

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO HOREVICZ DAMBROS

**INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS EM REGIÃO DE ALTITUDE
A PARTIR DO PASTEJO BOVINO E DO CONSÓRCIO DE MILHO COM CAPIM
ARUANA**

PATO BRANCO - PR

2023

PEDRO HOREVICZ DAMBROS

**A INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS EM REGIÃO DE
ALTITUDE A PARTIR DO PASTEJO BOVINO E DO CONSÓRCIO DE MILHO COM
CAPIM ARUANA**

**Intensifying Agricultural-Cattle Raising Systems in a high altitude region by
using cattle grazing in a maize-aruana grass consortium**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Agronomia, no
Programa de Pós Graduação em Agronomia, da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador(a): André Brugnara Soares

Coorientador(a): Sebastião Brasil Campos Lustosa

PATO BRANCO - PR

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco



PEDRO HOREVICZ DAMBROS

**A INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS EM REGIÃO DE ALTITUDE A PARTIR DO
PASTEJO BOVINO E DO CONSÓRCIO DE MILHO COM CAPIM ARUANA**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Solos E Sistemas Integrados De Produção Agropecuária.

Data de aprovação: 23 de Maio de 2023

Dr. Andre Brugnara Soares, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Anibal De Moraes, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Dr. Diego Rene Riestra, Doutorado - Universidad Nacional de La Pampa

Laercio Ricardo Sartor, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Regis Luis Missio, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/05/2023.

AGRADECIMENTOS

À Deus;

À minha mãe Lina Maria Horevicz Dambros, meu pai Olivo Dambros, e minhas duas irmãs Maria Cecília e Maria Isabel;

À minha namorada, Herica Gabriele Pasqualotto;

Ao meu orientador, André Brugnara Soares;

Ao meu co-orientador, Sebastião Brasil Campos Lustosa;

Ao grupo de pesquisa NITA - Guarapuava;

À todos professores e professoras que tive o prazer de conhecer, conversar, ter aula e trocar experiências;

Ao Juliano Marcelino Deitos, Guilherme Zarth, Igor Kieling Severo, Lucas Griczinki, Antony Menegat Deveras, Gabriel Albuquerque, Gustavo Polese de Souza, Halyson Carniel da Silveira, Marcus Vinicius Talamini Junior, Enzo Franceschini, André Trevisan, Alexander Rasmussen, Bárbara Farias, Cristian Ansiliero;

Ao grupo de pesquisa GISPA - Grupo Integração Solo-Planta-Animal;

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco;

Ao Sr. Rodolpho Luiz Werneck Botelho, proprietário da Fazenda Capão Redondo;

Ao LABSOLOS - Laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco;

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

DAMBROS, Pedro Horevicz. A intensificação de sistemas agropecuários em região de altitude a partir do pastejo bovino e do consórcio de milho com capim aruana. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Solos e sistemas integrados de produção agropecuária), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Pato Branco (UTFPR), 2023.

O objetivo geral desta pesquisa, foi avaliar a possibilidade de intensificar a produção de alimentos em regiões de altitude a partir do pastejo animal praticado sobre pastagens manejadas em intervalos de alturas que maximizam a ingestão de alimento por unidade de tempo e inclusão do Capim Aruana em consórcio com o milho no arranjo de sucessão de culturas sendo a fonte de alimento forrageiro no período de estabelecimento das pastagens de inverno. O experimento foi realizado na cidade de Guarapuava/PR, na Fazenda Capão Redondo, localizada no alto do Terceiro Planalto Paranaense (-25.39278° O, -51.84575° S) a 1006 m de altitude, em uma região de clima Cfb (subtropical úmido) e solo classificado como Latossolo Bruno Alumínico associado a Cambissolo. A pesquisa foi conduzida em cinco fases, sendo elas: Pastagem 1, Grão Milho, Pastagem 2, Pastagem 3 e Grão Soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições e dois tratamentos na primeira fase Pastagem 1 e três tratamentos nas fases seguintes. Os tratamentos na primeira fase foram: [a] SIPA: caracterizado pelo sistema que tem pastejo no período hibernal e recebe adubação nitrogenada; [b]: SA: caracterizado pelo sistema que não tem pastejo no período hibernal e recebe adubação nitrogenada. Nas fases Grãos, Pastagem 2 e Pastagem 3, além dos tratamentos já descritos, foi adicionado um tratamento (SIPAaruana) pela semeadura e cultivo intercalar, na forma de consórcio, de *Megathyrus maximum* cv Aruana na cultura do milho. Nestas parcelas foi feito, pastejo outonal sobre o capim aruana e pastejo hibernal sobre a cultura subsequente. As avaliações na fase Grão Milho foram de plantabilidade, componentes de rendimento e produtividade do milho, na fase Grão Soja, foram referentes aos componentes de rendimento e produtividade e nas fases que tinham pastagens foram avaliados parâmetros de estrutura e composição química de dossel, produção de forragem e animal. Os tratamentos não apresentaram diferença ($P > 0,05$) na produção total de grãos de milho e soja. O pastejo animal determinou maior ($P < 0,05$) produção de matéria seca. Não foram encontradas diferenças significativas na plantabilidade de milho nos diferentes sistemas de produção. O consórcio de milho e capim Aruana não teve efeito significativo sobre os componentes de rendimento do milho. O capim Aruana produziu 8083 kg MS ha⁻¹ e se mostra como alternativa para o fornecimento de forragem no período de estabelecimento das forrageiras hibernais. O pastejo animal e a inclusão do capim Aruana aumentam a produção de biomassa e a ciclagem de nutrientes em SIPA.

Palavras-chave: consórcio, pastejo, produção animal, sistema integrado de produção agropecuária.

ABSTRACT

DAMBROS, Pedro Horevicz. Intensifying Agricultural-Cattle Raising Systems in a high altitude region by using cattle grazing in a maize-arua grass consortium. 96 f. Dissertation (Master in Agronomy) – Postgraduate Program in Agronomy (Concentration Area: Soils and Integrated Agricultural Production Systems), Federal Technological University of Paraná – Pato Branco (UTFPR), 2023.

The main objective of this research was evaluating the possibility of intensifying food production in high-altitude regions from animal grazing managed under different heights that maximize feed ingestion per unit of time, and including arua grass preceding corn as the source of animal feed during the time winter pastures are established. The experiment was conducted at Guarapuava/PR, at Fazenda Capão Redondo, located on the Terceiro Planalto Paranaense highlands, (-25.39278° W, -51.84575° S), 1006 m.a.s.l. with a Cfb climate (Köppen). The soil is classed as oxysol associated with cambisols. The research was conducted in 5 phases: Pasture 1, Corn Grain, Pasture 2, Pasture 3 and Soybean. The experimental design was randomized blocks with four replicates and two treatments on the phase Pasture 1 and three treatments on the following phases. Treatments on the first phase were: [a] SIPA: characterized by a system with winter grazing, receiving nitrogen fertilization [b] SA: characterized as a system with no winter grazing, receiving nitrogen fertilization. On the phases Corn Grain, Soybean, Pasture 2 and Pasture 3, in addition to the described treatments, a new treatment was added (SIPAAruana) by sowing on the interrows of corn, of *Megathyrsus maximum* cv Arua. On those plots, autumn grazing was conducted on the arua grass and winter grazing on the following crop. The evaluations on the phase Corn Grain were plantability, yield components and yield per hectare, on the phase Soybean, yield components and yield per hectare, and on the phases Pasture 1; 2 and 3, parameters related to canopy structure and chemical aspects, biomass and animal weight gain. The treatments were not different ($P>0.05$) on Corn Grain and Soybean yield. Animal grazing modifies the canopy structure, stratifies pasture height and induces a higher system biomass yield. No differences were found for Corn plantability on the different production systems. Intersown corn and arua grass had no effect on the corn yield components. Arua grass yielded 8083 kg MS ha and presents itself as an alternative to provide forage during winter pastures establishment. Animal grazing and the inclusion of arua grass in the system increased the biomass yield and modified the cycled nutrients concentration in the system.

Keywords: consortium; grazing; animal production; integrated crop-livestock systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Utilização de área para produção de alimentos no Brasil e nos estados do sul em 2022.....	20
Figura 2 - Representação atividades produtivas dentro de cada tratamento no escopo deste experimento, sendo: a) sistema agrícola (SA); b) sistema integrado de produção agropecuária (SIPA); c) sistema integrado de produção agropecuária com a inclusão do capim Aruana (SIPAaruana) no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	27
Figura 3 - Croqui da área experimental utilizado na primeira fase (Pastagem 1) no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	28
Figura 4 - Croqui da área experimental para a segunda fase do experimento (Grão Milho) no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	29
Figura 5 - Participação (%) de diferentes intervalos de altura de pasto na composição do dossel forrageiro de pastagem mista de azevém e centeio aos 60, 90 e 109 DAS, sob diferentes sistemas de produção (a) SIPA e (b) SA em diferentes momentos do ciclo da pastagem, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR	51
Figura 6 - Histograma das profundidades de deposição de sementes de milho, sob diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	58
Figura 7 - Marcha da emergência de sementes de milho, semeado em diferentes sistemas de produção no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	59
Figura 8 - Participação (%) de diferentes intervalos de altura de pasto na composição do dossel forrageiro de pastagem de aveia, sob diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA em diferentes momentos do ciclo da pastagem (a): 20/06; (b): 11/07; (c): 01/08; (d): 29/08; (e): 01/10 e (f): 24/10 no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	70
Figura 9 - Regressão linear para massa de forragem final e altura de pasto de aveia branca sob pastejo no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR....	71
Figura 10 - Taxa de acúmulo diária, produção total de forragem e altura de pasto de aveia em diferentes sistemas de produção (a) SIPAaruana, (b) SIPA e (c) SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos de solo, analisados de 0 - 20 cm, em todas fases do experimento, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	25
Tabela 2 - Precipitação, temperatura média, mínima e máxima em todo período experimental, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	26
Tabela 3 - Cronograma global do experimento com 645 dias de avaliação no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	33
Tabela 4 - Limites de tolerância para as variações de espaçamentos (Xi) e tipo de espaçamento, conforme metodologia descrita por (KURACHI et al., 1989).....	38
Tabela 5 - Valores médios relacionados ao desempenho produtivo e estrutura de dossel forrageiro de pastagem mista de azevém e centeio, sob dois sistemas de produção agropecuários SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	50
Tabela 6 - Regressões lineares obtidas através de 30 pontos amostrais no tratamento com pastejo (SIPA), sob pastagem mista.....	52
Tabela 7 - Desempenho de vaquilhonas Aberdeen em pastagem mista de azevém e centeio em SIPA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	53
Tabela 8 - Concentração de nutrientes na matéria seca da massa de forragem residual de pastagem mista de azevém e centeio em diferentes sistemas de produção SIPA e SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	54
Tabela 9 - Avaliação de parâmetros da plantabilidade de milho em diferentes sistemas de produção agropecuária SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	56
Tabela 10 - Componentes de desenvolvimento vegetativo, componentes de rendimento e produtividade de milho cultivado em diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	60
Tabela 11 - Caracterização, desempenho e produção da <i>Megathyrus maximum</i> cv. Aruana semeada em consórcio com milho durante o desenvolvimento da cultura granífera e após sua colheita, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	62
Tabela 12 - Desempenho produtivo de novilhas Aberdeen Angus sobre pastagem de <i>Megathyrus maximum</i> cv. Aruana em sistema integrado de produção agropecuária no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	64
Tabela 13 - Concentração de nutrientes na palhada de milho e massa de forragem de <i>Megathyrus maximum</i> cv. Aruana, após 43 dias da colheita do milho e 22 dias de pastejo animal no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	65
Tabela 14 - Valores médios relacionados ao desempenho produtivo e estrutura de dossel forrageiro aveia, sob três sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	67
Tabela 15 - Médias da altura de planta, altura de planta com perfilho estendido e massa de forragem de aveia em diferentes momentos do cultivo sob três sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	68

Tabela 16 - Altura de pasto real durante o período de cultivo de aveia branca sob pastejo de novilhas Aberdeen Angus, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	71
Tabela 17 - Carga animal média (kg PC ha ⁻¹) durante o período de ocupação na Fase Pastagem 3, sob diferentes tratamentos SIPAaruana e SIPA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	72
Tabela 18 - Teor de proteína bruta (%) na matéria seca de pastagem de aveia, obtido através da simulação de pastejo pelo método (<i>hand-plucking</i>) em diferentes momentos do cultivo sob dois sistemas de produção SIPAaruana e SIPA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR...	75
Tabela 19 - Desempenho produtivo de novilhas Aberdeen Angus em pastagem de aveia em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária SIPAaruana e SIPA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR...	75
Tabela 20 - Concentração de nutrientes na massa de forragem residual de pastagem de aveia em diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	77
Tabela 21 - Componentes de rendimento e produtividade de soja sob três diferentes sistemas de produção, SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	79
Tabela 22 - Produção total e receita bruta de diferentes sistemas de produção no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

® = registro de marca

°C = graus célsius

Ac = acúmulo

ALT = altura

ALT.f = altura final

ALT.m = altura média

ALTP = altura de planta

ALTP.pe = altura de planta com perfilho estendido

Am = Área de solo mobilizada

C = carbono

C/N = relação carbono nitrogênio

C4 = plantas C4

Ca = cálcio

CA = carga animal

Ca/Mg = relação cálcio/magnésio

CaCl₂ = cloreto de cálcio

Cfb = clima temperado, com verão ameno

CH₄ = gás metano

cm³ = centímetros quadrados

CO₂ = gás carbônico

CO₂eq = gás carbônico equivalente

COam = carbono orgânico associado a minerais

COp = carbono orgânico particulado

COT = carbono orgânico total

CR = comprimento de raiz

CTC = capacidade de troca de cátions

CV% = coeficiente de variação

cv. = cultivar

DAS = dias após semeadura

DC = dias de ciclo

DP = dias de pastejo

DPP = densidade populacional de perfilhos
DPP.f = densidade populacional de perfilhos final
DPP.m = densidade populacional de perfilhos média
Esp_ac = espaçamento aceitável
Esp_dup = espaçamento duplo
Esp_fal = espaçamento falho
Est_plan.i = estande de plantas inicial
Est_plan.f = estande de plantas final
FE = fileiras por espiga
GE = grãos por espiga
GEE = gases de efeito estufa
GF = grãos por fileira
GMD = ganho médio diário
GPM = ganho de peso médio
GPS = sistema de posicionamento global
GPV = ganho de peso vivo
ha = hectare
IAF = índice de área foliar
IE = inserção de espiga
iLP = integração lavoura pecuária
K₂O = óxido de potássio
Kg = quilograma
kPa = kilopascal
LA = lotação animal
Larg_sulc = largura de sulco
m² = metros quadrados
MAP = fosfato monoamônico
MF = massa de forragem
MF.c = massa de forragem na colheita
MF.io = massa de forragem início do período de ocupação
MF.m = massa de forragem média
MF.r = massa de forragem residual
Mg = magnésio
MJ = megajoule

mm = milímetros
MO = matéria orgânica
MS = matéria seca
N = nitrogênio
NDT = nutrientes disponíveis totais
NITA = núcleo de inovação tecnológica em agropecuária
P1000g = peso de mil grãos
 P_2O_5 = pentóxido de fósforo
PB% = teor de proteína bruta
PC = peso corporal
PCI = peso corporal inicial
PE = peso por espiga
Perf.f.p = perfilhos florescidos por planta
Perf.p = perfilhos por planta
Pf = perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro
pH = potencial hidrogeniônico
Plan/m² = plantas por m²
Pn = perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro
PR = Paraná
PROD.t = produção total
P-valor = probabilidade de significância
R² = coeficiente de correlação
RFA = radiação fotossinteticamente ativa
RTK = real time kinematic
s = segundo
SC = Santa Catarina
SCM = sistema cultivo mínimo
SIPA = sistemas integrados de produção agropecuária
SP = São Paulo
SPC = sistema de plantio convencional
SPD = sistema plantio direto
TxAc = taxa de acúmulo
U.A = unidade animal
umol = micromol

V% = saturação de bases

V10 = estágio fenológico milho

V4 = estágio fenológico milho

VR = volume de raiz

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1.	Consórcio de milho com forrageiras perenes de verão.....	18
2.2.	A diminuição dos dias de pousio a partir do forrageamento outonal	19
2.3.	O manejo das pastagens em SIPA.....	22
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1.	Local, época e características de solo.....	25
3.2.	Tratamentos.....	26
3.3.	Delineamento experimental.....	27
3.4.	Condução experimental.....	29
3.4.1.	Fase Pastagem 1.....	29
3.4.2.	Fase Grão Milho.....	30
3.4.3.	Fase Pastagem 2.....	31
3.4.4.	Fase Pastagem 3.....	31
3.4.5.	Fase Grão Soja.....	32
3.5.	Avaliações e metodologias.....	34
3.5.1.	1ª Fase (Pastagem 1).....	34
<u>3.5.1.1.</u>	<u>Altura de pasto (ALT).....</u>	<u>34</u>
<u>3.5.1.3.</u>	<u>Massa de forragem (MF).....</u>	<u>34</u>
<u>3.5.1.4.</u>	<u>Massa de forragem residual (MF.r).....</u>	<u>35</u>
<u>3.5.1.6.</u>	<u>Produção total (PROD.t).....</u>	<u>35</u>
<u>3.5.1.7.</u>	<u>Concentração de nutrientes na massa de forragem residual (% nutriente).....</u>	<u>36</u>
<u>3.5.1.8.</u>	<u>Carga animal (CA).....</u>	<u>36</u>
<u>3.5.1.9.</u>	<u>Taxa de lotação animal (LA).....</u>	<u>36</u>
<u>3.5.1.10.</u>	<u>Ganho de peso vivo (GPV).....</u>	<u>36</u>
<u>3.5.1.11.</u>	<u>Ganho médio diário (GMD).....</u>	<u>37</u>
3.5.2.	2ª Fase (Grão Milho).....	37
<u>3.5.2.1.</u>	<u>Plantabilidade.....</u>	<u>37</u>
<u>3.5.2.1.1.</u>	<u>Área de solo mobilizada (Am).....</u>	<u>37</u>
<u>3.5.2.1.2.</u>	<u>Largura de sulco (Larg_sulc).....</u>	<u>37</u>
<u>3.5.2.1.3.</u>	<u>Profundidade de deposição de sementes (P.sem).....</u>	<u>38</u>

3.5.2.1.4. Uniformidade de distribuição de plantas.....	38
3.5.2.1.5. Marcha de emergência de plantas.....	38
3.5.2.1.6. Estande de plantas inicial (Est_plan.i).....	39
<u>3.5.2.2. Componentes de rendimento.....</u>	<u>39</u>
3.5.2.2.1. Estande de plantas final (Est_plan.f).....	39
3.5.2.2.2. Diâmetro de colmo (DC), altura de planta (ALTP) e altura de inserção de primeira espiga também (IE).....	39
3.5.2.2.3. Número de grãos por fileira (GF), número de fileiras por espiga (FE) e número de grãos por espiga (GE).....	40
3.5.2.2.4. Peso de mil grãos (P1000g).....	40
3.5.2.2.5. Peso por espiga (PE).....	40
3.5.2.2.6. Produção total de grãos de milho (PROD.t).....	40
3.5.2.2.7. Determinação de concentração de nutrientes no resíduo.....	41
3.5.3. 3ª Fase (Fase Pastagem 2).....	41
<u>3.5.3.1. Número de plantas por m² (Plan/m²).....</u>	<u>41</u>
<u>3.5.3.2. Número de perfilhos por planta (Perf.p), número de perfilhos florescidos por planta (Perf.f.p) e altura de planta com perfilho estendido (ALTP.pe).....</u>	<u>41</u>
<u>3.5.3.3. Massa de forragem final antes da colheita (MF.c).....</u>	<u>41</u>
<u>3.5.3.4. Massa de forragem início do período de ocupação (MF.io).....</u>	<u>42</u>
<u>3.5.3.5. Massa de forragem residual (MF.r).....</u>	<u>42</u>
<u>3.5.3.6. Taxa de acúmulo diária (TxAc).....</u>	<u>42</u>
<u>3.5.3.7. Proteína bruta (PB%).....</u>	<u>43</u>
<u>3.5.3.8. Análise química do tecido vegetal.....</u>	<u>43</u>
<u>3.5.3.9. Volume de raiz (VR) e comprimento de raiz (CR).....</u>	<u>43</u>
<u>3.5.3.10. Ganho de peso vivo (GPV).....</u>	<u>44</u>
<u>3.5.3.11. Ganho médio diário (GMD).....</u>	<u>44</u>
<u>3.5.3.12. Carga animal (CA).....</u>	<u>44</u>
<u>3.5.3.13. Taxa de lotação animal (LA).....</u>	<u>44</u>
3.5.4. 4ª Fase (Fase Pastagem 3).....	44
<u>3.5.4.1. Altura de planta (ALTP), altura de planta com perfilho estendido (ALTP.pe).....</u>	<u>45</u>
<u>3.5.4.3. Densidade populacional de perfilhos (DPP).....</u>	<u>45</u>
<u>3.5.4.4. Taxa de acúmulo (TxAc) e produção total (PROD.t).....</u>	<u>45</u>
<u>3.5.4.5. Massa de forragem.....</u>	<u>46</u>
<u>3.5.4.6. Carga animal (CA).....</u>	<u>46</u>
<u>3.5.4.7. Taxa de lotação animal (LA).....</u>	<u>47</u>

3.5.4.8.	Ganho médio diário (GMD).....	46
3.5.4.9.	Ganho de peso vivo por área (GPV).....	47
3.5.5.	Fase Grãos Soja.....	47
3.5.5.1.	Estande final de plantas.....	47
3.5.5.2.	Número de vagens por planta (VP).....	47
3.5.5.3.	Número de grãos por vagem (GV).....	48
3.5.5.4.	Peso de mil grãos (P1000g).....	48
3.5.5.5.	Produção total de grãos (PROD.t).....	48
3.6.	Análise estatística.....	48
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1.	O efeito do pastejo bovino sobre a produtividade de matéria seca, estrutura de dossel e composição química de forrageiras hibernais.....	50
4.2.	Plantabilidade de milho sob diferentes sistemas de produção.....	56
4.3.	O efeito da inclusão do capim Aruana e do pastejo animal sobre os componentes de rendimento de milho, produção de biomassa forrageira e a produção animal na entressafra verão/inverno.....	60
4.4.	O efeito da inclusão do capim Aruana e seu pastejo outonal, sobre o desempenho da cultura de inverno subsequente (aveia) e de novilhas Aberdeen Angus em pastejo sob lotação contínua.....	67
4.5.	A produtividade de soja em sistemas integrados de produção agropecuária.....	78
4.6.	Produção de diferentes sistemas agropecuários.....	80
5.	CONCLUSÃO.....	82
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
	REFERÊNCIAS.....	84

1. INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas na maioria do território da região sul do Brasil, permite altas produções de alimento por unidade de área, contudo, dos 22,2 milhões de hectares cultivados no do sul do Brasil, somente 3,4 milhões são utilizados para cultivo de cereais de inverno (CONAB, 2022).

Em regiões de clima Cfb, que representam aproximadamente 25% do território da região sul do Brasil os dias de inverno são frios e rigorosos e perduram por um longo período no ano. O cultivo da segunda safra de verão, bem como de cereais de inverno semeados tardiamente, tem riscos cada vez mais presentes, pelas mudanças climáticas que ocorrem a nível de mundo, relatadas no último painel intergovernamental sobre mudança do clima (IPCC, 2021).

A produção animal, a partir de bovinos de corte a pasto, pode intensificar a produção de sistemas agropecuários situados nestas regiões, conferir resiliência econômica e sustentabilidade ambiental (DE ALBUQUERQUE NUNES et al., 2021). Entretanto, dois problemas ainda limitam os agroecossistemas produtores de grãos e carne a aumentarem sua eficiência produtiva em regiões de altitude. O primeiro, vazio forrageiro outonal e seu impacto sobre a produtividade do sistema, e o segundo, o efeito do componente animal sobre os componentes de rendimento e produção de grãos cultivados no verão.

Desta forma, as hipóteses deste trabalho são que: [a] a inclusão do bovino no período do inverno em área agricultáveis aumenta a produção de biomassa no inverno, não compromete a plantabilidade de milho e sua produtividade; [b] nos sistemas pastejados e com cultivo consorciado do *Megathyrus maximum* cv. Aruana, não há diminuição da produtividade de grãos; [c] a introdução dos ruminantes nos sistemas de produção com o capim Aruana em consórcio com o milho, antecedendo o cultivo da pastagem anual de inverno, aumenta a produtividade global do sistema.

Objetivou-se avaliar a intensificação da produção de alimentos em regiões de altitude a partir do manejo do pastejo em intervalos de alturas que maximizam a ingestão de alimento por unidade de tempo, e da inclusão do capim Aruana em consórcio com o milho para suprir a demanda de forragem durante o período de vazio forrageiro de outono na região sul do Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Consórcio de milho com forrageiras perenes de verão

A ausência de chuva na entressafra do Cerrado e a dificuldade em produzir biomassa após a colheita de grãos de milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), entre outros, culminou no surgimento no final dos anos 90 no “Sistema Santa Fé”, que se refere ao consórcio de milho com gramíneas forrageiras C4, perenes de verão (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

O objetivo central do consórcio de milho com forrageiras C4 visa aproveitar o período das águas para o desenvolvimento da forrageira C4 em consórcio com o cultivo do milho, e posteriormente ser utilizada para o pastejo ou como adubação verde/cobertura de solo durante a época das secas no cerrado brasileiro. Alguns estudos mostram que a interferência das forrageiras do gênero *Urochloa* sp. sobre a produtividade de milho não é evidenciada quando semeadas em concomitância ou no estágio V4 do milho (TSUMANNUMA, 2004; RICHART et al., 2010; DE ALMEIDA et al., 2017; SANTIANI et al., 2020), bem como não tem diferença significativa sobre a produtividade de milho (6.562 kg ha⁻¹) em relação ao sistema plantio direto - SPD (7.487 kg ha⁻¹), sistema plantio convencional - SPC (6.187 kg ha⁻¹) e sistema de cultivo mínimo - SCM (5.847 kg ha⁻¹) do cultivo do milho solteiro na região nordeste do país (PEREIRA et al., 2009).

Borghi e Crusciol (2007) verificaram que não há diferença significativa na produtividade de milho em consórcio com forrageiras do gênero *Urochoa* quando semeados em espaçamento entre linhas de 0,45 e 0,9 m. Contudo, Brambilla et al. (2009) demonstraram que em situações de déficit hídrico o adensamento de plantas por unidade de área influencia na produtividade de milho em consórcio com a mesma forrageira. Ceccon et al. (2014) verificaram diminuição na produtividade, taxa de enchimento de grãos e taxa de crescimento vegetativo do milho em cultivo consorciado com populações de *Urochloa* sp acima de 5 plantas m². Da mesma forma, (SOUZA, 2020) verificou que a partir de 6 plantas m² em *Megathyrus maximum* cv. Aruana houve redução da produtividade de grãos de milho.

O ponto chave para o sucesso do consórcio está ligado ao rápido crescimento da planta de milho, com grande interceptação de luz por suas folhas, formando especialmente em espaçamentos de 0,45 m, um ambiente sombreado próximo ao

solo, com baixa incidência de radiação fotossintética. A consequência disso é a diminuição significativa no acúmulo de biomassa em várias espécies perenes de verão, ocasionado pela insuficiência de incidência de radiação fotossintética ($1,08 \text{ MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$) (SOARES et al., 2009; TSUMANUMA et al., 2012). A diminuição do espaçamento entre as linhas de cultivo de milho diminui significativamente a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) que chega ao solo em espaçamentos de 45 cm ($74,95 \text{ umol m}^2 \text{ s}^{-1}$) e 90 cm ($240,55 \text{ umol m}^2 \text{ s}^{-1}$) (Makino, 2015).

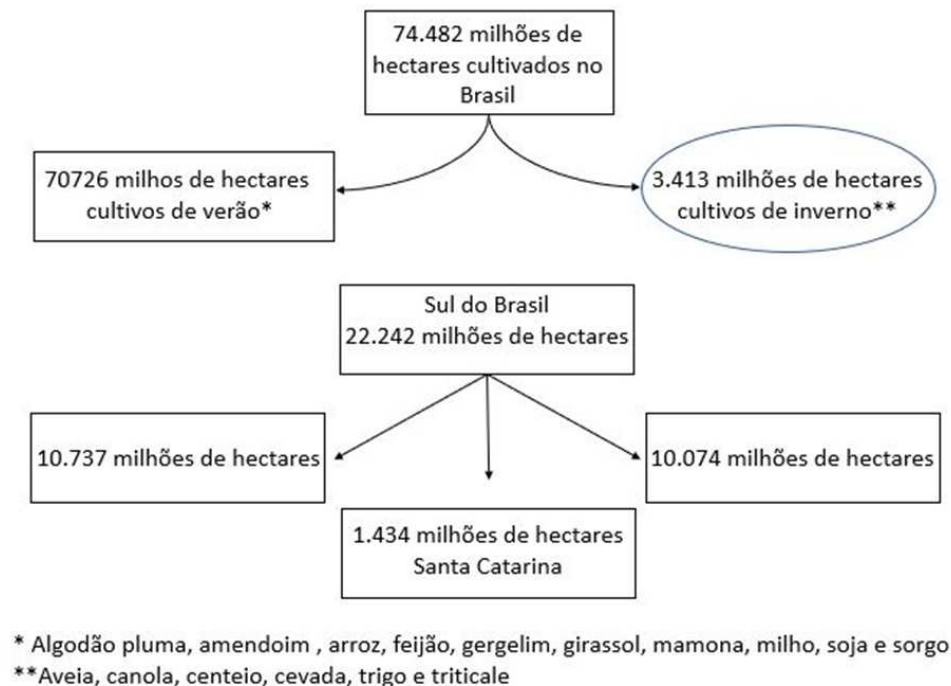
A espécie forrageira tropical também apresenta importância para o sucesso do consórcio com o milho. Tsumanuma (2004), avaliou o cultivo de milho consorciado com três espécies diferentes de forrageiras do gênero *Urochloa*, com diferentes épocas de semeadura (no momento da semeadura do milho e no estágio v4 do milho), e verificou diferença no o acúmulo de matéria de *Urochloa* sp. médio de todas as forrageiras cultivadas, sendo de até: o florescimento ($370 \text{ kg.MS ha}^{-1}$); a colheita ($880 \text{ kg.MS ha}^{-1}$); e, 60 dias após a colheita do milho (2740 kg ha^{-1}). Esta situação de baixo acúmulo de matéria seca durante o período de cultivo consorciado é essencial para não prejudicar o desenvolvimento do milho durante o período crítico de crescimento, que ocorre aproximadamente entre o 20º ao 60º dia - momento de definir o potencial produtivo para que não haja competição da planta forrageira com a cultura granífera (HALL et al., 1992; BALBINOT et al., 2016).

Em regiões de clima temperado, Bottega et al. (2017) não observaram diferença significativa na produção de milho grão entre cultivos consorciados com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (7.062 kg ha^{-1}), *Urochloa brizantha* cv. Marandu (6.918 kg ha^{-1}) e *Urochloa ruziziensis* cv. Ruziziensis (6.325 kg ha^{-1}).

2.2. A diminuição dos dias de pousio a partir do forrageamento outonal

O Brasil na safra de 2021/22 cultivou aproximadamente 70 milhões de hectares, dos quais 30% se concentram na Região sul do Brasil (Figura 1). Embora o Sul do Brasil seja a terceira região mais produtiva do país (CONAB, 2022), a diferença de área cultivada no verão em relação à utilizada no inverno demonstra que grande parte da área deixa de ser cultivada no inverno para produção de grãos ou proteína de origem animal.

Figura 1 - Utilização de área para produção de alimentos no Brasil e nos estados do sul em 2022.



Adaptado de (CONAB, 2022)

O Sul do Brasil tem aproximadamente 25% de seu território sob clima Cfb (clima temperado, com verão ameno; chuvas uniformemente distribuídas; sem estação seca definida; temperatura média do mês mais quente não chega a 22°C; precipitação de 1.100 a 2.000 mm; geadas severas e frequentes, num período médio de ocorrência de 10 a 25 dias anualmente) (ALVARES et al., 2014). Estas características trazem algumas dificuldades em cultivar duas safras de verão e mais uma de inverno, como em regiões de clima mais quente. Desta forma, a produção de bovinos de corte pode ser uma alternativa a ser inserida como componente do agroecossistema nestas regiões de clima Cfb e de altitude para a intensificação da produção, aumento na produção de biomassa pelo sistema e diminuição dos riscos a longo prazo (DE ALBUQUERQUE NUNES et al., 2021).

Estima-se que na safra 2020/21 o Brasil chegou a 17,4 milhões de hectares cultivados em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) (Polidoro et al., 2020), dos quais 3,880 milhões de hectares estão na Região sul do Brasil frente aos 7.293 milhões de hectares cultivados. Além da área disponível, deve-se considerar o número de dias de sua utilização, em que a redução do período entre colheita de

grãos e o início do período de ocupação das pastagens de inverno representa outro desafio para a intensificação da produção em SIPA.

A diminuição dos dias de pousio e/ou entressafra em SIPA pode ser viabilizada pela semeadura das safras com cultivares e espécies de ciclos diferentes, uso de forrageiras de inverno com ciclos curtos e longos (Miotto et al., 2014), sobressemeadura na cultura de grãos com culturas anuais estivais (*Pennisetum americanum* e *Sorghum sudanense*) e perenes do gênero (*Urochloa* e *Megathyrsus maximum*) (Candiotto, 2021; Machado et al., 2017); sobressemeadura em pastagens perenes estivais com forrageiras hibernais (*Avena strigosa* Scherb. e *Lolium multiflorum* Lam.) (Gerdes et al., 2005).

Forrageiras perenes de verão do gênero *Urochoa sp*, em consórcio com milho, aos 110 dias após emergência, produziram de 2752 kg MS ha⁻¹ à 5516 kg MS ha⁻¹ (Pariz et al., 2010), e não tiveram efeito significativo sobre a produtividade de milho. A plasticidade do capim Aruana em manter a taxa de acúmulo inicial baixa quando limitadas de radiação ativa fotossíntese (RAF), produzindo somente 38,8 kg MS ha⁻¹, até o 87º dia após a semeadura, chegando a produção total de 11317 kg.MS ha⁻¹ aos 284 dias após semeadura (DAS) (Correia; Leite; Daniel, 2011) condicionam este arranjo como potencial aliado no forrageamento nas entre safras.

As forrageiras da espécie *Megathyrsus maximum* reduzem o seu acúmulo de matéria seca de forma significativamente maior, quando relacionado a espécies dos gêneros *Urochloa* e *Cynodon* e preservam seu valor nutritivo em ambientes sombreados (SOARES et al., 2009). Esta forrageira pode tornar-se uma alternativa de forrageamento outonal eficiente sob a produção de ruminantes de corte devido sua capacidade suporte (2356 kg PC ha⁻¹) (Souza, 2018), possibilitando ganho médio diário (GMD) próximo 1 kg PC ha⁻¹ dia⁻¹ e ganho de peso por área próximo a 5 kg PC ha⁻¹ dia⁻¹ (BRÂNCIO et al., 2003).

O capim Aruana, por exemplo, tem potencial de produção de biomassa com teores de proteína bruta (PB%) de 14% e 70% de digestibilidade *in vitro*, quando não exposto a restrição hídrica (GERDES et al., 2005). Bem como, não há diferença significativa no valor nutricional de algumas forrageiras do gênero *Urochloa sp*. consorciadas com milho, após colheita do milho, com médias de 56% de nutrientes disponíveis totais (NDT) e 10,9% de proteína bruta (PB%) na matéria seca (PARIZ et al., 2010), podendo alimentar bovinos de corte após a colheita das culturas de

verão, até o momento em que pastagens de inverno estejam aptas a receber o pastejo.

Sistemas de produção de alimentos devem ser planejados a fim de zerar os dias de pousio das áreas, e em regiões de altitude, este movimento deve ser feito a partir do planejamento forrageiro em agroecossistemas como são os SIPA. Dentro desta óptica, o consórcio de milho com capim Aruana pode ser uma alternativa eficiente para o forrageamento outonal em regiões do sul do Brasil.

2.3. O manejo das pastagens em SIPA

Um dos fortes questionamentos sobre a inclusão do animal em SIPA é o impacto sobre a estrutura física do solo. Apesar da pressão exercida pelo casco do animal sobre o solo na ordem de 350 a 400 KPa (Proffitt et al., 1993), esta ocorre somente nas camadas superficiais (0-5 cm) e a compactação desta camada está relacionada com a carga total, sendo menos relevante em relação àquela atribuída aos implementos agrícolas e ao seu tráfego sobre a área (HAMZA; ANDERSON, 2005).

Quando o manejo do pastejo é realizado de forma correta, não tem sido verificado comprometimento da produtividade de milho (Assmann, 2003), soja (Flores et al., 2007), feijão (Aiolfi, 2018) cultivados após a fase de pastagem. Além disso, as culturas destinadas à produção de grãos apresentam grande potencial de descompactar o solo pela ação de suas raízes, aumentando a porosidade do solo (Tatto et al., 2022). A descompactação da camada superficial, especialmente na linha de plantio, também ocorre pelo equipamento agrícolas utilizados na semeadura dos cultivos de grãos (BRITO; 2019).

O método de pastejo e sua intensidade impactam diretamente na estrutura do dossel forrageiro, que condiciona inúmeras ações e reações, entre elas o comportamento ingestivo de herbívoros, os impactos sobre o solo e a produtividade por área (CARVALHO et al., 2001). O consumo de matéria seca diária pelo animal pode variar conforme a oferta de forragem disponível no momento do bocado, e está relacionado ao tempo que o animal destina procurando por *patch's* (locais de alocação do bocado) que maximizem sua ingestão de matéria seca diária (MEZZALIRA et al., 2014). Quanto maior a intensidade do pastejo, maior serão os pontos com baixa massa de forragem (NUNES, 2019).

O herbívoro usa de duas estratégias para maximização do seu consumo: aumento do volume de bocado ou diminuição dos movimentos de bocado de manipulação de pasto (NEWMAN; PARSONS; PENNING, 1994). Desta forma, métodos de pastejo que diminuem a oferta de forragem resultam em aumento do tempo de pastejo diário (MEZZALIRA et al., 2014) e diminuem a produção de matéria seca pela falta de aparato fotossinteticamente ativo (WATSON, 1947). Isso tende a elevar os efeitos negativos do pisoteio animal sobre a física do solo ao longo do tempo, especialmente em pastagens manejadas abaixo de 10 cm (MOREIRA et al., 2014).

A composição do dossel forrageiro e heterogeneidade espacial em pastagens de aveia e azevém manejadas em alturas entre 20 a 30 cm, tem de 75 a 80% do dossel forrageiro em um intervalo de 10 a 29,99 cm de altura, condições estas que proporcionaram GMD de 1,24 e 1,08 kg PC animal⁻¹ dia⁻¹ (NUNES et al., 2019), pela manutenção da oferta de forragem e estruturas que maximizem a ingestão de nutrientes pelo animal (CARVALHO et al., 2016). Nesse sentido, para a construção de sistemas de produção eficientes o manejo de desfolha deve ocorrer com baixa intensidade e alta frequência (SCHONS, 2015).

Assmann (2003) mostra em seu trabalho que um sistema de produção tem capacidade de produzir 10.167 kg ha⁻¹ de grãos de milho, com pastejo no período hibernar e toda adubação nitrogenada sendo aplicados no início do estabelecimento da forrageira de inverno, que antecede o cultivo de grãos. Conforme Bernardon (2016), a pastagem de azevém quando fertilizada com nitrogênio pode produzir quase 38% (5,3 t MS ha⁻¹) a mais de biomassa comparada à mesma forrageira não fertilizada, apresentando 28% mais nitrogênio na biomassa produzida.

As forrageiras respondem ao pastejo animal, e a falta ou excesso de aparato fotossintético acumulam quantidade menores de biomassa (Brougham, 1957). A desfolhação pode manter as forrageiras com aparato fotossinteticamente ativo sob incidência luminosa sem intermitência e com sequestro de carbono em balanço positivo sobre a respiração celular (BIRCHAM; HODGSON, 1983).

Congio et al. (2021), a partir de um banco de dados com 4.208 animais de diferentes países aponta o manejo racional ou adequado de pastagens como fator de aumento na ordem de 15% na ingestão de matéria seca, 13% produção de leite e 70% ganho de peso diário bovino. Interessante ressaltar que os sistemas pastoris compostos botanicamente por aveia e azevém manejados em uma altura média de

20 cm apresentam GMD 23% maior (274 g PC animal⁻¹ dia⁻¹) e gasto energético 49% (3230 kg CO₂eq ha⁻¹ ano⁻¹) menor quando comparamos ao manejo em 10 cm de altura (DE SOUZA FILHO et al., 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local, época e características de solo

O experimento foi realizado na Fazenda Capão Redondo, localizada no município de Guarapuava, Paraná, Brasil (-25.39278° O, -51.84575° S), a 1005,7 m de altitude. O clima da região clima é Cfb (temperado de verão ameno) segundo classificação de Koppen (Alvares et al., 2014) em um solo classificado como Latossolo Bruno Alumínico associado a Cambissolo (SANTOS et al., 2018). A área tem histórico de utilização da semeadura direta de longo prazo, sendo utilizada para produção vegetal no verão e animal (bovino de corte) sobre pastagens hibernais no período de inverno. A área experimental tem 24 ha e está sendo utilizada em uma pesquisa de médio/longo prazo, em um protocolo de estudo sobre as diversas interfaces dos SIPA.

Em todo período de experimentação, foram retiradas amostras de solo de 0 -20 cm georreferenciadas nos mesmos pontos, através do equipamento SoloStar – Falker, para determinação dos atributos químicos de solo de todas as fases deste experimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos de solo, analisados de 0 - 20 cm, em todas fases do experimento, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Atributos químicos														
Tratamento	ph	MO	Ca/ Mg	CTC	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Al	V%	P	S
	CaCl ₂	g dm ³		-----cmol _c dm ³ -----							-----Saturação %-----			--mg dm ³ --
Fase Pastagem 1														
SIPA	5,5	54	2,1	15,5	7,1	3,5	0,3	46,8	22,3	1,6	0	71	8,6	3,9
SA	5,4	53	2	16	7,1	3,7	0,2	44,3	23,3	1,3	0	69	9,2	5,2
Fase Grão Milho/Pastagem 2														
SIPAAruana	5,2	44	2,4	14,2	6	2,6	0,3	42,2	18,3	2,6	0,7	63	7,8	28,7
SIPA	5,3	43	2,2	14,5	6,1	3	0,3	41,7	20,4	2,1	0,4	64	8,9	35,1
SA	5,3	50	2,2	14,2	5,9	3	0,3	41,6	21	2,2	0,3	65	7,5	24,7
Fase Pastagem 3														
SIPAAruana	5,2	44	2,4	14,2	6	2,6	0,3	42,2	18,3	2,3	0,8	63	7,8	28,7
SIPA	5,2	44	2,2	14,5	6,1	3,1	0,3	41,7	21,2	2	0,2	64	8,9	36,7
SA	5,3	52	2	14,2	5,8	3,1	0,3	41	21,6	2,2	0,3	64	7,5	25,4
Fase Grão Soja														
SIPAAruana	5,5	53	3,1	14,7	7,2	2,5	0,3	49,0	17,1	2,3	0,0	69	6,4	13,1
SIPA	5,4	51	3,6	14,4	7,2	2,1	0,4	50,0	14,4	2,7	0,0	67	7,5	13,0
SA	5,2	58	2,3	15,0	6,3	2,7	0,5	42,0	18,7	3,5	0,1	64	5,9	12,4

(ph) = potencial hidrogeniônico; (MO) = matéria orgânica; (Ca/Mg) = relação cálcio/magnésio; (CTC) = capacidade de troca de cátions; (Ca) = cálcio; (Mg) = magnésio; (K) = potássio; (Al) = alumínio; (V%) = saturação de bases; (P) = fósforo; (S) = enxofre; (CaCl₂) = cloreto de cálcio; (cmol_c) = centímol de carga

As variáveis climáticas de todo período experimental, que compreende julho de 2021 a março de 2023, estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Precipitação, temperatura média, mínima e máxima em todo período experimental, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		
		Mínima	Média	Máxima
Junho/2021	81	8,5	13,5	19,3
Julho/2021	19	4,9	12,1	19,7
Agosto/201	59	11,0	16,9	22,6
Setembro/2021	19	12,7	19,5	26,1
Outubro/2021	182	12,7	17,6	23,0
Novembro/2021	46	14,4	20,6	27,6
Dezembro/2021	29	15,4	22,0	29,6
Janeiro/2022	179	16,6	21,1	27,4
Fevereiro/2022	95	15,6	21,4	28,1
Março/2022	181	17,0	19,7	26,0
Abril/2022	125	13,6	17,8	23,4
Mai/2022	130	8,8	13,6	19,4
Junho/2022	250	8,7	13,4	23,7
Julho /2022	57	9,9	15,8	21,4
Agosto/2022	182	7,9	13,7	19,9
Setembro/2022	314	10,3	14,1	20,4
Outubro/2022	260	13,7	17,4	23,3
Novembro/2022	66	11,8	17,5	23,1
Dezembro/2022	155	16,3	20,8	25,3
Janeiro/2023	293	16,5	21,0	25,6
Fevereiro/2023	320	16,3	20,3	24,3
Março/2023*	327	17,3	20,9	24,4

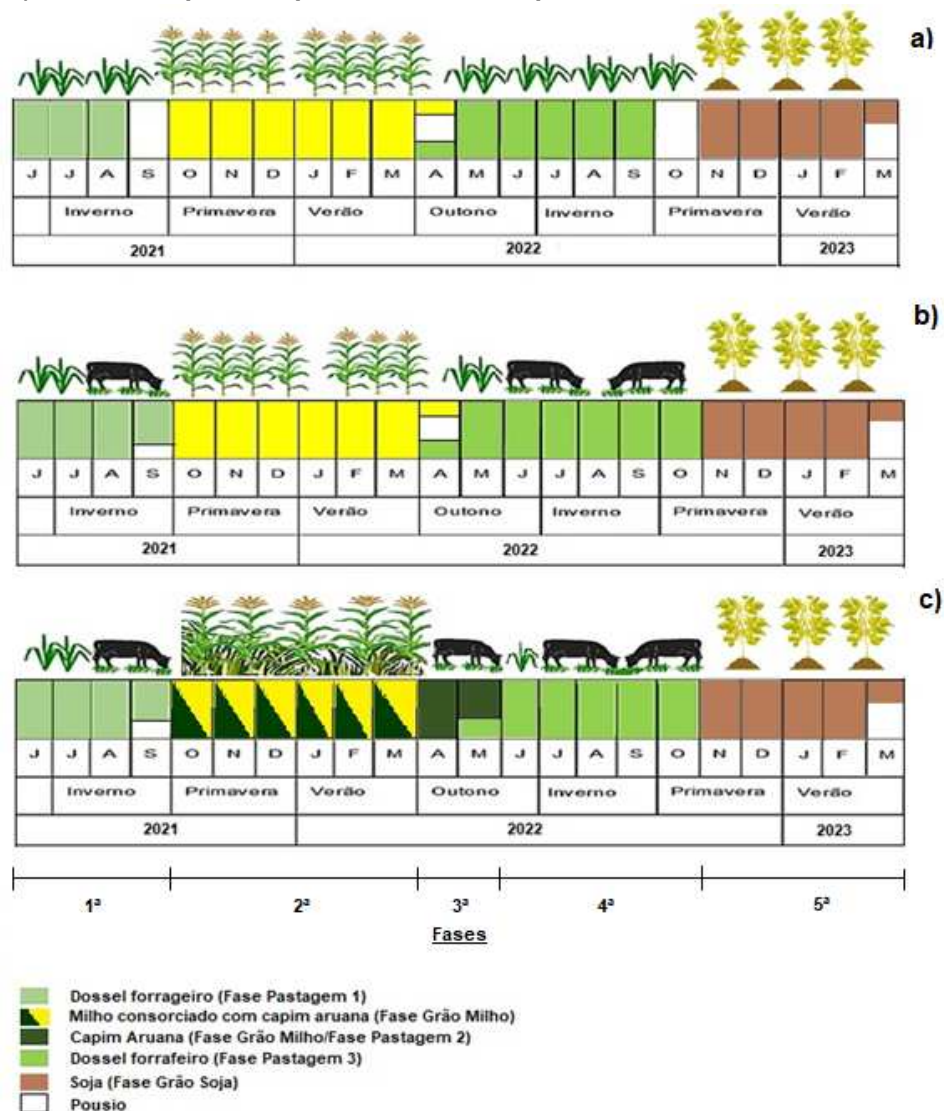
* Até dia 15/03/2023; (mm) = milímetros; (C°) = graus célsius

3.2. Tratamentos

Os tratamentos avaliados, foram diferentes sistemas de produção: [a] SIPAaruana: caracterizado por ser um SIPA, com pastejo no inverno sobre pastagens hibernais pré semeadura do milho, cultivo do milho em consórcio ao capim Aruana, pastejo outonal sobre o capim Aruana, pastejo de inverno sobre a cultura subsequente ao capim Aruana e cultivo de soja na sequência de rotações; [b] SIPA: caracterizado por ser um SIPA com pastejo no inverno sobre pastagens hibernais pré semeadura do milho, cultivo do milho em monocultivo, pastejo no

inverno sobre a forrageira hiberna cultivada subsequente ao cultivo do milho e cultivo de soja na sequência de rotações; [c] SA: caracterizado por ser um sistema agrícola, sem pastejo no período das entre safras, cultivo de milho em monocultivo e soja na sequência da rotação de culturas. A (Figura 2), ilustra a cronologia das fases em um continuum de cada tratamento.

Figura 2 - Representação atividades produtivas dentro de cada tratamento no escopo deste experimento, sendo: a) sistema agrícola (SA); b) sistema integrado de produção agropecuária (SIPA); c) sistema integrado de produção agropecuária com a inclusão do capim Aruana (SIPAaruana) no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.



Fonte: Dambros (2023)

3.3. Delineamento experimental

Esta pesquisa foi dividida em fases, e o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Dois tratamentos na primeira fase (Pastagem 1) e três tratamentos na segunda (Grão Milho), terceira (Pastagem 2),

quarta (Pastagem 3) e quinta (Grão soja).

Na fase Pastagem 1, os tratamentos avaliados foram: sistema agrícola (SA) sem pastejo; e sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) com pastejo. Nas fases seguintes (Grão Milho, Pastagem 2, Pastagem 3 e Grão Soja) os tratamentos avaliados foram SIPAaruana, SIPA e SA, como já descrito no subitem anterior (3.3).

Na primeira fase (Pastagem 1) foi realizado agrupamento das parcelas dos sistemas pastejados (SIPAaruana e SIPA) das fases seguintes, para compor as parcelas do tratamento SIPA. Este agrupamento das parcelas na primeira fase (Pastagem 1) foi realizado para que o lote de animais pastejasse sobre todas as repetições (parcelas), com a mesma carga animal e na mesma intensidade, para assim não gerar um efeito de heterogeneidade espacial para as fases seguintes. As parcelas do tratamento SA não sofrem alterações de posicionamento geográfico e delimitação de perímetro (Figura 3).

Figura 3 - Croqui da área experimental utilizado na primeira fase (Pastagem 1) no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR



Fonte: Dambros (2023)

Após o término da primeira fase do experimento, as quatro parcelas do tratamento SIPA da fase (Pastagem 1), tornaram-se quatro parcelas do tratamento SIPAaruana e quatro parcelas do tratamento SIPA, formando, a partir da segunda fase (Grão Milho) juntamente com as parcelas do tratamento SA, o delineamento experimental de blocos ao acaso com três tratamentos e quatro repetições, que perdurou até o final do experimento, representado no croqui da área experimental (Figura 4).

Figura 4 - Croqui da área experimental para a segunda fase do experimento (Grão Milho) no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR



Nota: As parcelas sem descrição, não fazem parte desta pesquisa porém estão dentro do protocolo global em que este experimento está inserido.

Fonte: Dambros (2023)

3.4. Condução experimental

3.4.1. Fase Pastagem 1

A primeira fase do experimento (Pastagem 1) iniciou no dia 2 de junho de 2021, com a semeadura de centeio (*Secale cereale* cv. Temprano), utilizando uma semeadora SEMEATO TDAX 3800, com mecanismo sulcador sendo o disco duplo com espaçamento entre linhas de 17 cm sobre palhada de soja. A densidade de semeadura utilizada foi de 40 kg ha⁻¹ e adubação na base da semeadura foi de 180 kg ha⁻¹ de Fosfato Monoamônio – MAP (11 - 52 - 00) ou seja, 19,8 kg ha⁻¹ de N e 93,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Aos 30 dias após a semeadura (DAS), no momento do perfilhamento da forrageira, foi utilizada uma adubação de cobertura com 180 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (46-00-00). O período de estabelecimento da forrageira para o pastejo foi de 62 dias nas parcelas experimentais do tratamento SIPA. O *Lolium multiflorum* L. e *Bromus catharticus* L. se tornaram parte da composição botânica do dossel forrageiro. O pastejo foi realizado por 73 fêmeas bovinas das raças Aberdeen Angus com peso inicial de 400 kg PC⁻¹. Os animais foram pesados um dia antes ao início do período de ocupação que ocorreu no dia 03/08/2021 e ao final do período de ocupação que ocorreu no dia 20/09/21 após jejum de 12 horas. O período de pastejo

totalizou 49 dias.

