



JOÃO GEORGE MAURÍLIO DE SOUZA FREITAS

**EFEITO DE TAXA DE LOTAÇÃO EM RESÍDUO
SNAPLAGE SOBRE A PRODUÇÃO DE MILHO
SUBSEQUENTE**

**LAVRAS-MG
2022**

JOÃO JEORGE MAURÍLIO DE SOUZA FREITAS

**EFEITO DE TAXA DE LOTAÇÃO EM RESÍDUO SNAPLAGE SOBRE A
PRODUÇÃO DE MILHO SUBSEQUENTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de Zootecnia,
para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Daniel Rume Casagrande
Orientador
Msc. Italo Braz Gonçalves de Lima
Coorientador

**LAVRAS-MG
2022**

JOÃO GEORGE MAURÍLIO DE SOUZA FREITAS

**EFEITO DE TAXA DE LOTAÇÃO EM RESÍDUO SNAPLAGE SOBRE A
PRODUÇÃO DE MILHO SUBSEQUENTE**

**EFFECTS OF STOCKING RATE IN SNAPLAGE RESIDUE ON
SUBSEQUENT CORN CROP YIELD**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Federal de Lavras, como
parte das exigências do Curso de Zootecnia,
para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 18 de abril de 2022.

Dr. Bruno Grossi Costa Homem – Embrapa Agrobiologia / Pós-Doutorando

Dr. Thiago Fernandes Bernardes – UFLA / Professor Titular

Prof. Dr. Daniel Rume Casagrande
Orientador

Msc. Italo Braz Gonçalves de Lima
Coorientador

LAVRAS - MG

2022

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pela vida, saúde e conquistas alcançadas.

Aos meus pais Waldir e Margarida por minha vida, seus ensinamentos, cuidados, apoio e incentivo.

A meus irmãos Marcelo e Juninho, pelo apoio, companheirismo e amizade.

A minha companheira de vida Bianca, por todo amor, carinho e ajuda.

A República Pé Sujo e todos que fazem parte de sua história, pelo lar que ali encontrei, as grandes amizades feitas e bons momentos vividos.

Aos meus amigos, pelo companheirismo, torcida e motivação.

Ao grupo “Casagrande”, pela ajuda, apoio e convívio diário.

Aos Professores Daniel Casagrande e Thiago Bernardes, pelos ensinamentos, orientação e oportunidades.

Ao coorientador Italo, pela oportunidade e parceria durante o experimento.

Ao Nefor, por todo aprendizado e experiências compartilhadas.

Ao DZO – UFLA e seus colaboradores, pela estrutura e auxílio na realização desse trabalho.

A Universidade Federal de Lavras por minha formação acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Ao Prof. Thiago Bernardes e Bruno Grossi, pelas contribuições com o nosso trabalho e disponibilidade em participar da banca de defesa.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos do pastejo do resíduo da snaplage por novilhas em terminação e da taxa de lotação, sobre a produtividade da lavoura de milho subsequente. Três tratamentos foram distribuídos aleatoriamente em 24 piquetes em uma área de 10 ha, sendo eles: i) Baixa Taxa de Lotação (BTL): 3,5 UA/ha com suplementação de 2% de peso vivo; ii) Alta Taxa de Lotação (ATL): 7,0 UA/ha com suplementação de 2% de peso vivo e iii) Sem Animal (SA): área sem animal. Foram utilizadas 48 novilhas F1 (Nelore × Angus) que permaneceram nos piquetes por 94 dias. Após a retirada dos animais a área experimental foi preparada novamente. As mensurações consistiram em: análise quantitativa e qualitativa do resíduo (Matéria seca – MS; Matéria mineral – MM; Proteína bruta – PB; Fibra insolúvel em detergente neutro – FDN); análise química e física do solo; e produtividade da lavoura subsequente do milho, assim como a proporção dos componentes morfológicos. Os contrastes pré-planejados foram SA versus ATL+BTL e ATL versus BTL, com significância $P \leq 0,05$. As massas de resíduo foram influenciadas pela taxa de lotação ($P = 0,0016$) e tempo ($P \leq 0,0001$), e foi maior nos tratamentos SA e BTL em relação ao tratamento ATL. O menor pH do solo foi encontrado no tratamento ATL, intermediário em BTL, e maior em SA. Os teores de K foram maiores nos tratamentos com animais, e os teores de P foram maiores no tratamento ATL, intermediário em BTL, e menores em SA. A presença dos animais em ambas taxas de lotação não afetaram os parâmetros de física do solo. Foi observado um incremento de 15% na produtividade total de milho em matéria natural (MN) e MS com a presença dos animais na área, passando de 77,55 ton/ha para 92,76 ton/ha ($P = 0,0126$) e de 28,16 ton/ha para 33,18 ton/ha ($P = 0,03191$), respectivamente. As diferentes taxas de lotação avaliadas não afetaram os parâmetros de produtividade ($P \geq 0,8548$). A utilização de resíduos de snaplage para alimentação bovina pode ser utilizada como uma estratégia em fazendas, de maneira a reduzir os custos de produção, e ainda proporcionar um incremento significativo na produtividade da próxima safra.

Palavras-chave: Resíduo de Milho. Snaplage. Integração Lavoura-Pecuária.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Uso de silagem de espiga	8
2.2 Integração lavoura-pecuária: pastejo do resíduo de milho	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Local experimental e dados meteorológicos	11
3.2 Tratamentos	12
3.3 Caracterização da dieta	13
3.4 Implantação e Condução da lavoura de milho subsequente	14
3.5 Solo	14
3.6 Análise estatística	15
4 RESULTADOS	15
4.1 Resíduo	15
4.2 Solo	16
4.3 Produção de milho subsequente	17
5 DISCUSSÃO	18
6 CONCLUSÃO	19
7 REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é a forrageira mais utilizada para a produção de silagens no Brasil e no mundo, devido ao seu elevado potencial de produção de matéria seca (MS) por hectare e o seu alto valor energético. Os custos de alimentação representam mais de 60% dos custos de produção anuais totais nas operações de carne bovina (Miller et al., 2001). Contudo, visando aumentar a disponibilidade de amido em silagens de milho, deve-se processar e aumentar a proporção de grãos na silagem (Gusmão et al., 2021).

O uso de silagem de espigas (grãos, sabugo e palha), também conhecida por snaplage vem crescendo no Brasil nos últimos anos, sendo estimado que atualmente 12% das dietas de terminação no Brasil utilizam a silagem de espigas em sua formulação (Bernardes e Castro, 2019). Esse interesse se deve a snaplage ter como vantagem associar em um único alimento, uma fonte energética, através do amido dos grãos, com fibra fisicamente efetiva, através do sabugo e palha. Além disso as técnicas de colheita por colhedoras de forragem autopropelida adaptadas com uma plataforma despigadora permitem a colheita e processamento da espiga inteira em uma única operação, simplificando o manejo de colheita. Geralmente o serviço de colheita é terceirizado pelas fazendas, devido ao alto custo das máquinas. Silagem de espigas é normalmente colhida na maturidade fisiológica, quando apresenta a linha negra.

O resíduo de colmos e folhas resultantes dessa operação ao se degradarem naturalmente favorecem a ciclagem de nutrientes, fornecem matéria orgânica para o solo e palha para o plantio direto da próxima lavoura. Porém, o resíduo de milho abundante neste sistema pode servir de alimento volumoso nas dietas dos ruminantes e principalmente ser utilizado como fonte de fibra em sistemas de recria e terminação intensiva, em que a principal fonte de energia e proteína é proveniente de suplementação com alimentos concentrados. A integração lavoura-pecuária com a utilização do resíduo do milho é uma alternativa de baixo custo, e pode ajudar na alimentação animal principalmente em propriedades que se encontram em déficit na produção de forragem. Outra vantagem desse sistema que também reduz o custo alimentar é que o volumoso não precisa ser processado ou armazenado.

O teor de nutrientes varia muito entre as diferentes partes da planta de milho (Fernandez-Rivera and Klopfenstein, 1989), e devido à capacidade dos bovinos em selecionar frações do resíduo que têm maior digestibilidade, a taxa de lotação pode afetar o desempenho animal. Além disso, diferentes taxas de lotação impactam também na taxa de remoção de resíduo, ciclagem de nutrientes, compactação do solo e conseqüentemente nas produtividades das próximas lavouras. Com a possibilidade de se utilizar o resíduo de snaplage na

alimentação bovina, é necessário investigar os impactos da remoção do resíduo na produtividade da lavoura de milho subsequente e propriedades do solo.

O impacto da remoção de resíduos sobre a produtividade de grãos é variável dentro da literatura (Blanco-Canqui and Lal, 2009; Karlen et al., 2014). Pesquisas mostraram que o pastejo por bovinos podem afetar negativamente as propriedades físicas do solo (Krenzer et al., 1989; Betteridge et al., 1999; Mapfumo et al., 1999), podendo reduzir as produtividades das lavouras subsequentes. Entretanto, em estudos mais recentes a produtividade de grãos não foi afetada pela presença dos animais (Clark et al., 2004; Stalker et al., 2015; Drewnoski et al., 2016; Ulmer et al., 2018; Lehman et al., 2021). Essas diferenças podem ser causadas pelos diferentes tipos de solo, clima e até mesmo manejo da lavoura (Wilhelm et al., 2004). Estes estudos que investigaram o efeito do pastejo de resíduo foram feitos após colheita de grãos, mas não foi encontrado na literatura estudos utilizando resíduo de snaplage para pastejo, que neste sistema pode diferir quanti-qualitativamente.

Foi hipotetizado neste estudo que o pastejo de resíduo de snaplage não impactaria negativamente a produtividade da lavoura de milho subsequente, desde que com taxas de lotação adequadas. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos da remoção de resíduos da snaplage através do consumo de novilhas em terminação e da taxa de lotação, sobre a produtividade da lavoura de milho subsequente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso de silagem de espiga

O milho é a cultura mais utilizada para produção de silagem (Bernardes e do Rêgo, 2014), devido a altas produtividades, facilidade de colheita mecanizada, associadas ao alto valor nutritivo e versatilidade. O milho pode ser utilizado para silagem de grãos (úmidos ou reconstituídos), espigas, e planta inteira, que ainda pode ser fracionada variando as alturas de corte.

Nos últimos anos houve um aumento no interesse em se utilizar silagem de espigas (Daniel et al., 2019), também conhecida por snaplage. Um recente levantamento realizado no Brasil estimou que 12% dos confinamentos de gado de corte já utilizam snaplage como um dos ingredientes da dieta (Bernardes e Castro; 2019). Fatores como aumento da eficiência alimentar dos animais através dos incrementos na digestibilidade do amido, redução dos

custos de produção nas propriedades, atrelada a disponibilidade de maquinário para colheita e processamento de silagem de espigas impulsionaram o uso desse tipo de silagem.

Os híbridos de milho destinados para produção de snaplage devem apresentar alta produtividade de espiga associada a uma maior participação de grãos e menor proporção de palha e sabugo, fatores que afetam o valor nutricional da silagem. A composição desse tipo de silagem compreende em média de 70-80% de grãos e de 20-30% de palha e sabugo (Mahanna, 2008). Geralmente a snaplage é produzida quando os grãos atingem a maturidade fisiológica, em que os grãos apresentam entre 65-70% de matéria seca (Mahanna, 2008).

2.2 Integração lavoura-pecuária: pastejo do resíduo de milho

A quantidade significativa de resíduo da lavoura de milho tem grande potencial para a alimentação de ruminantes. A utilização de resíduo do milho para pastejo oferece aos produtores uma econômica fonte de alimento e ajuda a reduzir os custos com alimentação durante o inverno (Klopfenstein et al., 1987). Devido ao fato de dispensar custos com operações de colheita, transporte, processamento, estocagem e fornecimento aos animais, o pastejo é a alternativa mais econômica para uso do resíduo de milho.

