

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JEFFERSON FELIPE CAVAZZANA

**RECRIA DE BOVINOS DE CORTE E PRODUÇÃO DA PASTAGEM DE  
ESTRELA AFRICANA SOBRESSEMEADA COM GRAMÍNEAS E  
LEGUMINOSAS COM E SEM USO DE IRRIGAÇÃO**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2019

JEFFERSON FELIPE CAVAZZANA

**RECRIA DE BOVINOS DE CORTE E PRODUÇÃO DA PASTAGEM DE  
ESTRELA AFRICANA SOBRESSEMEADA COM GRAMÍNEAS E  
LEGUMINOSAS COM E SEM USO DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Paris

DOIS VIZINHOS

2019

C376rCavazzana, Jefferson Felipe.

Recria de bovinos de corte e produção da pastagem de estrela africana sobressemeada com gramíneas e leguminosas com e sem uso de irrigação. / Jefferson Felipe Cavazzana – Dois Vizinhos, 2019.  
55f.: il., color.

Orientador: Profº Dr. Wagner Paris.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Dois Vizinhos, 2019.  
Bibliografia p.46-55.

1. Nutrição animal. 2. Aveia. 3. Azevém. 4. Trevo-branco. I. Paris, Wagner, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III. Título

CDD:636.0852

Ficha catalográfica elaborada por Caroline Felema dos Santos Rocha CRB: 9/1880

Biblioteca da UTFPR - Dois Vizinhos



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**Título da Dissertação nº 116**

**Recria de bovinos de corte e produção da pastagem de estrela africana sobressemeada com gramíneas e leguminosa com e sem uso de irrigação**

**Jefferson Felipe Cavazzana**

Dissertação apresentada às treze horas e trinta minutos do dia quatorze de março de dois mil e dezenove, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, Linha de Pesquisa – Produção e Nutrição Animal, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: Produção animal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

.....  
Banca examinadora:

---

**Dr. Wagner Paris**  
UTFPR - DV

---

**Dr. Fernando Reimann Skonieski**  
UTFPR - DV

---

**Dr. Cecílio Viegas Soares Filho**  
UNESP - Araçatuba

---

**Coordenador do PPGZO**  
**Assinatura e carimbo**

\*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

*À minha família.*

## AGRADECIMENTOS

Deus, que sabiamente guia meu caminho.

Meus pais, Claudio e Neli, minha irmã e cunhado, Tatiane e Celso. Cada esforço e motivação de vocês me permitiram chegar aqui. Esse momento é por vocês.

Minha esposa, Gabriela, por me apoiar e estar ao meu lado em todos os momentos. Essa vitória também é sua e de seus pais.

Todos os professores que já tive um dia, em especial ao Cecílio que me recomendou este Câmpus. Vocês construíram o que sou hoje, cada um com uma participação singular e fundamental em minha formação.

Ao professor Wagner, meu orientador, por ter cumprido com maestria seu desígnio e me orientado durante o mestrado. Chegar ao destino sabendo quais caminhos seriam os melhores, tornou esse trabalho possível.

Ao professor Luis, coorientador, por toda orientação dispensada ao longo deste projeto. Muitas foram as dúvidas, mas sempre obtive resposta.

Aos demais professores que me auxiliaram sempre que solicitei: Olmar, Adalberto e Fabi.

Aos colegas de mestrado e amigos, Alessandra, Fernanda e Marcelo, ter vocês para dividir essa caminhada, foi um dos meus maiores ganhos.

À equipe do NEPRU, os muitos alunos que participaram dessa pesquisa e se tornaram meus amigos. Um grande trabalho foi realizado por uma grande equipe.

Aos grandes amigos da Conexão Charroa, compartilho esta vitória.

Aos servidores do campo que apoiaram o trabalho ao longo do ano.

Ao PPGZO e à UTFPR-DV, por toda estrutura e dedicação envolvida dos vários servidores da Universidade.

Chego aqui hoje com a consciência de que tornei a UTF um pouco melhor do que quando entrei. Feliz pelo resultado do trabalho e pelo crescimento de todos os envolvidos.

*Com carinho, minha gratidão!*

“O destino é o meu calendário, e o meu dicionário é a inspiração.”

*José Dias Nunes*

## RESUMO

CAVAZZANA, Jefferson. Recria de bovinos de corte e produção da pastagem de estrela africana sobressemeada com gramíneas e leguminosas com e sem uso de irrigação. 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

A necessidade de elevar a produtividade da pecuária de corte em períodos de baixa pluviosidade e reduzir custos com fertilização nitrogenada compõe o pressuposto desta pesquisa. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso de irrigação e consorciação de gramíneas com leguminosas sobre a produção de forragem, desempenho e comportamento ingestivo animal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado contendo quatro tratamentos (gramíneas exclusivas; gramíneas + leguminosas; gramíneas exclusivas + irrigação; gramíneas + leguminosas + irrigação), com três repetições. O experimento foi conduzido no período de julho de 2017 a abril de 2018, na Unidade Experimental Bovinocultura de Corte da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, região do Sudoeste do Paraná, Brasil. Foram utilizados 12 piquetes com área média de 3.000 m<sup>2</sup>, subdivididos em quatro piquetes de 750 m<sup>2</sup> para utilização do sistema de pastejo em lotação rotacionada. Foram utilizados 24 animais *testers*, novilhos meio sangue Angus-Nelore castrados com peso médio inicial de 240 kg. Na pastagem, foram avaliados a taxa de acúmulo, produção total, composição botânica e valor nutritivo. O desempenho dos animais foi avaliado pelo ganho médio diário, carga animal e comportamento ingestivo. A produção de forragem e taxa de acúmulo foram superiores com uso da irrigação durante o inverno e primavera. Na primavera, a mistura de gramíneas e leguminosas irrigada obteve produção 39,8% superior à gramínea exclusiva, um acréscimo de 2330 kg MS ha<sup>-1</sup>. A produção irrigada atenuou os efeitos do vazio forrageiro observado na ausência de irrigação, sendo que o azevém e leguminosas foram mais produtivos no inverno e primavera. A irrigação proporcionou um incremento de 9,7% na produção total de forragem. No inverno, o teor de proteína bruta e a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca foram superiores sob uso de irrigação e consorciação com leguminosas. A irrigação e a consorciação com leguminosas proporcionaram incremento de 17,19% e 8,68% em unidade animal por hectare, respectivamente. Não houve diferenças no comportamento ingestivo dos animais durante a avaliação.

Palavras-chave: Nutrição animal, Aveia, Azevém, Trevo-branco.



## ABSTRACT

CAVAZZANA, Jefferson Felipe. Rearing of cattle and production of African star grass pasture with grasses and legumes with and without irrigation. 2019. 54 f. Dissertation (Master's in Animal Science) – Post Graduate Program in Animal Science. University Technological Federal of Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

The need to increase the productivity of beef cattle in periods of low rainfall and reduce costs with nitrogen fertilization makes up the assumption of this research. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of the use of irrigation and the inclusion of forage legumes in grass-pasture-based on forage production, performance and animal ingestion behavior. The experimental design was completely randomized with four treatments (exclusive grasses, grasses + legumes, exclusive grasses + irrigation, grasses + legumes + irrigation), with three replications. The experiment was conducted from July 2017 to April 2018, at the Experimental Bovinoculture Unit of the Federal Technological University of Paraná, Southwest region of Paraná, Brazil. Twelve pickets with an average area of 3,000 m<sup>2</sup> were subdivided into four 750 m<sup>2</sup> for use of the rotational stocking system. Twenty-four animal *testers* were used, castrated Angus-Nelore mid-calves with an initial mean weight of 240 kg. In the pasture, the accumulation rate, total yield, botanical composition and nutritive value were evaluated. The performance of the animals was evaluated by the average daily gain, animal load and ingestive behavior. Forage production and accumulation rate were higher with irrigation during winter and spring. In the spring, the irrigated grass and legume mixture obtained 39,8% higher yield than the exclusive grass, an increase of 2330 kg DM ha<sup>-1</sup>. Irrigated production attenuated the effects of low amount of forage observed in the absence of irrigation, and ryegrass and legumes were more productive in winter and spring. Irrigation provided a 9,7% increase in total forage production. In winter, crude protein content and “*in vitro*” dry matter digestibility were higher under irrigation and intercropping with legumes. Irrigation and intercropping with legumes resulted in an increase of 17,19% and 8,68% in animal unit per hectare, respectively. There were no differences in the ingestive behavior of the animals during the evaluation.

Key words: Animal nutrition, Oat, Ryegrass, White Clover.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluviométrica média e temperatura média mensais, coletados a cada dez dias do mês, ao longo do experimento. ....	26
Figura 2. Curva de retenção da água no solo a 20 cm de profundidade para manejo da irrigação. ....	29
Figura 3. Variação do potencial mátrico da água no solo a 20 cm de profundidade.....	30
Figura 4. Tensiômetros e tensímetro digital. ....	30
Figura 5. Lâmina de água aplicada e lâmina acumulada via irrigação por aspersão.....	30
Figura 6. Massa de aveia (A) e azevém (B) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos cortes pré-pastejo ao longo do período experimental. ....	38
Figura 7. Massa de lâmina foliar (A) e colmo (B) de estrela-africana ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos cortes pré-pastejo ao longo do período experimental.....	38
Figura 8. Massa de leguminosas com e sem irrigação ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos cortes pré-pastejo ao longo do período experimental. ....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção total e dos constituintes das forrageiras ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), taxa de acúmulo diário (TAD) e relação folha:colmo (F:C) da pastagem de inverno sobressemeada em estrela africana consorciada e irrigada. ....	34
Tabela 2. Valor nutritivo de gramíneas de inverno sobressemeadas em estrela-africana irrigadas e consorciadas. ....	39
Tabela 3. Médias para massa de forragem pré-pastejo (MF), taxa de acúmulo diário (TAD), carga animal, ganho médio diário (GMD) e ganho de peso vivo por hectare ( $\text{GPV ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ). 41	41
Tabela 4. Comportamento ingestivo diário de bovinos em pastagem consorciada e irrigada....	43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
3.1 Consorciação de gramíneas e leguminosas .....	16
3.2 Irrigação de pastagens .....	22
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
4.1 Ética no Uso de Animais .....	25
4.2 Local .....	25
4.3 Caracterização da pastagem.....	26
4.4 Caracterização dos animais .....	27
4.5 Delineamento Experimental .....	27
4.6 Manejo da Pastagem.....	27
4.7 Avaliações quantitativas da pastagem .....	27
4.8 Desempenho animal .....	28
4.9 Manejo da irrigação .....	28
4.10 Análises Bromatológicas .....	31
4.11 Comportamento Animal .....	31
4.12 Análise Estatística .....	32
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	34
5.1 Produção de forragem.....	34
5.2 Composição botânica e massa de constituintes .....	37
5.3 Valor nutritivo .....	39
5.4 Massa de forragem pré-pastejo.....	41
5.5 Desempenho Animal .....	42
5.6 Comportamento animal .....	42
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	44
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	45
<b>ANEXO</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de bovinos no Brasil é uma atividade de grande importância no setor agropecuário. Devido à vasta extensão territorial ocupada por pastagens, o País tem um alto potencial de produtividade a baixo custo, sem a necessidade de desmatar florestas para ocupação da pecuária. Para alcançar esse potencial produtivo, os pecuaristas devem compreender a natureza dos desafios que lhes são impostos.

A variação climática ao longo do ano nas diferentes regiões do Brasil causa o efeito de sazonalidade de produção de forrageiras, uma vez que as plantas são desafiadas à temperatura e umidade em que não são naturalmente adaptadas, influenciando negativamente seu desenvolvimento. Tal efeito é notado em épocas de seca ou estiagem com elevadas temperaturas no Sudoeste, Centro-Oeste e Norte, ao passo que no Sul as menores temperaturas favorecem o desenvolvimento de pastagens hibernais em detrimento de forrageiras tropicais, com intervalos denominados por “vazio forrageiro”.

O vazio forrageiro consiste nos intervalos entre o fim do ciclo produtivo de forrageiras tropicais até o início do ciclo produtivo da forrageira hiberna, chamada transição outono-inverno, e no fim do ciclo produtivo de forrageiras hibernais até o reinício do ciclo produtivo da forrageira tropical, a transição inverno-primavera. Esses períodos de escassez de pastagem acompanham baixa pluviosidade e temperaturas adversas àquelas necessárias a forrageira da estação anterior, o que resulta em produção de pastagem aquém das necessidades para manutenção da produtividade animal.

Em decorrência da maturação fisiológica das forrageiras, o valor nutritivo das mesmas tende a cair, uma vez que há maior deposição de tecidos de sustentação (menos digestíveis) na planta em seu estágio final de produção. Com isso, a disponibilidade de nutrientes digestíveis é reduzida, interferindo negativamente no desempenho animal.

Ao atender o requerimento das plantas para o pleno desenvolvimento vegetativo em condições desafiadoras, o pecuarista pode obter ganhos em produção de forragem ao longo do ano e assim aumentar a produção animal por área sem aumentar um hectare de pastagem em sua propriedade. Para tanto, deve conhecer as tecnologias desenvolvidas para adotar uma estratégia de elevação de ganhos e redução de perdas produtivas em sua empresa pecuária.

Nesse contexto, a irrigação é uma tecnologia que pode suprimir os efeitos do estresse hídrico em forrageiras, aumentar seu ciclo vegetativo, aumentar a produção diária de forragem e incrementar a carga animal.

Leguminosas são plantas de elevado teor protéico, que dentre suas características benéficas, são frequentemente relatados o potencial de fixação de nitrogênio no solo, melhoria da palhada e redução de custos com adubação nitrogenada. As leguminosas consistem em uma alternativa para incremento de valor nutritivo da pastagem, ao passo que as gramíneas avancem em idade fisiológica e apresentem redução de nutrientes digestíveis.

Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do uso de irrigação e consorciação de trevo-branco e ervilhaca com aveia e azevém em condição de sobressemeadura em estrela-africana sobre a produção de forragem, desempenho e comportamento animal.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da irrigação e da consorciação com leguminosas na pastagem sobre a produção de forragem, o comportamento ingestivo e o desempenho de novilhos de corte.

### 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a produção de forragem sob uso de irrigação e consorciação com leguminosas;
- Avaliar o valor nutritivo de forragem sob uso de irrigação e consorciação com leguminosas;
- Avaliar o comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem irrigada e consorciada com leguminosas;
- Avaliar o desempenho animal e produção por área de novilhos de corte em pastagem irrigada e consorciada com leguminosas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Consorciação de gramíneas e leguminosas

A necessidade de aumentar não apenas a produtividade, mas também a eficiência dos recursos (intensificação sustentável) impõe novos desafios à agropecuária. Em condições agrícolas férteis, as monoculturas de espécies de gramíneas selecionadas e altamente produtivas proporcionam altos rendimentos quando apoiadas por altos aportes de fertilizantes nitrogenados (FRAME, 1991; DAEPP, NÖSBERGER, LÜSCHER, 2001).

As leguminosas oferecem alternativas significativas para produção animal sustentável a pasto porque podem contribuir em importantes desafios: aumentar produção de forragem; substituição de insumos fertilizantes nitrogenados por fixação simbiótica de N<sub>2</sub>; mitigação de gases de efeito estufa; contribuir com a adaptação às mudanças climáticas, temperaturas mais quentes e maiores períodos de estresse hídrico; aumentar o valor nutritivo e eficiência da conversão de forragem em proteína animal (LÜSCHER et al., 2014).

Populações de plantas com maior número de espécies devem utilizar melhor os recursos disponíveis, devido à complementaridade de espécies-nichos; possuir maior probabilidade de desenvolver interações interespecíficas positivas e conter espécies altamente produtivas que dominam a comunidade (TILMAN, 1999; LOREAU E HECTOR, 2001; LOREAU et al., 2001). Sendo assim, a consorciação de culturas pode ser uma estratégia promissora para a produção sustentável.

Pesquisas em pastagens com diferentes níveis de deficiência em nutrientes demonstraram que a produção de biomassa foi superior em pastos ricos em espécies, em comparação com o rendimento médio de monoculturas (SPEHN et al., 2002; HILLE RIS LAMBERS J. et al., 2004; HOOPER e DUKES, 2004; HOOPER et al., 2005; ROSCHER et al., 2005; MARQUARD et al., 2009; MOMMER et al., 2010). As consorciações mais diversas, em média, alcançaram um benefício de rendimento de 77% em comparação com a média de monoculturas (CARDINALE et al., 2007).

Um experimento europeu em dezessete países testou se produções mais elevadas podem ser obtidas em condições agrícolas típicas com consorciações de gramíneas e leguminosas contendo quatro espécies comparadas com as monoculturas (KIRWAN et al., 2007; LÜSCHER et al., 2008; NYFELER et al., 2009; FINN et al., 2013). Estas quatro espécies representaram quatro grupos funcionais de plantas: uma gramínea de rápido estabelecimento, uma leguminosa de rápido estabelecimento, uma gramínea de estabelecimento lento e uma leguminosa de estabelecimento lento. Este grupo funcional de



espécies de plantas foi escolhido para maximizar interações interespecíficas: leguminosas fixam N por simbiose a partir de nitrogênio atmosférico, e combinações de crescimento rápido e lento foram destinadas a maximizar a cobertura por espécies com diferentes padrões temporais de desenvolvimento.

As leguminosas avaliadas foram *Trifolium pratense* L. (trevo vermelho), *Trifolium repens* L. (trevo branco), *Medicago sativa* L. (alfafa), *Medicago polymorpha* L. (trevo preto) e *Trifolium ambiguum* M. Bieb. (Trevo caucasiano) (FINN et al., 2013). No experimento com trevos vermelhos e brancos, foi revelado um alto potencial para substituição de fertilizante nitrogenado: a consorciação de forragens contendo 40-60% de trevo e aplicação de 50 ou 150 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> alcançaram a mesma produção que as monoculturas de gramíneas adubadas com 450 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (NYFELER et al., 2009). Durante todo o experimento, as vantagens da consorciação de gramíneas e leguminosas foram robustas: elas persistiram ao longo dos três anos experimentais, sobre as diferentes espécies de leguminosas testadas e sobre o gradiente climático observado em todos os sítios experimentais (FINN et al., 2013; STURLUDOTTIR et al., 2013). Como a fixação simbiótica de N<sub>2</sub> não consegue explicar sozinha a vantagem de rendimento altamente significativa de consorciações sobre monoculturas de leguminosas (NYFELER et al., 2009), o acesso ao N<sub>2</sub> atmosférico não poderia ter sido o único fator que causa aumento nos rendimentos da consorciação. Em experimentos de diversidade, as interações positivas entre leguminosas fixadoras de N<sub>2</sub> e plantas não fixadoras de N<sub>2</sub> contribuíram significativamente para incrementar a produção de biomassa mais do que as interações entre outros grupos funcionais (SPEHN et al., 2002; LI et al., 2007; TEMPERTON et al., 2007; KIRWAN et al., 2009; NYFELER et al., 2009). No entanto, outras combinações de características podem produzir importantes efeitos de diversidade (VAN RUIJVEN e BERENDSE, 2003; ROSCHER et al., 2008). Pastagens diversificadas e rotacionadas sob irrigação em Canterbury foram pelo menos tão produtivas quanto azevém perene e pastagens de trevo branco e festuca solteiros. O aumento do crescimento das pastagens de verão foi atribuído a diversificação da pastagem (NOBILLY et al., 2013).

A aceleração maciça do ciclo global de N por fertilizantes obtidos industrialmente e pelas emissões de N da combustão de combustíveis fósseis permitiu aumentar consideravelmente a produção de alimentos. No entanto, também levou a uma série de problemas ambientais, variando de eutrofização em ecossistemas aquáticos à acidificação global e mudanças climáticas (GRUBER e GALLOWAY, 2008; ROCKSTRÖM et al., 2009; VÖRÖSMARTY et al., 2010; HOOPER et al., 2012). A substituição do fertilizante

nitrogenado industrial por fixação de  $N_2$  por simbiose de leguminosas e bactérias *Rhizobium* sp. seria, portanto, uma importante contribuição mais benéfica ao meio-ambiente e mais eficiente em termos de recursos naturais.

Em regiões de clima temperado, o  $N_2$  fixado simbioticamente pelas leguminosas pode variar de 100 a 380 kg de N  $ha^{-1} ano^{-1}$  até quantidades elevadas, acima de 500 kg de N  $ha^{-1} ano^{-1}$  (BOLLER e NÖSBERGER, 1987; LEDGARD e STEELE, 1992; ZANETTI et al., 1997; CARLSSON e HUSS-DANELL, 2003). Além do mais, em sistemas de consorciação de gramíneas e leguminosas, entre 10 e 75 kg de N  $ha^{-1} ano^{-1}$  são transferidos das leguminosas às gramíneas; a quantidade depende do doador e das espécies de plantas receptoras (PIRHOFER-WALZL et al., 2012). O controle da fixação simbiótica de  $N_2$  ocorre através de uma série de gatilhos ecofisiológicos (HARTWIG, 1998; SOUSSANA et al., 2002), com a quantidade de  $N_2$  fixado sendo associado ao equilíbrio entre demanda de N e disponibilidade de fontes de N mineral. (SOUSSANA e HARTWIG, 1996; HARTWIG, 1998; SOUSSANA e TALLEC, 2010).

Em consorciações contendo trevos vermelho e branco, Nyfeler et al. (2011), observaram efeito estimulatório em gramíneas sobre a atividade de fixação simbiótica de  $N_2$  do trevo (% N derivado da simbiose). A quantidade de N da simbiose foi maximizada em consorciações com 60-80% de trevos, e proporções de 40-60% de trevos na consorciação foram suficientes para atingir a mesma quantidade de N por simbiose como aquela em que tinha trevo solteiro. Este efeito de estímulos se encaixa bem no modelo demanda/disponibilidade da regulação da fixação simbiótica de  $N_2$ . A atividade de fixação de  $N_2$  simbiótica de plantas de trevo foi muito alta em pastos dominados por gramíneas, onde a disponibilidade de N para trevos era muito baixa; isso ficou evidente a partir do componente gramínea ocupando a maior parte do N mineral que estava disponível no solo, enquanto o trevo mostrou captação muito limitada (NYFELETER et al., 2011). No entanto, em trechos dominados por trevos (acima de 60% de trevos), a atividade de fixação simbiótica de  $N_2$  foi regulada para baixo. Isto foi devido ao trevo ter acesso adequado a fontes de N mineral, devido à baixa abundância de gramíneas (NYFELETER et al., 2011), bem como uma menor demanda de N de toda a pastagem. Em pastos de trevo solteiro, a produção foi menor do que em pastagens com 30 a 60% de trevo (NYFELETER et al., 2009).

A sensibilidade das plantas leguminosas para regular a fixação simbiótica de  $N_2$  (porcentagem de N derivada de simbiose) parece mostrar diferenças interespecíficas (RASMUSSEN et al., 2012). Em geral, leguminosas cultivadas em consorciação com razoável abundância de gramíneas obtêm a maior parte de seu N (acima de 80%) da fixação

simbiótica de N<sub>2</sub> (BOLLER e NÖSBERGER, 1987; HEICHEL e HENJUM, 1991; CARLSSON et al., 2009; OBERSON et al., 2013), o que implica que a quantidade de N da simbiose geralmente depende da produção de massa seca de leguminosas (UNKOVICH et al., 2010; LÜSCHER et al., 2011).

Em solo extensivamente manejado não fertilizado ou pastagens de baixa fertilidade, alta proporção de N derivada da simbiose também tem sido observada em uma variedade de espécies de leguminosas (CARLSSON et al., 2009; ROSCHER et al., 2011). No entanto, valores baixos da quantidade de N derivada da fixação simbiótica de N<sub>2</sub> foram observados a baixas temperaturas em dois experimentos de estufa de vegetação (KESSLER et al., 1990; NESHEIM e BOLLER, 1991). Isso não foi relacionado apenas ao baixo crescimento e ao acúmulo total de N do trevo branco, mas também a uma redução acentuada da proporção de N derivada da simbiose. Então, os autores concluíram que os efeitos negativos da baixa temperatura nos processos de fixação de N<sub>2</sub> (nodulação (ROUGHLEY e DART, 1970) e atividade da nitrogenase (CRALLE e HEICHEL, 1982)) foram primariamente responsáveis pela pequena contribuição da fixação de N<sub>2</sub> no trevo branco sob baixas temperaturas.

Heinrichs e Fancelli (1999), avaliando os efeitos da consorciação sobre a produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio, observaram que a consorciação de aveia preta e ervilhaca contribuiu para maior produção de fitomassa por unidade de área e maior aporte de nitrogênio na fitomassa produzida, apesar do desempenho da ervilhaca ser afetado pela presença de aveia preta.

A produção pecuária é influenciada pelo valor nutritivo e consumo voluntário de forragens. A composição química e valor nutritivo de muitas forragens foram resumidos pelo INRA (2007). Trevo branco, trevo vermelho e alfafa têm altas concentrações de proteína bruta (PB) e minerais, como o cálcio, mas contêm concentrações relativamente baixas de carboidratos solúveis em água (CNF), comparados com o azevém perene (*Lolium perenne* L.). A digestibilidade da matéria orgânica, concentração líquida de energia, bem como a oferta de proteína metabolizável, são geralmente mais altas no trevo do que em gramíneas (INRA, 2007). Estes resultados refletem uma proporção menor de componentes estruturais da parede celular, que são menos digestíveis do que o conteúdo das células. Pastagens semeadas em consorciação de festuca e azevém perene tiveram maior tolerância à seca que pastos solteiros de azevém perene e melhor digestibilidade do que em pastos de festuca solteira (COUGNON et al., 2013).

A ingestão voluntária de forragem de leguminosas é 10 a 15% maior do que de gramíneas de digestibilidade semelhante, quando o fornecimento é em feno, silagem ou

forragem fresca (INRA, 2007). Essa diferença é atribuída à menor resistência das leguminosas à mastigação e taxa de passagem mais rápida no rúmen (WAGHORN et al., 1989; JAMOT e GRENET, 1991; STEG et al., 1994; DEWHURST et al., 2009), que por sua vez reduzem o preenchimento físico ruminal. Trevo branco é freqüentemente usado em consorciação com azevém perene, o que ressalta a importância de se alcançar a proporção ideal de trevo branco na pastagem. Harris et al. (1998) demonstraram que a ingestão de vacas leiteiras atingiu o máximo quando o trevo compôs 60% da forragem.

Os efeitos benéficos do trevo branco sobre ingestão de forragem e desempenho animal a pasto é apresentado nos trabalhos de Wilkins et al. (1994) e Ribeiro-Filho, Delagarde, Peyraud (2003, 2005). A diferença no consumo diário de forragem aumentou com o aumento da porcentagem de trevo na dieta e chegou a 1,5 kg dia<sup>-1</sup> em média nestes últimos estudos. Além do efeito positivo de leguminosas na ingestão voluntária, também é provável que folhas de leguminosas sejam mais favoráveis à ingestão do que os colmos e bainhas de gramíneas, particularmente durante o início de primavera. Assim, Ribeiro-Filho, Delagarde, Peyraud (2003) relataram maior taxa de ingestão de trevo branco consorciado com azevém perene comparados com pastagens de azevém perene solteiro. Um benefício adicional do trevo branco é que a taxa de declínio no valor nutritivo no processo de envelhecimento das plantas é menor do que em gramíneas (ULYATT, 1970).

A digestibilidade diminui em 20 g kg<sup>-1</sup> por semana e ingestão voluntária de MS por 0 a 2 kg d<sup>-1</sup> por semana durante a maturação do capim, enquanto este decréscimo cai para metade em consorciação com leguminosas (INRA, 2007; PEYRAUD, LE GALL, LÜSCHER, 2009). Peyraud (1993) e Delaby e Peccatte (2003) relataram que a digestibilidade do trevo foi acima de 75% após 7 semanas de rebrota ou no estágio de florescimento na primavera. A ingestão de MS diminuiu em 2,0 kg d<sup>-1</sup> em uma pastagem predominada por gramíneas enquanto em pastagem consorciada o decréscimo foi de 0,8 kg d<sup>-1</sup> (RIBEIRO-FILHO, DELAGARDE, PEYRAUD, 2003). Isso implica em maior facilidade de manejo de pastagens consorciadas, em termos de manter seu valor nutritivo, o que as torna particularmente atraente para os pecuaristas.

Sturludottir et al. (2013) observaram que o aumento de produção nas consorciações não foi acompanhado pela redução na digestibilidade da forragem e concentração de proteína bruta que é geralmente observada com maior rendimento de MS. Cultivares de baixa densidade de lignina poderiam fornecer outra oportunidade para reduzir ainda mais o declínio do valor nutritivo que ocorre com avanço da maturidade da planta (UNDERSANDER et al., 2009).

Novilhos em pastejo de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. BRS Kurumi) com acesso a fontes de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. cv. Amarillo) obtiveram acréscimos de 38% no ganho médio diário em relação à pastagem exclusiva de capim elefante anão. Também observaram menor tempo de pastejo, sem aumento da produção de metano em  $\text{g kg}^{-1}$  MS (ANDRADE et al., 2014).

A participação maior de trevo branco na pastagem levou ao aumento da produção diária de leite de vacas em pastagem de azevém solteiro e azevém consorciado quando a mesma oferta de forragem foi oferecida (PHILLIPS e JAMES, 1998; RIBEIRO-FILHO, DELAGARDE, PEYRAUD, 2003). Em um estudo com vacas leiteiras, a produção de leite aumentou com o aumento do teor de trevo branco na dieta e atingiu um máximo quando a proporção de trevo branco foi em média 50-60% (HARRIS et al., 1998). Por outro lado, a produção de leite foi reduzida quando a proporção de trevo foi menor (<20%) (GATELY, 1981). Como consequência do maior consumo de energia, o teor de proteínas do leite tende a aumentar em pastagens consorciadas.

Dificuldades em manter um equilíbrio na consorciação de gramíneas e leguminosas e sua tendência em perder espécies (GUCKERT e HAY, 2001) podem ser uma razão para a preferência de pastos de gramíneas solteiras por muitos pecuaristas.

As leguminosas apresentam baixa eficiência na digestão ruminal de N, elevando consideravelmente as perdas de N ruminal em animais alimentados com leguminosas, devido ao desequilíbrio entre o teor de proteína degradável e energia presentes na forragem. A degradabilidade ruminal de proteínas é maior em leguminosas (BEEVER et al., 1986). Isto leva a uma utilização ineficiente de N da forragem no rúmen e alta excreção urinária de N (PEYRAUD, 1993). O trevo branco aumenta a excreção de N em relação ao azevém perene de 20,1 a 29,8  $\text{g kg}^{-1}$  de MS consumida, e a quantidade de N que entra no duodeno é sempre menor que o consumo de N, com uma média de 75% para trevo branco e 93% para o azevém.

Ribeiro-filho, Delagarde, Peyraud, et al. (2005), relatam que a excreção de N aumentou de 17,0 para 20,7  $\text{g kg}^{-1}$  no leite de animais mantidos em pastagens de azevém solteiro e azevém consorciado, respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) contidos na forragem devem ser suficientes para equilibrar a concentração de PB na forragem a fim de maximizar a síntese de proteína microbiana. No entanto, o conteúdo de CNF em pastagens hibernais é variável e normalmente não promove esse equilíbrio. Resultados promissores foram obtidos com melhoramento de plantas e manipulação de genes para aumentar a concentração de CNF em azevém (MILLER et al., 2001), o que levou a um ligeiro aumento

da digestibilidade e redução do volume de perdas urinárias de N (MILLER et al., 2001; LEE et al., 2002).

As leguminosas, no entanto, geralmente têm alta PB e baixas concentrações de CNF. Concentrações crescentes de CNF podem melhorar a utilização de N ruminal e digestibilidade no caso da alfafa e trevo vermelho. Combinar gramíneas com altas concentrações de CNF e leguminosas com baixas concentrações de PB pode permitir uma redução no uso de fertilizantes nitrogenados e redução de excreção de N na pecuária, mesmo em pastagens com altas concentrações de PB (LÜSCHER et al., 2014).

As consorciações de gramíneas com leguminosas presentes em proporções de 30 a 50% parecem ser o sistema ideal: produzem grandes quantidades de N por simbiose, geram altos rendimentos de forragem de alto valor nutritivo, que por sua vez levam a maiores níveis de consumo e desempenho animal; ao mesmo tempo, minimizam o risco de perdas de N para o meio ambiente, reduzem o consumo de energia fóssil e emissões de gases de efeito estufa, contribuem para evolução da agricultura biológica, atende a demanda do consumidor por qualidade e procedência do produto pecuário. O grande desafio para as pastagens consorciadas, no entanto, será manter a proporção de leguminosas dentro dessa faixa ótima. O desenvolvimento de leguminosas forrageiras constitui um dos pilares para o desenvolvimento da futura pecuária com impacto produtivo, ambiental e econômico. (PEYRAUD, 2009; LÜSCHER et al., 2014).

### 3.2 Irrigação de pastagens

O crescimento e desenvolvimento das forrageiras tropicais são variáveis ao longo do ano e influenciados por vários fatores ambientais (ESMAILI e SALEHI, 2012; NEWMAN et al., 2007), além do que, em muitos sistemas de pastejo o valor nutritivo da forragem pode ser insuficiente para atender as necessidades animal (BROWN, et al., 2012).

Para suprir suas necessidades metabólicas, as plantas precisam renovar a água que foi transferida para a atmosfera, com o intuito de manter a turgescência das suas folhas e raízes de forma a assegurar sua sobrevivência. Dessa forma, a perda de água pela transpiração deve ser repostada pela absorção de uma quantidade equivalente de água. No geral, muitas plantas podem absorver a umidade presente na atmosfera na forma de névoa ou orvalho, porém, esse mecanismo se torna insignificante quando comparado com a absorção de água do solo pelo sistema radicular (CAVALCANTE, CAVALLINI, LIMA, 2009; CHAVARRIA e SANTOS 2012).

O déficit hídrico é observado quando a evapotranspiração real torna-se inferior a evapotranspiração máxima, em condições em que a água disponível no solo for limitada (DOORENBOS e KASSAM, 1979). Em regiões de clima subtropical, a pluviosidade durante o verão costuma ser variável. Assim, o estresse hídrico é considerado como o principal fator ambiental que limita o crescimento de gramíneas sob essas condições, sendo a irrigação necessária para alcançar a qualidade aceitável das forrageiras (CANDOGAN et al., 2015).

Em situações de déficit hídrico, as plantas apresentam mecanismos de aclimação genética, alterando o padrão de distribuição de carboidratos, direcionando-os para regiões mais prioritárias (LOURENÇO, 2004). Como exemplo, a murcha de folhas em resposta ao déficit hídrico, reduz a perda de água pela folha e também a exposição à luz incidente, diminuindo o estresse pelo calor (TAIZ e ZEIGER 2009). Por outro lado, algumas plantas adotam a estratégia de diminuir a área foliar a fim de favorecer o aumento do sistema radicular, de forma a se adaptarem a pouca disponibilidade hídrica.

Ao diminuir sua área foliar, a capacidade de competição por luz é limitada, diminuindo a taxa fotossintética, o que resulta na aceleração da taxa de senescência das folhas, inibição do perfilhamento e ramificações, morte rápida dos perfilhos, assim como no retardamento do crescimento e desenvolvimento da planta, ocasionando uma redução significativa da produtividade e qualidade da forragem (ARAÚJO et al., 2010; SANTOS et al., 2012). Com a redução do perfilhamento em condições de estresse hídrico, a produtividade da forrageira é afetada, e conseqüentemente, a taxa de lotação é reduzida.

Corrêa et al. (2007) no Sudeste brasileiro, verificaram que houve redução do efeito de estacionalidade ao utilizar irrigação em capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), e o desempenho animal em pastagem de aveia preta irrigada foi semelhante ao desempenho de animais suplementados à pasto. A produção de forragem foi maior ao longo do ano, e permitiu maior intensificação animal em pastagem de tifton 85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton 85) (AGUIAR et al., 2006). A irrigação promove o aumento da relação folha:colmo (BALIEIRO NETO, 2007; SANCHES, 2015), teor de proteína bruta (BALIEIRO NETO, 2007; SANCHES, 2015), da digestibilidade (RIBEIRO, 2009; SANCHES, 2015) e queda na taxa de senescência foliar (GOH e BRUCE, 2005).

Luz et al. (2008), avaliando a resposta da aveia preta à irrigação e adubação nitrogenada, relataram um incremento de 17,8 kg MS ha<sup>-1</sup> na taxa de acúmulo diário quando utilizada a irrigação, sem adição de fertilizante nitrogenado. A taxa de lotação (UA ha<sup>-1</sup>) foi 100% superior para vacas em lactação em um sistema de irrigação de tifton 85, comparado ao sistema em sequeiro (TEIXEIRA et al., 2013).

Quando utilizada corretamente, a irrigação melhora a eficiência do uso de água, através da redução da taxa evaporativa do solo e da evapotranspiração das culturas, principalmente nos estádios em que o dossel destas não cobre totalmente a superfície. Além disso, proporciona o aumento da retenção de água no solo, reduzindo a frequência de irrigação e aumentando a economia nos custos de operação do sistema (RESENDE et al., 2005; OLIVEIRA NETO et al., 2011).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Ética no Uso de Animais

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEUA) aprovou todos os procedimentos que envolveram animais neste estudo, sob o protocolo de nº 2016-015 (Anexo A).

### 4.2 Local

O experimento foi desenvolvido no município de Dois Vizinhos, conduzido em área experimental da Unidade de Ensino e Pesquisa (UNEPE) de Bovinocultura de corte, pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), situada na região fisiográfica denominada terceiro planalto Paranaense com altitude média de 520m, latitude de 25°44' Sul e longitude de 53°04' Oeste. A pesquisa foi realizada no período de julho de 2017 a abril de 2018, em área experimental de aproximadamente 36.000 m<sup>2</sup>, distribuídos em 12 módulos com tamanho médio de 3.000 m<sup>2</sup>. Cada módulo foi subdividido em 4 piquetes para utilização do sistema de manejo em lotação intermitente. O solo caracteriza-se como Nitossolo vermelho distroférico de textura argilosa (BHERING e SANTOS, 2008). O clima é classificado como Cfa, subtropical úmido, mesotérmico sem estação de seca definida (ALVARES et al., 2013), com médias de temperatura de 22°C (GEBIOMET, 2018). Antes do início do experimento foram retiradas amostras de solo a 20 cm de profundidade para análise química. Os dados da análise foram os seguintes: Índice SMP 5,92; P 5,61 mgdm<sup>-3</sup>; K 0,39 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Al<sup>+3</sup> 0,17 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Ca 4,7 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Mg 2,0 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; MO 45,9 gdm<sup>-3</sup>; saturação de bases 7,12 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> e saturação por alumínio 2,9%. Os dados climatológicos referentes ao período de avaliação foram registrados e obtidos da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática (GEBIOMET, 2018), da UTFPR- DV, situado a cerca de 100 metros da área experimental (Figura 1).

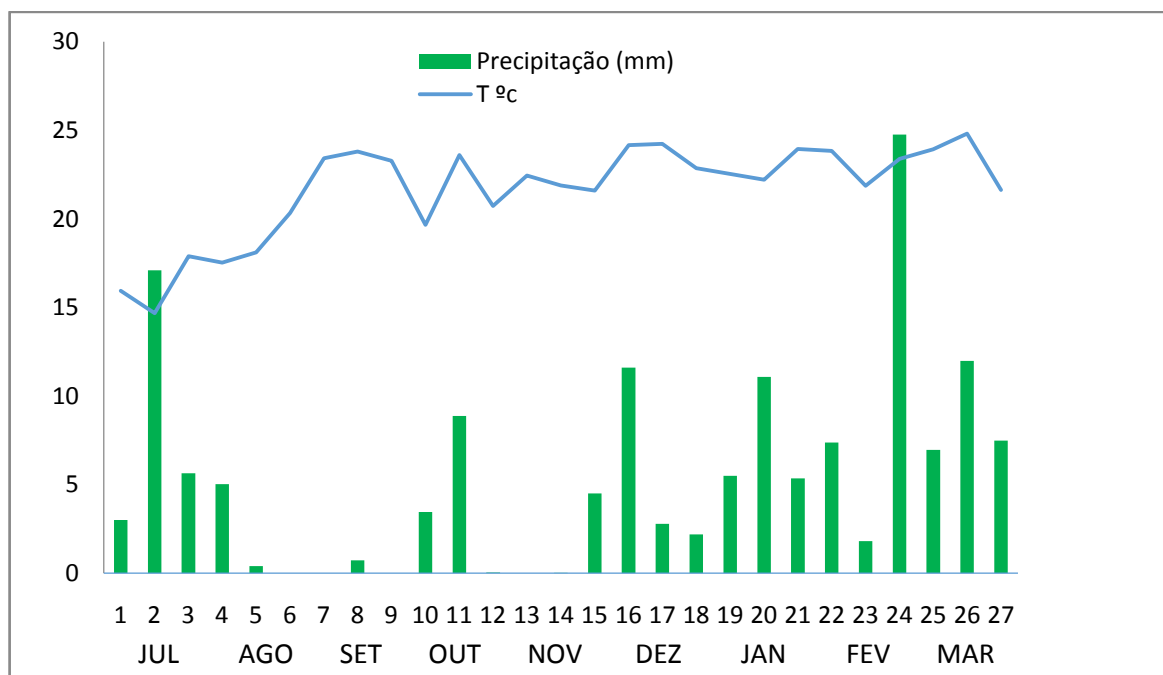


Figura 1. Precipitação pluviométrica média e temperatura média mensais, coletados a cada dez dias do mês, ao longo do experimento.

#### 4.3 Caracterização da pastagem

A área utilizada apresentava como vegetação predominante a pastagem de Estrela Africana (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst cv. Estrela africana) implantada desde 2014. Para realização do estudo, a pastagem de estrela africana foi roçada a 10 cm de altura a fim de facilitar o plantio e padronizar a área experimental. Em toda área experimental, foram semeados Azevém Diplóide (*Lolium multiflorum* Lam. cv. Fepagro São Gabriel) a lanço com densidade de semeadura pura e viáveis de 30 kg ha<sup>-1</sup> e sobressemeadas pelo sistema de plantio direto Aveia Preta (*Avena strigosa* Schreb cv. BRS139) com densidade de semeadura de 80 kg ha<sup>-1</sup> utilizando espaçamento entre linhas de 17 cm. Em módulos alternados, foram semeadas leguminosas, sendo Ervilhaca Comum (*Vicia sativa* L. cv. Ametista) com 15 kg ha<sup>-1</sup> entre as linhas de Aveia e o Trevo Branco (*Trifolium repens* L., inoculado com *Rhizobium* conforme recomendações do fabricante) semeado a lanço com densidade de semeadura de 5 kg ha<sup>-1</sup>. No momento da semeadura da aveia foram aplicados 300 kg ha<sup>-1</sup> de adubo formulado 5:20:10 de NPK. Durante cada estação do ano, foram aplicados 150 kg ha<sup>-1</sup> de adubação nitrogenada na forma de uréia em todos os piquetes.

#### 4.4 Caracterização dos animais

Foram utilizados 24 novilhos meio sangue Angus-Nelore castrados, com idade de  $8 \pm 12$  meses e peso médio inicial de  $235 \pm 24,5$  kg de peso vivo (PV). Os animais *testers* foram igualmente distribuídos nos tratamentos, dois por módulo, sendo adaptados às instalações e manejo pelo período de 15 dias. Os novilhos tinham livre acesso à água limpa em bebedouros com boia e recebiam sal mineralizado à vontade.

#### 4.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado contendo quatro tratamentos com três repetições (módulos). Os tratamentos no inverno e primavera foram: G (testemunha) = Estrela Africana + Aveia Preta + Azevém; GL = Estrela Africana + Aveia Preta + Azevém + Trevo Branco + Ervilhaca; GI = Estrela Africana + Aveia Preta + Azevém + Irrigação; GLI = Estrela Africana + Aveia Preta + Azevém + Trevo Branco + Ervilhaca + Irrigação. No verão, os tratamentos foram os mesmos, excluindo-se a Aveia Preta e o Azevém devido ao término de seus ciclos produtivos. Para fins de avaliação das estações, o inverno foi considerado como os meses de julho a setembro; a primavera, de outubro a dezembro; e o verão de janeiro a abril.

#### 4.6 Manejo da Pastagem

O sistema de manejo da pastagem adotado foi de lotação intermitente com carga variável. No inverno, os dias de pastejo foram em média de 4 dias por piquete e 12 dias de descanso. Na primavera e verão, foram em média 5 dias de pastejo e 10 dias de descanso. Os animais eram conduzidos entre os piquetes sempre que o piquete subsequente apresentasse interceptação luminosa (IL) de 95%. A IL foi mensurada utilizando o sistema de análise de dossel - SUNSCAN (Delta-T, Cambridge, Inglaterra). As medições foram realizadas entre as 11:00-13:00 horas, medindo a intensidade luminosa em nível do solo (10 medidas por piquete). Na ocasião da medida da IL, nos mesmos locais foi mensurada a altura da pastagem com auxílio de régua. No período do inverno a altura média de entrada na pastagem foi de 33 cm, enquanto nos períodos de primavera e verão a altura foi de 38 cm. O resíduo após os pastejo, para todos os tratamentos, foi de 50% da altura de entrada. Sempre que necessário, utilizou-se animais reguladores para ajustes na massa de forragem residual em função da taxa de crescimento da pastagem.

#### 4.7 Avaliações quantitativas da pastagem

A massa de forragem (MF) foi determinada diretamente ao realizar três cortes aleatórios e representativos do piquete nas condições de pré e pós-pastejo, conforme a metodologia de Herling et al. (1998). Para a amostragem, foi utilizado um quadro metálico de 0,25 m<sup>2</sup>, sendo a coleta realizada em um piquete por módulo, sempre o mesmo durante todo o período experimental. Os cortes foram realizados rentes ao solo. A taxa de acúmulo foi calculada pela massa de forragem pré-pastejo subtraindo-se da massa de forragem pós-pastejo do corte anterior dividido pelo intervalo de dias para entrada dos animais no piquete. A produção de massa seca da forragem (PF) foi obtida pela soma da MF inicial com o acúmulo de forragem do período experimental (TAD × número de dias).

Depois de realizadas as coletas, as amostras provenientes dos cortes eram homogeneizadas e divididas em duas sub-amostras, sendo uma para determinação da massa parcialmente seca (MPS) e outra para separação botânica e estrutural (lâminas foliares, bainha+colmo, material morto e inflorescência). As leguminosas não sofreram separação estrutural. Para estimativa da MPS, as amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 h. A divisão entre o peso de lâminas foliares sobre o peso de colmos resultou na relação folha:colmo (F:C). A partir desses resultados foi determinada a produção e participação das diferentes espécies forrageiras que compunham a pastagem em kg MS ha<sup>-1</sup>.

#### 4.8 Desempenho animal

O acompanhamento do desempenho animal foi realizado ao final de cada estação realizando pesagens individuais dos animais *testers*, precedidas de jejum de sólidos e líquidos de 14 horas, para estimativa do ganho de peso médio diário (GMD). Desse modo, o GMD foi calculado pela diferença de peso entre as pesagens, dividido pelo número de dias do período de pastejo. A carga animal foi obtida pela soma do peso vivo médio (PF+PI/2) dos animais no período em dias em que estiveram no experimento. O ganho de peso vivo por hectare (GPV ha<sup>-1</sup>) foi obtido multiplicando o GMD dos animais *testers* pelo número de dias e pelo número de animais por hectare em cada período.

#### 4.9 Manejo da irrigação

As irrigações foram realizadas quando o potencial de água no solo atingia o valor de -10 kPa. Conforme Fonseca et al. (2007), o momento adequado para iniciar a irrigação é com 50% da umidade na capacidade de campo. A quantidade de água a ser aplicada foi determinada com base na curva de retenção da água no solo (Figura 2), e nas leituras do potencial mátrico ( $\psi_m$ ) (Figura 3), obtidas em tensiômetros com vacuômetro digital (Figura

4). Foram instalados oito tensiômetros, sendo quatro na área irrigada e quatro na área não irrigada.

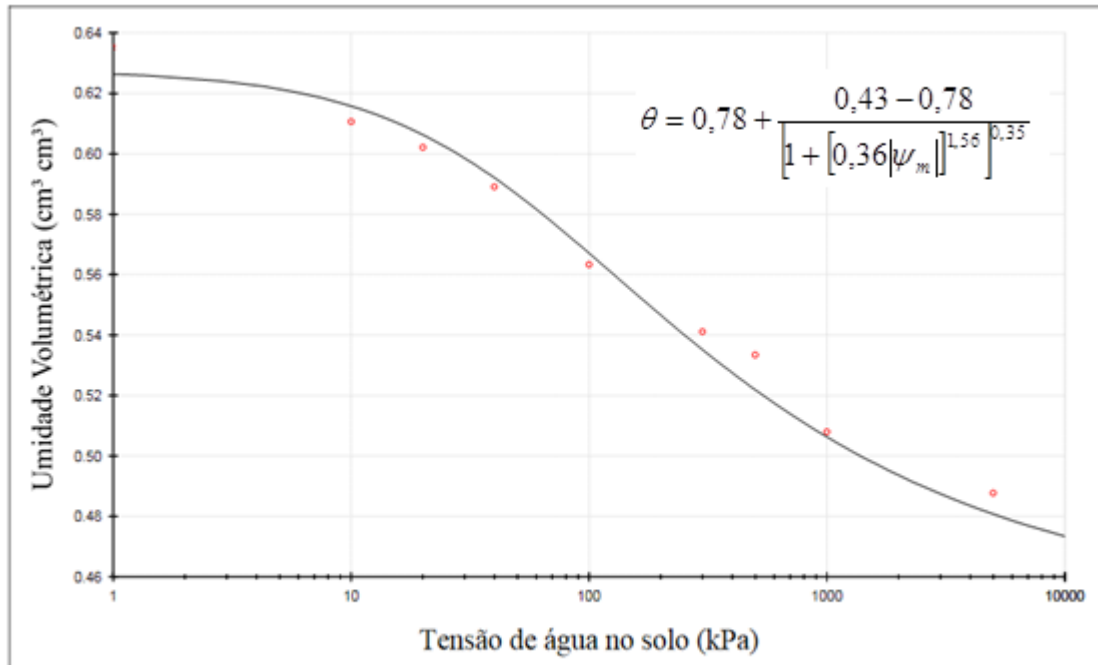


Figura 2. Curva de retenção da água no solo a 20 cm de profundidade para manejo da irrigação.

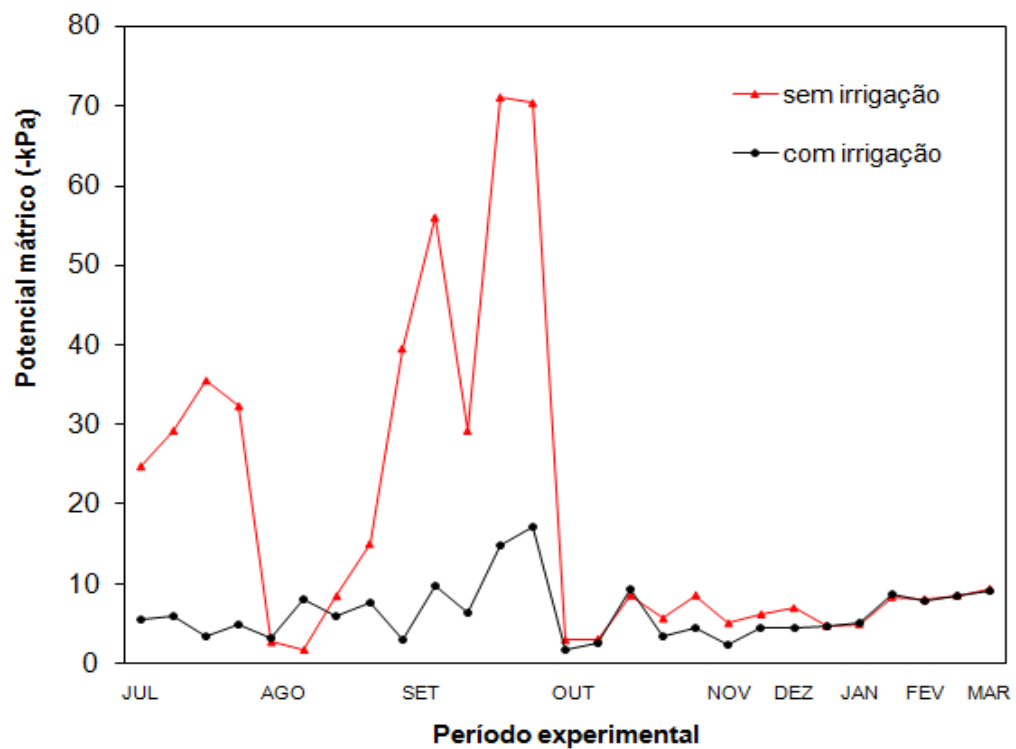


Figura 3. Variação do potencial mátrico da água no solo a 20 cm de profundidade.



Figura 4. Tensiômetros e tensímetro digital.

A lâmina de água aplicada (13/07/2017 a 04/10/2018) via irrigação por aspersão, foi de  $161,03 \text{ mm ha}^{-1}$ , com lâminas variando de  $6,41 \text{ mm}$  a  $12,83 \text{ mm ha}^{-1}$  (Figura 5).

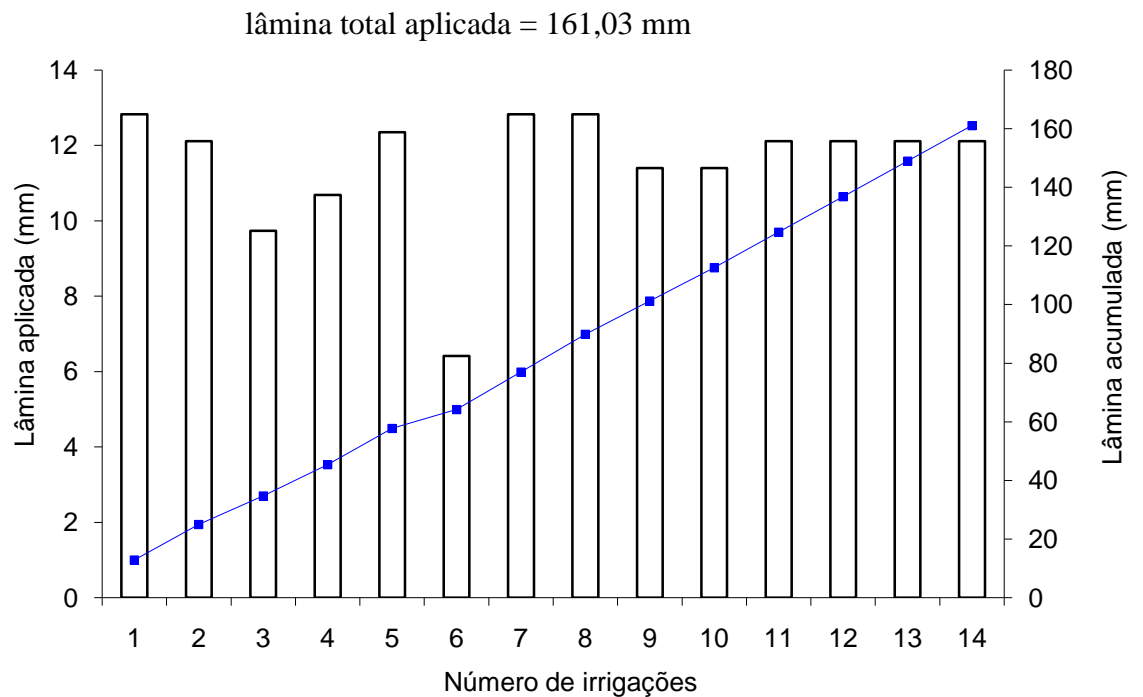


Figura 5. Lâmina de água aplicada e lâmina acumulada via irrigação por aspersão.

#### 4.10 Análises Bromatológicas

Para as análises bromatológicas da forragem, as amostras foram obtidas pela técnica de simulação de pastejo (MOORE e SOLLENBERGER, 1997), no qual o observador avalia a altura e a parte estrutural da planta que estava sendo apreendida pelo animal e obtém manualmente uma porção similar da planta àquela consumida. O material amostrado foi parcialmente seco em estufa de ventilação forçada em temperatura de 55°C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram processadas em moinho tipo “Willey”, em peneira com crivo de 1 mm, e encaminhadas para determinação da composição bromatológica e valor nutritivo.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl (Método 984.13 AOAC, 2006), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) pela metodologia de Goering e Van Soest (1970) adaptada por Senger et al (2008). A digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica (DIVMO) foi realizada segundo metodologia descrita por Tilley e Terry (1963), modificada por Goering e Van Soest (1970) com inclusão de 20% de inócuo ruminal, em incubadora Tecnal TE-150, por 48 hs. Em seguida, com tratamento em solução detergente neutro (GOERING e VAN SOEST, 1970; KOMAREK, 1993; SENGER et al., 2008) e, posterior queima em mufla. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados, seguindo a metodologia de Kunkle e Bates (1998), utilizando a seguinte equação:  $NDT = \% MO * ((26,8 + 0,595 * (DIVMO)) / 100)$ .

#### 4.11 Comportamento Animal

Foram realizadas duas avaliações do comportamento ingestivo por estação, em períodos contínuos de 24 horas com início e término às 08h00 da manhã, em dias sem a ocorrência de chuvas e também sem o acionamento da irrigação.

O comportamento animal foi realizado com avaliações em intervalo de dez minutos, por meio de observações visuais conforme metodologia descrita por Jamieson e Hodgson (1979), com auxílio de binóculo e cronômetro. Todos os animais em cada tratamento foram avaliados sendo registradas as atividades de pastejo, ruminação (em pé ou deitado) ócio (em pé ou deitado) e número de visitas ao cocho de água.

O tempo de pastejo foi considerado como o tempo usado pelos animais na seleção e apreensão da forragem, compreendendo o tempo de deslocamento entre as estações de pastejo para a seleção da dieta (Hancock, 1953). As outras atividades foram consideradas como o

período em que o animal ficou em ócio (descanso), atividades sociais, entre outros (Forbes, 1988). A ingestão de água foi considerada como cada visita ao bebedouro. O tempo de ruminação foi verificado através da interrupção do pastejo e realização da atividade de mastigação e da ruminação. Estas atividades registradas foram expressas em tempo total por dia (minutos dia<sup>-1</sup>).

Em cada avaliação do comportamento ingestivo, as variáveis de padrão de deslocamento foram anotadas três vezes no período da manhã e três vezes na tarde para cada animal tester, com auxílio de cronômetro digital. Foi registrado o tempo necessário para os animais realizarem 20 bocados (Hodgson, 1982), utilizado para calcular a taxa de bocado minuto<sup>-1</sup>, cujo valor multiplicado pelo tempo de pastejo forneceu as informações referentes ao número diário de bocados e massa de bocados.

O tempo e número de passos necessários para os animais consumirem forragem em dez estações alimentares foram avaliados conforme Laca e Demment (1992), considerando cada estação alimentar como o espaço correspondente ao pastejo, sendo definida para cada movimento das patas dianteiras uma nova estação alimentar. Também foi registrado o número de bocados por estação alimentar, que foi calculado pela divisão entre o número de bocados e número de estações alimentares.

O número de mastigações e tempo de ruminação por bolo ruminal (JOHNSON e COMBS, 1991), foi anotado quando o animal regurgitava o bolo alimentar fibroso à boca e mastigava calmamente até a deglutição. O tempo em atividade de mastigação diária foi calculado por meio do somatório do tempo destinado às atividades de ingestão de forragem e ruminação (ARMENTANO e PEREIRA, 1997).

A média do número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMB) e o tempo despendido na mastigação por bolo ruminal (TMB) foram obtidas a partir de 6 observações por animal em cada período de avaliação. Para o registro de TMB utilizou-se um cronômetro digital.

Os dados do comportamento ingestivo foram interpretados conforme Bürger et al. (2000), no qual TMAD (minutos dia<sup>-1</sup>): tempo de mastigação diário (ruminação + pastejo); TRU (minutos dia<sup>-1</sup>): tempo de ruminação diário (de pé + deitado); TO (minutos dia<sup>-1</sup>): tempo de ócio diário (de pé + deitado).

#### 4.12 Análise Estatística

As análises da pastagem e desempenho animal foram submetidas à análise de variância ( $P < 0,05$ ), com o auxílio do procedimento GLM do SAS (SAS, 2008). Para as



variáveis que não seguiram distribuição normal, foi utilizado o procedimento GLIMMIX (SAS 2008), com a escolha da distribuição que melhor se afeioasse ao modelo. Tal escolha se deu através do critério de Akaike corrigido (LITTELL et al., 2006).

Para realização das análises estatísticas do comportamento animal, os dados foram submetidos à análise de variância e teste F em nível de 5% de significância utilizando-se o PROC MIXED, com o método da máxima verossimilhança restrita (REML), escolhendo a matriz de variâncias e covariâncias que melhor se ajustaria aos dados, por meio do valor de Akaike corrigido (LITTEL et al., 2006). Foram testadas as matrizes, componente de variância (VC), não-estruturada (UN) e autorregressiva de primeira ordem (AR (1)). Foi utilizada a versão acadêmica do SAS®.

As análises estatísticas foram realizadas dentro de cada estação do ano, ou seja, as estações não foram comparadas, seguindo o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = m\mu + L_j + Irr_k + E_{ijk}$$

Sendo: m = repetições; L= Leguminosa; Irr = Irrigação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Produção de forragem

A produção de forragem e taxa de acúmulo foram superiores com uso da irrigação durante o inverno e primavera (Tabela 1). A irrigação proporcionou incremento de 9,7% na produção total de forragem (kg MS ha<sup>-1</sup>). Ao comparar a média de produção de forragem da mistura contendo gramíneas, leguminosas e irrigação com a produção de gramíneas exclusivas, o incremento foi de 15,2% MS ha<sup>-1</sup>. Na primavera, a mistura de gramíneas e leguminosas irrigada obteve produção 39,8% superior à gramínea exclusiva, um acréscimo de 2330 kg MS ha<sup>-1</sup>. A produção de forragem irrigada atenuou os efeitos do vazio forrageiro observado na ausência de irrigação.

Tabela 1. Produção de massa seca total e dos constituintes das forrageiras (kg ha<sup>-1</sup>), taxa de acúmulo diário (TAD) e relação folha:colmo (F:C) da pastagem de inverno sobressemeada em estrela africana consorciada e irrigada.

	G	GL	GI	GLI	EPM	P>F
INVERNO						
Produção	6239c	6462bc	6910ab	7245a	252,55	0,0051
TAD	36c	40bc	44ab	48a	1,93	0,0003
Colmo aveia	628	606	473	84030	181,01	0,1779
Folha aveia	286	379	447	40841	95,90	0,2778
Colmo azevém	181b	202ab	228ab	379a	70,42	0,0327
Folha azevém	264b	354b	474ab	871a	174,22	0,0122
Folha estrela	1406	1390	1654	1370	238,79	0,4676
Colmo estrela	1824	1928	2163	1722	373,82	0,5437
Relação F:C	0,77	0,77	0,91	0,91	0,06	0,2319
Trevo		23		46	30,75	0,2719
Ervilhaca		131b		179a	42,83	0,0020
Material morto	1507	1300	1368	1325	347,26	0,8839
Inflorescência	140	143	97	101	48,55	0,5449
PRIMAVERA						
Produção	5843b	6480 ab	8188a	8173a	830,34	0,0171
TAD	63b	70ab	89a	88a	9,03	0,0171
Colmo azevém	5b	19b	146a	26b	29,82	0,0014

Folha azevém	8b	33b	200a	75b	43,02	0,0027
Folha estrela	1883	1903	2419	2336	293,10	0,1104
Colmo estrela	3424	3761	4612	4463	505,28	0,0594
Relação F:C	0,55	0,51	0,56	0,53	0,02	0,6366
Trevo		120b		171a	36,09	0,0007
Ervilhaca				8	7,49	0,4411
Material morto	517	600	685	1054	136,57	0,0060
Inflorescência	3	39	85	37	22,055	0,0131
Papuã			38			
VERÃO						
Produção	11251ab	11792a	10870b	11289ab	270,29	0,0085
TAD	123ab	131a	119b	125ab	3,00	0,0085
Folha estrela	2608	3096	2710	2564	417,13	0,4580
Colmo estrela	6514	6960	6787	7065	484,53	0,6444
Relação F:C	0,40	0,44	0,41	0,37	0,07	0,6559
Trevo				48	42	0,4411
Material morto	1685	1507	1058	1218	314	0,3439
Inflorescência	94	87	157	181	145,36	0,7263
Papuã	347	140	157	210	224,92	0,6600
TOTAL						
Produção	23334	24734	25969	26709	2266,98	0,7180
TAD	74	80	84	87	288,08	0,8853
Relação F:C	0,59	0,58	0,62	0,60	0,07	0,9645

G: gramínea; GL: gramínea + leguminosa; GI: gramínea+irrigação; GLI: gramínea+irrigação+leguminosa; TAD: taxa de acúmulo diário. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

O azevém produziu mais folhas e colmo sob irrigação nas estações de inverno e primavera. No inverno, houve menor produção de trevo e maior produção de ervilhaca, ao passo que na primavera foi obtida maior produção de trevo (Tabela 1). A utilização de espécies de leguminosas de ciclos diferentes permitiu que a participação fosse mantida ao longo dessas duas estações. A obtenção de participação adequada de leguminosas constitui um dos desafios para o estabelecimento dessas espécies na pastagem. No verão, a pastagem

não irrigada apresentou uma tendência de recuperação devido à precipitação acumulada nesta estação, sendo que a consorciação de gramínea com leguminosas sem irrigação foi superior à gramínea irrigada para taxa de acúmulo e produção de forragem.

A maior produção de azevém com uso de irrigação possibilitou maior carga animal na primavera, o que pode ter retardado o crescimento de estrela-africana no verão. O aporte hídrico suprimiu os efeitos da estiagem na produção de azevém, aumentou a relação F:C da pastagem e permitiu incremento em carga animal. Devido à maior intensificação animal nessas áreas, podem ter ocorrido alterações físico-químicas no solo que prejudicariam a resposta do crescimento da pastagem de estrela nos módulos irrigados no verão. A compactação decorrente de pisoteio causa aumento de densidade no solo, eleva perdas de nitrogênio por desnitrificação e erosão e danifica os atributos físicos do solo que exercem papel determinante na produtividade das pastagens, de acordo com resultados de Nascimento et al. (2017). Alguns autores têm relatado a interferência do azevém na produção de outras espécies como festuca (CARAMESO et al., 2017) e em plantas invasoras na cultura do milho (CASTAGNARA et al., 2012; MORAES et al., 2009) por competição interespecífica e alelopatia. No entanto, tal fato não pode ser veementemente afirmado no presente experimento, pois seria necessário analisar este efeito segundo metodologia específica, a qual não foi objetivo do presente trabalho. Leguminosas também foram mais produtivas sob irrigação, sendo que a ervilhaca foi superior no inverno, e o trevo superior na primavera. O estímulo para produção de leguminosas via irrigação contribui para a sustentabilidade do sistema produtivo, pois em proporções ótimas, as leguminosas têm maior capacidade de fixação de nitrogênio via simbiose, o que eleva o N disponível para gramíneas e resulta em redução de custos com fertilização nitrogenada. Além disso, contribui para mitigação de gases de efeito estufa envolvidos neste processo.

A inclusão de leguminosas não afetou ( $P>0,05$ ) taxa de acúmulo diário e a produção de massa seca forragem. No entanto, a produção de azevém no inverno foi 57% superior na pastagem consorciada, evidenciando que o uso de leguminosa mesmo com baixa participação tem efeitos benéficos ao sistema forrageiro. Steinwandter et al. (2009), afirmam que a participação de leguminosas deve chegar a 30% para promover alterações significativas na produção total de forragem, condições não observadas neste experimento (3% de participação de leguminosas no inverno).

A relação folha: colmo apresentou tendência de queda ao longo das estações, acompanhada pelo aumento de temperatura, redução na participação das pastagens hibernais e

maior presença de colmo de estrela-africana. A inclusão de leguminosas não afetou a relação F:C.

A maior presença de material morto na pastagem não irrigada ao longo do experimento pode ter resultado do menor aporte hídrico e elevadas temperaturas, o que leva a menor rebrota e maior morte celular das plantas na ausência de água (SANCHES et al., 2016). Tais resultados fundamentam a importância da manutenção do balanço hídrico em forrageiras em condições adversas às espécies, ao elevar a produtividade e reduzir perdas de forragem em períodos de escassez de água. Houve maior presença de inflorescência na pastagem irrigada na primavera, o que coincide com o período de senescência do azevém. Devido a sua maior produção sob irrigação, também maior foi sua massa de forragem senescente.

## 5.2 Composição botânica e massa de constituintes

No inverno, a massa de gramíneas irrigadas foi superior às gramíneas não irrigadas, efeito que contribui para aumento de relação F:C nesta estação (Figura 6A). A massa de azevém consorciado com leguminosas foi superior ao azevém não consorciado, independente do uso de irrigação (Figura 6B). Este efeito é decorrente da participação de leguminosas, por fixação simbiótica de nitrogênio e deposição de matéria orgânica pelo processo de decomposição, o que proporciona melhor qualidade de solo para o desenvolvimento de gramíneas. Bayer, Mielniczuk, Pavinato (1998) inferiram que na presença de leguminosas, a decomposição dos resíduos e conseqüentemente a reciclagem de nutrientes é mais rápida comparativamente a sistemas com gramíneas exclusivas. Isso pode ser observado pela redução da relação C/N da forragem com aumento de participação de leguminosas, o que reduz o potencial de imobilização de N líquido na cobertura do solo e favorece a utilização de N pelas gramíneas (GIACOMINI et al., 2003). A irrigação prolongou o ciclo do azevém (Figura 6B).

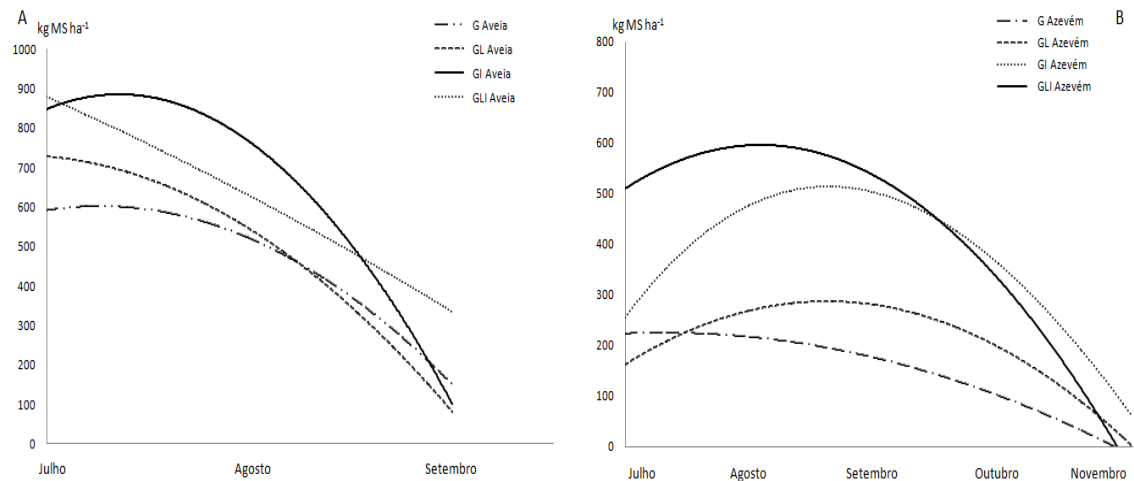


Figura 6. Massa de aveia (A) e azevém (B) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos cortes pré-pastejo ao longo do período experimental.

A presença de estrela africana é constante ao longo do experimento, sendo menor no inverno devido a baixas temperaturas nos meses de julho-agosto (Figuras 1, 7A, 7B). Ainda assim, manteve participação significativa na pastagem em condição de sobressemeadura de aveia e azevém e consorciação com trevo branco e ervilhaca durante o experimento. Ao longo dos meses, houve uma tendência de aumento de massa de colmo e queda de massa de folhas, o que contribuiu para diminuição gradual da relação F:C e queda da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca.

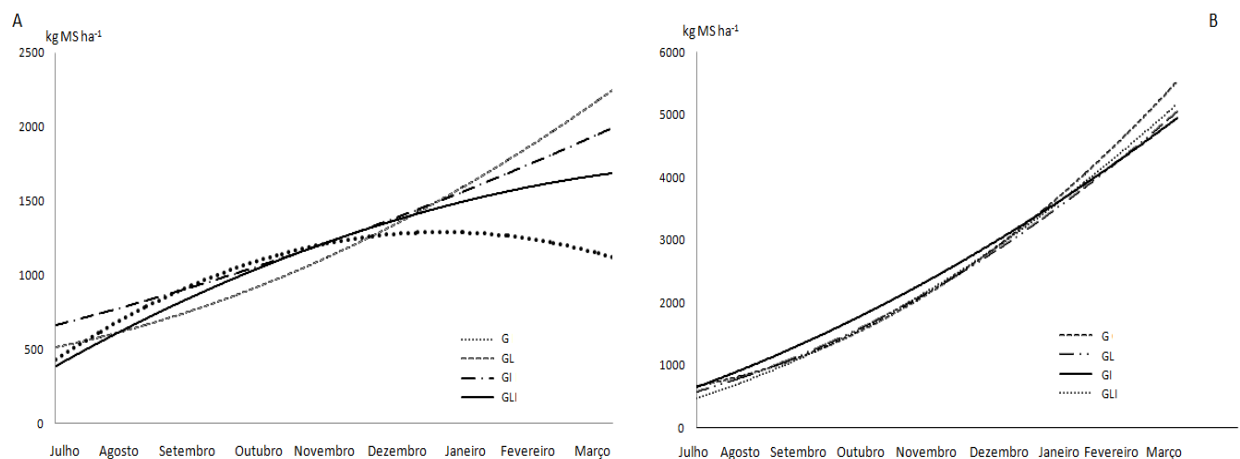


Figura 7. Massa de lâmina foliar (A) e colmo (B) de estrela-africana ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos cortes pré-pastejo ao longo do período experimental.

A irrigação promoveu maior massa e prolongou o ciclo de leguminosas ao longo do experimento (Figura 8). A irrigação proporcionou maior participação e massa de gramíneas de inverno e leguminosas ao manter aporte hídrico suficiente para o desenvolvimento das

mesmas, em períodos de menor precipitação pluviométrica e maiores temperaturas, fatores limitantes ao desenvolvimento de pastagens hibernais (SANCHES et al., 2015).

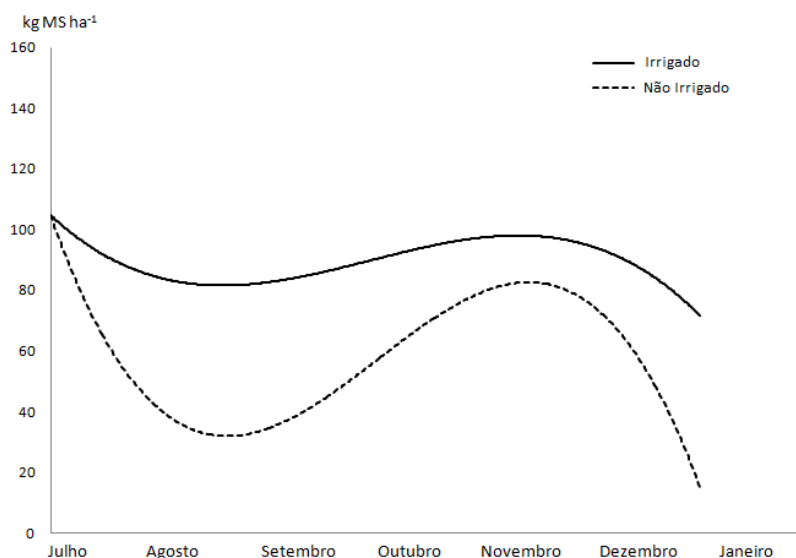


Figura 8. Massa de leguminosas com e sem irrigação ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos cortes pré-pastejo ao longo do período experimental.

### 5.3 Valor nutritivo

O teor de PB foi superior nas amostras de simulação de pastejo dos piquetes irrigados no inverno (Tabela 2). Com a maior massa de folhas, sobretudo de azevém, forrageira de alto teor proteico, explicam-se os valores superiores obtidos em relação aos não irrigados. Marchesan et al. (2015) obtiveram teores de proteína de 21% avaliando azevém comum consorciado com aveia com condições de manejo de saída da pastagem semelhantes ao presente trabalho.

Tabela 2. Valor nutritivo de gramíneas de inverno sobressemeadas em estrela-africana irrigadas e consorciadas.

Tratamento	G	GL	GI	GLI	EPM	P>F
INVERNO						
PB	20,10b	20,40b	24,97a	23,66ab	0,009	0,015
FDN	63,31	63,25	59,23	58,89	0,012	0,054
FDA	30,27	30,28	27,52	29,03	0,009	0,152
MM	8,12	8,41	8,99	9,19	0,002	0,084
DIVMS	83,53b	86,11ab	86,04ab	89,24a	0,010	0,032
NDT	70,46	71,79	71,37	72,85	0,006	0,139
PRIMAVERA						
PB	24,78	25,20	25,68	25,97	0,009	0,789
FDN	65,44	65,23	63,35	63,31	0,013	0,569

FDA	28,81	28,80	28,39	28,30	0,008	0,959
MM	7,30	7,16	7,11	7,16	0,002	0,920
DIVMS	81,99	79,11	82,67	85,13	0,024	0,434
NDT	70,46	69,09	71,18	72,31	0,013	0,449
VERÃO						
PB	22,39	19,75	18,88	20,42	0,008	0,353
FDN	65,42	67,07	66,21	64,99	0,008	0,402
FDA	30,39	31,35	30,31	28,32	0,018	0,467
MM	7,45	7,97	7,29	7,63	0,002	0,134
DIVMS	77,96	73,23	62,80	62,44	0,030	0,066
NDT	68,27	66,17	59,88	59,64	0,015	0,042

G: gramínea; GL: gramínea + leguminosa; GI: gramínea+irrigação; GLI: gramínea+irrigação+leguminosa. PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineal; DIVMS: digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não houve diferença nos teores de FDN e FDA independente do uso de irrigação ou leguminosas (Tabela 2). A digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca foi superior quando utilizado irrigação. A maior relação F:C proporciona maior teor de proteína e nutrientes potencialmente digestíveis, resultando em aumento da DIVMS. A digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca esteve acima dos 65% no inverno e primavera, alcançando valores indicativos de uma forragem de boa qualidade (STRÖHER, 2015). À medida que a idade fisiológica da planta avança, esta tende a diminuir a produção de componentes potencialmente digestíveis, como carboidratos solúveis e proteínas, e aumentar produção de constituintes da parede celular, sendo esperados como resultados, declínios na digestibilidade e no consumo (REIS et al., 2005). Decorrente dessa mudança estrutural fisiológica e da ausência de forragens hibernais, os teores de DIVMS no verão são inferiores ao inverno e primavera.

Os teores de NDT foram semelhantes entre os tratamentos ao longo das três estações (Tabela 2). Minson (1990) demonstra que o NDT das gramíneas tropicais e hibernais é em média de 54% e 67%, respectivamente podendo variar com espécie, condições climáticas, solo e idade de corte das plantas. De acordo com estudos de Reis et. al (2016), forragens com teores de NDT próximos a 60% e 15% de PB, são suficientes para suprir os requerimentos de novilhos mestiços com ganho de até 1 kg dia<sup>-1</sup>. Portanto, os teores de NDT observados durante o experimento são considerados adequados para permitir desempenho animal satisfatório.



#### 5.4 Massa de forragem pré-pastejo

A massa de forragem dos cortes pré-pastejo durante o inverno foi superior para irrigação sem leguminosa em relação à gramínea com leguminosa. Embora o manejo de entrada em todos os piquetes tenha sido de 95% de interceptação luminosa, a maior massa na área irrigada sem leguminosa pode ter decorrido de um dossel forrageiro de maior densidade à amostragem, visto que houve maior produção de colmos de aveia, estrela e azevém nesses piquetes no inverno (Tabela 1). Além disso, embora a taxa de acúmulo diário tenha sido superior nos com uso de irrigação, não houve superioridade de carga animal no inverno, o que indica que a massa de forragem residual nesses piquetes também foi maior (Tabela 3). Na primavera e no verão, não houve diferença de massa de forragem entre os tratamentos, decorrente do manejo de entrada nos piquetes ser o mesmo para todos.

Tabela 3. Médias para massa de forragem pré-pastejo (MF), taxa de acúmulo diário (TAD), carga animal, ganho médio diário (GMD) e ganho de peso vivo por hectare (GPV ha<sup>-1</sup>).

Tratamento	G	GL	GI	GLI	EPM	P>F
INVERNO						
Variáveis						
MF	2905,2b	2682,81ab	3406,36a	3330,06ab	258,73	0,026
CARGA	1634,99	1515,22	1506,84	1533,47	228,09	0,892
OF	1,78	1,94	2,26	2,18	0,48	0,600
GMD	0,63	0,89	0,87	0,92	0,09	0,249
GPV ha <sup>-1</sup>	314,15	403,95	429,36	456,47	90,62	0,314
PRIMAVERA						
MF	4472,33	4547,32	4375,46	4478,11	869,57	0,996
CARGA	1154,78b	1270,97b	2164,08a	2224,26a	240,83	0,001
OF	4,06a	3,62a	2,05b	2,01b	0,78	0,024
GMD	0,73	0,88	0,77	0,75	0,05	0,456
GPV ha <sup>-1</sup>	249,09b	306,31b	513,27a	505,02a	43,74	0,001
VERÃO						
MF	6804,18	7189,57	6806,27	6757,21	1098,07	0,957
CARGA	3975,38ab	4083,43a	3704,79ab	3544,02b	184,32	0,046
OF	1,74	1,50	2,13	1,97	0,26	0,091
GMD	0,77	0,77	0,67	0,75	0,07	0,643
GPV ha <sup>-1</sup>	686,63	735,21	612,65	641,91	111,27	0,595

G: gramínea; GL: gramínea + leguminosa; GI: gramínea+irrigação; GLI: gramínea+irrigação+leguminosa; MF: massa de forragem; TAD: taxa de acúmulo diário; OF: oferta de forragem instantânea; GMD: ganho médio diário; GPV ha<sup>-1</sup>: ganho de peso vivo por hectare. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

### 5.5 Desempenho Animal

Na primavera, os tratamentos irrigados apresentaram carga animal superior aos não irrigados. Atribui-se a elevada produção animal por área à maior produção de forragem com uso de irrigação na primavera (Tabela 3). No verão, a mistura de gramíneas e leguminosas obteve carga superior à mistura de gramíneas e leguminosas sob irrigação, acompanhada pela menor taxa de acúmulo e menor capacidade suporte da pastagem. O uso de leguminosas não afetou a carga animal, devido à sua baixa participação na composição botânica. Apesar das diferenças estatísticas, todos os tratamentos obtiveram resultados produtivos elevados. Em arrobas, com o uso de gramíneas exclusivas foi obtida uma produção de  $41,6@ \text{ha}^{-1}$ , enquanto com uso de irrigação e leguminosas a produção foi de  $53,3@$  considerando todo o período experimental de 274 dias (Tabela 3). Em unidade animal por hectare, a utilização de irrigação proporcionou aumento de 17,19% em  $\text{UA ha}^{-1}$  comparado ao sistema não irrigado, e a consorciação com leguminosas proporcionou incremento de 8,68% em  $\text{UA ha}^{-1}$  comparado com gramíneas exclusivas.

A oferta de forragem foi semelhante entre os tratamentos no inverno e verão, devido à massa de forragem e carga animal próximos, uma vez que o manejo de entrada nos piquetes era o mesmo em todos os tratamentos. Assim, a carga animal sofreu acréscimos em função do aumento de taxa de acúmulo. Na primavera as ofertas de forragem foram superiores na ausência de irrigação, decorrentes da menor carga animal e menor taxa de acúmulo diário.

Mesmo os teores de PB e digestibilidade sendo superiores para os tratamentos irrigados, estes não influenciaram no GMD, devido à oferta de forragem adequada para seleção de constituintes de qualidade. A presença de leguminosas não influenciou o GMD, devido sua baixa participação e período de produção curto.

### 5.6 Comportamento animal

Não houve diferença no comportamento ingestivo dos animais independente do tratamento ao longo do experimento (Tabela 4). Uma vez que o manejo de entrada e saída dos piquetes era padronizado, os animais tinham a mesma estrutura de forragem disponível para pastejo, portanto, não afetando o tempo despendido nas atividades comportamentais. Além disso, o valor nutritivo elevado para todos os tratamentos não propiciou efeito inibitório ou estimulatório para que os animais apresentassem alterações de comportamento ingestivo durante o experimento.

Tabela 4. Comportamento ingestivo diário de bovinos em pastagem consorciada e irrigada.

Variável (min <sup>-1</sup> )	G	GL	GI	GLI	EPM	P>F
	INVERNO					
TMAD	1000	1056,67	923,33	960	47,80	0,283
TRU	375	410,00	266,67	340	45,05	0,192
TO	440	383,33	516,67	480	47,80	0,283
PRIMAVERA						
TMAD	882,5	965,00	808,33	924,17	44,33	0,096
TRU	330	386,67	268,33	392,5	44,73	0,188
TO	557,5	475	631,67	515,83	44,33	0,096
VERÃO						
TMAD	957,5	879,17	980,83	985	67,72	0,650
TRU	376,67	256,67	399,17	388,75	75,17	0,480
TO	482,5	560,83	459,17	455	67,72	0,650

G: gramínea; GL: gramínea + leguminosa; GI: gramínea+irrigação; GLI: gramínea+irrigação+leguminosa. TMAD: tempo de mastigação diário; TRU: tempo de ruminação diário; TO: tempo de ócio diário. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

## 6 CONCLUSÕES

A irrigação influenciou positivamente a produção de forragem e carga animal nos períodos de baixa pluviosidade e temperatura desfavorável ao desenvolvimento de forrageiras hibernais e tropicais, efeitos evidenciados na estação de primavera.

A irrigação pode ser utilizada como ferramenta estratégica para reduzir o período de vazio forrageiro entre inverno e verão e incrementar a produtividade animal, a fim de manter a regularidade de produção ao longo do ano.

A inclusão de leguminosas nas proporções obtidas neste estudo, não influenciou a produção total de forragem e desempenho animal, no entanto, houve acréscimo na produção de azevém quando consorciado com trevo e ervilhaca.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A adoção de tecnologias como irrigação e consorciação com leguminosas deve ser considerada como uma forma de aumentar a produtividade pecuária reduzindo custos com adubação e perdas de quantidade e qualidade de forragem nos períodos de estresse hídrico. No entanto, é necessário estabelecer a melhor forma de alcançar a participação desejável de leguminosas na consorciação com gramíneas para que os resultados da produção vegetal e animal sejam observados, bem como atender os critérios recomendados para o manejo correto da irrigação.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. D. et al. Parâmetros de crescimento de uma pastagem de tifton 85 (“Cynodon dactylon” x “Cynodon nlemfuensis” cv. Tifton 68) irrigada e submetida ao manejo intensivo do pastejo. **FAZU em Revista**, n. 3, p. 25-27, 2006.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, E. A. et al. Herbage intake, methane emissions and animal performance of steers grazing dwarf elephant grass with or without access to *Arachis pintoi* pastures. **Tropical Grasslands**, v. 2, n. 1, p. 4-5, 2014.
- ARAÚJO S. A. C. et al. Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetumpurpureum*Schum.) em estresse hídrico. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v. 1, p. 1-7, 2010.
- ARMENTANO, L.E. e PEREIRA, M.N. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1416-1425, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC (2006). **Official methods of analysis**, 18th ed. [Revised] Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD.
- BALIEIRO NETO, G. et al. Características agronômicas e viabilidade do tifton-85 (*Cynodon* spp) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 235-242, 2007.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Sistemas de manejo do solo e seus efeitos sobre o rendimento do milho. **R. Ci. Rural**, v. 28, p. 23-28, 1998.
- BEEVER, D. E. et al. The effect of forage species and stage of harvest on the process of digestion occurring in the rumen of cattle. **British Journal of Nutrition**, v.56, p.439-454, 1986.
- BHERING, S. B. e SANTOS, H. G.; **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Floresta: Embrapa Solos, 2008.
- BOLLER B.C. e NÖSBERGER, J. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of 15N-fertilization. **Plant and Soil**, v. 104, p. 219–226, 1987.
- BROWN, M. A. et al. Bermudagrass intake and efficiency of utilization in Katahdin, Suffolk, and reciprocal-cross lambs. **The Professional Animal Scientist**, v. 28, n. 3, p. 358-363, 2012.
- BÜRGER, P.J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 236-242, 2000.

CARLSSON, G. e HUSS-DANELL, K. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. **Plant and Soil**, v. 253, p. 353–372, 2003.

CARLSSON, G. et al. N<sub>2</sub> fixation in three perennial Trifolium species in experimental grasslands of varied plant species richness and composition. **Plant Ecology**, v. 205, p. 87–104, 2009.

CANDOGAN, B. N.; BILGILI, U.; YAZGAN, S. et al. Irrigation level and nitrogen rate affect evapotranspiration and quality of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **International Journal Of Agriculture and Biology**, v. 17, p. 431–439, 2015.

CARAMESO, L. et al. Influence of the presence of ryegrass on the initial development of fescue. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**. v. 1, n. 2, p. 105-108, 2017.

CARDINALE, B. J. et al. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, p. 18123–18128, 2007.

CASTAGNARA, D. et al. Potencial alelopático de aveia, feijão guandu, azevém e braquiária na germinação de sementes e atividade enzimática do pepino. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 2, p. 31–42, 2012.

CAVALCANTE A. C. R.; CAVALLINI M. C.; LIMA N.R.C.B. **Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras**. Embrapa Caprinos e Ovinos. 1. ed. Sobral, CE, 2009. 50p.

CHAVARRIA G. e SANTOS H. P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. **Advances in selected plant physiology aspects**, v.1, n.1, p. 105-132, 2012.

CORRÊA, L. A. et al. Produção de forragem e desempenho de bovinos de corte em pastagens não irrigadas com suplementação na seca ou irrigada o ano inteiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. Anais...Jaboticabal: Unesp: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

COUGNON, M. et al. Performance and quality of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and mixtures of both species grown with or without white clover (*Trifolium repens* L.) under cutting management. **Grass Forage Sci.**, v. 69, p. 666–677, 2013.

CRALLE, H.T. e HEICHEL, G. H. Temperature and chilling sensitivity of nodule nitrogenase activity in unhardened alfalfa. **Crop Science**, v. 22, p. 300–304, 1982.

DAEPP, M.; NÖSBERGER, J.; LÜSCHER, A. Nitrogen fertilization and developmental stage alter the response of *Lolium perenne* to elevated CO<sub>2</sub>. **New Phytologist**, v. 150, p. 347–358, 2001.

DELABY, L. e PECCATTE, J.R. Valeur alimentaire des prairies d'association ray grass anglais/tr\_e fle blanc utilisées entre 6 et 12 semaines de repousse. **Rencontres Recherches Ruminants**, v. 10, p. 389, 2003.

DEWHURST, R. J. et al. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 48, p. 167–187, 2009.

DOORENBOS, J. e KASSAM, A.H. **Yield response to water**. FAO, Irrigation and Drainage Paper. Roma, 1979. 193 p.

ESMAILI, S. e SALEHI H. Effects of temperature and photoperiod on postponing bermudagrass *Cynodon dactylon* turf dormancy. **Journal of plant physiology**, v. 169, n. 9, p. 851-858, 2012.

FINN, J. A. et al. Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, p. 365–375, 2013.

FONSECA, A. F. et al. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. **Agricultural Water Management**, v. 87, p. 328-336, 2007.

FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 2369-2379, 1988.

FRAME, J. Herbage production and quality of range of secondary grass species at five rates of fertilizer nitrogen application. **Grass and Forage Science**, v. 46, p. 139-151, 1991.

GATELY T.F. Evaluation of the role of white clover (cv. Blanca) for milk production. **Winter Meeting British Grassland Society**, 1981. p. 1-5.

GEBIOMET. **Grupo de estudos em Biometeorologia**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. Disponível em: <<http://www.gebiomet.com.br/downloads.php>>. **Acessado** em: 30 de Janeiro de 2019.

GIACOMINI, S. J. et al. Dry matter, C/N ratio and nitrogen, phosphorus and potassium accumulation in mixed soil cover crops in Southern Brazil. **Rev. Bras. Ciência Solo**, v. 27, p. 325–334, 2003.

GOERING, K. H. e VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis** (apparatus, reagents, procedures, and some application). Washington, D.C.: US Department of Agriculture, 1970. 379p.

GOH, K. M. e BRUCE, G. E. Comparison of biomass production and biological nitrogen fixation of multi-species pastures (mixed herb leys) with perennial ryegrass-white clover pasture with and without irrigation in Canterbury, New Zealand. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 110, n. 3-4 p. 230-240, 2005.

GRUBER N. e GALLOWAY J.N. An earth-system perspective of the global nitrogen cycle. **Nature**, v. 451, p. 293–296, 2008.

GUCKERT, A. e HAY, R.K.M. The overwintering, spring growth, and yield in mixed species swards of white clover in Europe. **Annals of Botany**, v. 88, p. 667–668, 2001.



HANCOCK, J. Grazing behaviour of cattle. **Animal Breeding Abstract**, v. 21, n. 1, p. 1-13, 1953.

HARRIS, S. L. et al. Effect of white clover content in the diet on herbage intake, milk production and milk composition of New Zealand dairy cows housed indoors. **Journal of Dairy Research**, v. 65, p. 389–400, 1998.

HARTWIG, U.A. The regulation of symbiotic N<sub>2</sub> fixation: a conceptual model of N feedback from the ecosystem to the gene expression level. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1, p. 92–120, 1998.

HEICHEL, G.H. e HENJUM, K.I. Dinitrogen fixation, nitrogen transfer, and productivity of forage legume-grass communities. **Crop Science**, v. 31, p. 202–208, 1991.

HEINRICH, R. e FANCELLI, A. L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 27-32, 1999.

HERLING, V.R. et al. Estudo de alguns parâmetros agronômicos de cultivares de aveia (*Avena* spp). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 524-526.

HILLE RIS LAMBERS J. et al. Mechanisms responsible for the positive diversity-productivity relationship in Minnesota grasslands. **Ecology Letters**, v. 7, p. 661–668, 2004.

HODGSON, J. Ingestive behavior. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurley. British Grassland Society. 1982. p. 113

HOOPER, D. U. e DUKES J. S. Overyielding among plant functional groups in a long-term experiment. **Ecology Letters**, v. 7, p. 95–105, 2004.

HOOPER D. U. et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, v. 75, p. 3-35, 2005.

HOOPER, D. U. et al. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. **Nature**, v. 486, p. 105–108, 2012.

INRA (2007) Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeur des aliments. [**Feeding of cattle, sheep and goats. Animal needs. Feed value**]. Tables INRA 2007 Paris, France: Editions Quae.

JAMIESON, W.S. e HODGSON, J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior of calves under strip-grazing management. **Grass and Forage Science**, v. 34, p. 261-271, 1979.

JAMOT, J. e GRENET, E. Microscopic investigation of changes in histology and digestibility in the rumen of a forage grass and forage legume during the first growth stage. **Reproduction, Nutrition, Développement**, v. 31, p. 441–450, 1991.

JOHNSON, T. R. e COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethyleneglicol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.74, n. 3, p. 933-944, 1991.

KESSLER, W.; BOLLER, B. C. e NÖSBERGER J. Distinct influence of root and shoot temperature on nitrogen fixation by white clover. *Annals of Botany*, v. 65, p. 341–346, 1990.

KIRWAN, L. et al. Evenness drives consistent diversity effects in intensive grassland systems across 28 European sites. **Journal of Ecology**, v. 95, p. 530–539, 2007.

KIRWAN, L. et al. Diversity-interaction modeling: estimating contributions of species identities and interactions to ecosystem function. **Ecology**, v. 90, p. 2032–2038, 2009.

KOMAREK, A.R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, v. 76, supl. 1, n. 6, p. 250, 1993.

KUNKLE, W. E. e BATES, D.B. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE, 1998, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1998. p. 119-126.

LACA, E. A. e DEMMENT, M.W. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous environment. In: International Symposium on Vegetation-Herbivore Relationships. **Proceedings...** Academic Press, 1992. p. 57-76.

LAMBERS, J. H. R. et al. Mechanisms responsible for the positive diversity-productivity relationship in Minnesota grasslands. **Ecology Letters**, v. 7, p. 661–668, 2004.

LEDGARD S.F. e STEELE K.W. Biological nitrogen-fixation in mixed legume/grass pastures. **Plant and Soil**, v. 141, p. 137–153, 1992.

LEE, M. R. F. et al. Rumen metabolism and nitrogen flow to the small intestine in steers offered *Lolium perenne* containing different levels of water-soluble carbohydrate. **Animal Science**, v. 74, p. 587–596, 2002.

LI, L. et al. Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, p. 11192–11196, 2007.

LITTELL, R. C. et al. SAS for Mixed Models, Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2006. p. 199-202, 647-650.

LOREAU M. e HECTOR A. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. **Nature**, v. 412, p. 72–76, 2001.

LOREAU, M. et al. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. **Science**, v. 294, p. 804–808, 2001.

LOURENÇO, L.F. **Avaliação da produção de capim Tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio do solo.** 2004. 76 p. Dissertação

(Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

LÜSCHER, A. et al. Benefits of sward diversity for agricultural grasslands. **Biodiversity**, v. 9, p. 29–32, 2008.

LÜSCHER A.; SOUSSANA, J.F. e HUGUENIN-ELIE, O. Role and impacts of legumes in grasslands for high productivity and N gain from symbiotic N<sub>2</sub> fixation. In: Lemaire G., Hodgson J. and Chabbi A. (eds) **Grassland productivity and ecosystem services**, v. 1, p. 101–107, 2011.

LÜSCHER, A. et al. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. **Grass and forage science : the journal of the British Grassland Society**, v. 69, n. 2, p. 206–228, 2014.

LUZ, P. H. C. et al. Resposta da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) à irrigação por aspersão e adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 30. n.3, p. 421 – 426, 2008.

MARCHESAN, R. et al. Valor nutricional de cultivares de azevém consorciados ou não com aveia sob dois resíduos de pastejo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 3, p. 254–263, 2015.

MARQUARD, E. et al. Plant species richness and functional composition drive overyielding in a six-year grassland experiment. **Ecology**, v. 90, p. 3290–3302, 2009.

MILLER, L.A. et al. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 383–394, 2001.

MOMMER, L. et al. Unveiling below-ground species abundance in a biodiversity experiment: a test of vertical niche differentiation among grassland species. **Journal of Ecology**, v. 98, p. 1117–1127, 2010.

MOORE, J.E. e SOLLENBERGER, L.E. Techniques to predict pasture intake. In: GOMIDE, J.A. (ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil, v. 1, p. 81–96, 1997.

MORAES, P. V. D. et al. Cover crop management and weed control in corn. *Planta Daninha* v. 27, p. 289–296, 2009.

NASCIMENTO, V. N. et al. Atributos físicos do neossolo regolítico distrófico sob pastagem submetido à colheita mecanizada da forragem e pastejo animal. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 3, p. 169–175, 2017.

NESHEIM, L. e BOLLER, B.C. Nitrogen fixation by white clover when competing with grasses at moderately low temperatures. **Plant and Soil**, v. 133, p. 47–56, 1991.

NEWMAN, Y. C. et al. Forage production of tropical grasses under extended daylength at subtropical and tropical latitudes. **Environmental and experimental botany**, v. 61, n. 1, p. 18-24, 2007

NOBILLY F. et al. Productivity of rotationally grazed simple and diverse pasture mixtures under irrigation in Canterbury. **Proceedings... of the New Zealand Grassland Association**, v. 75, 2013. p. 165–172.

NYFELER, D. et al. Strongmixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, p. 683–691, 2009.

NYFELER, D. et al. Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, p. 155–163, 2011.

OBERSON, A. et al. Nitrogen fixation and transfer in grass-clover leys under organic and conventional cropping systems. **Plant and Soil**, v. 371, p. 237–255, 2013.

OLIVEIRA NETO D. H. et al. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo de beterraba orgânica sob cobertura morta de leguminosa e gramínea. **Revista Horticultura Brasileira** v. 29, p. 330-334, 2011.

PEYRAUD, J. L. Comparaison de la digestion du trèfle blanc et des graminées prairiales chez la vache laitière. **Fourrages**, v. 135, p. 465–473, 1993.

PEYRAUD, J. L.; LE GALL, A.; LÜSCHER, A. Potential food production from forage legume-based systems in Europe: an overview. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 48, p. 115–135, 2009.

PIRHOFER-WALZ, L. K. et al. Nitrogen transfer from forage legumes to nine neighbouring plants in a multi-species grassland. **Plant and Soil**, v. 350, p. 71–84, 2012.

PHILLIPS, C.J. C. e JAMES, N.L. The effects of including white clover in perennial ryegrass pastures and the height of mixed swards on the milk production, pasture selection and ingestive behaviour of dairy cows. **Animal Science**, v. 67, p. 195–202, 1998.

RASMUSSEN J. et al. N<sub>2</sub>-fixation and residual N effect of four legume species and four companion grass species. **European Journal of Agronomy**, v. 36, p. 66–74, 2012.

REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds.) et al. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p. 83-106.

REIS, R. A.; BARBERO, R. P. e HOFFMANN, A. Impactos da qualidade da forragem em sistemas de produção de bovinos de corte. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 292, p. 1–10, 2016.

RESENDE F. V. et al. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Revista Ciência Agrotecnológica** v. 29, p. 100-105, 2005.

RIBEIRO, E. G. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1432-1442, 2009.

RIBEIRO-FILHO, H. M. N.; DELAGARDE, R. e PEYRAUD, J. L. Inclusion of white clover in strip-grazed perennial ryegrass swards: herbage intake and milk yield of dairy cows at different ages of sward regrowth. *Animal Science*, v. 77, p. 499–510, 2003.

RIBEIRO-FILHO, H.M. N.; DELAGARDE, R. e PEYRAUD, J. L. Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white-clover/perennial rye grass swards at low- and medium-herbage allowances. *Animal Feed Science and Technology*, v. 119, p. 13-27, 2005.

ROCKSTRÖM, J et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, p. 472–475, 2009.

ROSCHEER, C. et al. Overyielding in experimental grassland communities — irrespective of species pool or spatial scale. *Ecology Letters*, v. 8, p. 419–429, 2005.

ROSCHEER, C. et al. Complementary nitrogen use among potentially dominant species in a biodiversity experiment varies between two years. *Journal of Ecology*, v. 96, p. 477–488, 2008.

ROSCHEER, C. et al. N<sub>2</sub> fixation and performance of 12 legume species in a 6-year grassland biodiversity experiment. *Plant and Soil*, v. 341, p. 333–348, 2011.

ROUGHLEY R.J. e DART, P.J. (1970) Growth of *Trifolium subterraneum* L. selected for sparse and abundant nodulation as affected by root temperature and *Rhizobium* strain. *Journal of Experimental Botany*, v. 21, p. 776–786, 1970.

SANCHES, A. C. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 126-133, 2015.

SANCHES, A. C. et al. Produtividade, composição botânica e valor nutricional do tifton 85 nas diferentes estações do ano sob irrigação. *Irriga Special Issue Special Edition-Great Cultures*, v. 1, n. 1, p. 221–232, 2016.

SANTOS D. et al. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 836-842, 2012.

SAS INSTITUTE. *SAS/STAT user's guide: statistics*. 4. ed. V. 6, Cary: v.2, 2004.

SENGER, C. C. D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, v. 146, p. 169-174, 2008.

SILVA, D. J. e QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOUSSANA, J.F. e HARTWIG, U.A. The effects of elevated CO<sub>2</sub> on symbiotic N<sub>2</sub> fixation: a link between the carbon and nitrogen cycles in grassland ecosystems. **Plant and Soil**, v. 187, p. 321–332, 1996.

SOUSSANA, J. F. et al. A simple model of feedback regulation for nitrate uptake and N<sub>2</sub> fixation in contrasting phenotypes of white clover. **Annals of Botany**, v. 90, p. 139–147, 2002.

SOUSSANA, J.F. e TALLEC, T. Can we understand and predict the regulation of biological N<sub>2</sub> fixation in grassland ecosystems? **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, p. 197–213, 2010.

SPEHN, E.M. et al. The role of legumes as a component of biodiversity in a cross-European study of grassland biomass nitrogen. **Oikos**, v. 98, p. 205–218, 2002.

STEG, A. et al. Rumen degradation and intestinal digestion of grass and clover at two maturity levels during the season in dairy cows. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 378–390, 1994.

STEINWANDTER, E. et al. Produção de forragem em pastagens consorciadas com diferentes leguminosas sob pastejo rotacionado. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 131–137, 2009.

STURLUDÓTIR, E. et al. Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. **Grass and Forage Science**, v. 69, p. 229–240, 2013.

STRÖHER, S. M. Características fisiológicas e nutricionais do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e Capim vaquero (*Cynodon dactylon*) em função da idade de rebrota. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

TAIZ L. e ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 4. Ed. Porto Alegre, Brasil, 2009. 848p.

TEIXEIRA, A. M. et al. Performance of crossbred Holstein × Zebu cows rotationally grazing in Tifton 85 pasture irrigated or rainfed. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 65, n. 5, p. 1447–1453. 2013.

TEMPERTON, V. M. et al. Positive interactions between nitrogen-fixing legumes and four different neighbouring species in a biodiversity experiment. **Oecologia**, v. 151, p. 190–205, 2007.

TILLEY, J.M. A. e TERRY, R.A. Two stage technique for the “in vitro” digest on of forage crops. **J. Br. Grassl. Soc.**, v. 18, n. 2, p. 104–111, 1963.

TILMAN, D. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. **Ecology**, v. 80, p. 1455–1474, 1999.

ULYATT, M.J. Evaluation of pasture quality under New Zealand conditions. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v. 32, p. 61–68, 1970.

UNDERSANDER D. et al. Low lignin alfalfa: Redefining the yield/quality trade off, 2009. Available at: <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2009/> (accessed 6 January 2019).

UNKOVICH, M.J., BALDOCK J. e PEOPLES, M.B. Prospects and problems of simple linear models forestimating symbiotic N<sub>2</sub> fixation by crop and pasture legumes. **Plant and Soil**, v. 329, p. 75–89, 2010.

VAN RUIJVEN, J. e BERENDSE, F. Positive effects of plant species diversity on productivity in the absence of legumes. **Ecology Letters**, v. 6, p. 170–175, 2003.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VÖRÖSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v. 467, p. 555–561, 2010.

WAGHORN, G. C.; SHELTON, I. D. e THOMAS, V. J. Particle breakdown and rumen digestion of fresh ryegrass (*Lolium perenne* L.) and lucerne (*Medicago sativa* L.) fed to cows during a restricted feeding period. **British Journal of Nutrition**, v. 61, p. 409–423, 1989.

WILKINS, R. J. et al. Effect of supplementation on production by spring-calving dairy cows grazing swards of differing clover content. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 465–475, 1994.

ZANETTI, S. et al. Does nitrogen nutrition restrict the CO<sub>2</sub> response of fertile grassland lacking legumes. **Oecologia**, v. 112, p. 17–25, 1997.

## ANEXO

## ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais

## CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Irrigação no sistema de Integração Lavoura -Pecuária visando o uso eficiente dos recursos hídricos e redução dos gases de efeito estufa", protocolo nº 2016/015, sob a responsabilidade de Luis Fernando Glasenapp de Menezes- que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 05/07/2016. **Um protocolo de extensão de cronograma foi aprovado na reunião de 11 de abril de 2017.**

Vigência do projeto:	07/2016 a 01/07/2018
Finalidade	( ) Ensino ( x ) Pesquisa Científica
Espécie/linhagem:	Bovinos / mestiços
Número de animais:	24
Peso/Idade:	160 Kg (peso médio) / 6 a 7 meses
Sexo:	Machos
Origem:	UTFPR-DV

Dois Vizinhos, 17 de abril de 2017.

*Nédia de Castilhos Ghisi*

Assinado por:

Nédia de Castilhos Ghisi  
Presidente do CEUA-UTFPR  
Comissão de Ética no  
Uso de Animais

Nédia de Castilhos Ghisi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná