et al., 2018a).

Por isso, as plantas daninhas afetam negativamente a produtividade do milho, como observado por GALON et al. (2018a), ao trabalharem com herbicidas aplicados em isolados ou em mistura em tanque para o controle de papuã, leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e corda-de-viola (*Ipomoea indivisa*), por exemplo, sendo que as mesmas podem apresentar perdas de 40% da produtividade de grãos de milho. Logo, o biótipos do gênero *Digitaria* também interferem na produtividade de grãos quando em competição com as culturas (DAN et al. 2010; BASSO et al. 2018), em especial ao milho por pertencerem a mesma família botânica.

O manejo das plantas daninhas infestantes do milho é medida de controle que precisa ser tomada, sendo o método químico o mais utilizado em função da eficiência, rapidez e menor custo quando comparado a outros métodos de controle (TIMOSSI & FREITAS 2011). Com o advento da tecnologia do milho resistente ao herbicida glyphosate, visando aumentar o espectro de controle, é possível estabelecer novas alternativas de associação de herbicidas na cultura, com isso melhorando a eficiência sobre diversas plantas daninhas (CHIKOYE et al. 2010).

Contudo, o uso exclusivo e repetitivo de glyphosate em milho RR altera as populações de plantas daninhas suscetíveis a esse produto para resistentes, necessitando assim de rotacionar mecanismos de ação (OPENÑA et al. 2014). Entretanto, já existem casos de resistência do gênero *Digitaria* aos herbicidas inibidores de ALS, dos gêneros *Digitaria* e *Urochloa* aos inibidores de FS II e alguns casos de resistência de outras espécies de plantas daninhas (*Conyza* spp., *Lolium multiflorum*, *Amaranthus* spp.) aos inibidores de EPSPs, ALS e ACCase (HEAP 2020). Assim, é possível destacar a importância de manejos com associações de herbicidas rotacionando mecanismos de ação para diminuir o surgimento de novos casos de plantas daninhas resistentes no mundo e no Brasil.

As misturas em tanque de herbicidas têm sido feitas para melhorar o controle de plantas daninhas, devido ao uso de dois ou mais mecanismos de ação distintos, diminuindo assim o risco de seleção de biótipos. Essas associações de herbicidas proporcionam bons níveis de controle, mostrando-se eficientes para o manejo de plantas daninhas, além de muitas misturas apresentarem níveis baixos de fitotoxicidade ao milho (CARVALHO et al. 2010; GALON et al. 2010; GALON et al. 2018a). Os herbicidas como atrazine, nicosulfuron, mesotrione e tembotrione, quando aplicados associados em pós-emergência, apresentam-se como alternativa para o controle de *Urochloa plantaginea* (papuã), *Ipomoea indivisa* (corda-de-viola) e *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) mantendo o milho livre da infestação pelo menos no período crítico de controle que vai de 17 a 32 dias após a emergência (GALON et al. 2018b).

É de fundamental importância a rotação de herbicidas e de mecanismos de ação no manejo de plantas daninhas infestantes das culturas agrícolas, pois proporciona um maior espectro de controle de espécies, diminui o banco de sementes do solo, reduz a probabilidade do surgimento de biótipos resistentes e garante bons resultados de produtividade e de qualidade dos grãos colhidos (OPEÑA et al. 2014; FORTE et al. 2018; WESTWOOD et al. 2018).

O manejo de plantas daninhas na cultura do milho é muito estudado, e a cada safra agrícola novas estratégias devem ser adotadas para o sucesso do cultivo. Não deve ser diferente para híbridos destinados a produção de silagem ou de grãos, pois, os prejuízos com a interferência das plantas daninhas ocorrem nas fases vegetativas da cultura (KOZLOWSKI 2002; GALON et al. 2018b).

Convém destacar ainda que, a importância de se conhecer os prejuízos que os herbicidas causam nos parâmetros fisiológicos das plantas de milho como observado por GALON et al. (2020), ao trabalharem com glyphosate e saflufenacil aplicados de modo isolado ou associados.

Para tanto, a hipótese desse trabalho é de que a associação de herbicidas em tanque proporciona melhor controle de plantas daninhas e seletividade ao milho, porém com possíveis alterações nas variáveis fisiológicas e da produtividade de grãos. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a eficiência, a seletividade e o efeito em características fisiológicas e produtivas do milho, híbrido AG 9025 PRO3 após a aplicação de herbicidas de modo isolado ou em mistura em tanque.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, de outubro de 2018 a abril de 2019. Nesse viés, foi instalado em delineamento de bloco casualizados, com quatro repetições. Primeiramente, a semeadura do milho foi efetuada em sistema de plantio direto na palha, sob cobertura de aveia preta, sendo que 30 dias antes dessa operação efetuou-se a dessecação da vegetação com o herbicida glyphosate + 2,4-D (1440 + 1209 g ha⁻¹), para que a cultura emergisse livre da infestação de plantas daninhas. Abaixo, na Figura 1, é ilustrada as condições meteorológicas no decorrer da condução do experimento a campo, obtidas no INMET (2019), além dos tratamentos utilizados no experimento, os quais estão descritos na Tabela 1, juntamente com as doses e momento de aplicação.

A correção da fertilidade do solo foi efetuada de acordo com a análise química do mesmo seguindo-se as recomendações de adubação para a cultura do milho (ROLAS 2016). Portanto, a adubação química no sulco de semeadura foi de 500 kg ha⁻¹ da fórmula 05-30-15 de

N-P-K e aplicação de nitrogênio em cobertura, na forma de ureia, realizada em dois momentos, no estágio V4 e V8 (quatro e oito folhas completamente expandidas, respectivamente) da cultura, na dose de 90 kg ha⁻¹ de N em cada estágio.

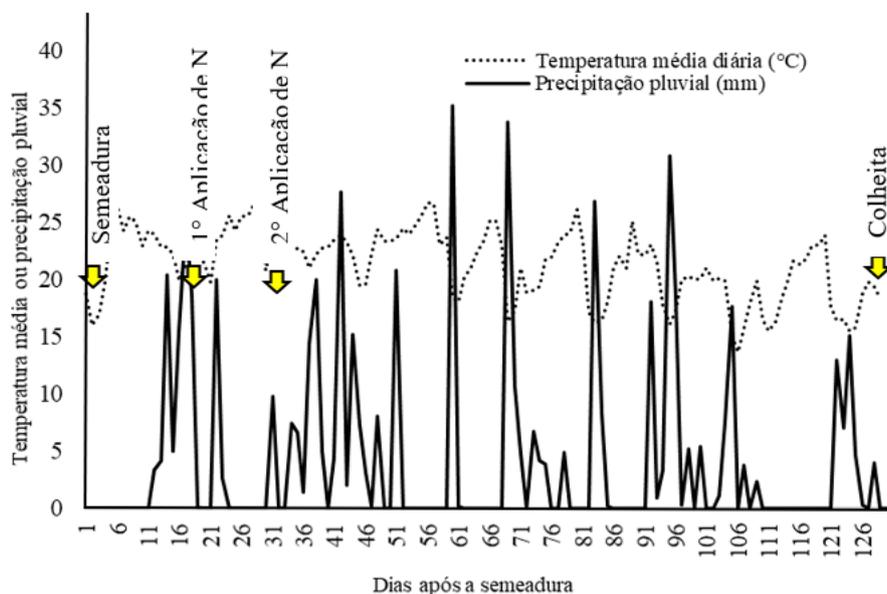


Figura 1. Temperatura média e precipitação pluvial diária no período de condução do experimento, outubro de 2018 a abril de 2019. UFFS/Erechim/RS, 2019.

Figure 1. Average temperature and daily rainfall in the period of conduct of the experiment, October 2018 to April 2019. UFFS / Erechim/RS, 2019.

Cada unidade experimental foi caracterizada por uma parcela de 15 m² (5 x 3 m), semeadas com o híbrido de milho AG 9025 PRO3 destinado à produção de silagem ou grãos, em 6 linhas no espaçamento de 0,5 m na densidade de 3,5 plantas m⁻¹. Pelo levantamento botânico constatou-se na área, predominantemente, densidades médias das plantas daninhas de 132 e 67 plantas m⁻² de *Urochloa plantaginea* (papuã) e de *Digitaria* spp. (milhã), respectivamente, como espécies predominantes.

A aplicação dos herbicidas foi efetuada com pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, mantendo-se pressão constante de 210 kPa e velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, o que proporcionou a vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida. As condições ambientais no momento da aplicação dos herbicidas eram: céu nublado (50%), temperatura do ar de 24,1°C, umidade relativa do ar de 63,4%, solo úmido e ventos de 2 a 4 km h⁻¹. Além disso, a cultura estava no estágio de 5 a 6 folhas completamente desenvolvidas (V5 a V6) e as plantas daninhas de 2

folhas a 1 perfilho, sendo considerado o período crítico de prevenção a interferência dos 13 – 37 dias (PCPI).

As avaliações de controle do papuã e da milhã foram efetuadas aos 7, 14, 21, 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e na pré-colheita (dados não apresentados) da cultura. Aos 7, 14, 21 e 28 DAT foi realizado as avaliações de fitotoxicidade dos herbicidas ao milho, híbrido AG9025 PRO3. Foram atribuídas notas percentuais para as avaliações de controle ou de fitotoxicidade, onde zero (0%) correspondeu a ausência de controle ou de fitotoxicidade às plantas daninhas ou a cultura e cem (100%) representa a morte das espécies (SBCPD, 1995).

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento, respectivas doses e época de aplicação para controle de plantas daninhas infestantes do híbrido de milho AG 9025 PRO3. UFFS/Erechim, RS, 2019.

Table 1. Treatments used in the experiment, respective doses and time of application for weed control of the AG 9025 PRO3 corn hybrid. UFFS/Erechim, RS, 2019.

Tratamentos	Modalidade de aplicação	Doses g ha ⁻¹	Adjuvantes (% v/v)
Testemunha capinada	---	---	---
Glyphosate	Pós-inicial ¹	1335,0	---
[Atrazine+simazine]	Pós-inicial	1500,0	Nimbus (0,5)
Mesotrione	Pós-inicial	192,0	Nimbus (0,5)
Nicosulfuron	Pós-inicial	60,0	Aureo (0,1)
Tembotrione	Pós-inicial	100,8	Aureo (0,5)
Glyphosate + [atrazine+simazine]	Pós-inicial	1335,0 + 1500,0	Nimbus (0,5)
Glyphosate + mesotrione	Pós-inicial	1335,0 + 192,0	Nimbus (0,5)
Glyphosate + nicosulfuron	Pós-inicial	1335,0 + 60,0	Aureo (0,1)
Glyphosate + tembotrione	Pós-inicial	1335,0 + 100,8	Aureo (0,5)

¹ Aplicação em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas.

As variáveis fisiológicas do milho foram avaliadas aos 45 DAT, sendo elas: a taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática de vapores de água ($G_s - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação ($EC - \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e uso eficiente da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) aferidas no terço médio da última folha completamente expandida das plantas. A eficiência da carboxilação ($EC - \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) foram calculadas a partir da razão das variáveis A/C_i e A/E , respectivamente. Para isso, utilizou-se um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo

LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada bloco foi avaliado sob iluminação natural em um dia, entre oito e dez horas da manhã, em condições de céu limpo, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises, sendo avaliadas 3 medidas por parcela.

Para a determinação da produtividade de grãos do milho foi realizado a trilha das espigas coletadas em área de 3 m² em cada unidade experimental e posteriormente foi aferido o peso e a umidade, sendo essa corrigida para 13% e o peso extrapolado para kg ha⁻¹.

Contudo, os dados foram submetidos a homocedasticidade e homogeneidade após à análise de variância pelo teste F sendo significativos e as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a p<0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram efeito significativo através dos tratamentos testados para o controle de papuã (*Urochloa plantaginea*), da milhã (*Digitaria* spp), e para as variáveis fisiológicas: atividade fotossintética (A), eficiência de carboxilação (EC) e eficiência de uso da água (EUA).

Observou-se que o glyphosate aplicado em isolado ou associado a [atrazine+simazine], mesotrione, nicosulfuron e tembotrione foram os tratamentos que apresentaram os melhores controles de papuã e milhã, dos 7 aos 28 DAT (Tabelas 2 e 3). Esse fato está ligado a mistura de herbicidas com mecanismos de ação distintos que aumenta o espectro de controle das plantas daninhas ocorrendo assim o efeito sinérgico, ou seja, maior resposta que quando aplicados de maneira isolada. É importante ressaltar ainda que, os herbicidas com rápida eficiência de controle, minimizam a competição inicial das plantas daninhas com a cultura do milho, logo, essa prática é importante para ser aliada a outros métodos de controle, como o manejo cultural, por exemplo, com uso de coberturas de solo, que em muitos casos pode reduzir para níveis de 15% a infestação de plantas daninhas, como por exemplo, *Setaria italica* e *Chenopodium album* (MHLANGA et al., 2016; LOWRY & BRAINARD 2019; BÜCHI et al., 2019).

A utilização de nicosulfuron e tembotrione, isolado ou associado ao glyphosate, ocasionou controle igual estatisticamente a testemunha capinada dos 14 aos 28 DAT (Tabelas 2 e 3). Esses herbicidas testados isoladamente apresentaram controle satisfatório, não só de papuã e milhã, mas também de corda-de-viola (*Ipomoea indivisa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) (GALON et al., 2018a; BASSO et al., 2018).

A aplicação do herbicida glyphosate para controle de milhã e papuã em pós-inicial proporcionou maior eficácia em aplicação isolada e em mistura com os demais herbicidas, equivalendo-se a testemunha capinada (Tabelas 2 e 3). Todas as misturas com glyphosate, a partir dos 14 DAT apresentaram controle igual ou superior a 99% para ambas as plantas daninhas avaliadas. Salienta-se assim que, para ser considerado eficiente, um herbicida precisa apresentar controle de determinada planta daninha superior a 80% (OLIVEIRA et al. 2009). Portanto, faz-se necessário a rotação de mecanismos de ação e a associação dos mesmos para melhorar o controle e se ter menor risco da seleção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas (WESTWOOD et al. 2018).

Tabela 2. Controle (%) de papuã (*Urochloa plantaginea*) infestante do híbrido de milho AG 9025 PRO3 em função da aplicação de herbicidas de modo isolado ou associados ao glyphosate em pós-emergência inicial. UFFS/Erechim/RS, 2019.

Table 2. Control (%) of papua (*Urochloa plantaginea*) weed of the AG 9025 PRO3 corn hybrid as a function of herbicide application alone or associated with glyphosate in the initial post-emergence. UFFS/Erechim, RS, 2019.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Controle de papuã (%)			
		7 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunha capinada	---	100 a ²	100 a	100 a	100 a
Glyphosate	1335,0	96 b	97 a	98 a	98 a
[Atrazine+simazine]	1500,0	26 f	58 b	78 b	85 b
Mesotrione	192,0	54 e	53 b	75 b	80 b
Nicosulfuron	60,0	69 d	98 a	99 a	99 a
Tembotrione	100,8	65 d	98 a	100 a	99 a
Glyphosate+[atrazine+simazine]	1335,0 + 1500,0	91 c	99 a	100 a	99 a
Glyphosate + mesotrione	1335,0 + 192,0	98 b	99 a	99 a	99 a
Glyphosate + nicosulfuron	1335,0 + 60,0	97 b	100 a	100 a	100 a
.Glyphosate + tembotrione	1335,0 + 100,8	98 b	99 a	99 a	99 a
C.V. (%)		4,50	9,13	6,06	4,46

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ²Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a p<0,05

Embora o controle de plantas daninhas em milho resistente ao glyphosate possa ser muito eficaz, o uso dessa tecnologia continuamente e sem rotação de mecanismos de ação selecionará plantas daninhas resistentes ou tolerantes, e essas irão predominar no ambiente (OPENÑA et al., 2014) com o passar dos anos de cultivo.

Em relação a fitotoxicidade não se observou efeito significativos dos tratamentos, demonstrando que tanto os herbicidas aplicados de modo isolado ou associados mantêm-se seletivos para o híbrido de milho AG 9025 PRO3 (dados não apresentados). Desse modo, constata-se segurança ao aplicar os tratamentos em isolado ou em associação com o glyphosate para o

manejo de plantas daninhas no híbrido de milho AG 9025 PRO3. Mesmo com a aplicação de altas doses de glyphosate, a degradação enzimática na cultura resistente ocorre sem impedimento, com alto índice de substrato (NANDULA et al. 2019). GALON et al. (2018a), ao trabalharem com alguns dos herbicidas do presente estudo também observaram baixa fitotoxicidade a cultura, sem prejudicar os componentes de rendimento e a produtividade de grãos dos híbridos de milho fórmula TL[®] e SYN 7B28.

Tabela 3. Controle (%) de milhã (*Digitaria* spp.) no híbrido de milho AG 9025 PRO3 em função da aplicação de herbicidas em isolado ou associados ao glyphosate em pós-emergência. UFFS/Erechim/RS, 2019.

Table 3. Control (%) of corn (*Digitaria* spp.) in the hybrid of corn AG 9025 PRO3 in function of the application of herbicides in isolate or associated with glyphosate in post-emergence. UFFS/Erechim, RS, 2019.

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Controle de milhã (%)			
		07 DAT ¹	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Testemunha capinada	---	100 a ²	100 a	100 a	100 a
Glyphosate	1335,0	96 b	98 a	98 a	97 a
[Atrazine+simazine]	1500,0	26 f	60 b	85 b	77 b
Mesotrione	192,0	54 e	61 b	83 b	70 b
Nicosulfuron	60,0	68 d	98 a	99 a	99 a
Tembotrione	100,8	63 d	98 a	99 a	99 a
Glyphosate+[atrazine+simazine]	1335,0 + 1500,0	88 c	99 a	100 a	100 a
Glyphosate + mesotrione	1335,0 + 192,0	98 b	99 a	100 a	99 a
Glyphosate + nicosulfuron	1335,0 + 60,0	97 b	100 a	100 a	100 a
Glyphosate + tembotrione	1335,0 + 100,8	98 b	100 a	100 a	99 a
C.V. (%)		4,26	8,35	5,33	6,23

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos. ²Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a p<0,05.

Para as respostas fisiológicas da cultura do milho pode-se observar através Tabela 4, que a concentração interna de CO₂ (Ci), a taxa de transpiração (E) e a condutância estomática (Gs) não apresentam diferenças significativas com a aplicação dos herbicidas. Infere-se, portanto, que essas variáveis são pouco influenciadas pela aplicação dos herbicidas testados (Tabela 4). Logo, a provável causa disso é que houve tempo suficiente para a cultura se recuperar das injúrias em suas características fisiológicas provocadas pelos herbicidas, já que a determinação das mesmas ocorreu 50 dias após a aplicação dos produtos. Torres et al. (2012), ao trabalharem com o efeito dos herbicidas tembotrione, MSMA, diuron + hexazinone, sulfentrazone, trifloxysulfuron-sodium, tebuthiuron e clomazone também observaram baixa influência em características fisiológicas de

cultivares de cana-de-açúcar (RB867515, RB855156 e SP80-1816). De modo similar a aplicação de fomesafen + fluazifop-p-butyl em feijão não alterou variáveis relacionadas a fisiologia da cultura (MANABE et al. 2014).

Desse modo, as maiores taxas fotossintéticas (A) foram observadas com aplicação de mesotrione e nicosulfuron, de forma isolada, sendo inclusive maiores que a testemunha capinada (Tabela 4). Mesmo sem apresentar fitotoxicidade para esses herbicidas, possivelmente houve maior demanda energética para a metabolização dos mesmos na cultura do milho. Destaca-se assim, que quando as plantas sofrem alguma injúria elas começam a desencadear mecanismos de defesa e normalmente ocorre um maior investimento na produção de energia, no caso a fotossíntese para conseguir metabolizar o herbicida, além da emissão de folhas novas livres dos sintomas dos produtos (MEROTTO Jr. et al. 2000). Os demais tratamentos demonstraram a A, menores que o observado ao mesotrione e ao nicosulfuron, porém igualaram-se a testemunha capinada, não ocorrendo assim influências dos mesmos sobre o metabolismo do milho.

A eficiência de carboxilação (EC) e a eficiência no uso da água (EUA) indicam que os herbicidas mesotrione, nicosulfuron e as misturas de [atrazine+simazine], nicosulfuron e tembotrione com o glyphosate foram os tratamentos que apresentaram maior eficiência (Tabela 4). Em relação aos demais tratamentos, observou-se que foram iguais a testemunha capinada. GALON et al. (2020), também encontraram diferenças na EC e no EUA ao aplicarem sobre o híbrido de milho glyphosate e saflufenacil de modo isolado ou associados, o que corrobora em partes com os resultados do presente estudo.

Mesmo apresentando diferença no controle das plantas daninhas e com alterações nas variáveis fisiológicas A, EC e EUA, a produtividade de grãos de milho não foi alterada pelo uso dos tratamentos herbicidas (Tabela 4). Portanto, é importante ressaltar que o melhor tratamento é aquele que alia rotação dos mecanismos de ação, eficiência no controle, evita o reabastecimento do banco de sementes de plantas daninhas do solo e não diminui a produtividade de grãos de milho (FORTE et al. 2018; GALON et al. 2018a).

Tabela 4. Respostas fisiológicas expressas em concentração interna de CO_2 (C_i - $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$), taxa transpiratória (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática de vapores de água (G_s - $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$), taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência na carboxilação (EC - $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e eficiência no uso da água das plantas (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) aos 50 dias após a aplicação dos tratamentos e produtividade de grãos de milho – PROD (kg ha^{-1}) em função da aplicação de herbicidas de modo isolados ou em associação em tanque. UFFS, Erechim/RS, 2019.

Table 4. Physiological responses expressed as internal CO₂ concentration (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), transpiratory rate (E - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), stomatal conductance of water vapors (Gs - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), photosynthetic rate (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), carboxylation efficiency (EC - $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and water use efficiency of plants (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) to 50 days after the application of treatments and yield of corn grains - PROD (kg ha^{-1}) depending on the application of herbicides in isolation or in combination in a tank. UFFS, Erechim / RS.

Tratamentos	Ci	E	Gs	A	EC	EUA	PROD
Testemunha capinada	235 ^{ns}	1,15 ^{ns}	0,05 ^{ns}	4,84 b ¹	0,02 b	4,20 b	7055 ^{ns}
Glyphosate	256	1,28	0,06	5,16 b	0,02 b	4,34 b	6597
[Atrazine+simazine]	230	1,30	0,06	3,65 b	0,02 b	2,91 b	6837
Mesotrione	223	1,70	0,07	10,54 a	0,06 a	6,52 a	6641
Nicosulfuron	209	1,67	0,08	10,83 a	0,05 a	6,54 a	6608
Tembotrione	242	1,03	0,06	5,36 b	0,02 b	5,23 a	7347
Glyphosate+[atrazine+simazine]	228	1,35	0,06	6,71 b	0,04 a	5,04 a	6996
Glyphosate + mesotrione	244	1,51	0,05	3,50 b	0,02 b	3,12 b	6926
Glyphosate + nicosulfuron	214	1,50	0,08	6,26 b	0,05 a	4,91 a	6226

^{ns} não significativo a $p < 0,05$. ¹ Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a $p < 0,05$.

CONCLUSÕES

Portanto, os herbicidas mesotrione, tembotrione, nicosulfuron e atrazine + simazine aplicados isolados e em mistura com glyphosate não causam fitotoxicidade ao híbrido de milho AG9025 PRO3. Sendo assim, as características fisiológicas do milho são pouco afetadas com a aplicação dos herbicidas isolados ou em associação com o glyphosate. Contudo, o glyphosate se aplicado isolado é eficiente no controle das plantas daninhas, porém a associação de outros herbicidas com o glyphosate aumenta a eficiência de controle de papuã e milhã, sem alterar a produtividade de grãos do milho.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPERGS, a UFFS e ao FINEP pelo auxílio financeiro à pesquisa e pelas concessões de bolsas.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.L. de et al. 2000. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciencia Rural**. 30: 23-29.
- BASSO FJM et al. 2018. Weed management in RR® maize with herbicides applied isolated or associated with glyphosate. *Revista Ciência Agroveterinária* 17: 148-157.
- BÜCHIA L et al. 2019. Cover crops to secure weed control strategies in a maize crop with reduced tillage. *Field Crops Research* 247: s/p.
- CARVALHO FT et al. 2010. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. *Revista Brasileira de Herbicida* 9: 35-41.
- CHIKOYE D et al. 2010. Eficácia de uma nova formulação de glifosato para controle de plantas daninhas em milho no sudoeste da Nigéria. *Crop Protection* 29: 947-952.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 10 março. 2020.
- DAN H. A et al. 2010. Controle de plantas daninhas na cultura do milho por meio de herbicidas aplicados em pré-emergência. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40: 388-393.
- FAO - Food As Agricultural Organization. FAOSTAT data base for agriculture. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- FORTE CT et al. 2018. Soil management systems and their effect on the weed seed bank. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 53: 435-442.
- GALON L et al. 2010. Avaliação do método químico de controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) sobre a produtividade do milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40: 414-421.
- GALON L et al. 2018a. Chemical management of s in corn hybrids. *Weed Biology and Management* s/v: 1-15.
- GALON L et al. 2018b. Interference periods of weeds infesting maize crop. *Journal of Agricultural Science* 10: 197-205.
- GALON L et al. 2020. Selectivity of saflufenacil applied alone or mixed to glyphosate in maize. *Journal of Agricultural Studies* 8: 775-787.
- HEAP I. Weed Science – International Survey Of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx?CountryID=5>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

INMET. Sistema de Suporte a Decisão na Agricultura, SISDAGRO. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>>.

Acesso em: 20 mar 2019.

KOZLOWSKI LA. 2002. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha* 20: 365-372.

LOWRY CJ & BRAINARD DC. 2019. Strip intercropping of rye–vetch mixtures: Effects on weed growth and competition in strip-tilled sweet corn. *Weed Science* 67: 114-125.

MANABE PMS et al. 2014. Physiological characteristics of beans in competition with weed. *Bioscience Journal* 30: 1721-1728.

MHALANGA B et al. 2016. Weed management in maize using crop competition: A review. *Crop Protection* 88: 28-36.

NANDULA VK et al. 2019. Herbicide Metabolism: Crop Selectivity, Bioactivation, Weed Resistance, and Regulation. *Weed Science* 67: 149-175.

OLIVEIRA, A.R. et al. 2009. Controle de *Commelina benghalensis*, *C. erecta*, *Tripogandra diuretica* na cultura do café. *Planta Daninha* 27: 823-830.

OPEÑA JL et al. 2014. Weed population dynamics, herbicide efficacies, and crop performance in a sprinkler-irrigated maize-rice cropping system. *Field Crops Research* 167: 119-130.

ROLAS - Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. (2016). Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 11, 376 p.

SBCPD - Sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas. (1995). Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, s/v, p. 42.

TIMOSSI PC & FREITAS TT. 2011. Eficácia de nicosulfuron isolado e associado com atrazine no manejo de plantas daninhas em milho. *Revista Brasileira de Herbicidas* 10: 210-218.

TORRES LG et al. 2012. Changes in the physiological characteristics of sugarcane cultivars submitted to herbicide application. *Planta Daninha* 30: 581-587.

WANDSCHEER, A.C.D. et al. 2014. Capacidade competitiva da cultura do milho em relação ao capim-sudão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo* 13: 129-141.

WESTWOOD, J.H. et al. 2018. Weed Management in 2050: Perspectives on the Future of Weed Science. *Weed Science*. 66: 275–285.

WILLIAMS, M.M. et al. 2010. Significance of atrazine in sweet corn weed management systems. *Weed Technology* 24: 139-142.

4 ARTIGO II (Normas revista Ciência Rural)

The increase in the nitrogen dose alters the physiological, productive and chemical parameters of corn?

O aumento da dose de nitrogênio altera os parâmetros fisiológicos, produtivos e bromatológicos do milho?

RESUMO

O milho é um cereal cultivado na safra e na safrinha em praticamente todo o território brasileiro. O milho de safrinha apresenta expressiva participação na produção nos últimos anos em vários estados do Brasil, sendo cultivado após a colheita das culturas de verão. Um dos nutrientes mais importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e principalmente para do milho, é o nitrogênio (N), requerido em doses elevadas pela cultura do milho. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar as características fisiológicas, bromatológicas e produtivas de grãos de milho, híbrido Dekalb DKB290, em função da aplicação em cobertura de doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos pelas aplicações das doses de N em cobertura; 0, 101, 202, 303 e 404 kg ha⁻¹ de N, correspondendo, respectivamente a testemunha, 0,5, 1, 1,5 e 2x a dose recomendada para produção de 9.000 kg ha⁻¹ de grãos. De acordo com análise de solo. Foram avaliadas a eficiência fotossintética, concentração interna de CO₂, taxa de transpiração, condutância estomática, eficiência de carboxilação, uso eficiente da água, proteína bruta total dos grãos e produtividade de grãos de milho. O incremento das doses de N aplicadas em cobertura influenciaram positivamente de forma linear a eficiência no uso da água de plantas de milho. Para a proteína bruta total e a produtividade de grãos de milho ocorreu aumentou em 2,75% e 2960 kg ha⁻¹, respectivamente,

comparando-se o tratamento sem aplicação do nutriente em cobertura e a dose de 404 kg ha⁻¹. A adição de N em cobertura proporciona aumento da eficiência do uso da água, da proteína bruta e da produtiva de grãos do milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; Eficiência biológica; Manejo e tratos culturas.

ABSTRACT

Corn is a cereal cultivated in a crop or double crop in practically the whole Brazilian territory. Nitrogen (N) is one of the most important nutrients for plant growth and development, and especially for corn, required in high doses by the crop. Therefore, the purpose of this study evaluate the physiological, chemical and productive characteristics of corn grains according to the application in coverage of increasing doses of nitrogen. The experimental design used was randomized blocks, with four replications, the treatments being composed by the application of N doses in coverage; 0, 101, 202, 303 and 404 kg ha⁻¹ of N. The recommended dose for the production of 9,000 kg ha⁻¹ of grains is 202 kg ha⁻¹ of N. The photosynthetic efficiency, internal CO₂ concentration, transpiration rate, stomatal conductance, carboxylation efficiency, efficient water use, total crude protein and corn grain yield. The increase in the doses of N applied in coverage positively influenced the efficiency in the use of water in a linear manner. For the total crude protein and the corn grain productivity occurred increased by 2.75% and 2960 kg ha⁻¹, respectively, comparing the treatment without application of the nutrient in cover and the maximum dose used. Nitrogen addition provides an increase in water use efficiency, bromatological characteristics and corn grain yield.

Key words: *Zea mays* L.; Biological efficiency; Crop management and treatment.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem papel fundamental na agricultura brasileira e mundial. No Brasil, o grão é um dos mais produzidos, ficando atrás somente da soja, sendo usado como matéria-prima chave na indústria de alimentos. Dessa forma, aproximadamente 70% dos grãos de milho são utilizados como ração para animais (LI et al., 2010) e 20 a 25% para o consumo humano (USDA, 2020). No Brasil a área semeada com o milho foi de 17,242 milhões de hectares, com produtividade média na última safra de 5,5 t ha⁻¹ (CONAB, 2020). Essa produtividade está muito abaixo das encontradas em lavouras que adotam elevados investimentos ou em áreas experimentais que em muitos casos pode superar 15 t ha⁻¹ (GALON et al., 2018; FORTE et al., 2018).

O nitrogênio (N) é um elemento necessário para o crescimento das plantas, sendo o milho uma planta com metabolismo C₄ que apresenta elevada eficiência fotossintética e acúmulo de biomassa com fornecimento de N em abundância (TAIZ et al., 2017). No entanto, com o aumento da entrada de N no sistema produtivo do milho, é preciso buscar estratégias viáveis de assimilação, para minimizar as perdas por volatilização ou lixiviação e assim aumentar a produção de massa e grãos deste cereal. Assim, a alta produtividade de grãos de milho é uma prática muito dependente da eficiência da utilização de (N) (REPKE et al., 2013), aliando a uma boa disponibilidade de água, luz e dentre outros nutrientes.

A eficiência no uso de N é de aproximadamente 30%, já que a maioria dos fertilizantes nitrogenados pode ser perdida do sistema solo-planta (JAYASUNDARA et al., 2007). Os problemas com a eficiência do uso de N têm sido amplamente reconhecidos, pois aplicações excessivas torna-se dispendiosas financeiramente aos produtores de milho e ao mesmo tempo prejudiciais ao ambiente, pela poluição atmosférica e contaminação dos lençóis freáticos (BOWMAN et al., 2008; MENG et al., 2017; HOU et al., 2020).

Existe uma correlação significativa entre os parâmetros fisiológicos e o teor de N das folhas (HIKOSAKA, 2004). As plantas de milho, por exemplo, configuram uma “estratégia”, sendo o conteúdo de N na folha, a capacidade fotossintética e a eficiência no uso da radiação as variáveis mais sensíveis à limitação de nitrogênio comparando-se a expansão da área foliar e a interceptação de luz (VOS et al., 2005).

Práticas de manejo que visam aumentar a disponibilidade de N ou a eficiência na utilização são importantes passos para o avanço da produtividade de grãos de milho, bem como o aumento de rentabilidade ao produtor (OKUMURA et al., 2011). Outros fatores relacionados a exploração de taxas maiores de aplicação de N, como a densidade de plantas de milho, arranjo das plantas e índices de palhada no solo, por exemplo, estão ligados principalmente a disponibilidade hídrica e absorção dos elementos (ADEBAYO & SEBETHA, 2020).

Além das características produtivas do milho, ganha-se destaque a qualidade do produto colhido, em especial para o setor de nutrição animal quanto a composição bromatológica do alimento, sendo a proteína bruta total dos tecidos e grãos de milho uma importante característica nutricional para compor os alimentos, e essa dependente diretamente do fornecimento de N, além de ser responsável pelo crescimento e desenvolvimento das plantas (MARSCHNER, 1995). Dessa maneira, o estudo do uso de doses crescentes desse nutriente torna-se importante para avaliar o efeito nas respostas produtivas como bromatológicas, nesse caso a proteína bruta e o fornecimento desse alimento aos animais.

Nesse sentido, hipoteticamente, pensou-se nesse trabalho com base de que o aumento da dose de N melhora os parâmetros fisiológicos das plantas de milho e conseqüentemente a proteína bruta total e a produtividade de grãos. Objetivou-se assim, avaliar as características fisiológicas, bromatológicas e produtivas de grãos de milho em função da aplicação em cobertura de doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre dezembro de 2018 a março de 2019, a campo, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim-RS. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (EMBRAPA, 2013). O clima é do tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente) conforme classificação estabelecida por Köppen, nos quais as chuvas foram bem distribuídas ao longo do ciclo de desenvolvimento do milho (INMET, 2019).

As características químicas e físicas do solo no momento da implantação da cultura eram: pH em água de 4,8; MO = 3,3%; P= 6,3 mg dm⁻³; K= 106,0 mg.dm⁻³; Al³⁺= 0,9 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 5,1 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 3,3 cmolc dm⁻³; CTC(t)= 9,8 cmolc dm⁻³; CTC(TpH=7,0)= 17,6 cmolc dm⁻³; H+Al= 8,7 cmolc dm⁻³; SB= 9,2 cmolc dm⁻³; V= 51%; e Argila= 62.

Ademais, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Nesse meio, as unidades experimentais foram compostas por área de 30 m², sendo semeadas com 6 linhas espaçadas a 0,5 m e com 10 m de comprimento. No ensaio, foi utilizado o híbrido de milho Dekalb 290 PRO3 (ciclo precoce), semeado com semeadora/adubadora, na densidade média de 76.000 plantas ha⁻¹ e com a adubação de base foi de 450 kg ha⁻¹, da fórmula 05-30-15 (N-P-K) de acordo com análise de solo e seguindo-se as recomendações técnicas para a produção de milho voltado a produção de silagem de planta inteira (ROLAS, 2016).

Além de tudo, os tratamentos consistiram da aplicação de doses de N em cobertura, sendo: 0, 101, 202, 303 e 404 kg ha⁻¹, correspondendo, respectivamente a testemunha, 0,5; 1; 1,5; e, 2x a dose recomenda de acordo com análise de solo, para produção de 9.000 kg ha⁻¹ de grãos, para fins de melhor aproveitamento do N foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira aplicação correspondendo a 40% da dose e a segunda 60%, nos estádios V3-V4 e V6-V7, respectivamente.

Foram avaliadas as variáveis fisiológicas: eficiência fotossintética – A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração de CO_2 foliar – C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração – E ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática – GS ($\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), eficiência de carboxilação – EC ($\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e uso eficiente da água – EUA ($\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) aferidos no terço médio das plantas aos 60 dias após a emergência da cultura. A eficiência da carboxilação (EC – $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a eficiência do uso da água (EUA - $\text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) que foram calculadas a partir da razão das variáveis A/ C_i e A/E, respectivamente. Para isso, utilizou-se um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada bloco foi avaliado sob iluminação natural em um dia, entre oito e 11 h da manhã, em condições de céu limpo, de forma que se mantivessem condições ambientais homogêneas durante as análises.

Para a determinação da produtividade de grãos do milho, foi realizado a trilha das espigas coletadas em área de 5 m^2 em cada unidade experimental e posteriormente foi aferido o peso e a umidade, sendo essa corrigida para 13% e o peso extrapolado para kg ha^{-1}

Avaliou-se, assim a proteína bruta total, no qual os grãos de milho avaliados foram processados em moinho com peneira de crivo de 1 mm para determinação do teor da variável, de acordo com a metodologia proposta por SILVA & QUEIROZ (2005). Para tanto, após verificar a homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando significativos foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade ou ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu efeito significativo dos dados pela análise de variância para a eficiência no uso da água, proteína bruta total e produtividade de grãos de milho, sendo que todas essas

variáveis aumentaram de forma linear com o incremento das doses de N aplicadas em cobertura (Figuras 2, 3 e 4).

Os resultados demonstram que a eficiência no uso da água aumentou 0,36% para cada 100 kg de N aplicado na cultura, as demais características fisiológicas das plantas de milho não demonstraram alteração alguma, em função da aplicação de doses crescentes de N (Figura 2). Para fins de discussões, as variáveis fisiológicas necessitam de devida cautela, pois representam avaliações pontuais feitas com o equipamento IRGA, que refletem o *status* fisiológico da planta no momento da avaliação, ou seja, um intervalo de aproximadamente 2 minutos. Visto a importância para o milho, as variáveis fisiológicas avaliadas pontualmente fornecem apenas evidências da reação das plantas, imposta pela disponibilidade de doses crescentes do N. Outro fator relevante é que as variáveis avaliadas em experimentos com adubações crescentes de N, apresentaram taxa de assimilação e eficiência diferentes (LI et al., 2020). Assim, mais estudos como o presente, devem ser efetuados para elucidar com maior precisão o real comportamento dos parâmetros fisiológicos ao se incrementar o N, tanto na aplicação de base como em cobertura na cultura do milho.

Logo, um dos mais importantes parâmetros fisiológicos é a eficiência fotossintética, não sendo observada diferença com aumento da taxa de N aplicada em cobertura, as quais variaram de 12 a 16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Mesmo não demonstrando redução na eficiência fotossintética nas plantas de milho é importante destacar que essa variável é mais dependente da concentração de N na folha, não necessariamente da disponibilidade do N no solo, entretanto variáveis como expansão da área foliar e interceptação de luz não demonstram tanta dependência do N quanto a eficiência fotossintética (VOS et al., 2005; BROWN et al., 2014).

As médias para condutância estomática, taxa de transpiração, concentração interna de CO_2 e eficiência de carboxilação foram de 0,137 $\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$, 1,982 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 167,320 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ e 0,106 $\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, sendo que as alterações dos tratamentos

com o aumento da dose de N frente a testemunha sem aplicação não demonstraram variabilidade significativa, portanto normais para a cultura do milho. Parâmetros fotossintéticos intrínsecos estão relacionados a propriedades bioquímicas, como o teor de N das folhas e o vazamento das células da bainha (HIKOSAKA, 2004; LI et al., 2013; ZANG et al., 2019). Nesse sentido, possivelmente o suprimento de N atendeu as necessidades bioquímicas da cultura, sem alterações nas variáveis em questão, independente da dose testada.

Apesar de não ocorrer diferenças na maioria dos parâmetros fotossintéticos é possível estabelecer que conforme o incremento da dose de N tem-se aumento linear na eficiência no uso da água (Figura 2). Esse fato, possivelmente está relacionado ao processo de crescimento do vegetal, aumento da fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular proporcionada pela maior concentração de N disponível para a planta (OKUMURA et al., 2011). Em trabalho conduzido por Zang et al. (2019), os autores constataram que houve uma correlação positiva para a taxa de transpiração das plantas com uma maior concentração de N nas folhas de milho, em parte corroborando com os resultados encontrados no aumento linear da eficiência no uso da água do presente trabalho, porém não foi observado essa correlação para a taxa de transpiração.

Portanto, a produtividade de grãos de milho está diretamente relacionada com a disponibilidade dos recursos, entre eles os nutrientes, em especial o N. Nesse sentido, os resultados do estudo demonstraram que o aumento das doses desse nutriente eleva a produtividade de grãos de milho de forma linear (Figura 3)., ou seja, para cada kg de N aplicado, ocorreu um aumento de 6,79 kg de grãos de milho. Contudo, vários são os trabalhos relacionados com o aumento de doses de N, sendo a taxa de adubação importante, porém densidade, arranjo das plantas, sistema de cultivo, manejo e tratos culturais, fatores edafoclimáticos, quantidade e qualidade de palhada no solo, dentre outros, são fatores

determinantes para o aumento dos rendimentos de grãos de milho (FORTE et al., 2018; ZANG et al., 2019; ADEBAYO & SEBETHA, 2020).

Supõe-se que esse aumento da produtividade de grãos, com doses acima da recomendada, tenha relação com o maior crescimento das plantas, proporcionado pela maior disponibilidade de N. Assim, interceptando maior luminosidade e conseqüentemente incrementando a produtividade de grãos de milho. Logo, as plantas de milho apresentam uma “estratégia”, sendo o conteúdo de N na folha, a capacidade fotossintética e a eficiência no uso da radiação, mais sensíveis à limitação de N do que a expansão da área foliar e a interceptação de luz (VOS et al., 2005).

Porém, mesmo sem aplicação de N em cobertura, a produtividade do milho manteve-se em níveis elevados, com média de 10.777 kg ha⁻¹ (Figura 3). Essa elevada produtividade, sem adição de N em cobertura se deve, principalmente por dois motivos, o suprimento parcial do N disponibilizado na base de semeadura e pela elevada qualidade química e biológica do solo em que foi semeada a cultura.

Para a proteína bruta de grãos total o incremento da adição de N resultou no aumento linear na variável, ou seja, a aplicação de 404 kg de N ocasionou crescimento de 2,75% comparado a não aplicação de N em cobertura. Assim, para cada 50 kg de N em cobertura incrementa-se 0,34% de proteína bruta total no híbrido de milho DKB 290 PRO3 (Figura 4). A exemplo disso, o aumento do teor de proteínas nos grãos se dá pelo nitrogênio absorvido pelas plantas e a combinação com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, assim tem-se o resultado de proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais. Por isso, quando na fase de enchimento de grãos, essas proteínas são translouçadas e armazenadas nos grãos em forma de proteínas e aminoácidos (MARSCHNER, 1995).

É importante ressaltar que na literatura, poucos são os trabalhos que relacionam o aumento das doses de N com aumento da proteína bruta total dos grãos, dado esse que se torna

muito relevante para aumento da qualidade bromatológica do cereal em formulações concentradas a serem destinadas para alimentação animal.

CONCLUSÕES

O incremento da adubação nitrogenada em cobertura ocasiona aumento da eficiência do uso da água ao híbrido de milho Dekalb 290 PRO3. Logo, a produtividade de grãos de milho incrementou 2,74 t com o aumento de N aplicado, de zero até a dose de 404 kg ha⁻¹. Assim, O aumento das doses de N reforçou de forma linear a concentração de proteína bruta até a dose de 404 kg ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, FAPERGS e UFFS pelo apoio financeiro e a disponibilidade de bolsas para a execução desse trabalho.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflitos de interesses no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADEBAYO, A.R; SEBETHA, E.T. Data on influence of different nitrogen fertilizer rates and plant density on grain yield and yield components of Water Efficient Maize (WEMA) variety. **Data in Brief**. v.30, p.1-7, 2020.
- BOWMAN, W.D. et al. Negative impact of nitrogen deposition on soil buffering capacity. **Nature Geoscience**. v.1, p.767-770, 2008.
- BROWN, K.H. et al. A long-term nitrogen fertilizer gradient has little effect on soil organic matter in a high-intensity maize production system. **Global Change Biology**. v.20, p.1339-1350, 2014.

CONAB - Campanha Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos- Soja**. V 6 – Safra 2018/19- Nº 8 – Oitavo levantamento. Maio de 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Brasília, DF). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. 154p.

FORTE, C.T. et al. Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**. v.13, p.1-10, 2018.

GALON, L. et al. Chemical management of s in corn hybrids. **Weed Biology and Management**. v.18, p.26-40, 2018.

HIKOSAKA, K. Interspecific difference in the photosynthesis–nitrogen relationship: patterns, physiological causes, and ecological importance. **Journal Plant Research**. v.117, p.481–494, 2004.

HOU, P. et al. How to increase maize production without extra nitrogen input. **Resources, Conservation & Recycling**. v.160, p.1-9, 2020.

INMET. Sistema de Suporte a Decisão na Agricultura, SISDAGRO. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>>. Acesso em: 20 mar 2019.

JAYASUNDARA, S. et al. Minimizing nitrogen losses from a corn-soybean-winter wheat rotation with best management practices. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v.19, p.141-159, 2007.

LI, H. et al. Effect of N supply on stalk quality in maize hybrids. **Field Crops Research**. v.118, p.208-214, 2010.

LI, H. et al. Non-uniform vertical nitrogen distribution within plant canopy and its estimation by remote sensing: a review. **Field Crops Research**. v.142, p.75–84, 2013.

LI, Q. et al. Grain-filling characteristics and yield difference of maize cultivars with contrasting nitrogen efficiencies. 2020, No Prelo.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plant. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MENG, Q. et al. Establishing High-Yielding Maize System for Sustainable Intensification in China. **Advance Agronomy**. v.1, p.85–109, 2017.

OKUMURA, R.S. et al. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. v.4, p.226-244, 2011.

REPKE, R.A. et al. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.12, p.214-226, 2013.

ROLAS - Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal. (2016). Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 11, 376 p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 235p.

TAIZ, L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. – Porto Alegre: Artmed. 2017.

VOS, J. et al. Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays* L.). **Field Crops Research**. v.93, p.64-73, 2005.

USDA. Foreign Agricultural Service: World Maize Production, Consumption, and Stocks. 2017. Disponível em:

<<https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nyas.12396>>. Acesso em 20 de junho de 2020.

ZHANG, Y. et al. Straw mulching enhanced the photosynthetic capacity of field maize by increasing the leaf N use efficiency. *Agricultural Water Management*. v.218, p.60–67, 2019.

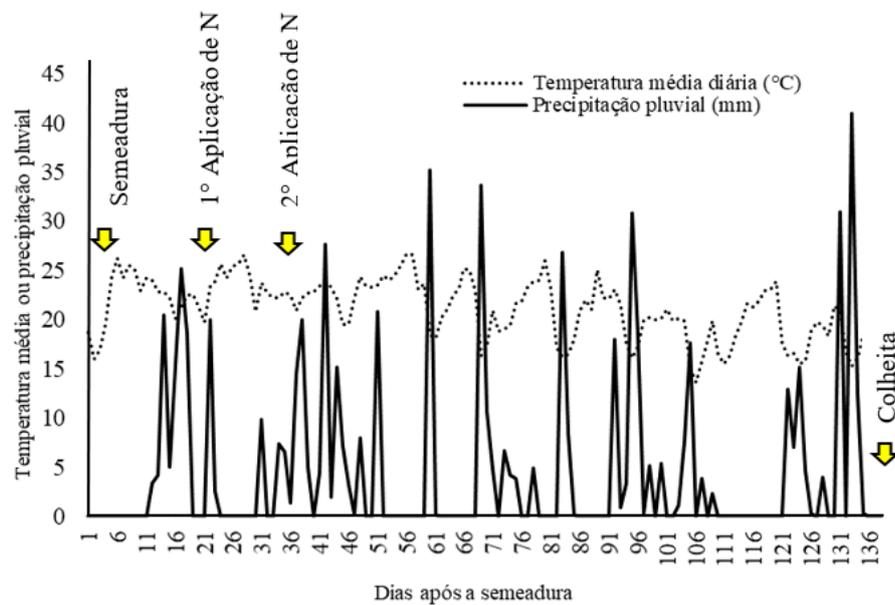


Figura 1. Temperatura média e precipitação pluvial diária no período de condução do experimento. Fonte: INMET, 2019.

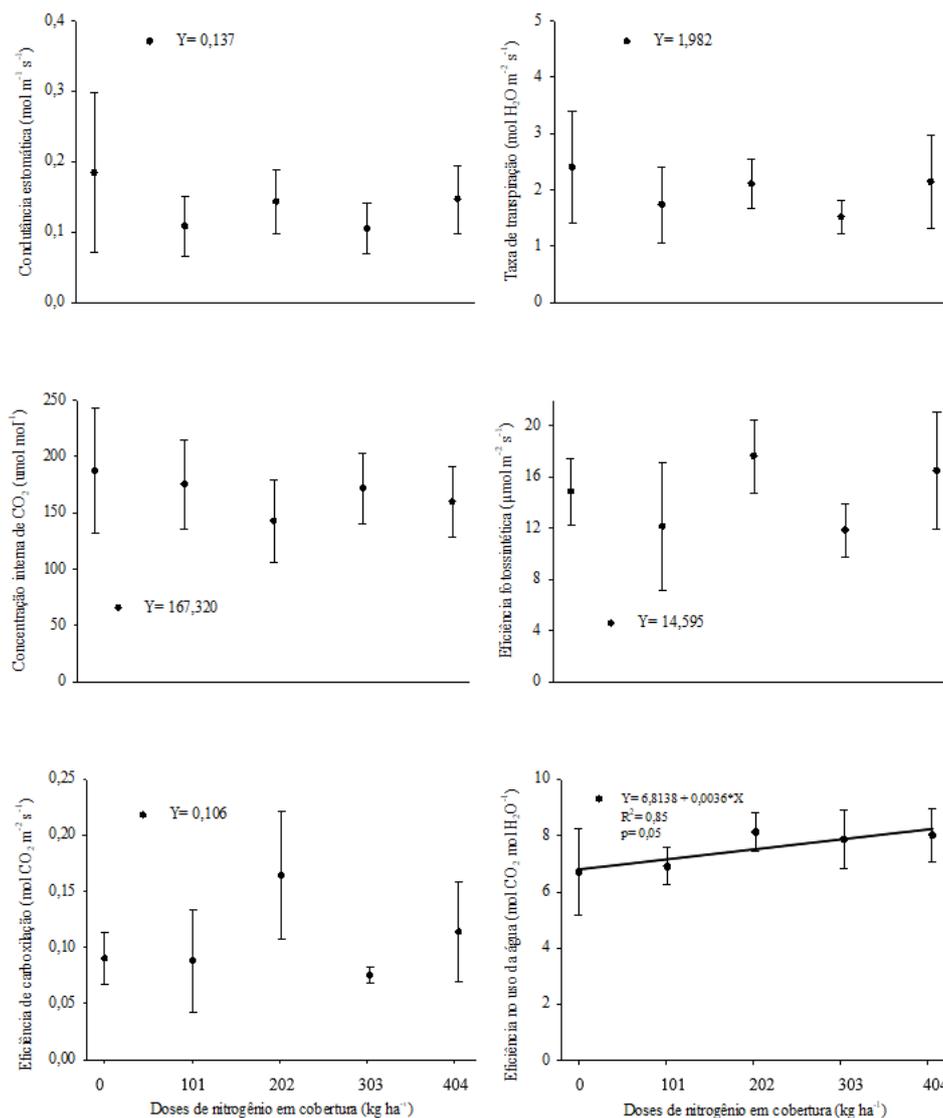


Figura 2. Condutância estomática (mol m⁻¹ s⁻¹), taxa de transpiração (mol H₂O m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (μmol mol⁻¹), eficiência fotossintética (μmol m⁻² s⁻¹), eficiência de carboxilação (mol CO₂ m⁻² s⁻¹) e uso eficiente da água (mol CO₂ mol H₂O⁻¹) aferidos no terço médio das plantas aos 60 dias após a emergência do híbrido Dekalb 290 PRO3 submetido a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. UFFS, Erechim/RS, 2019.

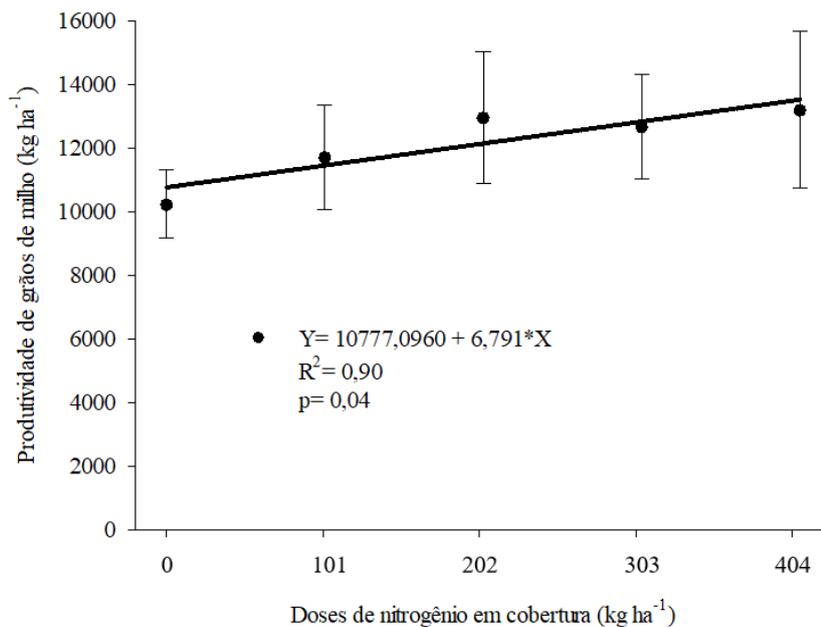


Figura 3. Produtividade de grãos do híbrido de milho Dekalb 290 PRO3 (kg ha⁻¹), submetido a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. UFFS, Erechim/RS, 2019.

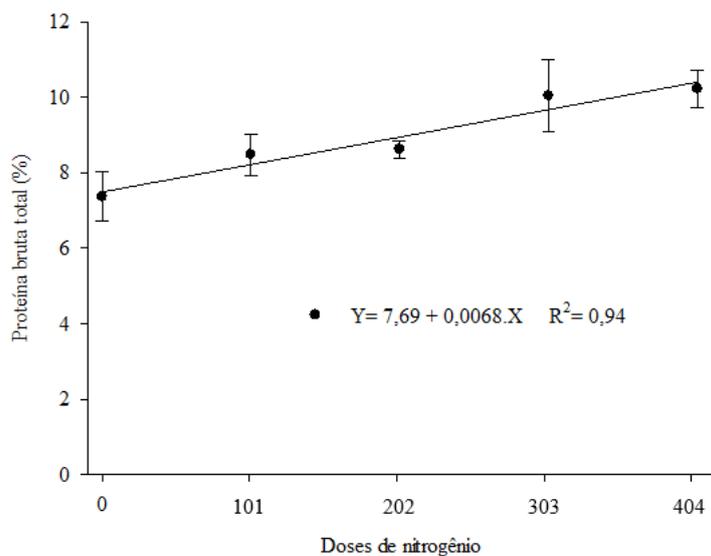


Figura 4. Proteína bruta total (%) de grãos de milho, híbrido Dekalb 290 PRO3, submetido a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. UFFS, Erechim/RS, 2019.

5 ARTIGO III (Normas Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Composição agronômica de híbridos de milho posicionados para grãos e silagem

Resumo – O milho, destaca-se no cenário de produção de grãos, por ser um alimento com elevado valor energético e fibroso, servindo de alimento para animais e humanos, além de ser a principal fonte para fabricação de etanol em alguns países do mundo. No Brasil, por exemplo, o milho tem papel fundamental na produção de forragem (planta inteira) e posteriormente ensilagem, tornando-se alimento essencial em propriedades leiteiras ao longo do período de lactação. Portanto, o objetivo do presente trabalho é apresentar as características agronômicas de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem no estado do Rio Grande do Sul. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizado, com quatro repetições, sendo que os tratamentos consistiram de 16 híbridos de milho (AG 8690 PRO3, AG 8061 PRO3, DKB 290 PRO3, DKB 230 PRO3, Syn Maximus VP3, Syn 488 VIP3, P 4285 YHR, P 3016 VYHR, Brevant 2A510, Brevant CD3612 PWU, ForSeed FS481, ForSeed 2A620, Limagrain LG 36610, Limagrain LG 3055, KWS KS 9606 e KWS KS 9822), posicionados para produção de grãos e silagem. Além de tudo, foram avaliadas a produção de massa seca de colmo, palha da espiga, grãos, ráquis, folha, pendão, massa verde total de planta inteira e massa seca (kg ha^{-1}), e os índices bromatológicos necessários para estimativas de produção de leite com o auxílio do modelo MILK 2006. Os híbridos de milho estudados diferem nas características morfológicas de produção de massa seca e verde, em todas as partes da planta. Porém, não ocorreu superioridade expressiva em híbridos posicionados para grão ou silagem nas características bromatológicas, sendo o híbrido KWS KS9822 o que apresentou a menor digestibilidade da matéria orgânica (MOD). No entanto, as características morfológicas de produção de massa seca e verde os híbridos Brevant 2A510, ForSeed FS481 e Brevant CD3612 demonstraram-se os mais produtivos. Conclui-se, assim, que a característica produtiva de massa seca apresenta maior importância na estimativa de produção total de leite, quando comparado com a qualidade bromatológica.

Termos para indexação: *Zea mays* L.; forragem de milho; produção de massa verde.

Agronomic composition of corn hybrids positioned for grains or silage

Abstract - Corn stands out in the grain production scenario, as it is a food with a high energy and fibrous value, acting as food for animals and humans, in addition to being the main source for the production of ethanol in some countries of the world. In Brazil, corn has a fundamental role in the production of forage (whole plant) and later silage, becoming essential food in dairy properties throughout the lactation period. Thus, the purpose of this study was evaluate agronomic characteristics of corn hybrids positioned for the production of grains and silage in the state of Rio Grande do Sul. The experiment was installed in a randomized block design, with four replications. The treatments consisted of 16 corn hybrids (AG 8690 PRO3, AG 8061 PRO3, DKB 290 PRO3, DKB 230 PRO3, Syn Maximus VP3, Syn 488 VIP3, P 4285 YHR, P 3016 VYHR, Brevant 2A510, Brevant CD3612 PWU, ForSeed FS481, ForSeed 2A620, Limagrain LG 36610, Limagrain LG 3055, KWS KS 9606 and KWS KS 9822), positioned for grain or silage production. The production of dry matter, cob straw, grains, rachis, leaf, tassel, total green matter of the whole plant and dry matter (kg ha⁻¹) were evaluated, and the bromatological indexes needed for milk production estimates with the aid of the Milk 2006 model. The studied corn hybrids differ in the morphological characteristics of dry and green mass production, in all parts of the plant. There was no significant superiority in hybrids positioned for grain or silage in bromatological characteristics, with the KWS KS9822 hybrid having the lowest digestibility of organic matter (MOD). The morphological characteristics of dry and green matter production, the hybrids Brevant 2A510, ForSeed FS481 and Brevant CD3612 proved to be the most productive. It is concluded that the dry matter production characteristics is more important in the estimation of total milk production, when compared with the bromatological quality.

Index terms: *Zea mays* L.; corn forage; green pasta production.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a área semeada com a cultura do milho ocupa 17,24 milhões de hectares, com produtividade média de 5,5 t ha⁻¹ (Conab, 2020). Essa produtividade está muito abaixo das encontradas em lavouras que adotam altos níveis tecnológicos ou de áreas experimentais, que em muitos dos casos, superam 12,0 t ha⁻¹ (Galon et al., 2018). Nesse sentido, a cultura do milho tem papel fundamental na agricultura mundial e brasileira, sendo que o mesmo é utilizado como

matéria-prima chave na indústria de alimentos com 70% dos grãos destinados para ração animal, além de ele ser utilizado para produção de forragem de baixo custo e boa qualidade nutricional (Li et al., 2010; He et al., 2018).

Como a produção de forragem e posteriormente ensilagem é uma das principais fontes de energia e fibra nas dietas de gado leiteiro e de corte ao longo do ano, independente do sistema de produtivo, pois constitui o principal método de preservação de forragem em países com clima quente e úmido (Costa et al., 2013; Bernardes; Rêgo, 2014; He et al., 2018). Desse modo, é necessário fornecer informações para os produtores da região Sul do Brasil, quanto a utilização de híbridos mais eficientes na produção de forragem, pois a grande parte das pesquisas que se tem, esses dados provêm de outras regiões, estados e até de fora do país, em muitos casos, e além do lançamento contínuo de novos materiais genéticos todos os anos.

Diversos estudos compararam as características agronômicas de híbridos de milho destinados a produção de silagem, encontrando resultados particularizados para as específicas regiões de estudo (Ferrari et al., 2005; Oliveira et al., 2011; Moraes et al., 2013).

Para Dwyer et al. (1998), híbridos de milho destinados a ensilagem precisam ter características agronômicas que confirmam maturação mais lentamente, a fim de ter maior período para colheita, declínio gradual da umidade da planta, apresentar grãos macios, baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) e alta digestibilidade. No mesmo sentido, o valor nutricional do material ensilado é influenciado pela sua composição, ou seja, pela porção estrutural de grãos, folhas e colmos (Moraes et al., 2013).

Boa parte das propriedades leiteiras do Brasil ainda adotam o sistema de alimentação à base de pasto, porém a forragem armazenada na forma de silagem está, de certa forma, sendo excelente alternativa para propriedades em períodos de baixa oferta de alimento (Daniel et al., 2019). Para Jochims et al. (2016), a silagem, especialmente de milho, torna-se de elevada importância para o uso contínuo em sistemas onde os animais permanecem confinados ou de maneira estratégica para períodos que ocorrem escassez de outros alimentos, conferindo estabilidade de produção ao rebanho leiteiro, principalmente produzida em climas subtropicais e temperados, sendo provocados pela seca ou pela estação de inverno no Sul do Brasil.

Nesse sentido, a hipótese do trabalho foi de que os híbridos de milho respondem de maneira diferenciada perante as características agronômicas e essa variação conseqüentemente, afetará a produção total e a qualidade de forragem de milho. Assim sendo, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar as características agronômicas de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem no estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado a campo na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), na área do grupo de pesquisa Manejo Sustentável dos Sistemas Agrícolas (MASSA), Câmpus Erechim-RS. O solo em que foi conduzido o experimento é caracterizado como Latossolo vermelho Aluminoférrico típico (Embrapa, 2013). A distribuição das chuvas, no decorrer do experimento, está demonstrada na Figura 1. A data de semeadura foi em 05 de dezembro de 2018 e a colheita realizada entre os dias 28 de março a 10 de abril de 2019, com massa seca entre 33 e 40% das plantas e altura de corte de 0,45 m.

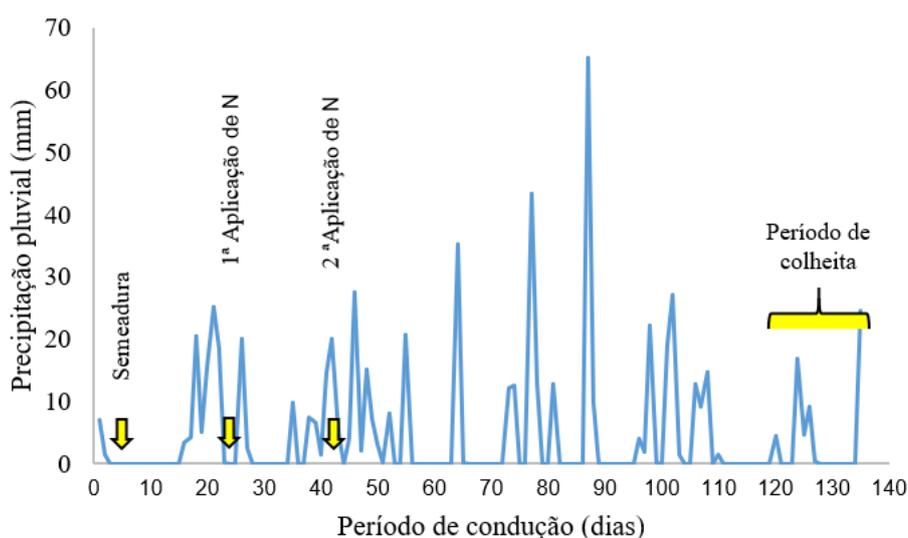


Figura 1. Precipitação pluviométrica e momentos de manejo durante a condução do experimento. UFFS, 2019.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na semeadura de 16 híbridos de milho posicionados para produção de grãos e silagem de planta inteira com as características dos mesmos, dispostos pela Tabela 1.

A densidade de semeadura consistiu na recomendada para cada híbrido, tendo-se uma média de 72.000 sementes viáveis ha^{-1} . A adubação de base foi de 450 kg ha^{-1} de N-P-K (05-30-15) e de cobertura foi de 180 kg ha^{-1} de N, para uma expectativa de rendimento de 9.000 kg ha^{-1} , dividida em duas aplicações (50%/50%), uma no estágio V2-V4 (duas a quatro folhas completamente expandidas) e outra em V6-V8 (seis a oito folhas completamente expandidas), igualmente distribuída para todos os híbridos de milho na forma de ureia (45-00-00). O manejo de plantas daninhas na cultura foi realizado com a utilização do herbicida glyphosate na dose de 1440 g e.a ha^{-1} , bem como o manejo de insetos com a utilização de inseticidas específicos para o alvo.

As variáveis avaliadas foram produção de massa seca de colmo, folha, palha de espiga, ráquis, pendão, grãos, massa seca total e massa fresca total quando os híbridos apresentaram massa seca entre 30 e 40%. Essas variáveis, foram avaliadas retirando-se 10 plantas (aleatoriamente) das unidades experimentais, dessas, cinco plantas foram destinadas ao processamento para determinar a forragem e cinco para determinação das demais partes das plantas, sendo que todas as unidades foram expressas em kg ha⁻¹. Assim, a massa seca das partes foi avaliada a partir das amostras coletadas e acondicionadas em embalagens devidamente identificadas e levadas para a estufa de circulação de ar por período de 72 horas a temperatura média de 60±5 °C.

Tabela 1. Características dos híbridos de milho utilizados nos experimentos como tratamentos, semeados para a produção de grãos e silagem, conforme posicionamento dos detentores.

Híbrido	Ciclo*	Uso	Textura do Grão
AG 8690 PRO3	Precoce	Silagem	Semiduro
AG 8061 PRO3	Precoce	Grão	Semiduro
DKB 290 PRO3	Precoce	Silagem	Semiduro
DKB 230 PRO3	Hiper precoce	Grão	Semiduro
Syn Maximus VP3	Precoce	Silagem	Duro
Syn 488 VIP3	Super precoce	Grão	Semiduro
P 4285 YHR	Precoce	Silagem	Duro
P 3016 VYHR	Super precoce	Grão	Semiduro
Brevant 2A510	Precoce	Grão	Semiduro
Brevante CD3612 PWU	Precoce	Silagem	Semiduro
ForSeed FS481	Super precoce	Grão	Semiduro
ForSeed 2A620	Precoce	Silagem	Semiduro
Limagrain LG 36610	Precoce	Grão	Semiduro
Limagrain LG 3055	Precoce	Silagem	Semiduro
KWS KS 9606	Precoce	Grão	Semiduro
KWS KS 9822	Precoce	Silagem	Semiduro

*Todas as informações dos híbridos foram obtidas pelos seus detentores.

Contudo, foram avaliadas as características bromatológicas; amido, digestibilidade da matéria orgânica (MOD), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) fibra em detergente neutro, (FDN) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) das plantas processadas de cada híbrido em ponto de ensilagem, essas variáveis foram avaliadas pelo método proposto por Silva e Queiroz (2002). Com o auxílio do modelo MilK 2006, desenvolvido por Shaver & Lauer (2006), foi estimada a produtividade de leite, ou seja, litros de leite por tonelada de massa seca de silagem (eficiência alimentar) e produtividade de leite ha⁻¹ para cada híbrido.

Após verificar a homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros, os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram submetidos à comparação das médias pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que houve diferença significativa para os híbridos avaliados, sendo as variáveis influenciadas, massa seca de colmo, palha da espiga, massa de folhas, produção de grãos, pendão, ráquis, massa seca total e massa fresca total (Tabela 2). Nas determinações bromatológica ocorreu efeito de tratamentos somente para o teor de amido e a digestibilidade da massa orgânica (MOD) (Tabela 3). Para a produção de leite por tonelada de forragem, não foi possível verificar influência dos híbridos de milho, no entanto, para a estimativa de leite por unidade de área ocorreu diferença significativa entre os híbridos (Tabela 4).

Dentre os híbridos testados que foram testados, destaca-se Limagrain LG3055 e ForSeed FS2A620 com menor quantidade de massa seca apresentando 27,2% menor do que a média dos materiais com maior produtividade. O colmo é responsável por toda estruturação da planta conferindo resistência ao acamamento e sustentando principalmente a espiga, porém com o aumento do nível bromatológico do alimento fornecido as vacas leiteiras são de suma importância o seu equilíbrio dentro do material ensilado, pois o colmo reduz a qualidade nutricional, pela quantidade de fibra. Partes da planta de milho, como o colmo são ricas em lignina ou fibras de baixa digestibilidade, e portanto, diminuem a qualidade bromatológica da silagem, porém alguns manejos podem ser adotados para minimizar a perda de qualidade, assim quanto mais tempo a planta ficar no campo maior a lignificação do colmo (Salazar *et al.*, 2010; Klein *et al.*, 2018).

No entanto, os híbridos que mais produziram palha na espiga foram Agrocere AG8061 e ForSeed FS2A620 posicionados para grão e silagem, respectivamente. Em trabalhos conduzidos por Cristino *et al.* (2019), ao avaliarem oito híbridos de milho, os autores não observaram diferenças significativas nas porções da palha da espiga. Por isso, a caracterização de híbridos com maior quantidade de palha na espiga pode apresentar níveis de tolerância maior ao ataque de insetos e a entrada de umidade na ponta da espiga, pela proteção que exerce sobre a espiga. Ao longo do estudo, encontra-se uma variabilidade alta para os híbridos de milho, sendo que destaca-se quatro categorias de produção, identificadas pelo teste de médias (Tabela 2). A palha da espiga contribui em média de 12,69 à 17,29% na porcentagem total da espiga de milho (Andrade *et al.*, 1996).

Dentre as partes analisadas da planta de milho, os grãos são caracterizados por serem a porção mais energética da planta, e na silagem contribuem com 65% do valor energético da mesma. Dos oitos híbridos posicionados para grãos, seis se destacaram com maior produção apresentando média de 8.563 kg ha⁻¹ (Pionner P3016, Syngenta SYN488, Brevant 2A510, Limagrain LG36610, Dekalb DKB230 e KWS K9606), já os híbridos posicionados para silagem somente quatro tiveram destaque, entre eles o CD3612, FS2A620, LG3055 e DKB290 (Tabela 2). Moore et al. (2008), verificaram que animais alimentados com grãos de milho de diferentes híbridos apresentaram desempenho e características de carcaça dos animais modificadas, assim pode-se entender que devido a importância do grão na forragem de planta inteira, essa variável tornou-se a principal dependente de diferenças na produção do alimento, seja ele carne ou leite. Moraes et al. (2013) afirmam que a qualidade e o valor nutricional do material ensilado, influencia a composição estrutural das plantas de milho e pela produção de grãos, folhas e colmos.

Dos híbridos avaliados ocorreu diferença na produção final de massa seca da variável ráquis, onde o Brevant 2A510, ForSeed FS481 e Agrocere AG8061, todos posicionados para grãos, foram os que demonstraram maior massa seca, produzindo entre 2.333 a 2567 kg ha⁻¹. Para a produção de grãos, o tamanho da ráquis tem forte influência em alguns aspectos agrônômicos, entre eles o tamanho da espiga do milho, uma secagem dos grãos mais lenta quando a ráquis for maior e uma baixa palatabilidade quando se trata de forragens.

A massa seca das folhas do milho, assim, demonstrou média de 4.191 kg ha⁻¹, isso representa 18,7% da produção total de massa seca de plantas de milho. Alguns híbridos foram superiores em comparação com a segunda categoria de produção, como Pionner P3016, Brevant 2A510, ForSeed FS48, Agrocere AG8061, Pionner P4285, Brevant CD3612, ForSeed FS2A620, Limagrain LG3055, Agrocere AG8690 (Tabela 2). Resultados similares ao do presente estudo foram encontrados por Klein et al. (2018), em que na média de quatro híbridos a massa seca de folhas tiveram produção superior a 15% do material ensilado. Destaca-se que as folhas são partes da planta que demonstram os maiores níveis de fibra, com baixa importância energética na alimentação animal (Deminicis et al., 2009).

Parte correspondente, a não mais que 1% na produção de biomassa na planta de milho, o pendão teve variação nos diferentes híbridos, conforme observado na Tabela 2. Nesse sentido, houve acúmulo superior à 144 kg ha⁻¹ para os híbridos Brevant 2A520, Pionner P4285, Brevant CD3612 e Agrocere AG8690, caracterizando como os que mais produziram massa seca de pendão. Logo, essa parte da planta por ter baixa representatividade, não influencia significativamente na massa total, ou seu efeito é insignificante, sendo que o pendão tem papel

fundamental na polinização da planta de milho, sendo responsável por carregar o grão de pólen para fecundar os estigmas localizados na espiga da planta de milho e se ter em consequência a produção de grãos (Paterniani et al., 2015).

Avaliando a produção de massa seca total, foi possível destacar sete híbridos mais produtivos, sendo eles Pionner P3016, Dekalb DKB230, ForSeed 2A620 e Dekalb DKB290 Brevant 2A510, ForSeed FS481 e Brevant CD3612, sendo também, os últimos três, os que produziram maiores quantidades de massa verde total (Tabela 2). Por isso, enfatiza-se que a produção de massa seca total superou as 20 toneladas ha⁻¹, com exceção do híbrido KS9822, posicionado para silagem. Dentre as variáveis mais importantes relacionada a forragem, destaca-se sua qualidade nutricional, ou seja, se o híbrido não produzir massa verde e seca na proporção adequada.

Tabela 2. Produção de massa seca de colmo, palha da espiga, grãos (13% de umidade), ráquis, folha, pendão, massa seca e massa verde total (MST e MVT) de planta inteira (45 cm acima do solo) (kg ha⁻¹) em função de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem. UFFS, Câmpus Erechim/RS, 2019.

HÍBRIDO	Colmo	P. espiga	Grãos	Ráquis	Folha	Pendão	MST	MVT
Pionner P3016 (G) ¹	6.394 b*	1.704 b	8.625 a	1925 b	4.502 a	127 b	23.263 a	70.049 b
Syngenta SYN488 (G)	6.120 b	1.224 d	8.076 a	1786 c	3.499 b	72 c	20.777 b	60.235 c
Brevant 2A510 (G)	7.281 a	1.857 b	8.883 a	2567 a	5.218 a	162 a	25.968 a	83.976 a
ForSeed FS481 (G)	7.416 a	1.764 b	7.383 b	2352 a	4.428 a	130 b	23.472 a	74.418 a
Limagrain LG36610 (G)	5.798 b	1.012 d	8.645 a	1411 d	3.319 b	38 d	20.235 b	59.655 c
Dekalb DKB230 (G)	7.732 a	1.136 d	9.320 a	1735 c	3.998 b	110 b	24.032 a	64.911 c
KWS K9606 (G)	6.246 b	1.671 b	7.827 a	1220 d	3.813 b	77 c	21.722 b	64.874 c
Agrocere AG8061 (G)	7.123 a	2.009 a	6.302 c	2333 a	4.291 a	86 c	22.145 b	70.352 b
Pionner P4285 (S)	6.982 a	1.421 c	5.523 c	1850 c	4.829 a	144 a	20.142 b	59.914 c
Syngenta Maximus (S)	6.664 a	1.612 b	7.432 b	1680 c	3.577 b	108 b	21.073 b	68.969 b
Brevant CD3612 (S)	6.453 b	1.779 b	10.189 a	1867 c	4.613 a	154 a	25.055 a	78.769 a
ForSeed 2A620 (S)	4.411 c	2.124 a	9.067 a	1798 c	4.726 a	95 c	23.078 a	69.046 b
Limagrain LG3055 (S)	5.133 c	1.499 c	8.129 a	2047 b	4.168 a	74 c	21.656 b	62.326 c
Dekalb DKB290 (S)	8.193 a	1.162 d	9.187 a	1728 c	3.754 b	115 b	24.139 a	69.775 b
KWS KS9822 (S)	7.364 a	1.422 c	5.645 c	1239 d	3.931 b	119 b	19.720 b	64.254 c
Agrocere AG8690 (S)	6.782 a	1.211 d	7.327 b	2133 b	4.392 a	156 a	22.000 b	64.504 c
C.V (%)	11,95	15,31	12,67	10,89	10,80	18,18	9,47	8,07

* Letras minúsculas iguais na coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott a p<0,05.

¹ (G) – posicionados para produção de grãos. (S) – posicionados para produção de silagem planta inteira.

Conforme direcionamento dos materiais a campo, verificou-se que quatro híbridos posicionados para grãos (Pionner P3016, Dekalb DKB230, Brevant 2A510, ForSeed 481),

foram os que mais produziram massa seca total. Também teve superioridade na produção de massa verde total, onde dois híbridos (Brevant 2A510 e ForSeed FS481) posicionados para grão tiveram maiores produções em comparação com um híbrido posicionado para silagem (Brevant CD3612). Assim, quando refere-se a produção de massa, tanto seca como verde, existe uma tendência dos híbridos posicionados para grãos serem mais produtivos (Tabela 2).

Portanto, a forragem analisada demonstrou que o amido dos híbridos Pioneer P3016, Syngenta SYN488, ForSeed FS481, Limagrain LG36610, Dekalb DKB230 e Agrocere AG8061, posicionados para grãos e Brevant CD3612, ForSeed 2A620, Limagrain LG3055 e Dekalb DKB290 posicionados para silagem apresentaram superioridade em relação aos demais híbridos analisados (Tabela 3). Assim, pode-se inferir que para a forragem e posteriormente ensilagem os híbridos que são posicionados para grão, apresentam uma tendência de serem mais energéticos em relação a quantidade de amido (índices superiores a 30%). Esse resultado demonstra ainda, a importância da quantidade de grãos e a proporção desse na forragem de milho, além das características que desempenha no alimento é responsável também pela fermentação da forragem no silo (Fernandes et al., 2020).

Tabela 3. Dados bromatológicos compostos por amido, digestibilidade da massa orgânica (MOD), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN), do processamento de forragem de planta inteira de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem. UFFS, Câmpus Erechim/RS, 2019.

Híbridos de milho	Amido	MOD	PB	EE	FDN
	(%)				
Pioneer P3016 (G)	33,98 a*	60,39 a	6,76 ^{NS}	2,60 ^{NS}	42,33 ^{NS}
Syngenta SYN488 (G)	34,69 a	60,50 a	6,52	2,67	41,31
Brevant 2A510 (G)	29,77 b	60,48 a	6,79	2,65	43,06
ForSeed FS481 (G)	35,55 a	57,86 a	7,64	2,72	43,93
Limagrain LG36610 (G)	36,39 a	59,33 a	6,70	2,67	40,28
Dekalb DKB230 (G)	34,34 a	59,51 a	7,13	2,77	46,09
KWS K9606 (G)	30,02 b	60,06 a	6,95	2,72	43,78
Agrocere AG8061 (G)	34,46 a	59,24 a	5,45	2,75	40,64
Pioneer P4285 (S)	31,61 b	59,26 a	6,52	2,67	44,46
Syngenta Maximus (S)	29,68 b	59,62 a	7,16	2,67	41,01
Brevant CD3612 (S)	33,08 a	59,18 a	7,37	2,70	41,61
ForSeed 2A620 (S)	33,10 a	57,70 a	6,35	2,70	45,52
Limagrain LG3055 (S)	35,63 a	61,67 a	5,99	2,72	41,45
Dekalb DKB290 (S)	32,57 a	61,07 a	6,51	2,70	39,34
KWS KS9822 (S)	30,16 b	52,92 b	7,41	2,75	43,05
Agrocere AG8690 (S)	30,22 b	59,68 a	7,10	2,70	40,72
C.V (%)	6,99	4,68	12,51	3,88	7,73

* Letras minúsculas iguais na coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$. (G) – posicionados para produção de grãos. (S) – posicionados para produção de silagem planta inteira.

Para a digestibilidade da massa orgânica (MOD), pode-se perceber que somente o híbrido KS9822 demonstrou parâmetro inferior aos demais. A MOD, por exemplo, analisada *in vivo* é considerada muito importante para o diagnóstico mais preciso do aproveitamento do material processado, dessa maneira os híbridos avaliados apresentaram MOD muito semelhante. Para Fernandes et al. (2020), as características fermentativas e digestibilidade do amido e matéria orgânica foram pouco afetadas pelo híbrido de milho analisado, corroborando com o presente estudo.

Para tanto, a proteína bruta da silagem não demonstrou alteração em relação aos híbridos avaliados com média de 6,77%. Isso, pode ser um indicativo de que o milho não estava no intervalo adequado para ensilagens de planta inteira, entre 30 e 40% de massa seca total. Considera-se assim, como porcentagem adequada de proteína bruta da silagem valores entre 7 e 9%, porém Vieira et al. (2013) não observam diferença significativa entre os híbridos de milho estudados, corroborando com o presente trabalho.

O extrato etéreo (EE) e a fibra em detergente neutro (FDN) da forragem não apresentaram diferenças significativas entre os híbridos avaliados (Tabela 3). O EE é responsável pela fonte de energia nos alimentos, considerando que em média, apresenta 2,25 vezes mais energia do que o amido (Medeiros et al., 2015). Em trabalho conduzido por Machado et al. (2018), ao avaliarem densidades e espaçamento de semeadura do milho destinado para silagem também não encontraram diferenças significativas para esta variável. Por serem características intrínsecas da espécie é possível estabelecer que o EE e FDN foram influenciados por diferentes híbridos testados.

Na maioria das avaliações referentes a produção de leite os resultados são expressos por kg de leite por tonelada de massa seca. Assim, busca-se esclarecer qual híbrido ou forragem apresenta a melhor conversão de kg de alimento por kg de leite produzido. No presente estudo, contudo, foi possível observar que a produção de leite por unidade de massa seca (tonelada), calculada pela tabela Milk, não apresentou diferença significativa, ou seja, todos os híbridos demonstraram elevada qualidade nutricional. É importante ressaltar ainda que, a época de semeadura, a tecnologia do híbrido, tipo de solo, adubação, densidade de semeadura (Machado et al., 2018), e principalmente as condições climáticas no decorrer da condução do experimento, são cruciais para se diagnosticar superioridade de alguns materiais atualmente utilizados na região do Alto Uruguai Gaúcho.

Ademais, a produção de leite (kg) por unidade de área (ha) demonstrou que alguns híbridos foram superiores, com maior potencial de produção de leite por unidade de área, sendo

eles P3016, 2A510, FS481, DKB 230, CD3612 e DBK 290, com média de produção acima de 36.000 kg ha⁻¹ de leite (Tabela 4). Encontra-se trabalhos com média de produção de leite semelhantes às observadas no presente, com produção de em torno de 30 a 40 t ha⁻¹ de leite (Ferrari et al., 2005; Oliveira et al., 2011; Bernardes e Rêgo, 2014). Portanto, ficou claro que a qualidade da forragem não foi alterada da mesma forma que o volume, assim dentre os híbridos de milho testados que produziram maiores quantidades de material a ser ensilado, possuem potencial de produzir na mesma área, mais leite.

Tabela 4. Produtividade estimada de leite com uso de silagem de milho (kg t⁻¹ e kg ha⁻¹), com base na Planilha MILK - 2006, em função de híbridos de milho posicionados para a produção de grãos e silagem. UFFS, Câmpus Erechim, 2019.

Híbridos de milho	Produção estimada de leite	
	kg t ⁻¹	kg ha ⁻¹
Pionner P3016 (G)	1.564,75 ^{NS}	36.094,16 b*
Syngenta SYN488 (G)	1.576,80	32.708,56 a
Brevant 2A510 (G)	1.453,71	37.728,98 b
ForSeed FS481 (G)	1.494,21	35.086,61 b
Limagrain LG36610 (G)	1.551,23	31.195,08 a
Dekalb DKB230 (G)	1.445,35	34.771,48 b
KWS K9606 (G)	1.477,97	30.806,84 a
Agrocere AG8061 (G)	1.470,53	32.430,38 a
Pionner P4285 (S)	1.527,05	31.681,45 a
Syngenta Maximus (S)	1.429,62	31.165,55 a
Brevant CD3612 (S)	1.492,70	37.409,36 b
ForSeed 2A620 (S)	1.430,71	31.404,54 a
Limagrain LG3055 (S)	1.542,84	32.446,21 a
Dekalb DKB290 (S)	1.547,60	37.299,08 b
KWS KS9822 (S)	1.459,04	28.757,23 a
Agrocere AG8690 (S)	1.490,71	32.855,98 a
C.V (%)	6,33	8,01

* Letras minúsculas iguais na coluna não apresentam diferença significativa pelo teste de Scott Knott a p<0,05. (G) – posicionados para produção de grãos. (S) – posicionados para produção de silagem planta inteira.

CONCLUSÕES

Para tanto, os híbridos de milho estudados, diferem nas características morfológicas de produção de massa seca e verde, destacando os híbridos Brevant 2A510, Forseed FS481 e Brevant CD3612. Observou-se que, não ocorreu superioridade expressiva em híbridos posicionados para grão ou silagem nas características bromatológicas, sendo o híbrido KWS KS9822 o que apresentou a menor MOD.

Além disso, a característica produtiva de massa seca por área apresenta o maior peso na estimativa de produção total de leite, para os híbridos testados. Ademais, os híbridos

estudados produzem forragem de elevada qualidade, destacando-se os hídricos que apresentam maior produtividade de forragem.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. B.; et al. Porcentagem de grão, palha e sabugo na espiga de 20 cultivares de milho. **Instituto de Zootecnia**, v.53, p.87-90, 1996.
- BERNARDES, T.F.; RÊGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.1852-1861, 2014.
- CONAB - Campanha Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos- Soja**. V 6 – Safra 2018/19- Nº 8 – Oitavo levantamento. Maio de 2019.
- COSTA, J.H.C. et al. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.307-317, 2013.
- CRISTINO, J.S. Produtividade de cultivares de milho (*Zea mays*, L.) destinados à produção de silagem. 2019. 43 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- DANIEL, J.L.P. et al. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, v.74, p.1-13, 2019.
- DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G. Silagem de milho: características agronômicas e considerações. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 10, p. 1-16, 2009.
- DWYER, L.M. et al. Silage yields of leafy and normal hybrids. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 53., 1998, Chicago. Proceedings. Washington: American Seed Trade Association, 1998. p.193-216.
- FERNANDES, J. et al. Influence of hybrid, moisture, and length of storage on the fermentation profile and starch digestibility of corn grain silages. **Animal Feed Science and Technology**, No-prelo, 2020.
- FERRARI, E.Jr et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, p.19-27, 2005.
- GALON, L. et al. Chemical management of weeds in corn hybrids. **Weed Biology and Management**, v.18, p.26-40, 2018.

HE, L. et al. The effects of including corn silage, corn stalk silage, and corn grain in finishing ration of beef steers on meat quality and oxidative stability. **Meat Science**, v. 139, p.142-148, 2018.

INMET. Sistema de Suporte a Decisão na Agricultura, SISDAGRO. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/bhclimatologicomensal/index>>. Acesso em: 20 mar 2019.

JOCHIMS, F. et al. O leite para o Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 3, p. 18-21, 2016.

KLEIN, J. L. et al. Desempenho produtivo de híbridos de milho para a produção de silagem da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.17, n.1, p. 101-110, 2018.

LI, H. et al. Effect of N supply on stalk quality in maize hybrids. **Field Crops Research**, v. 118, p.208-214, 2010.

MACHADO, D.S. Composição estrutural da planta e bromatológica da silagem de milho semeado com diferentes arranjos populacionais. *Revista científica de produção animal*. v.20, n.1, p.11-17, 2018.

MEDEIROS, S.R.; GOMES, R. da Costa.; BUNGENSTAB, D. J. Produção animal, Pecuária de corte, **Embrapa Gado de Corte**, v.1, p.162, 2015.

MOORE, S. M.; STALDER, K. J.; BEITZ, D. C. et al. The correlation of chemical and physical corn kernel traits with growth performance and carcass characteristics in pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.592-601, 2008.

MORAES, S.D. de et al. Production and chemical composition of hybrid sorghum and corn for silage. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 14, p. 624-634, 2013.

OLIVEIRA, F.C.L. de et al. Produtividade e valor nutricional da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.720-727, 2011.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARAES, P. S.; BERNINI, C. S. Caracteres secundários relacionados à tolerância à seca em progênies de irmãos germanos interpopulacionais de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, p.130-144, 2015.

PAZIANI, S.F. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.411-417, 2009.

ROJAS, O.J., STEIN, H.H., Effects of reducing the particle size of corn grain on the concentration of digestible and metabolizable energy and on the digestibility of energy and nutrients in corn grain fed to growing pig. **Livestock Science**, v.181, p.187 – 193, 2015.

SALAZAR, D.R. et al. Valor nutritivo do colmo de híbridos de milho colhidos em três estádios de maturidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.758-766, 2010.

SHAVER, R.D.; LAUER, J.G. Review of Wisconsin corn silage milk per ton models. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.282, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 239p.

VIEIRA, V.C. et al. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciência Rural**, v.43, p.1925-1931, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, e das pesquisas realizadas no âmbito da cultura do milho, é possível constatar que a associação de herbicidas contribui de maneira sustentável para a eficiência no controle de plantas daninhas, bem como para a seletividade da cultura do milho.

Portanto, doses superiores de nitrogênio em cobertura proporciona aumento da eficiência do uso da água, das características bromatológicas, na produtividade de grãos do milho e no aumento da proteína bruta dos grãos. Logo, os híbridos de milho estudados diferem nas características morfológicas de produção de massa seca, não se apresentando superioridade expressiva em híbridos posicionados para grão ou silagem nas características bromatológicas. Além disso, a característica produtiva de massa seca por área apresenta o maior peso na estimativa de produção total de leite, para os híbridos de milho testados.

Sendo assim, o conjunto de informações geradas, servirão para técnicos e agricultores terem maiores subsídios no controle de plantas daninhas, manejo de nitrogênio em cobertura e na seleção de híbridos com potencial direcionado a produção de silagem de milho planta inteira para alimentação de bovinos.