O resíduo do milho pode ser utilizado somente depois da colheita, seja de grãos ou espigas, quando as plantas já alcançaram a maturidade fisiológica, portanto seu valor nutritivo é baixo, com baixo teor de proteína e energia digestível (Klopfenstein et al., 1987). Portanto, é importante fornecer um suplemento aos animais, assim como acontece com pastagens na época do inverno, visando suprir algumas deficiências nutricionais (principalmente proteína) e otimizar o uso dessa fonte de volumoso. Os bovinos são animais seletivos, e durante o pastejo tem preferências por partes da planta mais digestíveis com maior valor nutritivo, como as folhas e bainhas, por exemplo, que proporcionam maior desempenho para os animais, e o resíduo remanescente protege o solo contra fatores ambientais (Drewnoski et al., 2016). Portanto, o manejo do pastejo, como por exemplo, alterando as taxas de lotação pode proporcionar maior ou menor utilização do resíduo.

Apesar da redução de custos através da utilização do resíduo do milho para pastejo, existe uma preocupação por parte dos produtores sobre os efeitos adversos nas produtividades das lavouras subsequentes (Cox-O'Neill et al., 2017). Muitos estudos avaliaram os efeitos da remoção do resíduo por enfardamento, que removem altas taxas de resíduo e todos os

nutrientes são exportados da lavoura, o que difere da remoção por animais. Durante o pastejo muito do N, P K, e parte do C consumido pelos animais são ciclados através da excreta, sendo, portanto, uma prática mais sustentável em relação ao enfardamento do resíduo. Porém, existe um impacto potencial do pisoteio dos animais sobre as propriedades físicas do solo através do aumento da compactação, com conseqüente redução na produtividade das lavouras (Clark et al., 2004). A compactação e o resultante aumento na densidade do solo diminui a porosidade, reduzindo a aeração do solo, taxa de infiltração de água, atrasa a emergência das plantas, prejudica o desenvolvimento das raízes e reduz o transporte de oxigênio e nutrientes. No geral, os efeitos da compactação pelos animais em pastejo ficam limitados à camada superficial do solo, entre 0-10 cm, e não são muito duradouros devido à melhoria através de processos naturais e a ação biológica de raízes e organismos do solo (Greenwood and McKenzie, 2001). O grau de compactação depende de fatores como textura, matéria orgânica e umidade do solo, o que justifica o contraste entre estudos que avaliaram o efeito de animais em pastejo sobre a compactação do solo (Mapfumo et al., 1999; Rakkar et al., 2018). Além disso, a carga exercida sobre o solo, que no caso de sistemas em pastagens é definida pela taxa de lotação de animais, tem grande relevância sobre a compactação do solo, além de definir a taxa de remoção de resíduo. Altas taxas de remoção de resíduo podem reduzir a capacidade do solo em estocar água e reduzir a fertilidade do solo, acarretando em uma necessidade de maior adição de fertilizantes (Blanco-Canqui and Lal, 2009). Os parâmetros mais usados para avaliar a extensão da compactação do solo são densidade e resistência à penetração (Mapfumo et al., 1999).

Pela complexidade de fatores que podem afetar a produtividade das lavouras subsequentes após o pastejo de resíduo há também divergências nos resultados de estudos avaliados. Clark et al. (2004) observou efeitos negativos na compactação do solo, entretanto os efeitos do pastejo do resíduo de milho na produtividade de soja foram pequenos (máximo de 8% de queda, em sistema de plantio direto). Em contrapartida, Drewnoski et al. (2016) constatou que taxas de lotação que resultaria no consumo de 10-22% do resíduo de milho teve leves impactos positivos ou nenhum impacto sobre a produtividade subsequente de soja ou milho. Stalker et al. (2015) observou que em uma apropriada taxa de lotação, o pastejo de resíduo do milho resulta em um aceitável desempenho animal sem impactar negativamente a produtividade de grãos de milho subsequente.

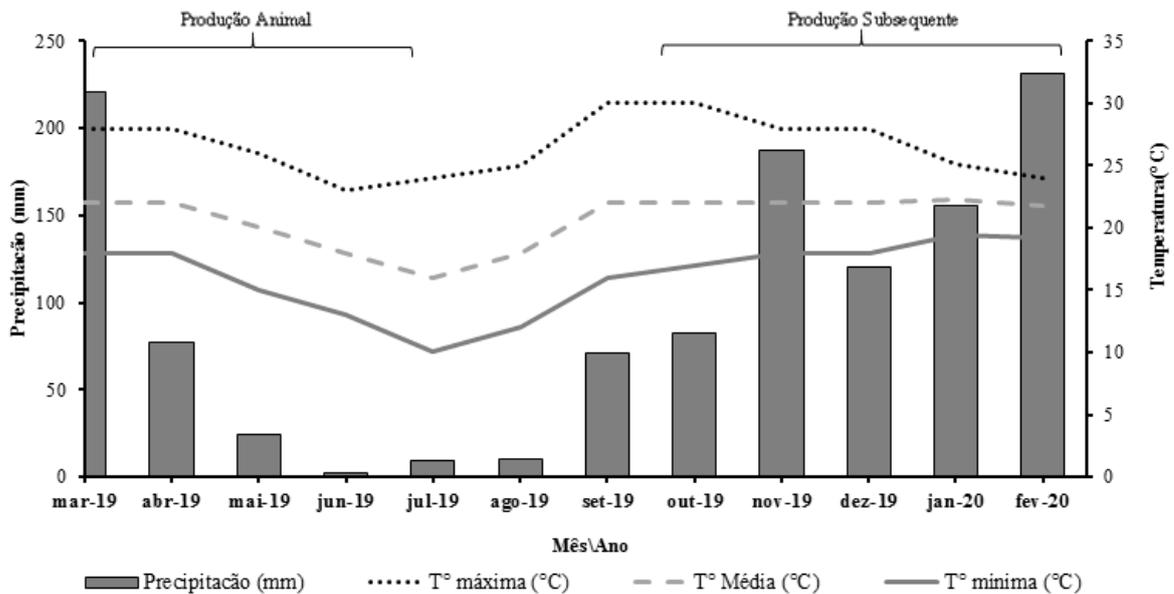
3 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais desse estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética e Bem-Estar Animal da Universidade Federal de Lavras (protocolo número 008/2019).

3.1 Local experimental e dados meteorológicos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, localizada a 21°14'9.01" de latitude sul e 44°58'34.63"O de longitude oeste e 890 metros de altitude. O clima da região é classificado como Cwa mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, segundo a classificação de Köppen-Geiger (SÁ JÚNIOR et al., 2002). O período experimental foi de um ano, iniciando em março de 2019.

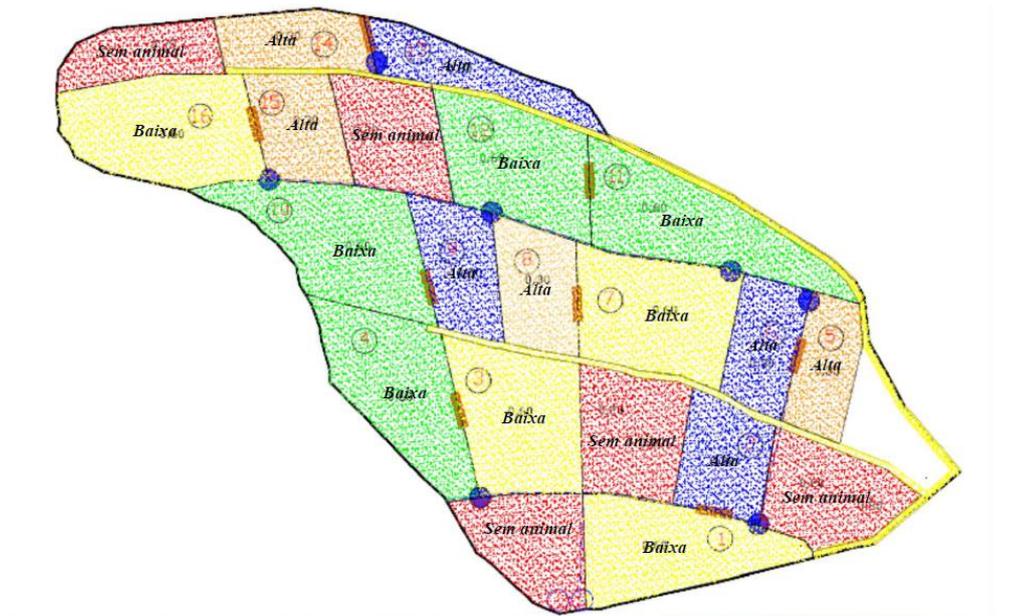
Figura 1 – Médias climáticas mensais de Lavras-MG, durante o período experimental.



3.2 Tratamentos

A área experimental de 10 ha foi dividida em 24 piquetes, e os tratamentos foram alocados aleatoriamente. A área de cada piquete foi ajustada de acordo com o tratamento designado, sendo eles: i) Baixa Taxa de Lotação (BTL): 3,5 UA/ha com suplementação de 2% de peso vivo. ii) Alta Taxa de Lotação (ATL): 7,0 UA/ha com suplementação de 2% de peso vivo e iii) Sem Animal (SA): área sem animal. Portanto, os tratamentos BTL, ATL e SA foram alocados nos piquetes com área de 0,6, 0,3 e 0,2 ha, respectivamente. Os tratamentos BTL e ATL foram manejados com método de lotação fixa utilizando três animais por piquete. Sendo assim, foram utilizadas para este experimento um total de 48 novilhas F1 (Nelore × Angus) com peso inicial médio de 276 Kg e com idade média de 16 meses. Os animais foram previamente pesados, identificados, tratados com endectocida, e permaneceram em um pasto com água disponível, até que o milho para snaplage fosse colhido da área experimental para entrada imediata dos animais nos piquetes com os resíduos. Todos os piquetes foram equipados com bebedouro e cocho para suplementação. A suplementação foi fornecida diariamente, às 6 horas, de maneira a atingir a quantidade de 2% do peso corporal dos animais, seguida da fase de adaptação dos animais às condições experimentais. Os animais permaneceram nos piquetes por 94 dias (entraram dia 14/03/2019 e saíram dia 16/06/2019).

Figura 2 – Croqui da área experimental – DZO/UFLA



3.3 Caracterização da dieta

O resíduo de milho foi quantificado imediatamente após a colheita do milho para snaplage e a cada 15 dias após a entrada dos animais nos piquetes, sendo a última coleta feita logo após a saída dos animais da área experimental. Para isso foram amostrados três pontos aleatórios por unidade experimental utilizando moldura de 1,50 x 1,40 m, e coletando todo o material, que foi separado morfológicamente em folha, colmo, bainha, palha, grão, sabugo e contaminação para caracterização do resíduo. Os componentes morfológicos foram secados em estufa de circulação forçada em temperatura de 55°C durante 72 horas. O valor nutritivo do resíduo foi analisado em amostras coletadas no dia 30 do período experimental. As amostras foram processadas em um moinho tipo *Willey* para passar em peneiras de 1 e 2 mm e destinadas a análise de composição química e para incubação ruminal, respectivamente. A matéria seca (MS) de cada amostra foi obtida por secagem em estufa a temperatura de 105°C por 16 horas (método 934.01, AOAC, 2000). O teor de cinzas foi determinado através da incineração das amostras utilizando um forno mufla a temperatura de 600°C por 4 horas (método 942.05; AOAC, 2000). A concentração de proteína bruta (PB) foi calculada baseado na concentração de N na amostra ($PB = N \text{ total} \times 6,25$), os quais foram determinados pelo procedimento Kjeldahl (método 920.87, AOAC, 2000). A fibra solúvel em detergente neutro (FDN) foi determinada pelo método da autoclave utilizando pressão de 1,1 kg.cm⁻², 110 °C por 40 minutos (SENGER et al., 2008). A composição química do resíduo e do suplemento pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1. Composição química da dieta de novilhas terminada sobre resíduos de Snaplage sob duas taxas de lotação.

Item	Alta Lotação	Baixa Lotação	Suplemento
<i>Matéria Orgânica. %</i>	93.2	92.9	90.6
<i>apFDN. %</i>	72.8	73.5	3.40
<i>FDNi. %</i>	36.7	36.6	3.93
<i>Proteína Bruta. %</i>	4.88	4.84	16.6
<i>Amido. %</i>	-	-	75.7
<i>Extrato Etéreo</i>	-	-	3.91

‡apNDF: Fibra detergente neutra corrigida para cinzas e proteínas;

3.4 Implantação, Condução e Avaliação da lavoura de milho subsequente

A implantação da lavoura iniciou a partir da dessecação da área realizada dia 14/10/2019, a fim de controlar as plantas daninhas na área experimental. Posteriormente, o híbrido LG 3055 foi semeado nos dias 18 e 19/10/2019, utilizando uma semeadora de plantio direto a qual foi regulada para semear com 60 cm entre linhas e depositar 4,4 sementes por metro linear, com adubação de plantio na dose de 38,6 kg/ha de N, 135 kg/ha de P₂O₅ e 77,2 kg/ha de K₂O através da aplicação do adubo formulado 08-28-16. A primeira adubação de cobertura foi feita dia 01/11/2019 e a segunda cobertura em 21/11/2019 utilizando o adubo formulado 30-00-20 (111,2 kg/ha de N e 74,1 kg/ha de K₂O) e ureia (95,3 kg/ha de N), respectivamente. Aplicações de herbicida e inseticida foram realizadas de acordo com a necessidade. A colheita foi realizada dia 19/02/2020 quando a lavoura apresentava uma média de 33% de MS. Para mensuração da produtividade foram escolhidos 4 pontos aleatórios por piquete e coletadas as plantas de milho em 2 m na linha de plantio. As plantas coletadas foram pesadas e o valor foi extrapolado para o número de linhas e tamanho das linhas de cada piquete para cálculo da produtividade. De cada ponto amostrado, uma planta de milho foi separada morfológicamente em folha, colmo, palha da espiga, sabugo e grãos. Além disso, uma planta de milho por piquete foi coleta, e moída inteira em ensiladeira estacionária. As amostras de milho foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas.

3.5 Solo

Amostras de solo foram coletadas em todos os as unidades experimentais nas camadas 0-20 cm para análise química e enviada para laboratório. Além disso, foram coletadas também amostras na superfície do solo para análise física, utilizando anéis de aço inoxidável para determinar densidade do solo, porosidade do solo, e análise dos agregados do solo. Teste de resistência mecânica à penetração também foi realizado em campo até a profundidade de 60 cm utilizando penetrômetro de impacto, modelo IAA/Stolf.

3.6 Análise estatística

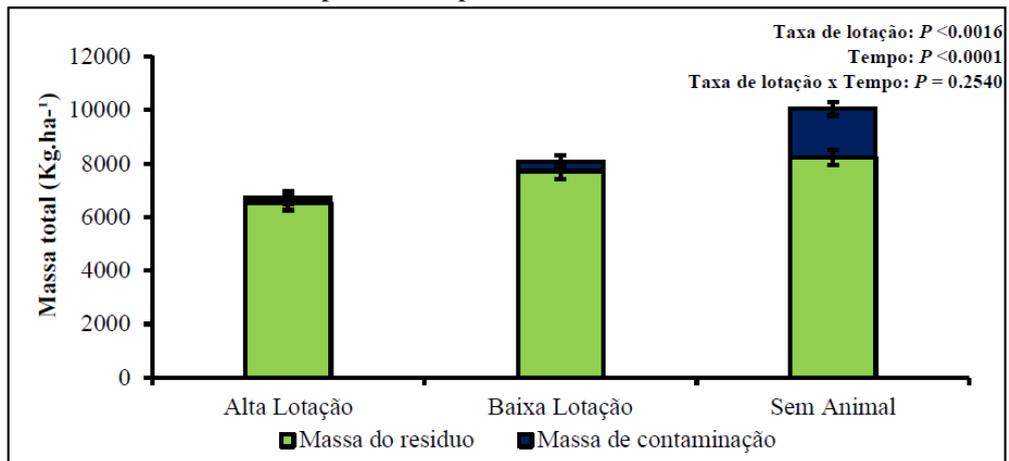
O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo três tratamentos ATL, BTL e SA, e 8 repetições. Os dados foram analisados usando modelos lineares mistos (LITTELL et al., 2000), realizado pelo procedimento MIXED do programa SAS 9.4. O efeito da presença do animal ou não foi avaliado pelo contraste entre ATL + BTL (Com animal) e SA (Sem animal), enquanto que o efeito da taxa de lotação foi testado pelo contraste da ATL e BTL. A significância estatística foi considerada no $P \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

4.1 Resíduo

A massa inicial do resíduo de snaplage não apresentou diferenças entre os tratamentos, com valor de 11000 kg/ha de MS. Durante o período experimental as massas de resíduo foram influenciadas pela taxa de lotação ($P = 0,0016$), tempo ($P \leq 0,0001$), e não foram influenciadas pela interação entre Taxa de lotação x Tempo. A massa de resíduo foi maior nos tratamentos SA e BTL em relação ao tratamento ATL (figura 3).

Figura 3. Massa total em diferentes períodos experimentais em áreas com ou sem animais



4.2 Solo

O pH do solo e os teores de K e P apresentaram diferenças entre as taxas de lotação testadas ($P = 0,0015$, $P = 0,0312$ e $P = 0,0057$, respectivamente) e com a presença ou ausência dos animais ($P = 0,0013$, $P = 0,0107$ e $P = 0,0251$, respectivamente; Tabela 2). O menor valor de pH foi encontrado no tratamento ATL, intermediário em BTL, e maior em SA. Os teores de K foram maiores nos tratamentos com animais, e os teores de P foram maiores no tratamento ATL, intermediário em BTL, e menores em SA.

Tabela 2. Análise química do solo da área do resíduo de Snaplage na profundidade de 0 a 20 com a presença ou não de animal sob diferentes lotações.

Variável	Profundidade 0-20						
	Lotação			EPM	Lotação	Animal	Lotação Alta vs. baixa
	Alta	Baixa	Sem Animal				
pH	5.40	5.60	5.80	0.06	0.0015	0.0013	0.0514
K	111	104	77.4	8.46	0.0312	0.0107	0.5537
P	4.05	2.30	1.84	0.45	0.0057	0.0251	0.0122
Ca	2.60	2.69	2.70	0.18	0.9176	0.8160	0.7355
Mg	0.84	0.83	0.82	0.06	0.9808	0.8541	0.9492
Al	0.09	0.10	0.09	0.007	0.7913	0.8978	0.5066
H + Al	2.98	2.52	2.53	0.10	0.0087	0.1007	0.0067
SB	3.72	3.97	2.74	0.28	0.7914	0.7674	0.5427
t	3.82	4.08	3.84	0.28	0.7732	0.7519	0.5248
T	6.69	6.45	6.26	0.29	0.5927	0.4030	0.5638
V	54.6	60.6	58.3	2.27	0.1953	0.7954	0.0767
m	2.58	2.67	2.43	0.22	0.7537	0.4864	0.7920
M.O.	2.21	2.36	2.25	0.09	0.5320	0.7954	0.2796
P-Rem	34.9	33.6	31.1	1.81	0.1217	0.0547	0.4767

EPM: Erro padrão da média

A presença dos animais em ambas taxas de lotação não afetaram os parâmetros de física do solo avaliadas neste experimento (Tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 3. Análise física dos anéis do solo da área do resíduo de Snaplage com a presença ou não de animal sob diferentes lotações.

Item	Anéis						
	Lotação			EPM	Lotação	Animal	Lotação Alta vs. Baixa
	Alta	Baixa	Sem animal				
Densidade do solo (Kg.dm ⁻³)	115	113	115	0.046	0.9394	0.8606	0.7627
Porosidade Total calculada (m ³ .m ⁻³)	0.562	0.571	0.565	0.017	0.9495	0.9600	0.7321
Microporosidade (m ³ .m ⁻³)	0.270	0.283	0.281	0.005	0.2099	0.5352	0.0996
Porosidade Total determinada (m ³ .m ⁻³)	0.452	0.461	0.465	0.024	0.9312	0.7812	0.8032
Macroporosidade (m ³ .m ⁻³)	0.185	0.177	0.184	0.020	0.9613	0.9099	0.8081
Capacidade de campo (m ³ .m ⁻³)	0.220	0.231	0.230	0.004	0.1696	0.4462	0.0852
Capacidade de aeração (m ³ .m ⁻³)	0.233	0.230	0.235	0.023	0.9858	0.9006	0.9120
Capacidade de campo relativa (m ³ .m ⁻³)	0.495	0.511	0.505	0.026	0.9107	0.9732	0.6702
Resistência a Penetração de bancada (m ³ .m ⁻³)	1.045	1.102	1.434	0.327	0.6915	0.4011	0.9025

EPM: Erro padrão da média

Tabela 4. Análise física dos agregados do solo da área do resíduo de Snaplage com a presença ou não de animal sob diferentes lotações.

Variável	Agregados						
	Lotação			EPM	Lotação	Animal	Lotação Alta vs. baixa
	Alta	Baixa	Sem Animal				
DMG (mm)	2.16	2.09	2.23	0.1011	0.5953	0.3846	0.6055
DMP (mm)	2.70	2.68	2.74	0.0791	0.8258	0.5768	0.8015
Macro	96.07	95.47	96.75	0.4147	0.1326	0.0737	0.3506
Micro	3.93	4.93	3.25	0.4147	0.1326	0.0737	0.3506

EPM: Erro padrão da média

Tabela 5. Análise física da umidade e resistência a penetração da área do resíduo de Snaplage com a presença ou não de animal sob diferentes lotações.

Variável	Resistência a Penetração de campo e umidade						
	Lotação			EPM	Lotação	Animal	Lotação Alta vs. baixa
	Alta	Baixa	Sem Animal				
Umidade (Kg.kg ⁻¹)	0.227	0.228	0.216	0.004	0.1497	0.0550	0.8548
Profundidade em camadas (cm)							
0-10	2.42	2.74	2.66	0.4446	0.8626	0.8918	0.6026
10-20	2.63	3.02	3.16	0.2411	0.2914	0.2746	0.2568
20-30	3.17	3.45	3.19	0.1236	0.2272	0.4414	0.1240
30-40	3.24	3.60	3.20	0.2158	0.3778	0.4264	0.2529
40-50	3.11	3.59	2.97	0.1887	0.0771	0.1195	0.0895
50-60	3.17	3.72	3.56	0.2348	0.2564	0.6901	0.1126

EPM: Erro padrão da média

4.3 Produção de milho subsequente

A presença dos animais nos piquetes afetou positivamente a produtividade do milho subsequente (Tabela 6). Foi observado um rendimento 15% maior na produtividade total em matéria natural (MN) e MS com a presença dos animais na área, passando de 77,55 ton/ha para 92,76 ton/ha ($P = 0,0126$) e de 28,16 ton/ha para 33,18 ton/ha ($P = 0,03191$), respectivamente. Efeito semelhante pode ser observado na massa dos componentes vegetativos e espiga ($P = 0,0239$ e $P = 0,0402$, respectivamente), que tiveram incrementos de

17 % e 13 %, respectivamente, com a presença dos animais na área. As diferentes taxas de lotação testadas não afetaram estes parâmetros medidos ($P \geq 0,8548$).

Tabela 6. Produtividade total e produção de componentes morfológicos subsequente da lavoura de milho do resíduo de Snaplage após a presença ou não de animal sob diferentes taxas de lotação.

Variável	Produção da lavoura subsequente						
	Lotação			EPM	Lotação	Animal	Lotação Alta vs. baixa
	Alta	Baixa	Sem Animal				
Produtividade total (Kg de MN,ha ⁻¹)	92.76	91.41	77.55	4.34	0.0405	0.0126	0.8296
Produtividade total (kg de MS,ha ⁻¹)	33.18	32.91	28.16	1.73	0.0944	0.0319	0.9135
Massa de C. vegetativos (kg de MS,ha ⁻¹)	10.78	10.85	8.97	0.61	0.0734	0.0239	0.9369
Massa de espiga (kg de MS,ha ⁻¹)	22.40	22.06	19.19	1.13	0.1139	0.0402	0.8333
Componentes morfológicos (kg de MS,ha ⁻¹)							
Folha	4.33	4.27	3.46	0.34	0.0324	0.0097	0.8646
Colmo	6.44	6.57	5.50	0.38	0.1239	0.0446	0.8184
Palha	2.76	2.79	2.22	0.16	0.0403	0.0123	0.9071
Grão	16.10	15.80	14.10	0.81	0.1945	0.0763	0.7953
Sabugo	3.53	3.47	2.86	0.18	0.0299	0.0091	0.7912
Relação							
Espiga:Componentes	2.11	2.10	2.17	0.04	0.4584	0.2199	0.8874
Espiga:Componentes (%)	0.675	0.673	0.678	0.004	0.7245	0.4410	0.8478
Folha:Colmo	0.678	0.661	0.635	0.0122	0.0596	0.0296	0.3236
Folha:Colmo (%)	0.401	0.396	0.387	0.0004	0.0912	0.0421	0.4141
Espiga:Grão	0.718	0.715	0.735	0.0004	0.0014	0.0004	0.4603

EPM: Erro padrão da média

EPM: Erro padrão da média

Corroborando com os dados mencionados acima, a massa dos componentes morfológicos folha, colmo, palha, grão e sabugo, também foram positivamente afetados pela presença do animal na área ($P = 0,097$, $P = 0,0446$, $P = 0,0123$ e $P = 0,0763$, e $P = 0,0091$; respectivamente). Foi possível observar aumentos de 25% na massa da folha (4,33 vs. 3,46), 17% na massa de colmo (6,44 vs. 5,50), 24 % na massa de palha (2,76 vs. 2,22), 14% na massa do grão (16,1 vs. 14,1) e 23% na massa de sabugo (3,53 vs. 2,86). Não houve efeito das diferentes taxas de lotação ($P \geq 0,7912$) nas massas dos componentes morfológicos.

A presença dos animais na área aumentou a relação folha:colmo tanto no peso quanto em porcentagem ($P = 0,0296$, $P = 0,0421$), e não foi observado diferenças das taxas de lotação nestes parâmetros medidos ($P \geq 0,3236$). A relação espiga:grão também foi alterada com a presença dos animais ($P = 0,0004$). Não foi possível observar diferenças ($P \geq 0,2199$) nas proporções entre espiga e os componentes vegetativos em peso ou porcentagem tanto nas taxas de lotação quanto na presença ou não de animais.

5 DISCUSSÃO

A quantidade de resíduo nos piquetes antes da entrada dos animais foi similar em todas as unidades experimentais, devido a uniformidade da área, colheita e também pelo fato

da época em que o experimento foi iniciado ser de baixa ocorrência de ventos e precipitação, que favorece que o resíduo sofra menores perdas por ação do intemperismo. A redução de resíduo nos piquetes com maiores taxas de lotação era esperada devido a maior utilização pelos animais e também pelo pisoteio na área.

A diferença de pH do solo entre os tratamentos testados pode ser explicada pela entrada de excretas nos piquetes, que foi maior no tratamento ATL, menor no tratamento BTL e nula em SA. A decomposição da matéria orgânica presente nas excretas pelos microrganismos do solo libera amônia (NH_3) que passa a nitrato liberando H^+ . Além disso, a ureia presente na urina dos animais libera H^+ pela reação do NH_4 com o solo. Estes íons H^+ no solo, por sua vez, favorecem a acidificação do solo (Meurer et al., 2010).

A presença dos animais consumindo o resíduo do milho e suplemento nos piquetes fez com que a entrada de K e P fossem maiores nestes tratamentos, e o fornecimento destes importantes nutrientes pode ter favorecido o aumento de produtividade da lavoura de milho subsequente nos tratamentos com animais. Embora o teor de N não tenha sido analisado no solo por ser um nutriente muito dinâmico, este muito provavelmente teve suas concentrações elevadas com a deposição de excretas pelos animais. O maior aporte de N, que é o principal nutriente responsável pelo enfolhamento e vigor das plantas pode vir a explicar a maior proporção folha:colmo nos tratamentos com animais.

Animais em pastejo frequentemente causam compactação do solo, mas raramente isso afeta negativamente a produção da lavoura subsequente, porque a compactação é superficial e geralmente é revertida através de processos naturais e/ou biológicos, como por exemplo, ciclos de umedecimento/secagem do solo e desenvolvimento de raízes das plantas (Bell et al., 2011). O fato da presença dos animais na área, independente das taxas de lotação testadas, não terem afetado as características físicas do solo, também pode ser explicada pela época do ano que os animais permaneceram na área (época mais seca - de março a junho) fazendo com que o efeito do pisoteio dos animais não provocassem relevantes alterações no solo.

6 CONCLUSÃO

O pastejo do resíduo da snaplage por novilhas não afeta negativamente os parâmetros de física do solo nas diferentes taxas de lotação avaliadas e proporciona um significativo aporte de nutrientes as áreas de produção, possibilitando assim maiores produtividades das lavouras subsequentes.

7 REFERÊNCIAS

Bell, L. W., J. A. Kirkegaard, A. Swan, J. R. Hunt, N. I. Huth, and N. A. Fettell. 2011. Impacts of soil damage by grazing livestock on crop productivity. *Soil Tillage Res.* 113:19–29. doi:10.1016/j.still.2011.02.003.

Bernardes, T.F., Castro, T. Silages and roughage sources in the Brazilian beef feedlots. Abstract - Animal Science meeting. Austin, Texas, EUA – 2019.

BERNARDES, T.F., DO 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.

Betteridge, K., A. D. Mackay, T. G. Shepherd, D. J. Barker, P. J. Budding, B. P. Devantier, and D. A. Costall. 1999. Effect of cattle and sheep treading on surface configuration of a sedimentary hill soil. *Soil Res.* 37:743–760. <https://doi.org/10.1071/SR97014>.

Blanco-Canqui, H., and R. Lal. 2009. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. *Crit. Rev. Plant Sci.* 28:139–163. doi:10.1080/073526809027765070.

Clark, J. T., J. R. Russell, D. L. Karlen, P. L. Singleton, W. D. Busby, and B. C. Perterson. 2004. Soil surface property and soybean yield response to corn stover grazing. *Agron. J.* 96:1364–1371. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1364>.

Cox-O'Neill, J.L., K.M. Ulmer, M.K. Rakkar, L. Franzen-Castle, H. Blanco-Canqui, M.E. Drewnoski, J.C. MacDonald, and R.J. Rasby. 2017. Perceptions of crop consultants and crop producers on grazing corn residue in Nebraska. *J. of Extension* 55:1–11.

Daniel, J. L. P.; Bernardes, T. F.; Jobim, C. C.; Schmidt, P.; Nússio L.G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage Science*, v. 74, p. 188-200, 2019.

Drewnoski, M. E., J. C. MacDonald, G. E. Erickson, K. Hanford, and T. J. Klopfenstein. 2016. Long-term corn residue grazing improves subsequent soybean yields in a corn-soybean rotation. *Crop Forage Turfgrass Mgmt.* <https://doi.org/10.2134/cftm2015.0192>.

Fernandez-Rivera, S., and T. J. Klopfenstein. 1989. Diet composition and daily gain of growing cattle grazing dryland and irrigated cornstalks at several stocking rates. *J. Anim. Sci.* 67:590–596.

Greenwood, K.L., and B.M. McKenzie. 2001. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 41:1231–1250. doi:10.1071/EA00102.

Gusmão, J. O., Lima, L. M., Ferraretto, L. F., Casagrande, D. R., & Bernardes, T. F. (2021). Effects of hybrid and maturity on the conservation and nutritive value of snaplage. *Animal Feed Science and Technology*, 274, 114899. doi:10.1016/j.anifeedsci.2021.114.

Gutierrez-Ornelas, E., and T. J. Klopfenstein. 1991a. Changes in availability and nutritive value of different corn residue parts as affected by early and late grazing seasons. *J. Anim. Sci.* 69: 1741.

Karlen, D. L., S. J. Birrell, J. M. F. Johnson, S. L. Osborne, T. E. Schumacher, G. E. Varvel, R. B. Ferguson, J. M. Novak, J. R. Fredrick, J. M. Baker, J. A. Lamb, P. R. Adler, G. R. Roth, and E. D. Nafziger. 2014. Multi-location corn stover harvest effects on crop yields and nutrient removal. *BioEnergy Res.* 7:528–539. doi:10.1007/s12155-014-9419-7.

Klopfenstein, T., L. Roth, S. Fernandez-Rivera, and M. Lewis. 1987. Corn residues in beef production systems. *J. Anim. Sci.* 65:1139–1148. <https://doi.org/10.2527/jas1987.6541139x>.

Krenzer, E. Jr., C. F. Chee, and J. Stone. 1989. Effects of animal traffic on soil compaction in wheat pastures. *J. Prod. Agric.* 2:246–249. <https://doi.org/10.2134/jpa1989.0246>.

Lamm, W. D., and J. K. Ward. 1981. Compositional changes in corn crop residues grazed by gestating beef cows. *J. Anim. Sci.* 52: 954.

Lehman, B.E., K.P. Ewing, T. Liu, M.B. Villamil, L.F. Rodriguez, A.R. Green-Miller, D.W. Shike. 2021. Effects of grazing corn plant residue on beef cattle performance, residue characteristics, and subsequent crop yield. *Applied Animal Science*, v. 37, i. 5, p. 654-663, <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02129>.

LITTELL, R. C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Tutorial in biostatistics: modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. *Statistics in medicine*, v. 19, n. 13, p. 1793-1819, 2000.

MAHANNA, B. Bottom line: Renewed interest in snaplage displayed. *Feedstuffs*. 80(50), Dec. 8, 2008. The Miller Publ. Co., Bloomington, MN.

Mapfumo, E., D. Chanasyk, M. Naeth, and V. Baron. 1999. Soil compaction under grazing of annual and perennial forages. *Can. J. Soil Sci.* 79:191–199. <https://doi.org/10.4141/S97-100>.

Meurer EJ, Bissani CA, Carmona FC. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: Meurer EJ, editor. *Fundamentos de química do solo*. 4th ed. Porto Alegre, RS: Evangraf LTDA; 2010. p. 266.

Miller, A. J., R. K. Faulkner, R. K. Knipe, D. R. Strohbehn, D. F. Parrett, and L. L. Berger. 2001. Critical control points for profitability in the cow-calf enterprise. *Prof. Anim. Sci.* 17:295–302. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31643-0](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31643-0).

Rakkar, M. K., H. Blanco-Canqui, R. J. Rasby, K. Ulmer, J. Cox-O'Neill, M. E. Drewnoski, R. A. Drijber, K. Jenkins, and J. C. Mac-Donald. 2018. Grazing crop residues has less impact in the short-term on soil properties than baling in the Central Great Plains. *Agron. J.* 111:109–121. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0224>.

SÁ JÚNIOR. A.; DE CARVALHO, L. G.; DA SILVA, F. F.; ALVES, M. C. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*. v.108, p.1-7, 2012.

SENGER, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, v. 146, n. 1-2, p. 169-174, 2008.

Stalker, L. A., Blanco-Canqui, H., Gigax, J. A., McGee, A. L., Shaver, T. M., & van Donk, S. J. (2015). Corn residue stocking rate affects cattle performance but not subsequent grain yield¹. *Journal of Animal Science*, 93(10), 4977–4983. doi:10.2527/jas.2015-9259.

Ulmer, K. M., R. J. Rasby, J. C. MacDonald, H. Blanco-Canqui, M. K. Rakkar, J. L. Cox, R. G. Bondurant, K. H. Jenkin, and M. E. Drewnoski. 2018. Baling or grazing of corn residue does not reduce crop production in central United States. *Agron. J.* 111:122–127. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.04.0226>.

Wilhelm, W. W., J. M. F. Johnson, J. L. Hatfield, W. B. Voorhees, and D. R. Linden. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal: A literature review. *Agron. J.* 96:1–17. doi:10.2134/agronj2004.0001.