A escolha do critério do manejo das pastagens levou em consideração estudos que mostram o aumento no desempenho vegetal em função da manutenção do índice de área foliar (IAF) (Brougham, 1957), as condições favoráveis a máxima ingestão de nutrientes pelo animal (Aguinaga et al., 2008; Mezzalira, 2013; Kunrath et al., 2020) e o acúmulo de biomassa, produto da fotossíntese líquida oriunda de plantas forrageiras com IAF capaz de sintetizar o máximo de energia solar sem muitas perdas por respiração (Bircham e Hodgson, 1983; Da Silva e Nascimento Jr, 2006), assim sendo o intervalo escolhido foi de (15-30 cm).

O intervalo de altura de pasto foi utilizado como critério para determinar o momento de entrada e saída dos animais nas parcelas. O manejo da pastagem nesta fase (Pastagem 1) foi com lotação rotacionada, utilizando o mesmo lote, com 73 fêmeas bovinas das raças Aberdeen Angus

Após o término da primeira fase do experimento (Pastagem 1), as parcelas que compuseram o tratamento SIPA, voltam a sua originalidade e tornam-se SIPA aruana, SIPA e SA, para o início da segunda fase do experimento (Grão Milho).

3.4.2. Fase Grão Milho

Os dois tratamentos SIPAaruana e SIPA foram dessecados no dia (21/09/2021) utilizando drone modelo (Xag P 30), voando a uma altura de 3 metros do nível do solo, pulverizando uma faixa de 5 metros de largura por passada, utilizando Reglone 2l/ha – Diquate, Match® EC 150ml/ha - Lufenurum e Adenil 0,03l/ha diluídos em água, sendo aplicado 10 litros de calda por hectare. O tratamento SA, foi dessecado 18 dias antes (02/09/2021) dos tratamentos SIPAaruana e SIPA, com o mesmo drone, 10 litros de calda, contendo em sua composição Glifosato 2L/ha; Poquer® 0,8L/ha – Cletodin; Match® EC 150ml/ha – Lufenurum; e Wetcit® GOLD0 0,2L/ha – óleo da casca de laranja.

Após a dessecação de todas as parcelas do experimento, no dia 29/09/2021 foi aplicado 2000 kg ha⁻¹ de gesso agrícola, bem como foi semeado o capim Aruana nas parcelas do tratamento SIPAaruana, com uma semeadora GUAPA SUPRA winter, com mecanismo sulcador sendo o disco duplo, espaçamento entre linhas de 17 cm, com densidade de semeadura de 15 kg ha⁻¹ e velocidade média do plantio 5,4 km/h.

A semeadura do milho ocorreu no dia 30/09/2021 em todos os tratamentos, utilizando uma semeadora JhonDeere 2115 CCS VacuMeter, disco duplo como mecanismo sulcador, espaçamento de 45 cm entre linhas, densidade de semeadura de 32,5 kg ha⁻¹ (80.000 sementes) do híbrido Agroceres 1757 (ciclo precoce) em sentido transversal ao plantio da forrageira de verão. A adubação de base foi de 180 kg ha⁻¹ utilizando Fosfato Monoamônio – MAP (11-52-00) ou seja, 19,8 kg ha⁻¹ de N e 93,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No dia 25/10/2022 foi realizada a adubação de cobertura com 68,4 kg ha⁻¹ de N e 22,8 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de ureia potassada em estágio V6 do milho.

O controle sanitário da cultura do milho, foi realizada da mesma forma em todos os tratamentos. Realizaram-se quatro aplicações de inseticida e uma aplicação de fungicida durante o período de cultivo, utilizando pulverizador autopropelido. A colheita do milho ocorreu no dia (06/04/2022) 188 dias após a semeadura.

3.4.3. Fase Pastagem 2

Entre a colheita do milho e o início do pastejo animal, sobre o capim Aruana, houve um tempo para confecção de cercas, cochos de sal e bebedouros de água para os animais, intervalo que durou 22 dias. A terceira fase do experimento (Pastagem 2), teve início no dia 28/04/2022, como o início do período de ocupação, que teve duração de 20 dias, e terminando no dia (18/05/2022) com a formação da primeira geadá. As parcelas do tratamento SIPAaruana foram pastejadas por 41 fêmeas bovinas divididas entre as parcelas, com peso médio (em jejum de água e alimento de 12 horas) de 282,7 kg PC no início do período de ocupação sob manejo de pastagem em lotação contínua.

A variável utilizada para o manejo da pastagem estabelecido para esta fase (Pastagem 2) foi a massa de forragem (MF), tendo como critério sua permanência acima de 3000 kg MS ha⁻¹ e como critério de saída obrigatória a 1ª geadá da estação.

3.4.4. Fase Pastagem 3

A quarta fase do experimento (Pastagem 3), caracteriza-se pela semeadura de aveia branca (*Avena sativa* cv. AF 1340) sobre todos os tratamentos, após a

colheita do milho e/ou a colheita do milho e o pastejo outonal sobre o capim Aruana. Como o tratamento SIPAaruana teve um período de ocupação outonal, após a colheita do milho, a semeadura ocorreu em momentos diferentes nos tratamentos. Sendo semeado dia 21/04/2022 nos tratamentos SA e SIPA; e 20/05/2022 no tratamento SIPAaruana.

A semeadura da aveia branca foi realizada com uma semeadora GUAPA SUPRA winter, mecanismo sulcador sendo o disco duplo, espaçamento entre linhas de 17 cm, densidade de 120 kg ha⁻¹ de sementes (germinação de 80% e vigor 65%) e com adubação na base de 200 kg ha⁻¹ de termofosfato (Yoorin) (36 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 14 kg ha⁻¹ de Ca e 20 kg ha⁻¹ de Si). A adubação de cobertura foi realizada no perfilhamento das plantas com 150 kg ha⁻¹ de N no dia 13/05/2022 para o tratamento SIPA e SA e, dia 21/06/2022 para o tratamento SIPAaruana.

Aos 22 dias do mês de junho de 2022, 49 novilhas Aberdeen Angus com peso corporal médio (em jejum) de entrada de 241 kg PC⁻¹ foram alojados nas parcelas do tratamento SIPA e 28 dias após os animais do tratamento SIPAaruana, 37 fêmeas bovinas das mesmas raças, com peso corporal médio (em jejum) de 252 kg PC⁻¹, foram alojados também. Nesta fase (Pastagem 3) o critério de manejo da pastagem foi a altura de pasto recomendada para manejo da aveia (18-30 cm) (Mezzalira et al., 2014), recomendada pelo Pastoreio Rotatínuo, e foi utilizado da taxa de lotação variável “*put-and-take*” descrita por (Mott e Lucas, 1952), para os ajustes de cargas animal e manutenção do intervalo de altura pretendido.

Nesta fase os animais permaneceram em lotação contínua em todo período de ocupação. Foram utilizados 4 animais *testers* em cada repetição (parcela) e o ajuste carga animal para que as alturas fossem mantidas era realizado utilizando animais reguladores. Em todos os animais foi colocado brinco eletrônico para o monitoramento do ganho de peso, garantindo assim maior exatidão na mensuração do desempenho animal e produtividade pecuária do sistema. A pesagem destes animais foi realizada em intervalos de (21, 28 ou 35 dias), sem jejum pré pesagem nas medições do meio do período de ocupação e com jejum de 12 horas no início e término do período de ocupação.

3.4.5. Fase Grão Soja

A quinta fase do experimento, fase Grão Soja, é iniciada dia 25/10/2022, 1 dia após a dessecação dos tratamentos SIPAaruana e SIPA e 25 dias após a

dessecação do tratamento SA, com a semeadura de soja, sobre todos os tratamentos, utilizando uma semeadora JhonDeere 2115 CCS VacuMeter, com mecanismo sulcador sendo o disco duplo, espaçamento de 45 cm entre linhas de plantio, densidade de semeadura de aproximadamente 60 kg ha⁻¹ (300000 sementes), com a cultivar P95Y02 IPRO Pioneer, superprecoce, com hábito de crescimento indeterminado, tolerante ao glifosato, intacta. Fertilizada na base da semeadura com 222 kg ha⁻¹ de fertilizante 00-28-00, ou seja 62,16 kg ha⁻¹ P₂O₅ e sobre cobertura 33 dias após semeadura (DAS) todos os tratamentos foram fertilizados com 180 kg ha⁻¹ com cloreto de potássio, ou seja, 108 kg ha⁻¹ de K₂O. Foi aplicado quatro (4) vezes fungicida e uma (1) vez herbicida ao longo do ciclo. A soja foi colhida aos 11 dias do mês de março do ano de 2023.

Este experimento teve início dia (02/06/2021) com a semeadura do Centeio e término no dia (11/03/2023) com a colheita da soja, 645 dias de avaliações (Tabela 1).

Tabela 3 - Cronograma global do experimento com 645 dias de avaliação no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR

Descrição da etapa	Tratamento		
	SIPA	SA	
Fase Pastagem 1			
Semeadura do Centeio	02/jun/21	02/jun/21	
Início do período de ocupação Fase Pastagem 1	03/ago/21	-	
Término do período de ocupação Fase Pastagem 1	20/set/21	-	
Dessecação dos tratamentos	21/set/21	02/set/21	
Aplicação de gesso agrícola em todos tratamentos	29/set/21	29/set/21	
Fase Grão Milho			
	SIPAAruana	SIPA	SA
Semeadura do capim Aruana	29/set/21	-	-
Semeadura do milho	30/set/21	30/set/21	30/set/21
Colheita do milho	06/abr/22	06/abr/22	06/abr/22
Fase Pastagem 2			
Início do período de ocupação Fase pastagem 2	28/abr/22	-	
Término do período de ocupação Fase Pastagem 2	18/mai/22	-	
Fase Pastagem 3			
Semeadura da aveia	20/mai/22	21/abr/22	21/abr/22
Início do período de ocupação Fase Pastagem 3	20/jul/22	22/jun/22	-
Término do período de ocupação Fase Pastagem 3	24/out/22	24/out/22	-
Dessecação dos tratamentos	25/out/22	25/out/22	01/out/22
Fase Grão Soja			
Semeadura soja	26/out/22	26/out/22	26/out/22
Colheita soja	11/mar/23	11/mar/23	11/mar/23

3.5. Avaliações e metodologias

Algumas informações para serem levadas em conta: **a)** todas as amostras para avaliação da pastagem independente da fase do experimento, foram coletadas, armazenadas e sacos de papel Kraft e secas em estufa de ar forçado em uma temperatura média de 55°C até o momento da estabilização do seu peso; **b)** como a área do experimento tem 24 hectares e cada parcela variada de 1,15 à 2,18 hectares, foi demarcado uma unidade de estudo (UE) com GPS Garmin Extrex 10x representativa de e dentro de cada parcela, contendo aproximadamente 625m², para que todas as coletas ou grande parte destas nas fases (Pastagem 1, Grão Milho, Pastagem 2, Pastagem 3 e Grão Soja) ocorressem neste local ou próximas ao seu perímetro, diminuindo a chance de erro por aleatorização de espaços de amostragens; **c)** as avaliações referentes a altura de pasto foram realizadas sempre em toda área da parcela.

3.5.1. 1ª Fase (Pastagem 1)

3.5.1.1. Altura de pasto (ALT)

A altura de pasto coletada em três momentos, aos 60, 90 e 109 dias após semeadura (DAS), foram de 50 amostras dentro e perto das unidades de estudo de cada parcela, utilizando bastão graduado *sward stick* e a metodologia técnica descrita por (BARTHURAM, 1985). As avaliações monitoramento periódico para controle do momento de saída e entrada dos animais em cada parcela, também utilizou a metodologia descrita acima e se fez em 200 pontos amostrais para medição da altura;

3.5.1.2. Densidade populacional de perfilhos (DPP)

Esta variável foi coletada utilizando um quadro de 0,017m² em 9 pontos por parcela dentro das unidades de estudo, aos 60, 90 e 109 DAS seguindo a metodologias utilizadas por (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

3.5.1.3. Massa de forragem (MF)

Para quantificação da massa de forragem no tratamento com pastejo (SIPA) foi utilizado a metodologia de dupla amostragem (CAMPBELL; ARNOLD, 1973) gerando uma regressão em cada período 60, 90 e 109 DAS com 30 pontos de

amostragem e posterior extrapolação para a média da altura de pasto. O tratamento sem pastejo (SA) aos 60 DAS teve sua massa de forragem determinada a partir da dupla amostragem de 30 pontos e posterior extrapolação da altura de pasto média e aos 90 DAS, a determinação da MF foi através da análise direta, coletando 5 amostras por parcela com auxílio de um quadrado metálico de 0,50 m x 0,50 metros; dentro das unidades de estudo.

3.5.1.4. Massa de forragem residual (MF.r)

No momento da dessecação do tratamento SA, foram coletadas 5 amostras por parcela utilizando um quadrado metálico com área de 0,25m² e posteriormente extrapoladas para hectare. O tratamento SIPA foi calculada a partir da regressão gerada por dupla amostragem oriunda de 30 pontos de coleta aos 109 DAS, multiplicada pela altura de pasto média gerada pela variável ALT em cada parcela, momento da dessecação do tratamento;

3.5.1.5. Taxa de acúmulo diária (TxAc)

A taxa de acúmulo no tratamento SIPA foi obtida através da utilização de de três (3) gaiolas de exclusão ao pastejo, metodologia descrita por (KLINGMAN; MILES; MOTT, 1943), duplamente emparelhadas por parcela. Posteriormente se utilizou a fórmula:

$$TxActotal = ((Ac1^{\circ} + Ac2^{\circ} + Ac3^{\circ} + MF.r)/DAS)$$

Em que:

Ac 1^o = acúmulo de matéria seca no primeiro período (kg MS ha⁻¹)

Ac 2^o = acúmulo de matéria seca no segundo período (kg MS ha⁻¹)

Ac 3^o = acúmulo de matéria seca no terceiro período (kg MS ha⁻¹)

MF.r = massa de forragem residual (kg MS ha⁻¹)

DAS = dias após a semeadura;

3.5.1.6. Produção total (PROD.t)

A produção total de matéria seca foi determinada a partir das variáveis (TxAc) e (MF.r):

$$PROD.t = (Ac1^{\circ} + Ac2^{\circ} + Ac3^{\circ} + Mfresidual)$$

3.5.1.7. Concentração de nutrientes na massa de forragem residual (% nutriente)

No tratamento SIPA, aos 109 DAS (momento da dessecação) foram amostrados 6 pontos por parcela dentro das unidades de estudo, que compuseram 3 amostras submetidas a análise de tecido vegetal para determinação de N, P, K, Ca, Mg e C. Todas as amostras continham a massa de forragem de uma área de 0,25m², e antes da análise de tecido vegetal foram homogeneizadas em um balde e após moídas em peneira de (2 mm). Os nutrientes foram determinados dentro do Laboratório de Solos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, conforme metodologia específica.

3.5.1.8. Carga animal (CA)

A carga animal (CA) foi obtida através da média da multiplicação do peso corporal inicial, pelo número de animais em pastejo. A determinação da carga animal em cada dia do período de ocupação, foi a partir da multiplicação do ganho médio diário GMD pelo número de animais em pastejo, adicionado a carga animal do dia anterior. A carga animal real CA.r foi gerada a partir da média da média da CA dos períodos de pastejo, dividido pela área total destinada ao lote de animais (19,67 ha). A CA.i instantânea foi gerada a partir da média da CA dos períodos de pastejo, dividido pela área de ocupação (área da parcela).

3.5.1.9. Taxa de lotação animal (LA)

A taxa de lotação real (LA.r) foi obtida através divisão da CA.r por uma unidade animal (U.A), e a taxa de lotação instantânea (LA.i) foi obtida através da divisão da CA.i por uma unidade animal (U.A). Uma U.A tem 450 kg PC⁻¹.

3.5.1.10. Ganho de peso vivo (GPV)

O ganho de peso vivo por área (GPV, kg PC ha⁻¹) foi obtida através da utilização da fórmula: (((nº de animais em pastejo * GMD)* dias de pastejo) / área pastejada), e seu resultado é expresso em kg PC ha⁻¹. O ganho de peso vivo por área diariamente (GPV, kg PC ha⁻¹ dia⁻¹), foi obtido através da divisão do (GPV, kg PC ha⁻¹) dividido pelo número de dias de pastejo (DP)

3.5.1.11. Ganho médio diário (GMD)

Foi obtido através da média da divisão do peso corporal (PC) ao final do dia período de ocupação e jejum de 12 horas, pelos dias de ocupação (49).

3.5.2. 2ª Fase (Grão Milho)

Na fase Grão Milho, foi avaliado a plantabilidade de milho sob diferentes tratamentos (SIPAaruana, SIPA e SA) bem como os componentes de rendimento e desenvolvimento vegetativo. Como para cada etapa (plantabilidade e componentes de rendimento) as variáveis são diferentes, neste subitem dividiremos em metodologia para plantabilidade e componentes de rendimento nesta ordem.

No mesmo dia da semeadura do milho (29/09/2022), após a realização desta, dentro das unidades de estudo de cada parcela, foram instaladas cinco transectas de dez metros de comprimento cada, com intervalo de sete linhas de semeadura entre as transectas. Todas as avaliações de plantabilidade, componentes de rendimento, e componentes de desenvolvimento vegetativo foram realizadas sobre a área das transectas.

3.5.2.1.1. *Área de solo mobilizada (Am)*

Em todas as parcelas, após a semeadura do milho, mas no mesmo dia (30/09/2021), dentro das unidades de estudo, onde foram instaladas as transectas, foram amostrados cinco pontos, utilizando um perfilômetro também utilizado por (MODOLO et al., 2013; TATTO, 2017; BORGES et al., 2019; e SGARBOSSA, 2020). Os dados obtidos no perfilômetro de cada ponto amostrado, foi submetido a equação:

$$Am = \sum(Pn - Pf) * e$$

Em que:

Am = Área mobilizada (cm²);

Pn = Perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro (cm);

Pf = Perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro (cm);

e = espaçamento entre réguas verticais (cm).

Posteriormente foi realizada a média dos pontos de cada parcela.

3.5.2.1.2. *Largura de sulco (Larg_sulc)*

Nos mesmos pontos utilizados para avaliação do VM, dentro das unidades de estudo, foi medida a distância máxima entre as paredes formadas pelo mecanismo

sulcados no momento da semeadura em cinco pontos por parcela, conforme metodologia descrita por (ARAÚJO et al., 1999). Posteriormente foi realizada a média dos pontos coletados por parcela.

3.5.2.1.3. *Profundidade de deposição de sementes (P.sem)*

Em cada parcela, dentro das unidades de estudo, foram cortadas rente ao solo 30 plantas de milho de forma aleatória e arrancou-se a estrutura radicular com uma pá de aproximadamente 12x15 cm. Com a utilização de régua graduada em milímetros, foi medido o comprimento do mesocótilo cortado rente ao solo até a semente, metodologia usada por (SGARBOSSA, 2020). Para obtenção do valor médio final, foi calculada a média das 30 plantas coletadas por parcela.

3.5.2.1.4. *Uniformidade de distribuição de plantas*

Para obtenção da uniformidade da distribuição de plantas foi feita uma adaptação da metodologia descrita por (KURACHI et al., 1989). O autor em sua metodologia avalia uniformidade de distribuição de sementes pois avalia mecanismos de semeadura. Contudo neste experimento, avaliamos sistemas de produção, e para isto, necessitamos saber a uniformidade de distribuição de plantas ao final da marcha de emergência. Foram utilizadas cinco transectas de 10 metros de comprimento, instaladas em cada unidade de estudo. Foi medido a distância entre todas as plantas de cada transecta e posteriormente classificando os espaçamentos falhos (Esp_fal), espaçamentos duplos (Esp_dup), e espaçamentos aceitáveis (Esp_ac), conforme Tabela 4, descrita por (KURACHI et al., 1989) (Tabela 4).

Tabela 4 - Limites de tolerância para as variações de espaçamentos (Xi) e tipo de espaçamento, conforme metodologia descrita por (KURACHI et al., 1989).

Espaçamento	Intervalo de tolerância para variação de Xi
Duplo	$Xi < 0,5 * X \text{ ref}$
Normal	$0,5 * X \text{ ref} < Xi < 1,5 * X \text{ ref}$
Falho	$Xi > 1,5 * X \text{ ref}$

Xi = espaçamento entre plantas obtido a campo. Xref = valor de referência obtido em função do espaçamento e população de plantas.

3.5.2.1.5. *Marcha de emergência de plantas*

Aos 7, 8, 9, 10, 11 e 22 dias após a semeadura (DAS), foram contadas o número de plantas emergidas em cada transectas. Após a contagem, os valores foram submetidos a equação:

$$\left(\frac{\left(\left(n^{\circ} \text{ plantas emergidas transectas } 1 + n^{\circ} \text{ plantas emergidas transectas } 2 + \dots + n^{\circ} \text{ plantas emergidas transectas } 5 \right) / \text{comprimento da transectas} \right) * 22222}{22222} \right)$$

Desta forma, em cada um dos dias avaliados foi obtido o número de plantas emergidas. A marcha de emergência é representada em: % de plantas nascidas sobre o estande de plantas inicial (*Est_plan.i*).

3.5.2.1.6. *Estande de plantas inicial (Est_plan.i)*

Determinado a partir da média de plantas nascidas nas transectas, dividido pelo comprimento das transectas (10m), multiplicado pelos metros lineares de semeadura correspondente a 1 hectare, em espaçamento 0,45 m entre linhas (22222 m)

3.5.2.2. Componentes de rendimento

Todas as amostras para determinação das variáveis correspondentes aos componentes de rendimento do milho, foram coletadas um (1) dia antes da colheita (05/04/2022)

3.5.2.2.1. *Estande de plantas final (Est_plan.f)*

Foi determinado a partir da média da contagem de plantas de duas amostras, em uma área de 22,5m² (4,5 x 5m) dentro das unidades de estudo e posteriormente extrapolado para hectare.

3.5.2.2.2. *Diâmetro de colmo (DC), altura de planta (ALTP) e altura de inserção de primeira espiga também (IE)*

Foram avaliadas 30 plantas de forma aleatória dentro das duas áreas amostradas para determinação do estande de planta final (*Est_pan.f*). O diâmetro do colmo foi medido com paquímetro digital, em duas posições acima do primeiro nó. A altura da planta foi medida da base do solo até a inserção do pendão. Inserção de primeira espiga foi medida da base do solo até a inserção da espiga no caule do milho. Todas as avaliações foram realizadas nas mesmas 30 plantas.

3.5.2.2.3. *Número de grãos por fileira (GF), número de fileiras por espiga (FE) e número de grãos por espiga (GE)*

Foram coletadas 50 espigas dentro das duas áreas amostradas para determinação das variáveis de componentes de rendimento, acima já citadas, dentro da unidade de estudo de cada parcela. O número de grãos por fileira (GF) foi determinado a partir da contagem de três fileiras por espiga de todas (50) espigas e posterior cálculo da média aritmética simples do valor médio da variável. O número de fileiras por espiga (FE) foi obtido através da contagem das fileiras de todas (50) espigas e posteriormente submissão dos dados ao cálculo da média aritmética simples. O número de grãos por espiga (GE) foi obtido através da multiplicação do GF pelo FE.

3.5.2.2.4. *Peso de mil grãos (P1000g)*

Todas as espigas coletadas para determinação das variáveis GF, FE e GE inicialmente foram debulhadas após as contagens das variáveis citadas. Os grãos de milho de cada parcela foram homogeneizados em um balde e posteriormente submetidos à análise de umidade em um aparelho medidor de umidade portátil (Agrologic AL – 101). Após este procedimento foram retiradas 10 amostras contendo 100 grãos, pesadas, corrigidas a umidade e multiplicadas por 10. Os dados das 10 amostras foram submetidos a cálculo de média aritmética.

3.5.2.2.5. *Peso por espiga (PE)*

Foi determinado através da multiplicação dos grãos por espiga (GE) pelo peso de mil grãos (P1000g), dividido por 1000.

3.5.2.2.6. *Produção total de grãos de milho (PROD.t)*

Foi contado o número de espigas dentro das duas amostras, com uma área de 22,5 m², também utilizadas para obtenção do (Est_plan.f). Posteriormente foi calculada a média aritmética simples das duas amostras. Multiplicou-se pelo peso por espiga (PE). Dividiu-se pelo tamanho da área amostrada (22,5 m²), gerando o peso de grãos produzidos por metro quadrado (m²), e extrapolou o valor para hectare.

3.5.2.2.7. *Determinação de concentração de nutrientes no resíduo*

Após o término do período de ocupação, 43 dias após a colheita do milho, foram coletadas 6 amostras de 0,25m² por parcela utilizando um quadrado de ferro de 0,25m x 0,25m, de forma aleatória dentro da unidade de estudo. Neste momento foi coletado resíduos de milho e capim Aruana juntos. As amostras foram armazenadas em sacos de papel Kraft, secas em estufa de ar forçado a 55°C até estabilização do peso, e após este, foram separadas botanicamente entre resíduo de milho e resíduo de capim Aruana.

As seis (6) amostras remanescentes em uma área de 0,25m², contendo resíduo de milho, já secas, foram utilizadas para determinação de nutrientes no tecido vegetal. As seis (6) amostras tornaram-se três (3) amostras compostas, a partir da junção de duas amostras, homogeneização da amostra e posterior moagem em moinho do tipo ciclone. As amostras foram levadas para laboratório de análise de tecido vegetal para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e carbono.

3.5.3. 3ª Fase (Fase Pastagem 2)

Nesta fase do experimento o tratamento SIPAaruana será o único avaliado, pois é o único tratamento que possui esta fase. Todas as amostras da fase (Pastagem 2) foram coletadas, armazenadas em papel Kraft e secas a 55°C em estufa de ar força até que atingissem peso constante.

3.5.3.1. Número de plantas por m² (Plan/m²)

No dia anterior à colheita, com um auxílio de um quadrado de ferro de 0,5 m x 1m, foram coletadas 6 sub-amostras, arrancando todas as plantas da área do quadrado (0,5 m²), que comporão três amostras por parcela. Contou-se as plantas e fez-se média aritmética simples das amostras.

3.5.3.2. Número de perfilhos por planta (Perf.p), número de perfilhos florescidos por planta (Perf.f.p) e altura de planta com perfilho estendido (ALTP.pe)

Em todas as plantas coletadas por parcela, foram contados o número de perfil, o número de perfilhos florescidos. A altura de planta com perfilho estendido foi medida por planta. Estendendo-a em uma superfície plana (chão) e medindo da

base de até a ponta da maioria dos perfilhos. Todas as variáveis foram calculadas usando média aritmética simples sobre o conjunto de dados de todas plantas.

3.5.3.3. Massa de forragem final antes da colheita (MF.c)

As mesmas 6 amostras de 0,5m² por parcela utilizando um quadrado de ferro de 0,5m x 1m coletadas para determinação de plantas por m² (Plan.m²) dentro das unidades de estudo foram utilizadas para determinação da massa de forragem. Após as avaliações acima citadas realizadas no capim Aruana, as amostras foram armazenadas em sacos e levados à estufa de ar forçado à temperatura de 55°C até a estabilização do peso amostra. As amostras foram pesadas e a partir dos dados gerados, foi calculada a média aritmética simples da média da massa de forragem das amostras, posteriormente extrapolado para hectare.

3.5.3.4. Massa de forragem início do período de ocupação (MF.io)

Foram coletadas 6 amostras de 0,25m² por parcela utilizando um quadrado de ferro de 0,25m x 0,25m, no dia que antecedeu o início do período de ocupação. As amostras foram armazenadas em sacos e levados à estufa de ar forçado à temperatura de 55°C até a estabilização do peso da amostra gerou-se uma média da massa de forragem das 3 amostras e foi extrapolado para 1 hectare;

3.5.3.5. Massa de forragem residual (MF.r)

As mesmas amostras coletadas para determinação de concentração de nutrientes no milho, (6 amostras de 0,25m² por parcela utilizando um quadrado de ferro de 0,25m x 0,25m, de forma aleatória dentro da unidade de estudo), foram utilizadas para determinação da massa de forragem residual (MF.r). Onde a partir da separação botânica do resíduo, foram geradas 6 amostras de MF.r pesadas e posteriormente extrapoladas para hectare.

3.5.3.6. Taxa de acúmulo diária (TxAc)

Para determinação da taxa de acúmulo diária da forragem do dia da semeadura até o dia da colheita, foi dividido a (MF.c) pelo número de dias após a semeadura. A taxa de acúmulo diária depois da colheita do milho, foi obtida através da utilização de de duas (2) gaiolas de exclusão ao pastejo, metodologia descrita por (KLINGMAN; MILES; MOTT, 1943), de duplo emparelhamento por parcela. Posteriormente se utilizou a fórmula:

$$TxAc = (Ac1^{\circ})/DPO$$

Em que:

Ac 1° = acúmulo de matéria seca no período (kg MS ha⁻¹)

DPO = dias de período de ocupação.

3.5.3.7. Proteína bruta (PB%)

Em cada uma das parcelas foram coletadas duas (2) amostras de pasto e o pastejo dos animais foi simulado manualmente (hand-plucking). As amostras foram armazenadas em sacos de papel Kraft e submetidas à secagem em estufa de ar forçado a 55°C até a estabilização do peso da amostra. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho tipo ciclone, peneira de 0,85 mm e após foi analisado em laboratório o teor de nitrogênio das amostras. Foi realizado a conversão de nitrogênio para PB%, através da multiplicação da concentração do nutriente pelo fator de conversão 6,25 e realizado a média aritmética simples das amostras para determinação do valor de PB%.

3.5.3.8. Análise química do tecido vegetal

Após o término do período de ocupação, as mesmas seis (6) amostras separadas para determinação da (MF.r), remanescente em uma área de 0,25m², contendo capim Aruana, já secas, foram utilizadas para determinação de nutrientes no tecido vegetal da forrageira. As seis (6) amostras tornaram-se três (3) amostras compostas, a partir da junção de duas amostras, homogeneização da amostra e posterior moagem em moinho tipo ciclone, com peneira de peneira de 0,85 mm. As amostras foram levadas para laboratório de análise de tecido vegetal para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e carbono.

3.5.3.9. Volume de raiz (VR) e comprimento de raiz (CR)

Para determinação do comprimento máximo e médio, todas as raízes das plantas arrancadas para determinação de (Plan.m²; Perf.p; Perf.f.p e ALTP.pe). foram medidas. O comprimento máximo se dá da base da raiz até o ponto mais comprido do sistema radicular da planta. O comprimento médio se dá da base da raiz até o ponto médio do comprimento de todo sistema radicular. O volume de raiz foi determinado a partir do método volumétrico, em que todas as raízes foram emergidas completamente na água, durante 15 minutos, e após este período, em

um becker graduado milimetricamente, foi determinado o volume de raiz a partir da imersão da raiz encharcada neste recipiente. O aumento do volume no becker foi medido com régua milimétrica e posteriormente convertido para cm^3 , a partir da relação (cm^3/cm) 13,33/1.

3.5.3.10. Ganho de peso vivo (GPV)

A partir da carga animal (CA) dividida pelo peso corporal médio encontrou-se o número de animais que permaneceram em pastejo durante o período de ocupação. O número médio de animais por hectare foi multiplicado pelo GMD gerando assim o ganho de peso vivo diário, que se multiplicou pelos dias de pastejo. Metodologia está também utilizado por (SOARES, 2002; SCHONS, 2015).

3.5.3.11. Ganho médio diário (GMD)

Foi obtido através da divisão do ganho de peso vivo por animal (kg PC animal^{-1}), pelo número de dias em pastejo. Posteriormente foi realizado o cálculo da média aritmética simples do GMD de todos animais.

3.5.3.12. Carga animal (CA)

Gerou-se o primeiro valor de carga animal (CA), a partir da multiplicação do peso corporal inicial dos animais, pelo número de animais em pastejo em cada parcela. Foi realizada uma média aritmética simples da carga animal inicial, para posteriormente ser utilizada na determinação da carga animal em cada dia do período de ocupação. A partir da adição dos valores médios de ganho de peso vivo por área por dia ($\text{kg PC ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), ao valor de carga animal (CA) gerando a equação: ($\text{kg PC ha}^{-1} \text{ dia}^{-1} + \text{CA do dia anterior}$), foi gerado a carga animal diária e a partir deste conjunto de valores, foi realizado a média aritmética simples e encontrado o valor da carga animal (CA) por parcela.

3.5.3.13. Taxa de lotação animal (LA)

Foi obtida através da divisão da carga animal (CA) por uma unidade animal U.A (450 kg PC)

3.5.4. 4ª Fase (Fase Pastagem 3)

3.5.4.1. Altura de planta (ALTP), altura de planta com perfilho estendido (ALTP.pe).

Para determinação da altura de planta e altura de planta com perfilho estendido, aos 60, 81, 102, 130, 162 e 184 dias foram amostrados cinco pontos por parcela. Foi atribuído 5 notas, em que 1 representa-se as partes com menos massa de forragem da área e 5 a área com maior massa de forragem. Desta forma, escolheu-se os locais, para determinação correta da área foi utilizado quadrado de ferro com 0,25 m², medindo 0,5 x 0,5 m, e com um auxílio de um bastão medidor, graduado em centímetros, mediu-se a altura de planta como sendo o comprimento da base do solo até a folha mais alta e a altura de planta com perfilho estendido sendo o comprimento da base do solo até a folha esticada mais comprida do dossel. O valor das alturas de planta e de planta com o perfilhos estendido foi obtido a partir da média aritmética simples das amostras coletadas em cada parcela.

3.5.4.2. Altura de pasto (ALT)

Para obtenção do valor de altura de pasto média (ALT.m) e altura de pasto final (ALT.f), foram medidos aproximadamente 150 pontos por parcela, utilizando *sward-stick*, aos 60, 81, 102, 130, 162 e 184 dias após a semeadura. A ALT.m foi obtida através da média aritmética simples do conjunto de dados oriundo de todas as amostragens. O ALT.f é o valor médio da última data de coleta.

3.5.4.3. Densidade populacional de perfilhos (DPP)

Para obtenção do valor de densidade populacional de perfilhos, foram utilizados os mesmos (5) pontos amostrais empregues as avaliações das variáveis (ALTP e ALTP.pe). A DPP foi determinada aos 60, 81, 102, 130, 162 e 184 DAS, a partir de cinco (5) amostras compostas, cada uma constituída por duas sub-amostras, de 0,017 m². Foram realizadas médias aritméticas simples tanto para o valor da cada amostra, pela médias das sub-amostra, quanto para média do valor de DPP de cada parcela.

3.5.4.4. Taxa de acúmulo (TxAc) e produção total (PROD.t)

Foram obtidas através da utilização de gaiolas de exclusão ao pastejo, em duplo emparelhamento, metodologia descrita por (KLINGMAN; MILES; MOTT, 1943),

sendo utilizado três (3) gaiolas por parcela posteriormente utilizado as seguintes fórmulas:

$$TxAc = ((Ac1^{\circ} + Ac2^{\circ} + Ac3^{\circ} + Ac4^{\circ} + Ac5^{\circ} + MF.r)/DAS)$$

Em que:

(Ac 1^o, Ac 2^o, Ac3^o...) = acúmulo de matéria seca do período (kg MS ha⁻¹);

MF.r = massa de forragem residual (kg MS ha⁻¹);

DAS = dias após a sementeira.

A produção total de matéria seca (PROD.t) foi obtida através da fórmula

$$PROD.t = (Ac1^{\circ} + Ac2^{\circ} + Ac3^{\circ} + Ac4^{\circ} + Ac5^{\circ} + MF.r)$$

3.5.4.5. Massa de forragem

A massa de forragem durante o período de cultivo foi determinada a partir de método direto. Foram coletadas cinco (5) amostras por parcela, utilizando os mesmos pontos amostrais para determinação da ALTP, ALTP.pe e DPP. Após a avaliação das variáveis citadas, foi cortado rente ao solo a massa de forragem que estava dentro do quadrado de ferro, com área de 0,25 m² e com 0,5 x 0,5 m. As amostras foram armazenadas em sacos de papel Kraft e submetidas à secagem em estufa de ar forçado a 55°C até a estabilização do peso da amostra. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho tipo ciclone, peneira de 0,85 mm, e pesadas. O valor de massa de forragem foi determinado a partir da média aritmética simples das amostras dos cinco (5) pontos amostrados.

3.5.4.6. Carga animal (CA)

Para a manutenção da altura média de pasto pretendida, sempre que necessário foi ajustada a carga animal. Através do put-and-take, metodologia proposta por (MOTT; LUCAS, 1952), em que o ajuste da carga é feito pela exclusão ou inclusão de animais em pastejo. Estes ajustes aconteceram nos dias (22/06; 08/07; 16/07; 19/07; 26/08; 12/08; 02/09; 30/09; 20/10).

Como estes ajustes foram pontuais levou-se em consideração para o cálculo da carga animal média (CA) os valores das datas 22/06; 08/07; 19/07; 26/08; 02/09; 30/09; 24/10. Todos os animais das parcelas foram pesados e destes pesos foi feita a média aritmética simples.

3.5.4.7. Taxa de lotação animal (LA)

A taxa de lotação em todo período de ocupação foi variada, conforme o ajuste de carga para manutenção das alturas de pasto. A taxa de lotação animal (LA), foi obtida através da divisão da carga animal (CA), por uma unidade animal U.A (450 kg PC).

3.5.4.8. Ganho médio diário (GMD)

Para obtenção desta variável, foram mantidos durante todo período de ocupação, quatro (4) animais “*testers*” por parcela, estes foram pesados nas datas 22/06, 19/07; 02/09; 30/09 e 20/10 para o tratamento SIPA, e 02/09, 30/09 e 20/10 no tratamento SIPAaruana. Os animais durante o período de ocupação eram pesados sem jejum. A partir do ganho de peso vivo por animal “*tester*”, dividido pelo número de dias de ocupação, obteve-se o valor médio GMD por animal. O valor médio de GMD por parcela foi obtido através da média aritmética simples do GMD dos quatro (4) animais *testers*.

3.5.4.9. Ganho de peso vivo por área (GPV)

O ganho de peso vivo por animal (kg PC animal^{-1}) foi obtido através da multiplicação do valor médio do GMD pelos dias em pastejo. O ganho de peso vivo por área (kg PC ha^{-1}), foi obtido através da somatória do ganho de peso corporal de todos animais que pastavam sobre a parcela, dividido pelo tamanho da parcela em hectares. O ganho de peso vivo por área por dia ($\text{kg PC ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) foi obtido através da divisão do ganho de peso vivo por área, pelos dias do período de ocupação.

3.5.5. Fase Grãos Soja

3.5.5.1. Estande final de plantas

Dentro da unidade de estudo de cada parcela, o estande de plantas foi obtido através da contagem de plantas em uma área de 13,5 m² (4,5 x 3m) e posteriormente extrapolado para hectare.

3.5.5.2. Número de vagens por planta (VP)

Foram coletadas três amostras, contendo todas as plantas de uma área de 1,8 m², dentro da unidade de estudo da parcela. Aleatoriamente foram retiradas 10 plantas para contagem de vagens por planta e posteriormente foi realizada a média aritmética simples.

3.5.5.3. Número de grãos por vagem (GV)

Foi contado o número de grãos por vagem, de todas as dez (10) plantas utilizadas para obtenção do número de vagens por planta (VP), de uma área de 1,8 m², dentro da unidade de estudo da parcela. Seguidamente, foi obtida a média de grãos por vagem de cada planta a partir da média aritmética simples e novamente com o valor médio de grãos por vagem por planta, calcula-se a média aritmética simples do número médio de grãos de todas as dez (10) plantas.

3.5.5.4. Peso de mil grãos (P1000g)

Foram colhidas todas as plantas de uma área de 1,8 m² (1,8 x 1) em três amostragens por parcela, dentro da unidade de estudo. Todas as plantas foram debulhadas e posteriormente submetidas a aferição de umidade. Contaram-se cem (100) grãos em oito repetições. Os grãos foram pesados e submetidos ao cálculo proposto por (BRASIL, 1992).

3.5.5.5. Produção total de grãos (PROD.t)

Utilizando os mesmos grãos, obtidos das plantas colhidas para determinação do peso de mil grãos, pesou-se a amostra de grãos oriunda de todas as plantas desta área, equivalente a 1,8 m²; e determinou-se o peso da amostra. Posteriormente foi aferido a umidade de grãos da amostra e determinado o peso de amostra com umidade corrigida para 13%. A produção de grãos em kg ha⁻¹ de um (1) metro quadrado (m²), foi obtida, através da multiplicação da área em metros quadrados (m²) de um (1) hectare (10000), pelo peso da amostra em um (1) metro quadrado (m²).

3.6. Análise Estatística

Todas as variáveis foram analisadas separadamente. Em todas as variáveis, foram analisados os pressupostos de normalidade e homogeneidade com o teste de

Shapiro-Wilk a 5%. Considerados normais, as médias foram comparadas por teste F quando analisadas somente duas médias e teste Tukey para análise múltipla com três médias, ambos com 5% de probabilidade de erro.

Todos os dados foram analisados e comparados pelo software estatístico R Studio (versão 4.1.3 (2022-03-10)).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. O efeito do pastejo bovino sobre a produtividade de matéria seca, estrutura de dossel e composição química de forrageiras hibernais.

O tratamento SIPA na Fase Pastagem 1, influenciou na maioria das variáveis de estrutura de dossel e produção forrageira. Apresentou maior taxa de acúmulo de matéria seca ($P < 0,05$) (Tabela 5), produziu maior quantidade de matéria seca ($P < 0,05$) e teve maior densidade populacional de perfilhos média ($P < 0,05$) quando comparada ao SA.

Tabela 5 - Valores médios relacionados ao desempenho produtivo e estrutura de dossel forrageiro de pastagem mista de azevém e centeio, sob dois sistemas de produção agropecuários SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variáveis	Tratamentos		P-valor	CV%
	SIPA	SA		
ALT.f, cm	25,6	63,7	<0,01	14,86
ALT.m, cm	22,5	49,4	<0,01	5,93
DPP.f, perfilhos m ²	2429	1676	ns	17,82
DPP.m, perfilhos m ²	2779	2216	<0,05	7,12
MF.m, kg MS ha ⁻¹	3092	3965	ns	12,61
MF.r, kg MS ha ⁻¹	3707	5906	ns	21,73
PROD.t MS, kg MS ha ⁻¹	9153	5908	<0,05	13,62
TxAC.t, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	83	54	<0,05	13,88

(ALT.f) = altura de pasto final; (ALT.m) = altura de pasto média; (DPP.f) = densidade populacional de perfilhos final; (DPP.m) = densidade populacional de perfilhos média; (MF.m) = massa de forragem média; (MF.r) = massa de forragem residual; (PROD.t MS) = produção total de matéria seca; (TxAc.t) = taxa de acúmulo total. Médias seguidas da mesma letra entre as linhas não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste F; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação

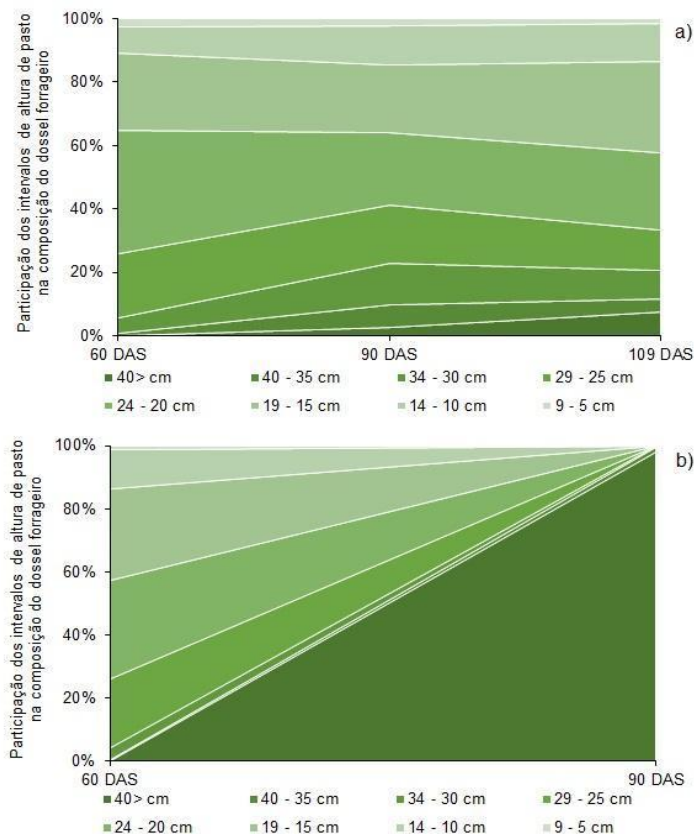
O tratamento SA, caracterizado pela ausência do pastejo teve maiores alturas ($P < 0,05$) de pasto média e altura de pasto final, fato este que culminou em uma redução na taxa de acúmulo (TxAc) que por consequência resultou diretamente em uma menor produção total de matéria seca (PROD.t). Resultado que corrobora com Aguinaga et al. (2008), em que a taxa de acúmulo após 90 dias torna-se muito baixa 3,5 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, em relação ao sistema pastejado no mesmo período 53,4 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ em pastagem manejada a 20 cm de altura.

Por outro lado, a diferença de produção de 3.247 kg MS ha⁻¹ no tratamento SIPA, com pastejo, se deve à manutenção da estrutura de dossel em constante renovação e como consequência direta a manutenção de folhas jovens no dossel forrageiro. Segundo Hodgson (1990) o pastejo favorece o acúmulo e a produção de forragem, uma vez que folhas jovens têm maior capacidade fotossintética quando comparada a folhas com mais horas de vida.

Nas variáveis estruturais do dossel forrageiro, houve diferença significativa ($P < 0,05$) na densidade populacional de perfilhos, que pode ser atribuída à estratégia da planta para manutenção do seu IAF para máxima interceptação luminosa (HILBERT et al., 1981; MCNAUGHTON, 1983). Desta forma, se há impedimento no aumento do tamanho da folha em razão de sua desfolha, a estratégia usada é o aumento na densidade populacional de perfilhos (CAUDURO et al., 2006). Contudo, o aumento na intensidade de pastejo pode causar diminuição do comprimento de folha e do número de folhas por perfilho. Sendo assim, a manutenção das alturas de manejo recomendadas para cada espécie é fundamental para a manutenção de adequada estrutura do dossel forrageiro a fim de possibilitar máxima interceptação luminosa.

Ao contrário do tratamento sem pastejo (SA), que a altura de pasto aumentou com o passar do tempo, o pastejo animal no tratamento SIPA, manteve as alturas constantes durante todo período de cultivo (Figura 5).

Figura 5 - Participação (%) de diferentes intervalos de altura de pasto na composição do dossel forrageiro de pastagem mista de azevém e centeio aos 60, 90 e 109 DAS, sob diferentes sistemas de produção (a) SIPA e (b) SA em diferentes momentos do ciclo da pastagem, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR



Fonte: Dambros (2023)

Todas estas relações criadas pela inserção do animal nos sistemas de produção geram principalmente modificações estruturais no dossel forrageiro e estas transformações estão correlacionadas à produção de biomassa, ao desempenho dos animais, a produtividade de grãos da área e a resiliência do agroecossistema (DE ALBUQUERQUE NUNES et al., 2021). A altura de pasto se modifica conforme o tratamento e conforme os dias de cultivo.

Ao longo do experimento foram geradas as equações de regressão linear entre a altura de pasto e a massa de forragem aos 60, 90 e 109 dias após a semeadura (Tabela 6).

Tabela 6 - Regressões lineares obtidas através de 30 pontos amostrais no tratamento com pastejo (SIPA), sob pastagem hibernal mista.

DAS	Regressão e coeficiente de correlação
60	$Y = 150,55x - 1099,4$ ($R^2 = 0,77$)
90	$Y = 111,49x + 672,93$ ($R^2 = 0,82$)
109	$Y = 127,24x + 441,15$ ($R^2 = 0,84$)

(DAS) = dias após semeadura; (Y) = massa de forragem (kg MS ha⁻¹); (x) = altura de pasto (cm);

(R²) = coeficiente de correlação.

Fica evidente observando a Figura 5a que no momento em que foi dessecado as parcelas, aos 109 DAS, aproximadamente 42% da área aos estavam abaixo de 19 cm (2859 kg MS ha⁻¹) e 13% abaixo de 14 cm (2223 kg MS ha⁻¹) (Equação: $y = 127,24x + 441,15$ $R^2 = 0,8449$). Esta massa de forragem residual em não está relacionada à compactação do solo, impedimento no crescimento radicular e/ou redução na produtividade de grãos de milho e soja (ASSMANN, 2003; FLORES et al., 2007). Contudo, pontos do dossel forrageiro com 2859 kg MS ha⁻¹, em 50 dias terão aproximadamente 50% deste valor, desta forma abre a possibilidade para aumentar a incidência de plantas emergentes, uma vez que aumenta a radiação solar chegando ao solo (MESCHÉDE; FERREIRA; RIBEIRO, 2007), bem como em eventos de pluviosidade intensa estes locais são mais propensos a ter escoamento superficial e são locais considerados mais desprotegidos do impacto físico, seja ele de origem natural ou mecânica.

Embora o pastejo tenha gerado gradientes de distribuição e de concentração na altura de pasto ao longo do seu ciclo (Figura 6a), a participação dos diferentes intervalos de altura de pasto na composição do dossel forrageiro permaneceu homogênea ao longo dos 109 dias até a dessecação do dossel. A manutenção da altura de pasto dentro do intervalo desejado (15 – 30 cm) com DPP alta no tratamento SIPA, manteve a massa de forragem (MF.m) do sistema com pastejo

SIPA, constante e acima dos 3000 kg MS ha⁻¹, não apresentando diferença significativa ($P>0,05$) para o tratamento SA.

O teor de proteína bruta encontrado na matéria seca do dossel forrageiro no tratamento SIPA foi de 27,3%, 23,8% e 19,4 % aos 60, 90 e 109 dias após semeadura (DAS), e teor médio de 25% PB, valores nutritivos parecidos com os encontrados por Elejalde et al. (2021) que encontraram média de 30% PB em pastagem mista de aveia-preta e azevém, e superiores aos valores obtidos por Roso et al., (2000) que obtiveram um teor de proteína médio de 18,9% em pastagem mista de centeio e azevém.

O conjunto de fatores, adubação nitrogenada da pastagem; manejo correto das forrageiras; e qualidade nutritiva da matéria seca proporcionam ao animal um ambiente favorável ao desempenho de seu genótipo e como consequência os animais conseguiram atingir bom desempenho, em um período de ocupação relativamente curto, 49 dias de pastejo (DP) no tratamento SIPA (Tabela 7).

Tabela 7 - Desempenho de vaquilhonas Aberdeen em pastagem mista de azevém e centeio em SIPA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR

Variáveis	Média
LA, UA ha ⁻¹	3,5
LA.inst, UA ha ⁻¹	13,9
PCI, kg	400
CA, kg PC ha ⁻¹ *	6431
CA, kg PC ha ⁻¹ **	1589
GMD, kg PC animal ⁻¹ dia ⁻¹)	1,3
GPV, kg ha ⁻¹	245
GPV, kg ha ⁻¹ dia ⁻¹	5,0
DP	49

(LA) = lotação animal; (LA.inst) = lotação animal instantânea; (PCI) = peso corporal inicial; (CA) = carga animal; (GMD) = ganho médio diário; (GPV): ganho de peso vivo; (DP) = dias de pastejo; * = carga animal instantânea. ** carga animal média.

A manutenção da DPP e da altura de pasto em 22,5 cm são pontos fundamentais para o desenvolvimento produtivo de bovinos de corte, uma vez que a massa do bocado em uma estrutura com profundidade e densidade, maximiza a ingestão de nutrientes diário pelo animal (Carvalho et al., 2001; Mezzalira et al., 2014) e diminuem o tempo de pastejo diário (ELEJALDE et al., 2021). Esta configuração de estrutura de dossel forrageiro condicionou ao lote de 73 fêmeas bovinas, GMD de 1,3 kg PC animal⁻¹ dia⁻¹ e em 49 dias de pastejo produzirem por área 245 kg PC ha⁻¹. Dado o exposto, pode-se afirmar que a ideologia metodológica e de processos envolvidos nos SIPA, tende a aumentar a produção de biomassa do

sistema e modificar a estrutura de dossel forrageiro condicionando-o à maiores taxas de acúmulo diário de matéria seca. Permitindo com que bovinos expressem seu genótipo, já que as condições criadas favorecem o consumo de nutrientes e por consequência o desempenho zootécnico dos herbívoros.

Do mesmo modo, a presença dos animais herbívoros no tratamento SIPA não somente condicionou o dossel forrageiro a produzir maiores quantidades de matéria seca, mas também modificou as concentrações de nutrientes no dossel forrageiro residual de forma significativa ($P < 0,05$), aumentando a concentração de potássio (K) e diminuindo o valor da relação carbono nitrogênio (C/N) (Tabela 8).

Tabela 8 - Concentração de nutrientes na matéria seca da massa de forragem residual de pastagem mista de azevém e centeio em diferentes sistemas de produção SIPA e SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR

Variáveis	Tratamentos		P-valor	CV%
	SIPA	SA		
N, %	2,58	2,12	ns	16,5
P, %	0,27	0,24	ns	15,3
K, %	1,91 a	1,41 b	<0,05	16,9
Ca, %	0,83	0,73	ns	14,9
Mg, %	0,46	0,39	ns	12,6
C, %	40,53	39,95	ns	6,6
C/N	15,95 b	19,01 a	<0,05	10,9

(N) = nitrogênio; (P) = fósforo; (K) = potássio; (Ca) = cálcio; (Mg) = magnésio; (C) = carbono; (C/N) = relação carbono nitrogênio. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste F; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação

Mesmo que não significativo estatisticamente ($P > 0,05$), o tratamento SIPA apresentou 1,21 vezes o nitrogênio contido na massa de forragem final (MF.f) quando comparado ao tratamento SA. O tratamento pastejado influenciou significativamente ($P < 0,05$) a relação C/N pelo aumento dos níveis de nitrogênio no dossel em relação ao sistema não pastejado e também aumentou significativamente ($P < 0,05$) a concentração de potássio na massa de forragem residual (MF.r), podendo ser atribuído a composição mais jovem, das folhas do dossel forrageiro.

Este aumento da concentração de nutrientes na massa de forragem residual (MF.r), do tratamento SIPA, mesmo tendo produzido maiores quantidades de matéria seca em relação ao SA, que teoricamente aumentaria a diluição dos nutrientes na massa de forragem produzida, segunda a teoria de Lemaire e Gastal (1997), atribui-se principalmente a manutenção de tecidos foliares jovens e fotossinteticamente ativos Hodgson (1990). Esta situação favorece a manutenção de folhas e do conteúdo celular nos tecidos vegetais Deschamps (1999) no dossel

forrageiro, colaborando com a permanência de uma alta lotação animal instantânea (13,9 U.A), aproximadamente 15 animais por hectare.

Grande parte dos nutrientes encontrados na massa de forragem final pode ter sido reciclada no mesmo ciclo, uma vez que um bovino adulto pode excretar por dia aproximadamente 28 kg MS de fezes/dia contendo (0,4% N, 0,2% de P e 0,8% K) e 9 kg de urina (1,1% de N, 0,01% de P e 0,96 de K) (HENTZ et al., 2014). Seriam 3,16 kg N ha^{-1} dia^{-1} , 0,85 kg P ha^{-1} dia^{-1} e 4,7 kg K ha^{-1} dia^{-1} de incremento mineral no solo, podendo estar diretamente relacionado às maiores concentrações na massa de forragem final do tratamento pastejado (SIPA), quando comparada ao tratamento sem pastejo (SA). pelo aumento na velocidade de ciclagem de nutrientes entre os compartimentos do sistema solo-planta-animal. Os nutrientes em sistemas pastejados, pela sua baixa relação C/N são liberados com mais facilidade pela rápida decomposição dos tecidos vegetais (Medrado et al., 2011), tendo as maiores taxas de decomposição ocorrendo nos 15 primeiros dias (Aita e Giacomini, 2003) e tempo de meia vida da matéria seca de aproximadamente 110 dias (MEDRADO et al., 2011).

O potássio pode ter 50% da liberação acumulada da palhada aos 55 dias após a morte do tecido (CALONEGO et al., 2012). Assmann (2003) demonstrou a rapidez da ciclagem de nitrogênio quando o milho semeado sem adubação nitrogenada, em sequência à uma pastagem hiberna, que recebeu adubação nitrogenada, produziu a mesma quantidade de milho, quando comparado ao milho que recebeu adubação de base da semeadura e cobertura. E mesmo que ainda exista um impedimento cultural para adoção de SIPA por parte dos agricultores, inúmeros autores relatam que o componente animal não compromete a produtividade de grãos subsequente ao período de ocupação (pastejo).

Autores relatam que a adubação do sistema, a partir da fertilização das pastagens e não da cultura granífera, produzem a mesma quantidade de grãos quando comparadas ao cultivo que foi adubado no ciclo da cultura. Entre eles podem ser citados os trabalhos de Assmann, (2003) que produziu 10006 kg ha^{-1} de grão de milho subsequente ao pastejo animal com duração de 93 dias, Aiolf (2018) que produziu entre 592 a 860 kg PC ha^{-1} em 126 dias de pastejo e 2640 e 2660 kg ha^{-1} de grãos de feijão semeado após período de ocupação, com adubação realizada na fase pastagem e Silveira et al., (2012) que alcançou a produção de 10185,2 kg ha^{-1} de grãos de milho com pastejo de duração de 12 semanas.

4.2. Plantabilidade de milho sob diferentes sistemas de produção

Embora existam inúmeros estudos comprovando que o componente animal não é o fator de depleção da estrutura física do solo em SIPA, a interferência da sua presença precisa de maior compreensão. Principalmente em sistemas iLP, em regiões com teores de argila acima de 60% e uma pluviosidade acima de 500 mm no período do inverno, que se concentram as fases pastagem, pela propensão a terem maiores impactos sobre o piso da pastagem e a estrutura física do solo (SECCO et al., 2009).

Não houve diferença significativa estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos em nenhuma das variáveis avaliadas relacionadas a plantabilidade de milho (Tabela 9).

Tabela 9 - Avaliação de parâmetros da plantabilidade de milho em diferentes sistemas de produção agropecuária SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR

Variáveis	Tratamentos			P-valor	CV%
	SIPAaruana	SIPA	SA		
P.sem, cm	4,27	4,7	4,35	ns	16,1
Am, cm ²	44,2	47,3	47	ns	25,3
Larg_sulc, cm	15,85	17,4	17,4	ns	17,6
Esp_fal, %	18,88	21,24	17	ns	14,3
Esp_dup, %	5,78	4,6	4,46	ns	51,2
Esp_ac, %	76,15	72,72	75,67	ns	5,2
Est_plan.i, plantas ha ⁻¹	74444	75888	73554	ns	4,81

(P.sem) = profundidade de deposição de sementes; (Am) = área de solo mobilizada; (Larg_sulc) = largura de sulco; (Esp_fal) = espaçamentos falhos; (Esp_dup) = espaçamento duplo; (Esp_ac) = espaçamento aceitável; (Est_plan.i) = estande de planta inicial. Médias seguidas da mesma letra entre as linhas não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação

A semeadura antecipada do capim Aruana, não causou diferença no volume de solo mobilizado (VM) e na largura de sulco (Larg_sulc), quando se compara o tratamento SIPAaruana com os demais. Bem como, o pastejo animal nos tratamentos SIPAaruana e SIPA, não foi fator de comprometimento no que tange o mecanismo sulcador e seu impacto sobre a estrutura física do solo, uma vez que a deformação da estrutura inicial foi igual às do tratamento SA. Mostra que a heterogeneidade no volume e distribuição espacial de forragem sobre o solo, não teve efeito significativo sobre a plantabilidade da cultura do milho.

Modolo et al. (2019), estudando a semeadura de milho em sistemas pastejados e não pastejados, obteve volume do solo mobilizado de 39,39 cm² e profundidade de deposição de sementes 5,13 cm, não diferindo entre os tratamentos. As médias de profundidade de deposição de sementes (P.sem) em

todos tratamentos, se manteve entre (4,27 - 4,7 cm), valor que também encontrado em semeadura de milho sob sistemas pastejados e não pastejados Modolo et al., (2013) em que a massa de forragem final tinha 7560 kg MS ha⁻¹, valor próximo da massa de forragem do tratamento SA, descrita na (Tabela 5) de 5906 kg MS ha⁻¹.

Outro fator de possível interferência do animal e/ou da semeadura do capim Aruana é sobre a uniformidade de distribuição de plantas. Variável dependente da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora (Bottega et al., 2014; Bottega et al., 2017), neste experimento foi de 5,4 km/h, dentro do intervalo preconizado (4 – 6 km/h) como ideal nos trabalhos acima citados. Tem baixa interferência por distintos manejos de palhada pré plantio (dessecada, gradeada, rolada ou triturada) (TROGELLO et al., 2013b). Descrita na porcentagem de espaçamentos aceitáveis (Esp_ac), duplos (Esp_dup) e espaçamentos aceitáveis (Esp_ac), neste experimento de pesquisa, ficou dentro do indicado como uma boa semeadura (Tourino e Klingensteiner, 1983) e não teve diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos. Os valores atribuídos a estas variáveis se aproximam dos encontrados por Trogello et al. (2013b) que pesquisou sistemas pastejados e não pastejados.

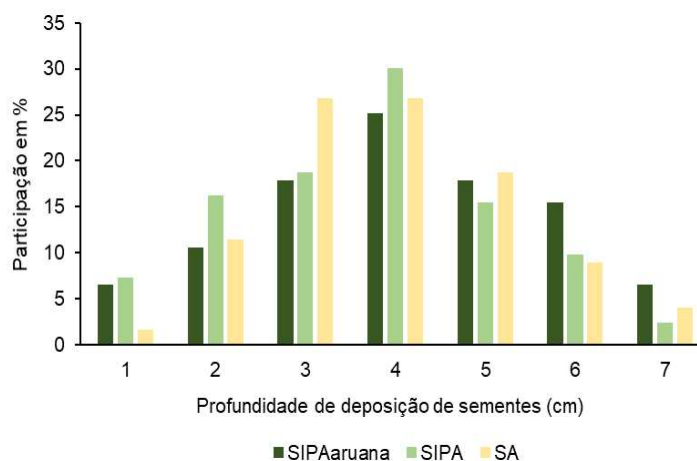
Estas variáveis que avaliam a qualidade de semeadura estão relacionadas como já dito, à velocidade de deslocamento, contudo, são inerentes ao manejo das pastagens e dos animais sob pastejo em SIPA, uma vez que o manejo errôneo pode diminuir a macroporosidade e porosidade total na camada superficial do solo (0 - 5 cm) (Flores et al., 2007), limitando o desenvolvimento da planta cultivada em sequência, pela falta de água armazenada no solo e aumento na resistência à penetração (SECCO et al., 2009)

O componente animal não é o fator de depleção ecológica e diminuição da produtividade da cultura granífera inserida no arranjo. Sistemas de produção com pastagens de *Avena strigosa* Scherb. e *Lolium multiflorum* Lam., manejadas em alturas acima de 20 cm têm boas taxas de infiltração de água bem como de infiltração acumulada (CASSOL, 2003; FLORES et al., 2007). Em SIPA com adubação da pastagem e intensidade de pastejo moderada, é possível verificar que a soja é capaz de descompactar (1,1 para 0,98 g cm⁻³) o solo, e aumentar a porosidade (58,02 para 62,86 m³ m⁻³) (TATTO et al., 2022) e mesmo com uma carga animal média de 1437 kg PC ha⁻¹ e 126 dias de pastejo em azevém, a densidade do

solo não entrou em uma faixa que limita o crescimento radicular (Aiolfi, 2018), que fica em um intervalo de 1,3 a 1,4 g dm³ (ARSHAD; LOWERY; GROSSMAN, 1997).

A profundidade de deposição de sementes não foi alterada ($P>0,05$) pelos tratamentos (Figura 6).

Figura 6 - Histograma das profundidades de deposição de sementes de milho, sob diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.



Não houve diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de Tukey para as médias dos tratamentos na mesma profundidade.

Fonte: Dambros (2023)

Como pode-se observar, a maior porcentagem de sementes foi depositada em um intervalo de 3 - 5 cm de profundidade no tratamento SIPAaruana, SIPA e SA respectivamente (Figura 6). A maioria das sementes foi depositada em uma profundidade de solo, que está dentro da média encontrada por Trogello et al., (2012) de 3,54 – 4,5 cm em milho semeado sobre palhada de aveia preta manejadas entre 15 – 30 cm altura e Trogello et al., (2013) de 5,29 – 5,65 cm em milho semeado sobre palhada de aveia preta, com diferentes manejos de cobertura (dessecada, gradeada, rolada e triturada). Esta distribuição na deposição de sementes, igual em todos tratamentos é mais um resultado, de que o pastejo animal e a semeadura pré-semeadura do milho não interferem na deposição das sementes no perfil do solo.

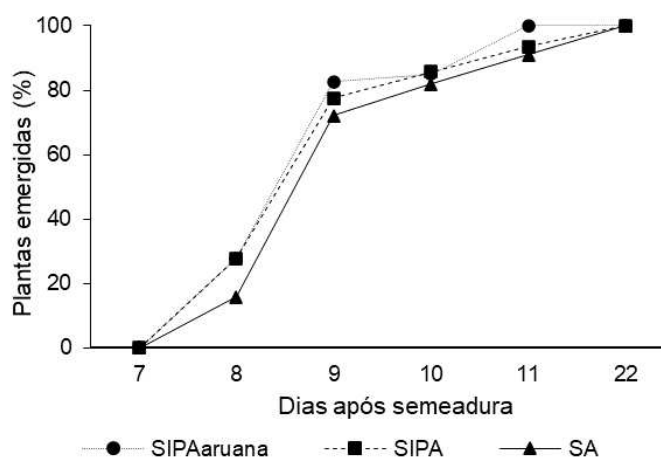
Mesmo assim, métodos de pastejo que diminuem a procura por alimento, reduzem o deslocamento animal, que é dependente do tempo de pastejo e do tempo de permanência por estação alimentar, que depende da intensidade de pastejo, que por sua vez é dependente da taxa de bocado que é correlacionada negativamente

com a altura de pasto, quanto maior altura, menor a taxa de bocado (Barbosa et al., 2010), dentro de uma recomendação de manejo para cada espécie forrageira.

Menores alturas de dossel, forçam o animal a procurar mais, por bocados que tenham volume de massa seca (Newman; Parsons; Penning, 1994), aumentam o número de estações alimentares e por consequência o número de passos diários (BAGGIO et al., 2009). Desta forma, mesmo com um carga animal elevada e uma taxa de lotação relativamente alta, principalmente a instantânea ($6431 \text{ kg PC ha}^{-1}$) fica evidente que quando há manutenção das alturas de pasto em um intervalo que favoreça a ingestão de alimento pelo animal, aliada a uma estrutura de dossel com massa de forragem média constante de aproximadamente $3000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ (Assman, 2014), que não há comprometimento da estrutura do solo e impedimento do bom desempenho das culturas (FLORES et al., 2007).

A ausência do efeito significativo ($P > 0,05$) de tratamento sobre a marcha de emergência de plantas de milho (Figura 7) reforça a teoria de que a inclusão do animal e de que a semeadura antecipada do capim Aruana sobre o cultivo de milho não tem efeitos sobre a plantabilidade.

Figura 7 - Marcha da emergência de sementes de milho, semeado em diferentes sistemas de produção no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.



(DAS) = dias após semeadura. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey entre as médias dos tratamentos no mesmo dia após a semeadura.

Fonte: Dambros (2023)

Aos 10 dias após semeadura, aproximadamente 80% do estande inicial de plantas de milho (Est_plan.i) tinha emergido em todos os tratamentos (Figura 7) e desta forma, observa-se que não existiu impedimento para a emergência das plantas e estabelecimento inicial da população de milho, porcentagem está também descrita no trabalho de (TROGELLO et al., 2013a).

De maneira geral, o resultado mais rápido sobre plantabilidade de uma cultura, é a maneira com que a emergência das plantas acontece. A desuniformidade de emergência pode reduzir a produtividade total na ordem de 2900 kg ha⁻¹ de grãos, na cultura do milho (Merotto Junior et al., 1999) e por ser derivada de vários fatores, como profundidade de deposição de sementes, densidade do solo e umidade do solo, velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora e outros, pode-se afirmar que a eficiência na semeadura está correlacionada a uniformidade de emergência, diminuído a competição intraespecífica por luz (Merotto Junior et al., 1999).

4.3. O efeito da inclusão do capim Aruana e do pastejo animal sobre os componentes de rendimento de milho, produção de biomassa forrageira e a produção animal na entressafra verão/inverno.

Os componentes de rendimento do milho não foram afetados ($P>0,05$) pela inclusão do capim Aruana em consórcio ao milho e pelo pastejo animal sobre a pastagem mista de azevém e centeio no inverno anterior (Tabela 10).

Tabela 10 - Componentes de desenvolvimento vegetativo, componentes de rendimento e produtividade de milho cultivado em diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variáveis	Tratamentos			P-valor	CV%
	SIPAaruana	SIPA	SA		
Componentes de desenvolvimento vegetativo					
ALTP, m	2,2	2,3	2,3	ns	7,7
DC, mm	20,66 b	22,13 ab	23,55 a	<0,05	5,7
IE, cm	104	113	114,32	ns	8,0
Componentes de rendimento					
GF	31	33	33	ns	4,8
GE	514	543	548	ns	5,4
FE	16,5	16,5	16,25	ns	3,4
P1000g, kg	0,232	0,239	0,237	ns	5,7
PE, kg	0,119	0,13	0,129	ns	8,2
Est_plan.f, plantas ha ⁻¹	74221	71568	70975	ns	5,1
Produtividade					
PROD.t, kg ha ⁻¹	8874	9295	9185	ns	11,0

(ALTP) = altura de planta; (DC) = diâmetro de colmo; (IE) = inserção de primeira espiga; (GF) = grãos por fileira; (GE) = grãos por espiga; (FE) = número de fileiras por espiga; (P1000g) = peso de mil grãos; (PE) = peso por espiga; (Est_plan.f) = estande final de plantas; (PROD.t) = produção total de grãos. Médias seguidas da mesma letra entre as linhas não diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste de Tukey; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação

A produção de grãos não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos SIPAaruana, SIPA e SA (Tabela 10). Borghi e Crusciol (2007) em Botucatu/SP (9613 kg ha⁻¹ de

grãos); Richart et al., (2010) com milho safrinha em Terra Roxa/PR (3493 kg ha⁻¹) e Santiani et al., (2020) em Concórdia/SC na pesquisa de para milho silagem (19649 kg ha⁻¹). De Almeida et al., (2017) em Piracicaba/SP pesquisando diferentes cultivares de *Megathysus spp.* não detectaram diferença significativa na produção de grãos do milho consorciado (7139 kg ha⁻¹) e solteiro (7081 kg ha⁻¹) nem na produção de silagem entre o milho que cresceu em consórcio e o solteiro.

Mesmo com uma produção maior de matéria seca na primeira fase (Pastagem 1), pastejo durante 49 dias e 245 kg PC ha⁻¹ produzidos, o tratamento SIPA não teve diferença significativa ($P < 0,05$) em nenhuma das variáveis de componentes de rendimento do milho avaliadas (Tabela 10) quando comparado com o tratamento SA, sem pastejo.

Sabendo que são nos estádios iniciais (V4 – V10) que o milho define os componentes de rendimento (Magalhães e Durães, 2006), e que é até aproximadamente os 60 dias após a semeadura existe um período crítico de competição (KOZLOWSKI, 2002; BALBINOT et al., 2016). A ausência de efeito significativo ($P < 0,05$) de tratamento para as variáveis número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, demonstra que não houve competição do capim Aruana com o milho nos estádios iniciais do cultivo do milho.

Deve ser levado em consideração que nos meses de desenvolvimento vegetativo do milho, houve baixa pluviosidade e dias com alta temperatura média (meses de novembro e dezembro) (Tabela 2). Desta forma, mesmo que não significativo, a menor altura de planta (ALTP) e de inserção de espiga (IE), no tratamento SIPAaruana, pode ter ocorrido pela falta de água, neste período. Bem como, o efeito significativo ($P < 0,05$), menor no tratamento SIPAaruana para o diâmetro de colmo (DC), pode ser explicado pela diminuição na taxa de crescimento e/ou pela remobilização de carboidratos presentes no colmo para o enchimento de grão, uma vez que as plantas de milho em estágio reprodutivo no tratamento SIPAaruana tinham parte do seu dossel sombreados pelo capim Aruana. O peso de mil grãos (P1000g) não teve diferença estatística entre os tratamentos.

A diminuição na produtividade de grãos de milho, pela competição por luz e nutrientes intraespecífica (Sangoi et al., 2002; Sangoi et al., 2010) ou elevada densidade populacional de forrageira em consórcio ao milho (CECCON et al., 2014) não foi evidenciada diferença entre os tratamentos neste experimento.

Mesmo que não significativo estatisticamente, todas as variáveis relacionadas aos componentes de rendimento do milho, tendem a diminuir no tratamento SIPAaruana. É prudente que se analise a densidade de plantas forrageiras e o comportamento do capim Aruana em consórcio com o milho a fim de não tornar este arranjo ineficiente. Neste experimento a média de plantas de capim Aruana por m² foi de 15,2 (Tabela 11).

Tabela 11 - Caracterização, desempenho e produção da *Megathyrsus maximum* cv. Aruana semeada em consórcio com milho durante o desenvolvimento da cultura granífera e após sua colheita, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variável	Época	Média
1 dia antes da colheita do milho		
Plantas/m ² ,		15,2
ALTP.pe, m		1,8
Perf.p, perfilhos/planta		8,8
Perf.f.p, perfilhos/planta		4,6
DPP, m ²		134
VR, cm ³		66,6
CR.m, cm		10,86
CR.mx, cm		33,36
TxAC, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹		28
MF.f, kg MS ha ⁻¹		5264
PB%		9,9
Depois da colheita do milho		
MF.io, kg MS ha ⁻¹		5113
TxAC, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹		140
PB%		13,3
PROD.t MS, kg MS ha ⁻¹		8083
MF.r, kg MS ha ⁻¹		5754
Relação C/N MF.r		25,4

(Plantas/m²) = plantas de *Megathyrsus maximum* cv. Aruana; (ALTP.pe) = altura de planta com perfilho estendido; (Perf.p) = número de perfilhos por planta; (Perf.f.p) = número de perfilhos florescidos por planta; (DPP) = densidade populacional de perfilhos; (VR) = volume de raiz; (CR) = comprimento de raiz; (MF.f) = massa de forragem final; (MF.io) = massa de forragem início da ocupação; (TxAc) = taxa de acúmulo; (PB%) = percentual de proteína bruta; (PROD.t MS) = produção total de matéria seca; (Relação C/N MF.r) = relação entre carbono e nitrogênio (1).

A densidade populacional de plantas de capim Aruana e seu lento desenvolvimento inicial permitiram o pleno desenvolvimento inicial das plantas de milho e expressão do potencial genético na definição dos componentes de rendimento. Este resultado também foi encontrado em estudo realizado na cidade de Piracicaba, SP, (Tsumannuma, 2004) que encontrou uma produção de 9570 kg ha⁻¹ de grãos de milho cultivado em consórcio a forrageira do gênero *Urochloa* sp, 16,25 fileiras por espiga e 30 grãos por fileira e por Borghi e Crusciol, (2007) que obtiveram

511 grãos por espiga na média de 2 anos cultivando milho consorciado com *Urochloa brizantha* e uma produtividade média de 9948 kg ha⁻¹.

Pode-se observar na Tabela 14 a altura de planta com o perfilho estendido do capim Aruana (1,8m) ficou próxima da média da altura das plantas de milho (2,15m) (Tabela 10), condição que gerou sombreamento do estrato inferior do dossel de milho, e diferente do que se esperava, um estiolamento das plantas de milho, como uma reação igual a de competição interespecífica na busca por luz. O tratamento SIPAaruana teve a média de altura de plantas (2,16 m) inferior às dos tratamentos SIPA (2,26 m) e SA (2,3 m). A diminuição na estatura de planta, em que a inserção de espiga torna-se mais baixa (Brambilla et al., 2009), tornam-se benéficas para este sistema, uma vez que o colmo é menos resistente e a plataforma de colheita é regulada em altura de 0,6 m, podendo gerar uma situação de perdas de espigas por tombamento do pé ou a espiga cair fora da plataforma no momento da colheita, perdas que podem chegar a ordem de 35% (SANGOI et al., 2010).

O capim Aruana mostrou excelente adaptação a este sistema de produção, em consórcio com milho, análogo ao sistema Santa Fé (Kluthcouski et al., 2000). Em condições de cultivo solteiro do capim Aruana, o dossel forrageiro apresenta mais perfilhos (1860 perfilhos m²) quando manejado entre 20,7 e 28,5 cm (Da Silva et al., 2015), entretanto antes da colheita do milho, a forrageira perfilhou relativamente pouco, obtendo 134 perfilhos m² e a altura de planta com perfilho estendido (ALTP.pe) de 1,8 metros. Essas características morfológicas tornaram o dossel forrageiro pouco competitivo com o milho. O fato é que forrageiras C4 em ambientes sombreados têm seu crescimento reduzido (Soares et al., 2009) e essa limitação fisiológica imposta pela falta de energia fotossinteticamente ativa, condicionou o capim Aruana a uma baixa taxa de acúmulo (TxAc), de 28 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, até a colheita do milho.

O capim Aruana no dia da colheita do milho apresentava volume de raiz (VR) de 66,6 cm³, comprimento médio de raiz (CR.m) de 10,86 cm e o comprimento máximo de raiz (CR.mx) de 33,36 cm. Com condições radiculares de absorção de nutrientes e água bem como incremento de luminosidade fotossintética chegando sobre o dossel, a pastagem aumentou rapidamente a taxa de acúmulo (TxAc), chegando a média de 140 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. Embora durante o período de cultivo as forrageiras tenham uma baixa produção de massa seca, 880 kg MS ha⁻¹ até a

colheita (Tsumannuma, 2004), a produção de raízes varia de 1340 a 1910 kg MS ha⁻¹ atingindo até os 40 cm de profundidade. Fator importante quando usamos do consórcio com milho pensando na estruturação e aumento da taxa de acúmulo de massa seca após a colheita.

Após 209 dias de cultivo (188 em consórcio com milho e 21 em pousio) o seu teor de proteína bruta PB% médio pela simulação de pastejo em capim Aruana foi de 13,3%. Mesmo com condições de pastejo, o início do período de ocupação pelas fêmeas bovinas só foi possível 20 dias após a colheita do milho, por conta de fatores climáticos (9 dias com chuva) e logística de montagem das cercas e bebedouros para início da 3ª fase do experimento Fase Pastagem 2.

A alta massa de forragem no início do período de ocupação, 5113 kg MS ha⁻¹, e ao final da ocupação, 5754 kg MS ha⁻¹, foi possível pela taxa de acúmulo após a colheita chegar a média de 140 kg MS ha⁻¹dia⁻¹, maior que a encontrada por Souza (2018) de 115,6 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. Após a colheita do milho e o período de descanso, o fato do tratamento SIPAaruana gozar de um dossel forrageiro com 5113 kg MS ha⁻¹, coloca este arranjo como alternativa para o forrageamento outonal em regiões de clima frio e/ou de altitude. A possibilidade de pastejo em um curto espaço de tempo com alta massa de forragem no início da ocupação, fazendo um pastejo que se assemelha a um pastejo diferido, viabilizaram, junto a outros fatores inerentes a este sistema, o bom desempenho zootécnico (Tabela 12).

Tabela 12 - Desempenho produtivo de novilhas Aberdeen Angus sobre pastagem de *Megathyrus maximum* cv. Aruana em sistema integrado de produção agropecuária no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variável	Média
PCI, kg	283
CA, kg PC ha ⁻¹	1864
LA, UA ha ⁻¹	4,1
LA, animais ha ⁻¹	6,4
GMD, kg PC dia ⁻¹	0,9
GPVa, kg PC ha ⁻¹	114
GPVdia, kg PC ha ⁻¹ dia ⁻¹	5,7
DP	20

(PCI) = peso corporal inicial; (CA) = carga animal; (LA) = lotação animal; (GMD) = ganho médio diário; (GPV): ganho de peso vivo; (DP) = dias de pastejo

O período de ocupação relativamente curto (20 dias), não foi limitante para obter-se produtividade da área na Fase Pastagem 2. O GPV por área foi de 114 kg PC ha⁻¹ bem como as fêmeas bovinas das raças Aberdeen Angus tiveram ganho médio diário (GMD) de 0,9 kg PC dia⁻¹, resultado este, maior que o encontrado por

Souza (2018), de 0,620 kg PC dia⁻¹. Atualmente não existe relato científico de produção dessa quantidade de matéria seca e que se estabeleça com semeadura e/ou plantio após colheita, que tenha capacidade de suportar uma carga animal (CA) de 1864 kg PC ha⁻¹ e condicionar um ganho de peso vivo por área diário (GPV) de 5,7 kg PC ha⁻¹ dia⁻¹ de maneira precoce como esta situação, de 21 dias de estabelecimento pós colheita e 20 dias de pastejo.

O capim Aruana, mostrou-se adaptado a este arranjo em consórcio ao milho, sem o uso de herbicidas para supressão da forrageira, e pode se tornar uma alternativa de forrageamento outonal e aumento da produção de biomassa pelo sistema em SIPA.

Após o período de ocupação, 43 dias após a colheita, a massa de forragem residual do capim Aruana tornou-se uma entrada de nutrientes no sistema. Como neste momento a disponibilização dos nutrientes presentes na matéria seca do milho começa a estabilizar e a persistência da palhada ainda é de aproximadamente 75% (Calonego et al., 2012), o *input* de nutrientes disponíveis na matéria seca do capim Aruana, com concentrações maiores ($P < 0,05$) quando comparadas ao do milho (Tabela 13), tem papel fundamental na manutenção dos níveis de nutrientes absorvíveis pelas plantas.

Tabela 13 - Concentração de nutrientes na palhada de milho e massa de forragem de *Megathyrus maximum* cv. Aruana, após 43 dias da colheita do milho e 22 dias de pastejo animal no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variáveis	Concentração de nutrientes			P-valor	CV%
	Milho	<i>Megathyrus maximum</i> cv. Aruana			
N	0,48 b	1,44 a		<0,05	19,12
P	0,07 b	0,24 a		<0,05	19,25
K	0,29 b	2,02 a		<0,05	10,11
Ca	0,26 b	0,58 a		<0,05	5,95
Mg	0,3 b	0,64 a		<0,05	9,91
C	41 a	36,4 b		<0,05	2,45
C/N	88,5 s	25 b		<0,05	24,96
Biomassa residual (kg MS ha ⁻¹)					
Origem	Tratamento			P-valor	CV%
	SIPAAruana	SIPA	SA		
Milho	6323 b	7351 ab	8377 a	<0,05	7,09
Aruana	5754	-	-	-	-

(N) = nitrogênio; (P) = fósforo; (K) = potássio; (Ca) = cálcio; (Mg) = magnésio; (C) = carbono; (C/N) = relação carbono nitrogênio. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de F ($P > 0,05$).

A decomposição da palhada de milho pode levar até 900 dias, com uma decomposição de aproximadamente $460 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$ em regiões de altitude (Bertol; Leite; Zoldan, 2004). O nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio têm uma liberação acumulada na palhada de aproximadamente 30%, 20%, 50% e 30% respectivamente até os 50 dias após a deposição da palhada sobre o solo e estabilização de longo prazo na liberação dos nutrientes para o sistema (CALONEGO et al., 2012).

Uma vez que as concentrações de nutrientes no milho não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos neste experimento, corroborando com Lopes (2017), há momentaneamente uma complexação de nutrientes extraídos pela cultura do milho de lenta biodisponibilização que pode comprometer o desempenho das culturas subsequentes caso não exista reposição de nutrientes. Neste sentido, a reposição pode advir de várias maneiras, uma delas através dos resíduos culturais do capim Aruana após o término do período de ocupação, já que as concentrações de nutrientes e a biodisponibilização é maior, por conta da relação C/N ser de 25 e a velocidade de decomposição da palhada aumenta na ordem de 1,8 vezes (CALONEGO et al., 2012).

O capim Aruana, aos 43 dias após colheita do milho, depositou sobre o solo $50,84 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, $9,31 \text{ kg ha}^{-1}$ de fósforo e $103,43 \text{ kg ha}^{-1}$ de potássio, com uma relação C/N 72% menor que a cultura do milho, que em aproximadamente 60 dias tem 50% dos nutrientes disponibilizados e 50% da MS decomposta bem como aos 145 dias seu total desaparecimento (GARCIA et al., 2014). Do Carmo et al., (2012) afirma ser extremamente importante que haja incrementos de matéria orgânica sobre o solo de forma continuada, e que para a manutenção do carbono orgânico total (COT), é extremamente importante que se mantenha constância na deposição de resíduos capazes de transformar-se em carbono orgânico particulado (COp) para que não haja oxidação da matéria orgânica do solo e por consequência o declínio do carbono orgânico total do solo.

Desta forma, o capim Aruana, por conta das suas características individuais e dentro do arranjo sistêmico proposto neste trabalho, é uma alternativa sustentável e eficiente para aumento do carbono orgânico do solo, aumento do sequestro de carbono e uma série de fatores ligados ao desenvolvimento ecológico deste tipo de produção em regiões de altitude.

4.4. O efeito da inclusão do capim Aruana e seu pastejo outonal, sobre o desempenho da cultura de inverno subsequente (aveia) e de novilhas Aberdeen Angus em pastejo sob lotação contínua.

O pastejo outonal sobre o capim Aruana não prejudicou o desenvolvimento da cultura da aveia semeada de forma subsequente, bem como não teve efeito significativo ($P > 0,05$) sobre a altura, densidade populacional de perfilhos, massa de forragem e produtividade total de matéria seca da forrageira hibernal quando comparado ao tratamento SIPA (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores médios relacionados ao desempenho produtivo e estrutura de dossel forrageiro aveia, sob três sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variável	Tratamentos			CV %	P-valor
	SIPAaruana	SIPA	SA		
ALT.m, cm	28 b	27 b	61 a	6,2	<0,05
ALT.f, cm	26 b	24, b	96 a	13,4	<0,05
DPP.m, perfilho m ²	1468	1458	1240	8,6	ns
DPP.f, perfilhos m ²	1375 a	1429 a	889 b	15,8	<0,05
TxAC.t, kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	84 a	79 a	64 b	7,9	<0,05
PROD.t MS, kg MS ha ⁻¹	12836 ab	14658 a	10434 b	11,2	<0,05
MF.m, kg MS ha ⁻¹	2515 b	2750 b	6464 a	3,9	<0,05
MF.r, kg MS ha ⁻¹	3034 b	2929 b	10434 a	15,6	<0,05
DC	149	184	162	-	-
DP	85	119	0	-	-

(Alt.m) = altura média; (Alt.f) = altura final; (DPP.m) = densidade populacional de perfilho média; (DPP.f) = densidade populacional de perfilhos final; (TxAc.t) = taxa de acúmulo total; (PROD.t MS) = produção total de matéria seca; (MF.m) = massa de forragem média; (MF.r) = massa de forragem final; (DC) = dias de ciclo; (DP) = dias de pastejo Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey; ns: não significativo; CV = coeficiente de variação.

O tratamento SIPA teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a produção total de matéria seca (PROD.t), produzindo 4251 kg MS ha⁻¹ de aveia a mais que o tratamento SA. Corrobora com os resultados da primeira fase (Pastagem 1), reafirmando a importância do componente animal para a maior produção de biomassa e intensificação na produção.

O aumento na produção de biomassa pelo dossel forrageiro, como já mencionado, está relacionado à manutenção da altura de dossel em intervalos que possibilitam o acúmulo de biomassa diária a partir da manutenção de índices de área foliar (Bircham e Hodgson, 1983) e de área foliar remanescente após desfolhação (Brougham, 1957) adequados para a espécie forrageira em cultivo (aveia), a partir do pastejo animal.

Como a aveia branca é uma planta que tem predisposição genética a acamamento (De Oliveira et al., 2011), “principalmente em regiões com maior

incidência de ventos, maior ocorrência de chuvas e diferentes condições do solo, como maior teor de N disponível” (Berry et al., 2003 apud Hawerroth et al., 2015), contudo, não teve efeito estatístico ($P > 0,05$) para as variáveis (ALTP), com perfilho (ALTP.pe) e (DPP) em todas as datas avaliadas nos tratamentos com pastejo (SIPAAruana e SIPA). Indicando que os tratamentos impostos neste experimento, não interferem no comportamento ecofisiológico da aveia branca (Tabela 15).

Tabela 15 - Médias da altura de planta, altura de planta com perfilho estendido e massa de forragem de aveia em diferentes momentos do cultivo sob três sistemas de produção SIPAAruana, SIPA e SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR

Tratamento	Datas					
	20/jun	11/jul	01/ago	29/ago	01/out	24/out
ALTP, cm						
SIPAAruana	-	17,47 b	23,25 b	30,3 b	35,15 b	39,1
SIPA	33,97	21,27 b	23,5 b	29,6 b	31,72 b	37,02
SA	35,6	46,62 a	66,75 a	96,97 a	109,9 a	-
<i>P - valor</i>	ns	0,01	0,01	0,01	0,01	ns
CV%	11,64	7,5	11,64	12,09	13,68	13,62
ALTP.pe, cm						
SIPAAruana	-	27,97 b	38,87 b	34,3 b	37,17 b	39,1
SIPA	50,62	29,82 b	28,92 b	32,67 b	37,85 b	37,02
SA	51,75	76,02 a	86,95 a	112,27 a	146,02 a	-
<i>P - valor</i>	ns	0,01	0,01	0,01	0,01	ns
CV%	4,25	7,62	13,93	8,26	8,53	13,6
IA, %						
SIPAAruana	-	37	37	12	5	-
SIPA	33	28	18	10	14	-
SA	31	39	23	14	25	-
<i>P - valor</i>	-	ns	ns	ns	ns	-
CV%	22,5	15,56	40	38,69	60,34	-
MF, kg MS ha⁻¹						
SIPAAruana	-	1103 c	2381 b	3098 b	3167 b	2826
SIPA	2302	2610 b	2617 b	3053 b	3349 b	2492
SA	2487	3765 a	6209 a	9427a	10434 a	-
<i>P-valor</i>	ns	0,01	0,01	0,01	0,01	ns
CV%	7,19	8,07	12,76	9,85	10,93	26,67
DPP, perfilhos/m²						
SIPAAruana	-	1684	1618 a	1519 a	1143 ab	1375
SIPA	1691	1337	1363 ab	1680 a	1249 a	1429
SA	1719	1452	1177 b	956 b	912 b	-
<i>P - valor</i>	ns	ns	<0,05	<0,01	<0,05	ns
CV %	4,99	15,85	13,6	9,21	12,92	9,86

(ALT) = altura de planta; (ALT.pe) = altura de planta com perfilho estendido; (IA) = índice de acamamento; (MF) = massa de forragem; (DPP) = densidade populacional de perfilhos (-) não existiu coleta de dados. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo

A massa de forragem (MF) no início do estabelecimento da aveia no tratamento SIPAAruana (dia 11/07), difere estatisticamente ($P < 0,05$) do tratamento SIPA, devido às datas de semeadura da aveia serem diferentes 20/05 e 21/04

respectivamente. Contudo, no restante do período de ocupação, os dois tratamentos permanecem com a massa de forragem entre 2381 e 3349 kg MS ha⁻¹, não diferindo estatisticamente entre si nas datas de avaliação.

A diferença entre as datas de semeadura da cultura hiberna da fase Pastagem 3 entre os tratamentos, ocasionada pela inclusão do capim Aruana no arranjo do tratamento SIPAaruana, teve efeito sobre a estrutura de dossel forrageiro somente até o final do estabelecimento das forrageiras (11/07 à 01/08). Após este momento os tratamentos SIPAaruana e SIPA não apresentaram diferença estatística significativa para ALT, ALT.pe, e MF. A DPP, não apresentou diferença entre os tratamentos com pastejo (SIPAaruaba e SIPA) durante todo o período de cultivo.

A ausência do pastejo animal no tratamento SA não limitou a altura do dossel forrageiro, desta forma a massa de forragem aumentou linearmente até a penúltima data de coleta (130 DAS), chegando a 9427 kg MS ha⁻¹. Até este momento, a taxa de acúmulo era de 72,5 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, contudo, e como resposta fisiológica da forrageira ao sombreamento de suas folhas, a taxa de acúmulo nos 32 dias seguintes foi de 31 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ chegando a produção total de 10434 kg MS ha⁻¹ aos 162 DAS com uma taxa de acúmulo média de 64 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ que é respectivamente 24% e 19% menor, comparada às dos tratamentos SIPAaruana e SIPA (Tabela 14), respectivamente.

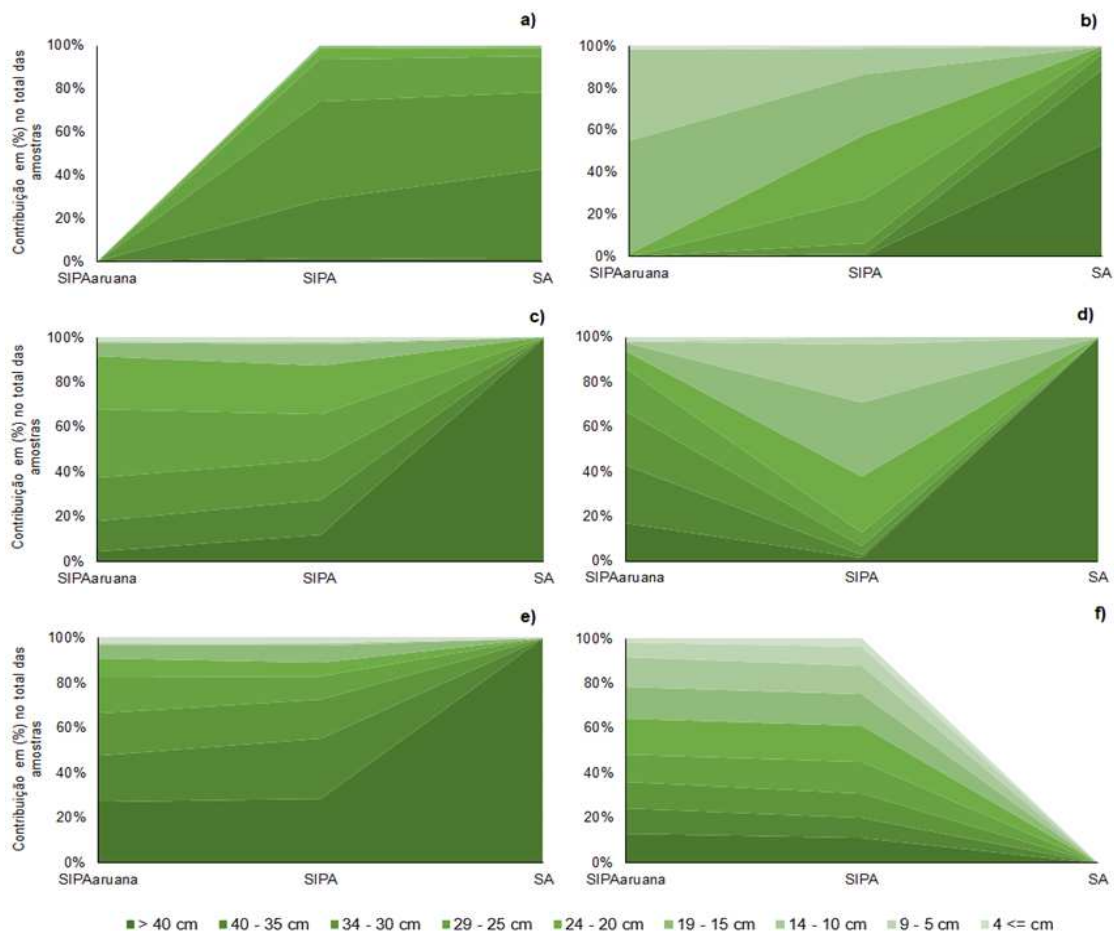
A manutenção das alturas de pasto nos tratamentos com pastejo em um intervalo de 18-30 cm cria heterogeneidade vertical e horizontal no sistema pastoril (NUNES, 2019). Esta condição de estratificação da altura também se relaciona à massa de forragem, o que pode ocasionar uma desuniformização na quantidade de resíduo depositado sobre o solo e dessa forma, gerar pontos com baixa massa de forragem.

É importante que se mantenha a deposição de 2000 a 3000 kg MS ha⁻¹ via resíduo/palhada pelas culturas de inverno, em sistemas de integração lavoura-pecuária sob SPD, pois este é “o valor limite para a produção de resíduos de pastagem que mantém sistemas ILP sustentáveis a longo prazo” (ASSMANN et al., 2014, apud CASSOL, 2003; ASSMANN, 2003).

Desta forma, avaliou-se a participação de diferentes intervalos de altura de pasto na composição do dossel forrageiro de aveia branca, manejada em um intervalo de 18-30 cm nos tratamentos com pastejo, com médias reais de 28 cm SIPAaruana, 27 cm SIPA, 61 cm SA, a fim de traduzir se: a semeadura de aveia

após o pastejo sobre o capim Aruana e o pastejo animal durante o período de ocupação modifica a estrutura do dossel desuniformizando as alturas de pasto ao longo do período de cultivo até a composição final (Figura 8).

Figura 8 - Participação (%) de diferentes intervalos de altura de pasto na composição do dossel forrageiro de pastagem de aveia, sob diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA em diferentes momentos do ciclo da pastagem (a): 20/06; (b): 11/07; (c): 01/08; (d): 29/08; (e): 01/10 e (f): 24/10 no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

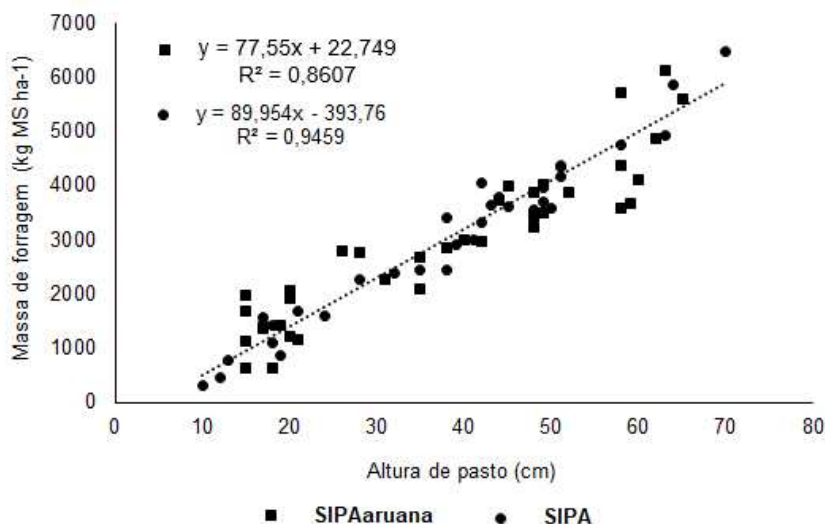


Fonte: Dambros (2023)

A contribuição de um maior número de intervalos de altura na composição do dossel forrageiro é visivelmente evidenciada nos tratamentos com pastejo. O tratamento SIPAaruana manteve a composição do dossel forrageiro com 85% da área acima de 14 cm, o tratamento SIPA teve uma média de 93% da área acima de 14 cm ao longo do cultivo. Mostrando que a área permaneceu com o dossel forrageiro acima do mínimo permitido para o manejo da cultura da aveia. Contudo, a composição da massa de forragem final difere da média de cultivo, e mostra que os tratamentos SIPAaruana e SIPA têm 21% e 25% de sua composição abaixo de 14 cm (Figura 8f)

Para determinação da massa de forragem final nos tratamentos pastejos, foram geradas duas equações a partir da metodologia de dupla amostragem (Figura 9).

Figura 9 - Regressão linear para massa de forragem final e altura de pasto de aveia branca sob pastejo no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.



Fonte: Dambros (2023)

Utilizando a participação de altura de pasto final, para determinação da massa de forragem residual, a partir do uso das equações acima descritas (Figura 9), temos 63% e 70% do dossel forrageiro com massa de forragem final abaixo de 2271 kg MS ha⁻¹.

Mesmo mantendo as médias de altura de pasto dentro do recomendado para maximização na ingestão de alimento pelo ruminante (Mezzalira et al., 2014), (Tabela 16), e dentro de intervalos descritos em inúmeros trabalhos já citados nesta pesquisa como ideias para que não haja o comprometimento no desenvolvimento e na produção de culturas agrícolas anuais é importante que o monitoramento não somente da altura média, mas também de sua heterogeneidade.

Tabela 16 - Altura de pasto real durante o período de cultivo de aveia branca sob pastejo de novilhas Aberdeen Angus, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Tratamento	Datas					
	20/jun	11/jul	01/ago	29/ago	01/out	24/out
SIPAaruana	-	15,3 c	28 b	33,3 b	31	26,3
SIPA	32,3	21,5 b	29,5 b	18,2 c	35,5	24,3
SA	32,8	42,5 a	70,5 a	96,3 a	-	-
<i>P - valor</i>	ns	<0,05	<0,05	<0,05	ns	ns
CV%	2,81	10,15	5,06	10,4	7,47	21,96

(-) = não existiu coleta de dados. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo

A participação de intervalos na composição do dossel forrageiro acima de 14 cm do tratamento SIPAaruana 85% e SIPA 93%, corroboram com (NUNES et al., 2019), onde mostra que o dossel forrageiro de aveia e azevém, manejado acima de 30 cm, tem 75-85% do dossel forrageiro em um intervalo de altura de 15 - 30 cm e quando manejados a 20 cm 75 - 80% do dossel forrageiro permanecem entre 10 a 30 cm.

Entretanto, para o mesmo autor acima citado, as participações de alturas de pasto abaixo de 15 cm na última data (término do cultivo), representaram 26,4% das amostras quando a pastagem foi manejada a 20 cm e 16,8 % quando manejadas a 30. Bem como 44 % das amostras estavam abaixo de 20 cm no manejo á 20 cm de altura e 37,2 % no manejo á 30 cm. Alturas estas que também vão ao encontro a este estudo, em que pastagens manejadas em um intervalo de 18 - 30 cm tem 21 % e 25 % de áreas com menos de 14 cm de altura.

As modificações na estrutura do dossel forrageiro têm inúmeras vertentes, que vão desde fatores edafoclimáticos até o manejo da pastagem. Neste trabalho, foram respeitadas as alturas de pasto para maximização da ingestão de massa seca pelos animais. Contudo, as modificações estruturais do dossel forrageiro, pode ter afetado a oferta de forragem calculada, sendo assim foram necessários ajustes de carga animal ao longo do período de ocupação para manutenção das alturas desejadas (Tabela 17).

Tabela 17 - Carga animal média (kg PC ha⁻¹) durante o período de ocupação na Fase Pastagem 3, sob diferentes tratamentos SIPAaruana e SIPA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Tratamento	Datas de pesagem dos animais						
	22/jun	08/jul	19/jul	26/jul	02/set	30/set	24/out
SIPAaruana	-	-	-	1453*	1085	1136	1019
SIPA	2005	1243	961	-	1192	1243	1284
<i>P - valor</i>	-	-	-	-	ns	ns	ns
CV%	-	-	-	-	9,98	6,39	17,09

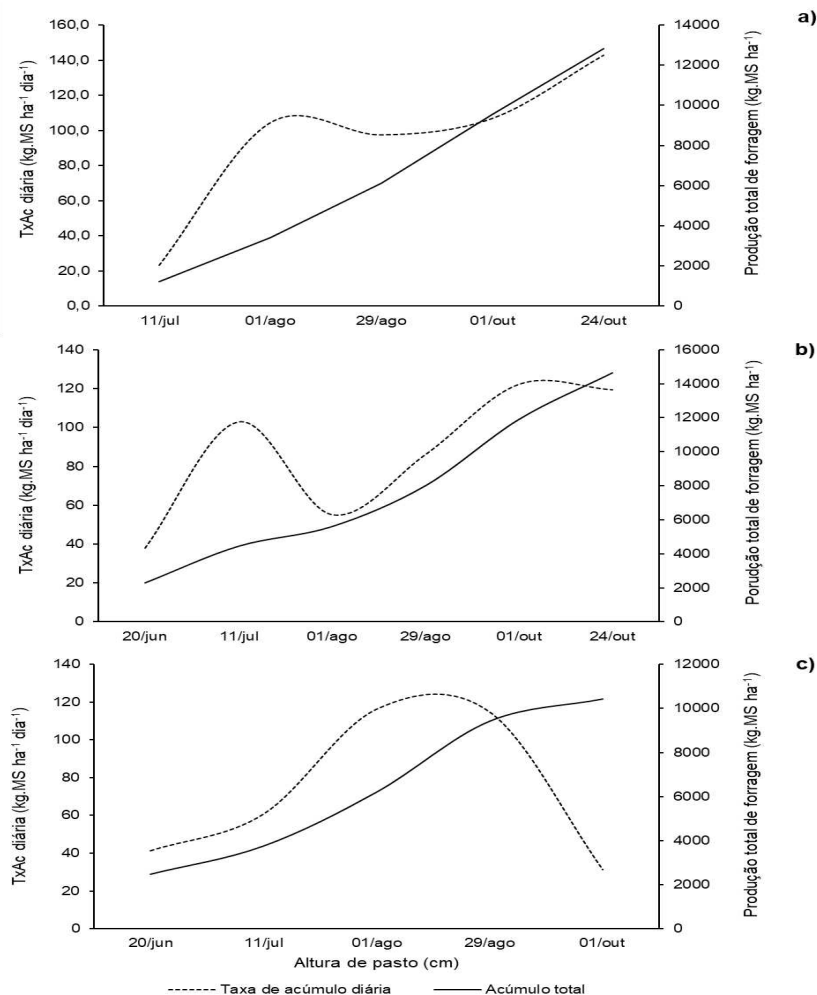
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; * = início do período de ocupação no tratamento SIPAaruana; - = não houve avaliação

Notamos que uma alta carga animal inicial, mesmo com posterior diminuição, mas dentro do intervalo médio de altura de pasto de condução do experimento pode ter impacto de média duração na estrutura do dossel forrageiro. Em síntese, nas Figuras 8b, 8c e 8d, podemos observar diferenças de comportamento do dossel forrageiro dos tratamentos SIPAaruana e SIPA. O tratamento SIPAaruana na Figura

9b tem grandes participações de intervalos abaixo de 20 cm e progride para a diminuição de participação destes intervalos, e o SIPA movimenta-se ao contrário, aumentando as participações de intervalos abaixo de 20 cm e ao final estratifica de forma quase idêntica ao tratamento SIPAaruana.

Estas movimentações são características destes sistemas de produção e refletem o manejo das pastagens, que por sua vez, manifesta-se no crescimento da forragem, e como ilustra a Figura 10 a altura de pastejo influencia na taxa de acúmulo e na produção total de biomassa, uma vez que a altura não é um número absoluto e sim uma média da pastagem.

Figura 10 - Taxa de acúmulo diária, produção total de forragem e altura de pasto de aveia em diferentes sistemas de produção (a) SIPAaruana, (b) SIPA e (c) SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.



Fonte: Dambros (2023)

Nos sistemas pastejados SIPAaruana e SIPA, (Figuras 10a) e (Figura 10b), a taxa de acúmulo se elevou rapidamente, chegando aos 100 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ no segundo período aos 73 e 81 dias após a sementeira respectivamente, com uma

altura média dentro do intervalo de 18 a 30 cm. Os estímulos de crescimento da planta descritos por vários autores (McNaughton, 1983, Hilbert et al., 1981) aumentam a produção de biomassa e a taxa de acúmulo, pela maior quantidade de radiação fotossintética chegando ao dossel forrageiro, renovação do dossel através da desfolha que evita um acúmulo excessivo de folhas em balanço menos positivo de carbono. Enquanto que no tratamento SA, a taxa de acúmulo obtida no mesmo período e com uma altura de dossel forrageiro de aproximadamente 67 cm chegou a 61 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e somente chegou aos 100 kg MS ha⁻¹ após 102 dias de cultivo.

No início do período de ocupação do tratamento SIPAaruana, foi observado o mesmo comportamento da pastagem do tratamento SIPA. Houve redução na taxa de acúmulo de forma momentânea, não afetando a produtividade de biomassa do sistema. Contudo, a fonte de variação veio da carga animal, que reduziu a quantidade de pontos no dossel forrageiro com alturas de pasto acima de 20 cm. Nota-se na (Tabela 17) que a carga animal inicial 1453 kg PC ha⁻¹ no tratamento SIPAaruana é maior que as mantidas nos períodos seguintes e diminui ao longo do período de ocupação, reduzindo a participação de intervalos abaixo de 15 cm (Figura 8d) na composição do dossel.

O método *put-and-take* que permite com que se ajuste a intensidade do pastejo, proposta por Mott e Lucas (1952), regula de forma variável a carga animal, para que as estruturas e/ou oferta de forragem seja mantida o máximo de tempo dentro do adequado, para que o animal tenha a máxima ingestão de alimento ou que o objetivo proposto pelo manejador da pastagem seja alcançado. O ajuste da carga animal é necessário por inúmeros fatores, entre eles: aumento do peso animal, alterações de taxa de acúmulo diária da pastagem, oscilação da densidade de forragem durante o ciclo, eventos climáticos adversos e progressão do ciclo vegetal. Estes fatores influenciam a produção de forragem pelo sistema e na taxa de desaparecimento, que por consequência tem impacto sobre a estrutura de dossel forrageiro, velocidade de ingestão de nutrientes e desempenho do animal.

Junto aos fatores quantidade de produção de matéria seca e estrutura de dossel favorável à ingestão de nutrientes pelo herbívoro, os tratamentos com pastejo condicionaram a aveia branca a ter bons teores de proteína bruta ao longo do ciclo, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) nos primeiros períodos por conta dos momentos diferentes de semeadura, mas mantendo-se até o final do ciclo de cultivo acima de

14% de proteína bruta e com uma média de 19,08% e 18,58% de PB para os tratamentos SIPAaruana e SIPA, respectivamente (Tabela 18).

Tabela 18 - Teor de proteína bruta (%) na matéria seca de pastagem de aveia, obtido através da simulação de pastejo pelo método (*hand-plucking*) em diferentes momentos do cultivo sob dois sistemas de produção SIPAaruana e SIPA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

	20/jun	11/jul	01/ago	29/ago	01/out	24/out
SIPAaruana	-	29,5 a	21,1 a	15,3	15,4	14,1
SIPA	27,8	17,5 b	17,8 b	15,5	16,1	16,8
<i>P - valor</i>	-	0,01	0,05	ns	ns	ns
CV%	-	11,39	6,88	14,82	14,87	10,6

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste de Tukey; ns: não significativo; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo

O valor médio de proteína bruta da aveia branca fica dentro da faixa de 18 a 25% não se diferencia de outros trabalhos com plantas forrageiras solteiras e consorciadas em que a média dos consórcios contendo aveia, azevém e centeio é de 19,63% (ROSO et al., 2000). A manutenção dos teores de proteína bruta, a manutenção constante da massa de forragem e o manejo de pastagem em intervalos de altura que maximizem o consumo animal, foram alicerces para produção de 3,74 e 3,71 kg PC ha⁻¹ dia⁻¹ (GPV), em um ciclo de 149 e 184 dias, período de ocupação de 85 e 119 dias para os tratamentos SIPAaruana e SIPA, respectivamente (Tabela 19).

Tabela 19 - Desempenho produtivo de novilhas Aberdeen Angus em pastagem de aveia em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária SIPAaruana e SIPA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variáveis	Tratamento		<i>P - valor</i>	CV%
	SIPAaruana	SIPA		
Desempenho animal				
PCI, kg	252	241	ns	6,61
PCM, kg	293	291	ns	6,72
PCF, kg	331	311	ns	6,36
GMD, kg PC animal ⁻¹ dia ⁻¹	0,93	0,83	$P<0,05$	4,9
GPM, kg PC animal ⁻¹	79	98	$P<0,05$	5,94
Desempenho por área				
CA, kg PC ha ⁻¹	1173	1321	$P<0,05$	4,7
LA, UA ha ⁻¹	2,6	2,93	$P<0,05$	4,74
GPVa, kg ha ⁻¹	318	442	$P<0,05$	4,99
GPVdia, kg PC ha ⁻¹ dia ⁻¹	3,74	3,71	ns	5,99
DP	85	119	-	-

(PCI) = peso corporal inicial; (PCM) = peso corporal médio; (PCF) = peso corporal final; (GMD) = ganho médio diário; (GPM) = ganho de peso médio; (CA) = carga animal; (LA) = lotação animal; (GPVa) = ganho de peso vivo por área; (GPVdia) = ganho de peso vivo por área por dia; (DP) = dias de pastejo.. Médias seguidas da mesma letra entre as linhas não diferem entre si ($P>0,05$), pelo teste F; ns: n não significativo; CV = coeficiente de variação.

A diferença na média da carga animal (CA) de 146 kg PC ha⁻¹ e na lotação animal (LA) de 0,32 U.A ha⁻¹, se deve pela utilização de uma carga animal inicial

maior no tratamento SIPA, especialmente no início do período de ocupação. O maior ganho de peso médio diário GMD no tratamento SIPAaruana, se deve a dois fatores: [a] menor carga animal, que resulta em menor pressão de pastejo (Mott, 1960), maior oferta de forragem (Moraes e Maraschin, 1993) e; [b] menor período de cultivo da aveia branca, ocasionando maior concentração de nitrogênio no tecido vegetal (LEMAIRE; GASTAL, 1997). O tratamento SIPAaruana, mesmo com uma carga animal inferior ao tratamento SIPA, teve o ganho de peso vivo diário (GPVdia), igual estatisticamente ($P > 0,05$).

O fato do tratamento SIPAaruana ter recebido a semeadura de aveia branca 30 dias após o tratamento SIPA, surtiu efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a produção de peso vivo por área, tendo o tratamento SIPAaruana produzido $318 \text{ kg PC ha}^{-1}$ e o tratamento SIPA $442 \text{ kg PC ha}^{-1}$. Entretanto como esta diferença na data de semeadura se deve ao período de ocupação do capim Aruana sob pastejo, se faz necessário a somatória dos GPVa das duas fases, 114 e $318 \text{ kg PC ha}^{-1}$ para as fases Pastagem 2 e Pastagem 3 respectivamente, para uma melhor comparação dos dados, resultando em um GPVa de $432 \text{ kg PC ha}^{-1}$ e $442 \text{ kg PC ha}^{-1}$ para os tratamentos SIPAaruana e SIPA.

Embora a diferença de produção animal entre os tratamentos SIPAaruana e SIPA ainda seja de 10 kg PC ha^{-1} , o consórcio de capim Aruana com milho traz grandes benefícios diretos e indiretos pela possibilidade de planejamento forrageiro outonal. Aumento na produção de biomassa total do sistema, diversidade de plantas em cultivo e uma capacidade de suporte considerável numa época estratégica, que se inicia o vazio forrageiro de outono. O ajuste do início do período de ocupação em uma área de SIPA, que contém capim Aruana pós colheita do milho, pode ter até 60 dias a mais de pastejo, quando comparado a áreas onde o milho é cultivado em monocultivo.

Admitindo que possamos trabalhar em pós colheita do milho com uma LA de 5 UA ha^{-1} sob pastejo no capim Aruana, e que, no inverno a capacidade de suporte da pastagem seja semelhante à encontrada no tratamento SIPAaruana ($2,6 \text{ UA ha}^{-1}$), podemos pensar em um planejamento forrageiro, dentro de uma área com três divisões iguais, em que uma seja cultivada com milho e capim Aruana e as outras duas com *Glicine max* L. (soja). As datas de colheita de verão (milho e soja), devem ser concomitantes, o que possibilita a semeadura de forrageiras de inverno nas áreas de soja no mesmo momento em que os animais iniciam o período de

ocupação na área em que foi colhido o milho e o capim Aruana. Desta forma, uma vez que a capacidade de suporte do capim Aruana é o dobro da aveia, ou muito perto do dobro, teoricamente se poderia alojar os animais que irão permanecer no período do inverno em pastejo, inicialmente na área de capim Aruana pós-milho, durante o período de estabelecimento das forrageiras anuais pós-soja. Quando a pastagem da área de soja apresenta condições de receber os animais, esses seriam alojados nestas áreas (“de soja”). E na área do capim Aruana, agora desocupada, por sua vez, poderia ser semeado um cereal de inverno, ou mesmo uma pastagem de forrageiras anuais de inverno.

Em situações que necessite o ajuste de carga animal temporário dentro do sistema, pode ser lançado mão de diminuição da oferta de forragem temporária e/ou da utilização da suplementação animal, que embora não diminua o consumo animal e não resulte na manutenção de uma carga alta, a suplementação pode aumentar 60% (286 kg PC ha⁻¹) no ganho por área em relação a novilhos que se alimentaram somente da forrageira e que tiveram um GPM 0,62 kg dia⁻¹ (Souza, 2018), e desta forma assegurar a produção de peso vivo por área.

Após o término do período de ocupação da fase Pastagem 3, os resíduos culturais tornam-se entradas diretas de matéria orgânica e nutrientes no sistema produtivo. Corroborando com a fase Pastagem 1 o residual dos tratamentos com pastejo (SIPAaruana e SIPA), têm maiores concentrações de nutrientes no tecido vegetal comparados ao sem pastejo (SA) (Tabela 20).

Tabela 20 - Concentração de nutrientes na massa de forragem residual de pastagem de aveia em diferentes sistemas de produção SIPAaruana, SIPA e SA no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Tratamento	Nutrientes						
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	C/N
SIPAaruana	2,5 a	0,3 a	3,4 a	0,38 ab	0,4 a	37,8	15 b
SIPA	2,5 a	0,3 a	2,8 a	0,42 a	0,3 a	38,6	16 b
SA	0,9 b	0,1 b	1,7 b	0,25 b	0,2 b	41,8	55 a
CV%	15,2	19,3	18,8	16,1	12,4	5,0	13,3
<i>P - valor</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	ns	<0,05

(N) = nitrogênio; (P) = fósforo; (K) = potássio; (Ca) = cálcio; (Mg) = magnésio; (C) = carbono; (C/N) = relação carbono nitrogênio. Médias seguidas da mesma letra entre as linhas não diferem entre si ($P > 0,05$), pelo teste de Tukey; ns = não significativo CV = coeficiente de variação

A concentração de nutrientes na massa de forragem residual não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos com pastejo SIPAaruana e SIPA. As maiores concentrações de nutrientes na matéria seca da massa de forragem final, nos tratamentos com pastejo, pode ser atribuído à renovação do tecido vegetal,

células jovens têm maior conteúdo celular e concentração de nutrientes (Deschamps, 1999). Todavia, para isto acontecer, os nutrientes devem estar disponíveis para a planta, e se este acontece a ponto de manter concentrações altas de nutrientes, é por que a ciclagem está acontecendo de forma dinâmica e ininterrupta através da herbivoria animal e das interações solo-planta-animal-atmosfera.

O valor da relação C/N foi significativamente menor para os tratamentos com pastejo (SIPAaruana e SIPA), em comparação ao tratamento sem pastejo (SA), e a massa de forragem residual foi de 3034 kg MS ha⁻¹, 2929 kg MS ha⁻¹ e 10434 kg MS ha⁻¹ para os tratamentos SIPAaruana, SIPA e SA respectivamente. Embora a matéria seca depositada ao final do cultivo da aveia seja maior no sistema sem pastejo, os tratamentos com pastejo produziram 2402 kg MS ha⁻¹ (23%) e 4224 kg MS ha⁻¹ (40%) a mais que o sistema sem pastejo. Se for tomando por base a concentração de nutrientes na matéria seca da massa de forragem final, e multiplicarmos pelo o valor da massa de forragem final, os teores de N, P e K foram de: 76, 73, 94 kg N ha⁻¹; 9, 9, 10 kg P ha⁻¹; 103, 82, 177 kg K ha⁻¹; para os tratamentos SIPAaruana, SIPA e SA respectivamente.

A avaliação de quantos quilogramas de nutrientes voltou para o solo via resíduos não foi avaliada neste experimento. Entretanto, de forma hipotética, mas de relevância para a reflexão, se usarmos o estudo de Alves et al., (2019b) que indica uma extração do animal de 5% de P e K da matéria seca produzida e a pesquisa de Hentz et al., (2014) que indica uma extração de 30 a 40% de nitrogênio pelo sistema como baliza para quantificar os nutrientes extraídos do sistema, multiplicando pela produção total de forragem na fase Pastagem 3 pela concentração de nutrientes da massa de forragem residual, pressupondo que as concentrações de nutrientes final seja a mais baixa do ciclo, o tratamento SIPAaruana, SIPA e SA teriam quantidades em quilograma de N, P e K ciclando no sistema próximos a: 225, 256 e 65 kg N ha⁻¹; 37, 42 e 10 kg P ha⁻¹; e 415, 390 e 169 kg K ha⁻¹ entre o solo, planta, animal, microbiota, esterco, resíduos vegetais e entre outros.

4.5. A produtividade de soja em sistemas integrados de produção agropecuária

O pastejo animal em intensidade moderada e respeitando os intervalos de altura que maximizem a ingestão bem como ao final do ciclo possam depositar

aproximadamente 3000 kg MS ha⁻¹ de resíduo, como aconteceu neste estudo em ambos os tratamentos com pastejo (SIPAaruana e SIPA), não interferem na produtividade de soja bem como nos seus componentes de rendimento (Tabela 21).

Tabela 21 - Componentes de rendimento e produtividade de soja sob três diferentes sistemas de produção, SIPAaruana, SIPA e SA, no terceiro planalto paranaense, Guarapuava/PR.

Variável	Tratamento			CV%	P - valor
	SIPAaruana	SIPA	SA		
Est_plant, plantas ha ⁻¹	259938	259095	257716	8,35	ns
ALTP, cm	91,42	94,67	93,15	2,95	ns
VP	41,05	45,3	47,07	16,08	ns
GV	2,58	2,5	2,54	4,59	ns
P1000g, kg	0,210	0,206	0,217	2,49	ns
PROD.t, kg ha ⁻¹	5840	5825	5526	8,02	ns

(Est_plant) = estande de plantas final; (ALTP) = altura de planta; (VP) = vagem por planta; (GV) = grãos por vagem; (P1000g) = peso de mil grãos; (PROD.t) = produção total. Médias seguidas da mesma letra entre as linhas não diferem entre si (P>0,05), pelo teste de Tukey; ns = não significativo CV = coeficiente de variação

Não teve efeito significativo (P>0,05) do tratamento sobre os componentes de rendimento e a produtividade da soja. Esta resposta produtiva da cultura da soja, não apresentando diferença na produtividade de grãos, mesmo o tratamento SIPAaruana e SIPA, ter produzido maiores quantidades de alimento e de biomassa por área, se deve ao conjunto de relações benéficas e emergentes dos SIPA's já citadas inúmeras vezes neste trabalho e por outros autores. "O pastejo animal age como catalisador contínuo do solo-planta-atmosfera, modificando as taxas e fluxos dos processos de reciclagem da matéria orgânica" (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013 apud CARVALHO et al., 2018).

O pastejo animal torna a liberação de nutrientes da massa seca vegetal para solo acelerada, uma vez que diminuiu a relação C/N em relação ao dossel não pastejado e esta é constante ao longo dos períodos de ocupação. O aumento da relação C/N diminui a velocidade de decomposição da massa seca bem como aumenta a quantidade de nitrogênio remanescente (AITA; GIACOMINI, 2003). Enquanto nos sistemas pastejados (SIPAaruana e SIPA), as relações C/N dos resíduos vegetais, tanto na fase pastagem 1, pastagem 2 e pastagem 3, permaneceram na média 19,65, variando de 18 à 25, enquanto o tratamento sem pastejo (SA) teve sua relação C/N com um valor médio de 37 variando de 19-55.

A distribuição e concentração de placas fecais em sistemas de integração lavoura pecuária que tem o manejo das pastagens respeitando as alturas determinadas para a maximização da ingestão de nutrientes pelo animal, não interferem na produtividade de grãos pela cultura (3.94 e 3.23 Mg ha⁻¹), bem como

aumentam a concentração de P (1,68 e 1,43 g kg⁻¹ P) e K (25,9 e 18.33 g kg⁻¹ K) no estágio vegetativo V8 e reprodutivo R2 da planta de soja (DA SILVA et al., 2014).

Em SIPA com adubação da pastagem e intensidade de pastejo moderada, é possível verificar que a soja é capaz de descompactar (1,1 para 0,98 g cm⁻³) o solo, e aumentar a porosidade (58,02 para 62,86 m³ m⁻³) (TATTO et al., 2022). A produtividade de soja recebendo adubação de sistemas existe diferença significativa na produtividade de soja em sucessão ao pastejo de aveia, quando a pastagem é adubada e a soja está em uma rotação de culturas com arroz, com adição de até 60 e 90 kg ha⁻¹ de P e K respectivamente, (DENARDIN et al., 2020). Desta forma é notório afirmar que o pastejo animal é um promotor de intensificação na produção de biomassa e alimento em regiões de altitude, e que não há interferência negativa da sua presença no sistema, quando o manejo da pastagem que fornece alimento para estes, é planejado e executado de forma correta e respeitando as metodologias que traçam a intensificação sustentável dos sistemas de produção de alimento.

4.6. Produção de diferentes sistemas agropecuários

Fica evidenciado na Tabela 22, que os tratamentos que tem o componente animal SIPAaruana e SIPA, produziram 13982 e 7720 kg MS ha⁻¹ a mais, respectivamente, quando comparados ao sistema agrícola SA e a receita bruta final teve diferença positiva de 7.127,00 R\$ e 7.767,00 R\$ para os tratamentos SIPAaruana e SIPA, quando novamente comparamos com o tratamento SA.

Tabela 22 - Produção total e receita bruta de diferentes sistemas de produção no terceiro plantio paranaense, Guarapuava/PR.

Tratamento	Produção total (kg ha ⁻¹)				Receita bruta (R\$/hectare)			
	Fragem ¹	Milho ²	Bovino ³	Soja ²	Milho*	Bovino**	Soja***	Total
SIPAaruana	30023	8874	677	5840	11943	6704	15844	34491
SIPA	23761	9294	688	5825	12509	6809	15813	35131
SA	16041	9185	0	5526	12362	0	15002	27364

¹ Matéria seca

² Grãos

³ Peso vivo

* Valor médio da cotação do ano de 2022, disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/pr/milho-seco-sc-60kg>

** Valor médio da cotação do ano de 2022, disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/pr/boi-gordo-15kg>

*** Valor médio da cotação de maio de 2022 à maio de 2023, disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/pr/soja-em-grao-sc-60kg>

A validação deste experimento e reafirmação de que: o bovino, o pastejo e as relações sinérgicas entre os componentes dos agroecossistemas solo-planta-animal-atmosfera devem ser explorados, por que sim, há possibilidade de produzir maiores quantidades de alimento, em uma menor unidade de área, utilizando os mesmos recursos naturais, com a mesma ou menor necessidade de adubação exógena.

5. CONCLUSÃO

O pastejo animal aumenta a produção de biomassa do sistema e modifica a estrutura da pastagem.

O pastejo animal não interfere na plantabilidade de milho em sistemas agropecuários, quando realizado em um dossel forrageiro com estrutura de pasto que favoreça a ingestão de alimento por unidade de tempo.

O pastejo animal modifica as concentrações de nutrientes na matéria seca do resíduo cultural.

O consórcio de milho com capim Aruana, semeados concomitantemente não interferem na produtividade de milho, quando a densidade de plantas forrageiras permanecer de 10 - 15 plantas/m².

O consórcio do capim Aruana com o milho ao arranjo produtivo aumenta a produção de matéria seca do sistema.

O pastejo animal e o consórcio de milho com capim Aruana, não interferem na produtividade de soja em sucessão de culturas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em propriedades rurais, localizadas em região de altitude e/ou de clima Cfb, com as cercas de divisas feitas e com o cultivo das áreas dentro de um planejamento de pousio zero, vejo que é possível antecipar o início do período de ocupação, diminuindo os dias de vazio forrageiro outonal, a partir do consórcio de milho com o capim Aruana e seu forrageamento após colheita do grão. Isto é, todos animais pertencentes ao lote que irá ocupar as áreas no período do inverno, serem alojados aproximadamente 60 dias antes quando comparado a propriedades que não tem áreas cultivadas com milho em consórcio a gramíneas forrageiras perenes de verão. Eventualmente se a carga animal necessitar ajuste e/ou o fornecimento de suplemento para manutenção do ganho médio diário julgar-se necessário, podemos lançar mão destas alternativas.

É válido para os estudos futuros, a observação de quais condições ideias condicionarão um dossel forrageiro outonal, a ser mais produtivo e mais resiliente, com manutenção de taxa de acúmulo alta, mesmo com dias com temperaturas mais baixas. Entre algumas ideias, pode ser citada: a identificação da altura de colheita do milho, que melhor condicione a forrageira após a colheita formar um dossel forrageiro que capacite o animal ingerir quantidades de nutrientes por unidade de tempo, suficiente para obter um ganho de peso diário perto de 1 kg PC; o efeito da adubação nitrogenada, isto compreende o total de nitrogênio utilizado no ano, aplicado sobre o capim Aruana após a colheita do milho, e sua resposta sobre aspectos produtivos de biomassa e alimento do SIPA.

Necessitamos uma intensa massificação no ensino e difusão do conhecimento no manejo conservacionista de pastagens. Para que possamos, a partir do pastejo animal, criar sistemas de produção mais intensivos, eficientes e sustentáveis, principalmente em regiões de altitude e clima Cfb que permitem cultivar com segurança uma safra de verão por ano e ao longo de 6 a 8 meses produzem pouco alimento.

REFERÊNCIAS

AGUINAGA, Angelo Antonio Queirolo; CARVALHO, Paulo César De Faccio; ANGHINONI, Ibanor; PILAU, Alcides; AGUINAGA, Antonio José Queirolo; GIANLUPPI, Gustavo Dal Forno. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1523–1530, 2008.

AIOLF, Ricardo Beffart. **INTENSIDADE DE PASTEJO E ÉPOCAS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**. 2018. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Pato Branco, Pato Branco, 2018.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 601–612, 2003.

ALMEIDA, Rodrigo Estevam Munhoz De; GOMES, Caio Macret; LAGO, Bruno Cocco; OLIVEIRA, Silas Maciel De; PIEROZAN, Clovis; FAVARIN, José Laércio. Produtividade de milho, produção e qualidade de forragem afetadas pelos métodos de consórcio do milho com *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 170–176, 2017.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONC, Leonardo De Moraes. Koppen's climate classification map for Brazil. v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ALVES, Lucas Aquino; DENARDIN, Luiz Gustavo de Oliveira; MARTINS, Amanda Posselt; ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, Paulo César de Faccio; TIECHER, Tales. Soil acidification and P, K, Ca and Mg budget as affected by sheep grazing and crop rotation in a long-term integrated crop-livestock system in southern Brazil. **Geoderma**, v. 351, n. May, p. 197–208, 2019.

ALVES, Lucas Aquino; DENARDIN, Luiz Gustavo de Oliveira; MARTINS, Amanda Posselt; BAYER, Cimélio; VELOSO, Murilo Gomes; BREMM, Carolina; CARVALHO, Paulo César de Faccio; MACHADO, Debora Rubin; TIECHER, Tales. The effect of crop rotation and sheep grazing management on plant production and soil C and N stocks in a long-term integrated crop-livestock system in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 203, p. 104678, 2020.

ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, P. C. de F.; COSTA, SEVG de A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. *Tópicos em ciência do solo*, v. 8, n. 2, p. 325–380, 2013.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max L.*) e milho (*Zea mays L.*) em solos argilosos. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 226–237, 1999.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, Birl; GROSSMAN, Bob. Physical tests for monitoring soil quality. **Methods for assessing soil quality**, v. 49, p. 123–141, 1997.

ASSAD, Eduardo Delgado; MARTINS, Susian Christian; CORDEIRO, Luiz Adriano; EVANGELISTA, Balbino Antonio. Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. *In: ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. [s.l: s.n.]. p. 153–167.

ASSMANN, Tangriani Simioni. Rendimento De Milho Em Área De Integração Lavoura-Pecuária Sob O Sistema De Plantio Direto, Em Presença E Ausência De Trevo Branco, Pastejo E Nitrogênio. **Scientia Agraria**, v. 3, n. 1, p. 132, 2003.

BAGGIO, Carolina; CARVALHO, Paulo César de Faccio; SILVA, Jamir Luís Silva Da; ANGHINONI, Ibanor; LOPES, Marília Lazzarotto Terra; THUROW, Juliana Muliterno. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 215–222, 2009.

BALBINOT, Christian Roberto; DARIVA, Pedro Angelo; SORDI, André; LAJÚS, Cristiano Reschke; CERICATO, Alceu; LUZ, Gean Lopes Da; KLEIN, Claudia. PERÍODO CRÍTICO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO. *Unoesc & Ciência - ACET*, v. 7, n. 2, p. 211–218, 2016.

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. de F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; GONÇALVES, E. N.; DEVINCENZI, T. Componentes do processo de pastejo de cordeiros em azevém sob diferentes intensidades e métodos. **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 225, p. 39–50, 2010.

BARTHAM, G. T. **Experimental techniques: the HFRO sward stick**. Aberdeen. Hill Farming Research Organization, , 1985.

BERNARDON, Angela. **Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutrientes em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2016. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

BERRY, P. M.; SPINK, J. H.; GAY, Alan P.; CRAIGON, J. A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars. *The Journal of Agricultural Science*, v. 141, n. 2, p. 191–202, 2003.

BERTOL, I.; LEITE, D.; ZOLDAN, W. A. Corn crop residue decomposition and related parameters. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 28, n. 2, p. 369–375, 2004. DOI: 10.1590/s0100-06832004000200015.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and forage Science**, v. 38, n. 4, p. 323–331, 1983.

BORGES, Darlan Ferreira; GONÇALVES, Felipe Augusto Reis; JUNIOR, João de Deus Godinho; SOUZA, Caio Fernando Eckhardt; CARVALHO FILHO, Alberto. PERFILÔMETRO DE BARRA CORREDIÇA: AVALIAÇÃO DE METODOLOGIA

PARA ANÁLISE DA RUGOSIDADE DO SOLO. **ENERGIA NA AGRICULTURA**, v. 34, n. 4, p. 471–478, 2019.

BORGHI, Emerson; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. Corn yield, spacing and intercropping modalities with *Brachiaria brizantha* in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163–171, 2007.

BOTTEGA, Eduardo Leonel; BASSO, Kelen Cristina; PIVA, Jonatas Thiago; MORAES, Renata Francieli. Cultivo de milho em consórcio com capins tropicais. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 1, p. 18–25, 2017.

BOTTEGA, Eduardo Leonel; BRAIDO, Roberson; PIAZZETTA, Hugo von Linsingen; NETO, Antonio Mendes de Oliveira; GUERRA, Naiara. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v. 19, n. 2, p. 74–78, 2014.

BOTTEGA, Eduardo Leonel; VIAN, Thiago; GUERRA, Naiara; MENDES, Antonio; NETO, Oliveira. DIFERENTES DOSADORES DE SEMENTES E VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO NA SEMEADURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. u, 2017.

BRAMBILLA, JEFERSON ALTAIR; LANGE, ANDERSON; BUCHELT, ANTÔNIO CARLOS; MASSAROTO, JOÃO AGUILAR. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 03, 2009.

BRÂNCIO, Patrícia Amarante; DO NASCIMETO, Domicio; BATISTA EUCLIDES, Valéria Pacheco; DA FONSECA, Dilermando Miranda; DE ALMEIDA, Roberto Giolo; MOTTA MACEDO, Manuel Cláudio; BARBOSA, Rodrigo Amorim. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1037–1044, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinações adicionais – peso de mil sementes. In: Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. cap.8, item8.3, p.194-195.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, p 346-347, 2009.

BRITO; DE, Guilherme Rodrigues. Desempenho operacional na semeadura de milho com diferentes mecanismos sulcadores. 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/27901>. Acesso em: 4 jul. 2023.

BROUGHAM, R. W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. In: PROCEEDINGS OF THE NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION 1957, **Anais [...]**. [s.l: s.n.] p. 46–55.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; DOS SANTOS, E. A. Persistence and nutrient release from maize, brachiaria and lablab straw | Persistência e liberação de

nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 770–781, 2012.

CAMPBELL, N. A.; ARNOLD, G. W. The visual assessment of pasture yield. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 13, n. 62, p. 263–267, 1973.

CANDIOTTO, Lucas. **Características de pastos de milho ou capim sudão sobressemeados na cultura da soja**. 2021. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

CARVALHO, P. C. de F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, CHEC; MORAES, A. De; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2001, p. 871, 2001.

CARVALHO, P. C. de F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, CHEC; MORAES, A. De; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2001, p. 871, 2001.

CARVALHO, Paulo C. de F. et al. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio “Rotatínuo”. VIII Simpósio sobre Manejo estratégico da pastagem, Viçosa, MG, p. 309–333, 2016.

CARVALHO, Paulo César de Faccio; PETERSON, Caitlin Adair; NUNES, Pedro Arthur de Albuquerque; MARTINS, Amanda Posselt; FILHO, William de Souza; BERTOLAZI, Vanessa Thoma; KUNRATH, Taíse Robinson; DE MORAES, Aníbal; ANGHINONI, Ibanor. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. *Journal of Animal Science*, v. 96, n. 8, p. 3513–3525, 2018.

CASSOL, Luis Cesar. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/4243>. Acesso em: 26 jan. 2023.

CAUDURO, Guilherme Fernandes; CARVALHO, Paulo César De Faccio; BARBOSA, Cristina Maria Pacheco; LUNARDI, Robson; NABINGER, Carlos; GONÇALVES, Edna Nunes; DEVINCENZI, Thais. Variáveis morfológicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1298–1307, 2006.

CECCON, Gessí; FIGUEIREDO, Juslei; SILVA, D. A.; LUIZ, Antonio; NETO, Neto; MAKINO, Priscila Akemi; SANTOS, Adriano Dos. PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO COM POPULAÇÕES DE MILHO E DE *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 326–335, 2014.

CHIODEROLI, Carlos Alessandro; DE MELLO, Luiz Malcolm Mano; DE HOLANDA, Henrique Vinicius; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli; GRIGOLLI, Paola Jurca; SILVA, José Oscar da Rocha; CESARIN, Andre Luis. Consórcio de *Urochloa* com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1804–1810, 2012.

CIRNE, Mariana Barbosa; SOUZA, Ana Gloria Santos Moreira De. POUSSIO: o que é e quais são os seus possíveis reflexos nas questões ambientais. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 21, p. 75, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 3 terceiro levantamento, dezembro 2022.

CONGIO, Guilherme Francklin de Souza et al. Enteric methane mitigation strategies for ruminant livestock systems in the Latin America and Caribbean region: A meta-analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 312, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127693.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; DANIEL, B. Efeito do consórcio de milho com *Panicum maximum* na comunidade infestante e na cultura da soja em rotação. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 545–555, 2011. DOI: 10.1590/S0100-83582011000300008. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/pd/a/fhpKY3ZX4KYkXXSMMcPMXpf/?lang=pt>. Acesso em: 26 jan. 2023.

DA SILVA, Francine Damian; AMADO, Telmo Jorge Carneiro; BREDEMEIER, Christian; BREMM, Carolina; ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, Paulo Cesar de Faccio. Pasture grazing intensity and presence or absence of cattle dung input and its relationships to soybean nutrition and yield in integrated crop-livestock systems under no-till. *European Journal of Agronomy*, v. 57, p. 84–91, 2014.

DA SILVA, Leane Veras; CÂNDIDO, Magno José Duarte; PESSOA, João Paulo Matos; CAVALCANTE, Ana Clara Rodrigues; DE SOUZA CARNEIRO, Maria Socorro; DO NASCIMENTO SILVA, Antônio. Componentes da biomassa e características estruturais em capim-aruana sob diferentes frequências e intensidades de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1192–1200, 2015.

DA SILVA, Sila Carneiro; NASCIMENTO JR, D. Do. Sistema intensivo de produção de pastagens. *In: II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (II CLANA). MANEJO E NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. PALESTRA TÉCNICA. REALIZAÇÃO: CBNA-AMENA-10 A 2006, Anais [...].* [s.l: s.n.]

DE ALBUQUERQUE NUNES, Pedro Arthur; LACA, Emilio Andrés; DE FACCIO CARVALHO, Paulo César; LI, Meng; DE SOUZA FILHO, William; ROBINSON KUNRATH, Taise; POSSELT MARTINS, Amanda; GAUDIN, Amélie. Livestock integration into soybean systems improves long - term system stability and profits without compromising crop yields. **Scientific Reports**, p. 1–14, 2021.

DE ALMEIDA, Rodrigo Estevam Munhoz; GOMES, Caio Macret; LAGO, Bruno Cocco; DE OLIVEIRA, Silas Maciel; JUNIOR, Clovis Pierozan; FAVARIN, José Laércio. Produtividade de milho, produção e qualidade de forragem afetadas pelos métodos de consórcio do milho com *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 170–176, 2017.

DE OLIVEIRA, Antônio Costa; CRESTANI, Maraisa; DE CARVALHO, Fernando Irajá Félix; DA SILVA, José Antonio Gonzalez; VALÉRIO, Igor Pirez; HARTWIG, Irineu; BENIN, Giovani; SCHMIDT, Douglas André Mallmann; BERTAN, Ivandro. Brisasul: a new high-yielding white oat cultivar with reduced lodging. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 11, n. 4, p. 370–374, 2011.

DE PELLEGRINI, Luiz Giovani; MONTEIRO, Alda Lúcia Gomes; NEUMANN, Mikael; DE MORAES, Aníbal; DE PELLEGRIN, Ana Carolina Ribeiro Sanquetta; LUSTOSA, Sebastião Brasil Campos. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 9, p. 1894–1904, 2010.

DE SOUZA FILHO, William; NUNES, Pedro Arthur de Albuquerque; BARRO, Raquel Santiago; KUNRATH, Taíse Robinson; DE ALMEIDA, Gleice Menezes; GENRO, Teresa Cristina Moraes; BAYER, Cimélio; DE FACCIO CARVALHO, Paulo César. Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: Trade-offs between animal performance and environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, v. 213, p. 968–975, 2019.

DENARDIN, Luiz Gustavo de O.; MARTINS, Amanda P.; BASTOS, Leonardo M.; CIAMPITTI, Ignacio A.; ANGHINONI, Ibanor; MOOJEN, Fernanda G.; CARVALHO, Paulo César de F.; HUANG, Min; CHABBI, Abad. Soybean yield does not rely on mineral fertilizer in rotation with flooded rice under a no-till integrated crop-livestock system. *Agronomy*, v. 10, n. 9, p. 1371, 2020.

DESCHAMPS, Francisco Carlos. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 6, p. 1358–1369, 1999.

DO CARMO, Fabiana Fonseca; DE FIGUEIREDO, Cícero Célio; RAMOS, Maria Lucrécia Gerosa; VIVALDI, Lúcio José; ARAÚJO, Larissa Gomes. Frações granulométricas da matéria orgânica em latossolo sob plantio direto com gramíneas. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 3, p. 420–431, 2012.

ELEJALDE, Denise Adelaide Gomes; SOARES, André Brugnara; MISSIO, Regis Luis; ASSMANN, Tangriani Simioni; BERNARDON, Angela; ANGÉLICA, E.; ZATTA, Caroline. Produção animal e comportamento ingestivo de bovinos em sistema integrado de produção agropecuária. *Agropecuária Catarinense*, v. 34, n. 3, p. 76–81, 2021.

FLORES, João Paulo Cassol; ANGHINONI, Ibanor; CASSOL, Luis César; DE FACEIO CARVALHO, Paulo César; DAL BELO LEITE, João Guilherme; FRAGA, Thiago Isquierdo. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 4, p. 771–780, 2007.

GARCIA, Cássia Maria de Paula; ANDREOTTI, Marcelo; FILHO, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira; LOPES, Keny Samejima Mascarenha; BUZETTI, Salatiér. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o

consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 143–152, 2014.

GERDES, Luciana; DE MATTOS, Herbert Barbosa; WERNER, Joaquim Carlos; COLOZZA, Maria Tereza; DA CUNHA, Eduardo Antonio; BUENO, Mauro Sartori; RESENTI, Rosana Aparecida; SCHAMMASS, Eliana Aparecida. Chemical composition and digestibility of forage mass in irrigated aruanagrass pastures or oversown with a mixture of winter forage species. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1098–1108, 2005.

HALL, Michael R.; SWANTON, Clarence J.; ANDERSON, Glenn W. The Critical Period of Weed Control in Grain Corn (*Zea mays*). *Weed Science*, v. 40, n. 3, p. 441–447, 1992.

HAMZA, M. A.; ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research**, v. 82, n. 2, p. 121–145, 2005. DOI: 10.1016/J.STILL.2004.08.009.

HAWERROTH, Maraisa Crestani; DA SILVA, José Antonio Gonzalez; SOUZA, Clovis Arruda; OLIVEIRA, Antonio Costa De; LUCHE, Henrique de Souza; ZIMMER, Cristiano Mathias; HAWERROTH, Fernando José; SCHIAVO, Jordana; SPONCHIADO, Julhana Cristina. Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil-trinexapac. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 2, p. 115–125, 2015.

HENTZ, Paulo; CARVALHO, Nathália Leal; LUZ, Leandro Vinícius; BARCELLOS, Afonso Lopes. Ciclagem De Nitrogênio Em Sistemas De Integração Lavoura-Pecuária. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, 2014.

HILBERT, D. W.; SWIFT, D. M.; DETLING, J. K.; DYER, M. I. Relative growth rates and the grazing optimization hypothesis. **Oecologia**, v. 51, n. 1, p. 14–18, 1981.

HODGSON, J. Grazing management. Science into practice. **Grazing management. Science into practice.**, 1990.

IPCC. **Sumário para Formuladores de Políticas. Em: Mudança do Clima 2021: A Base da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf.

KLINGMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 35, p. 739–746, 1943.

KLUTHCOUSKI, João et al. Sistema Santa Fé-Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. p. 29, 2000.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*, v. 20, n. 3, p. 365–372, 2002.

KURACHI, Sérgio Augusto Hiroaki; COSTA, João Aureliano de Souza; BERNARDI, José Augusto; COELHO, José Luís Duarte; SILVEIRA, Gastão Moraes Da. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, v. 48, n. 2, p. 249–262, 1989.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. 1996. Disponível em: <https://hal.inrae.fr/hal-02836461>. Acesso em: 10 out. 2022.

LEMAIRE, Gilles; GASTAL, Francois. N uptake and distribution in plant canopies. Diagnosis of the nitrogen status in crops, p. 3–43, 1997.

LOPES, Maycom Marinho. Consórcio de duas espécies forrageiras com milho: características fitotécnicas, produtividade e composição bromatológica. 2017.

MACHADO, Luís Armando Zago; CECATO, Ulysses; COMUNELLO, Eder; CONCENÇO, Germani; CECCON, Gessi. Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados de produção agropecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, n. 7, p. 521–529, 2017.

MAGALHAES, Paulo C.; DURÃES, Frederico O. M. Fisiologia da produção de milho. 2006.

MAKINO, Priscila Akemi. Avaliação de plantas de milho em modalidades de cultivo solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. 2015.

MAKINO, Priscila Akemi; RIBEIRO, Luan Marlon; MECCHI, Ivan Arcanjo; COSTA, Ivair Miguel Da; FACHINELLI, Ricardo; CECCON, Gessi. Eficiência da interceptação luminosa de milho em diferentes arranjos de cultivo com e sem braquiária. *In: 2016, Anais [...]. : In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e ...*, 2016.

MCNAUGHTON, S. J. Compensatory Plant Growth as a Response to Herbivory. *Oikos*, v. 40, n. 3, p. 329, 1983. DOI: 10.2307/3544305.

MEDRADO, Dantas et al. Brasil Universidade Federal do Paraná Número completo DECOMPOSITION OF THE CULTURAL RESIDUE AND RELEASE NITROGEN. 2011.

MEROTTO JUNIOR, Aldo; SANGOI, Luis; ENDER, Marcio; GUIDOLIN, Altamir Frederico; HAVERROTH, Hector Silvio. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. *Ciência Rural*, v. 29, n. 4, p. 595–601, 1999.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO, C. C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. *Planta Daninha*, v. 25, n. 3, p. 465–471, 2007. DOI: 10.1590/S0100-83582007000300005. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/pd/a/8YqTVHnryghHxYT5BTfdJJb/>. Acesso em: 29 jan. 2023.

MEZZALIRA, Jean Carlos; DE FACCIO CARVALHO, Paulo César; FONSECA, Lidiane; BREMM, Carolina; CANGIANO, Carlos; GONDA, Horacio Leandro; LACA, Emilio Andrés. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1–9, 2014.

MIOTO, Daniel Felipe; AIOLFI, Ricardo Beffart; SOARES, André Brugnara; MITTELMANN, Andrea; MATOS, Roberto Diego; SEMLER, Taimon; PITTA, Christiano Santos Rocha; ADAMI, Paulo Fernando. Produção de forragem de cultivares de azevém anual diploides e tetraploides submetidos ao regime de cortes no município de Pato Branco/PR. *In*: 2014, **Anais** [...]. : In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 24., 2014, Vitória. Anais... Vitória ..., 2014.

MODOLO, Alcir J.; FRANCHIN, Marcia F.; TROGELLO, Emerson; ADAMI, Paulo F.; SCARSI, Marina; CARNIELETTO, Ricardo. Semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 6, p. 1200–1209, 2013.

MODOLO, Alcir José; ZDZARSKI, Andrei Daniel; SGARBOSSA, Maicon; PAGNONCELLI Junior Fortunato de Bortoli; TROGELLO, Emerson; DALLACORT, Rivaniildo. Plantabilidade e produtividade de milho sob palhada de aveia preta dessecada em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 340–349, 2019.

MOREIRA, Wagner Henrique; TORMENA, Cássio Antonio; JUNIOR, Edner Betioli; PETEAN, Leonardo Pim; ALVES, Sérgio José. Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1315–1326, 2014.

MOREIRA, Wagner Henrique; TORMENA, Cássio Antonio; JUNIOR, Edner Betioli; PETEAN, Leonardo Pim; ALVES, Sérgio José. Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 4, p. 1315–1326, 2014. DOI: 10.1590/S0100-06832014000400027. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbcs/a/P9Pfc5gDGYry4FgRf3QQH7D/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 jan. 2023.

MOTT, Gerald O.; LUCAS, Henry L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS 1952, **Anais** [...]. : Pennsylvania, 1952. p. 1380–1395.

NEWMAN, J. A.; PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. A note on the behavioural strategies used by grazing animals to alter their intake rates. **Grass and forage science**, v. 49, n. 4, p. 502–505, 1994.

NIE, Z. N.; WARD, G. N.; MICHAEL, A. T. Impact of pugging by dairy cows on pastures and indicators of pugging damage to pasture soil in south-western Victoria. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 52, n. 1, p. 37–43, 2001.

NUNES, Pedro Arthur de Albuquerque; BREDEMEIER, Christian; BREMM, Carolina; CAETANO, Luis Augusto Martins; DE ALMEIDA, Gleice Menezes; DE SOUZA

FILHO, William; ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, Paulo César de Faccio. Grazing intensity determines pasture spatial heterogeneity and productivity in an integrated crop-livestock system. **Grassland Science**, v. 65, n. 1, p. 49–59, 2019.

PARIZ, Cristiano Magalhães; ANDREOTTI, Marcelo; AZENHA, Mariana Vieira; BERGAMASCHINE, Antonio Fernando; MANO DE MELLO, Luiz Malcolm; LIMA, Ronaldo Cintra. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 147–154, 2010.

PEREIRA, Gomes; DE ALBUQUERQUE, Washington; PAIXÃO, Lopes; MARACAJÁ, Borges. Universidade Federal Rural do Semi-Árido Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 64–71, 2009.

PLÉNET, Daniel; LEMAIRE, Gilles. **Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration** *Plant and Soil*. [s.l.: s.n.].

POLIDORO, José Carlos; DE FREITAS, Pedro Luiz; HERNANI, Luis Carlos; DOS ANJOS, Lúcia Helena Cunha; RODRIGUES, Renato D. E. Aragão Ribeiro; CESÁRIO, Fernando Vieira; DE ANDRADE, Aluísio Granato; RIBEIRO, Jefé Leão. The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil. **Authorea Preprints**, 2020.

PROFFITT, A. P. B.; BENDOTTI, S.; HOWELL, M. R.; EASTHAM, J. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a red-brown earth. **Australian journal of agricultural research**, v. 44, n. 2, p. 317–331, 1993.

RICHART, Alfredo; PASLAUSKI, Tiago; NOZAKI, Márcia de H.; RODRIGUES, Celina M.; FEY, Rubens. Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 497–502, 2010.

ROSO, Cledson; RESTLE, João; SOARES, André Brugnara; ANDREATTA, Evelise. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém: 1. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 75–84, 2000.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. De; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 1, n. 2, p. 60–66, 2002.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; PÍCOLI JR., G. J.; VARGAS, V. P.; VIEIRA, J.; SIEGA, E.; CARNIEL, G. Tillering and prolificacy as stabilizing traits to maize grain yield at different densities. **Brazilian journal of maize and sorghum**, v. 9, n. 3, p. 254–265, 2010.

SANTIANI, Leonardo; ROSSATO, Otavio Bagiotto; CONTINI, Renata Pizzatto; VORTMANN, Igor; EISENHARDT, Jeizon. Consórcio de milho com forrageiras:

atributos físicos do solo e produtividade de massa seca. In: COLLOQUIUM AGRARIAE. ISSN: 1809-8215 2020, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 36–46.

SANTOS ET AL. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. [s.l: s.n.].

SCHONS, Radael Marinho Três. Critério para manejo de pastagens fundamentado no comportamento ingestivo dos animais: um exemplo com pastoreio rotativo conduzido sob metas contrastantes. 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/133204>. Acesso em: 30 jan. 2023.

SECCO, Deonir; REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel; DA SILVA, Vanderlei Rodrigues. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. *Ciência Rural*, v. 39, n. 1, p. 58–64, 2009.

SGARBOSSA, Maicon; [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-8916-6052](https://ORCID.ORG/0000-0002-8916-6052); [HTTP://LATTES.CNPQ.BR/8842179979973388](http://LATTES.CNPQ.BR/8842179979973388). Épocas e métodos de manejo de aveia preta na produtividade de milho. 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/5311>. Acesso em: 10 out. 2022.

SILVEIRA, Edson Roberto; PELISSARI, Adelino; DE MORAES, Anibal; VON LINSINGEN PIAZZETTA, Hugo; LANG, Claudete Reisdorfer; DE FACCIO CARVALHO, Paulo César. Intensidade de pastejo e adubação nitrogenada na massa seca de aveia e produtividade do milho na integração lavoura- pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1323–1332, 2012.

SOARES, André Brugnara. Efeito da alteração da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação. 2002.

SOARES, André Brugnara; SARTOR, Laércio Ricardo; ADAMI, Paulo Fernando; VARELLA, Alexandre Costa; FONSECA, Lidiane; MEZZALIRA, Jean Carlos. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443–451, 2009.

SOUZA, Lucas Freitas Nogueira. Consórcio milho-panicum na produtividade de milho e da soja em sucessão. Piracicaba, 2020.

SOUZA, Saimon de Souza e. Suplementos múltiplos de baixo consumo para recria de bovinos em capim Aruana. 2018.

TATTO, Wilson Henrique. Altura de pasto e adubação nitrogenada afetam os atributos físicos do solo, plantabilidade e produtividade da soja no sistema de integração lavoura - pecuária? 2017.

TATTO, Wilson Henrique; SOARES, Andre Brugnara; ASSMANN, Tangriani Simioni; CAMPOS, Jose Ricardo da Rocha; MISSIO, Regis Luis; BARRIGA, Pablo Antonio Beltran. Soil physical attributes in an integrated crop-livestock system with pasture managed under different sward canopy heights and different timings of nitrogen application. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 7, p. 879–885, 2022.

TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 1983, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 103–116.

TROGELLO, Emerson; JOSÉ MODOLO, Alcir; SCARSI, Marina; DALLACORT, Rivanildo. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p. 101–109, 2013. a.

TROGELLO, Emerson; MODOLO, Alcir J.; SCARSI, Marina; DA SILVA, Cristiano L.; ADAMI, Paulo F.; DALLACORT, Rivanildo. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 796–802, 2013. b.

TROGELLO, Emerson; MODOLO, Alcir José; CARNIELETTO, Ricardo; KOLLING, Evandro Marcos; SCARSI, Marina; SGARBOSSA, Maicon. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 286–291, 2012.

TSUMANNUMA, Guy Mitsuyuki. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP**. 2004. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

TSUMANNUMA, Guy Mitsuyuki; DETOMINI, Euro Roberto; HALL, Trevor; FANCELLI, Antonio Luiz. Establishment of Brachiarias intercropped with maize. **Uniciências**, v. 16, n. 1, 2012.

WATSON, D. Jh. Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of botany*, v. 11, n. 41, p. 41–76, 1947.



**Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos**

LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998¹.

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Título I - Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em co-autoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;

d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;

e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;

f) originária - a criação primígena;

g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;

h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;

i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;

IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;

X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;

XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;

XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;

XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.

Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.

¹ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm.