

MAICON FÁBIO APPELT

**SOBRESSEMEADURA DE AVEIA E AZEVÉM EM TIFTON 85 IRRIGADO
SOB DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Magister Scientiae.

**RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca UFV - Campus de Rio Paranaíba**

A646s Appelt, Maicon Fábio, 1988 -
Sobressemeadura de aveia e azevém em Tifton 85 irrigado
sob doses de adubação nitrogenada. / Maicon Fábio Appelt –
Rio Paranaíba, MG, 2014.
61 p.: il.; 29 cm.

Orientador: Dr. Luís César Dias Drumond.

Co-orientador: Dr. Alberto Carvalho Filho; Dr. Cláudio
Pagotto Ronchi.

Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em Agronomia-
Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa.

1. Produção de forragem. 2. Fertirrigação. 3. Manejo da
pastagem. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. Ed. 631

MAICON FÁBIO APPELT

**SOBRESSEMEADURA DE AVEIA E AZEVÉM EM TIFTON 85 IRRIGADO
SOB DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Aprovada: 13 de novembro de 2014.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luís César Dias Drumond
(orientador)

Prof. Dr. Alberto Carvalho Filho
(Co-orientador)

Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Fernandes

Prof. Dr. Márcio Santos Soares

Prof. Dr. Vinícius Ribeiro Faria

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MAICON FÁBIO APPELT, filho de Gelson Edvino Appelt e Natalina Steffens, nasceu em Paracatu - MG, em 10 de julho de 1988.

Em 2004 iniciou seu curso Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia tendo-o concluído em 2006.

Em setembro de 2007 iniciou seu curso de agronomia na Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba. Trabalhou com grande dedicação em atividade de pesquisa e extensão na área de irrigação de forrageiras, onde foi bolsista de iniciação científica pelo PROBIC/FAPEMIG por três anos consecutivos. Também participou como fundador do GEPFOR (Grupo de Estudos e Pesquisas em Plantas Forrageiras).

Em dezembro de 2012 recebeu seu título de engenheiro agrônomo, conferido pela Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba.

Em outubro de 2014, concluiu seu mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba.

*DEUS, obrigado por teu perdão e
por dar-me uma vida plena e
abundante. Senhor, a Ti, que és
dono de tudo o que sou e que
posso, dedico a minha vida,
clamando que ela possa ser usada
para fins nobres e verdadeiros e que
os frutos de minha caminhada,
possam auxiliar a todos os que
necessitarem...*

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A DEUS, por tudo...

Ao meu orientador e grande amigo, professor Dr. Luís César Dias Drumond, por todo apoio, incentivo, conselhos, empenho, profissionalismo e confiança que teve e tem comigo;

Aos professores Dr. Márcio Santos Soares, Dr. Vinícius Ribeiro Faria, Dr. Alberto Carvalho Filho e Dr. Leonardo de Oliveira Fernandes, pelo auxílio e correções.

A Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado;

A todos os meus familiares, pai Gelson e mãe Natalina, pelo apoio e incentivo no caminho que escolhi;

A Fazenda Cascudo em especial aos proprietários Sr. Livis Rocha e Sr. Vanda Rocha pelo incentivo, amizade e companheirismo;

Aos Amigos, Marcos João Bispo e família pelo incentivo e amizade;

A empresa GAPPI e Grupo de Estudos e Pesquisas em Plantas Forrageiras (GEPFOR) pela parceria, apoio e incentivo à pesquisa, cujo um de seus frutos é o presente trabalho;

A minha esposa Luciana, pela compreensão, pelo amor, pelo apoio e pela carinhosa dedicação em todos os momentos;

Aos amigos André, Danilo, Júlio e Arianne pela amizade, incentivo e companheirismo;

Ao CNPq pelo apoio financeiro;

E a todos que me ajudaram de alguma forma, o meu muito obrigado.

A minha esposa Luciana e filho David,
Aos meus pais Gelson Edvino e Natalina,
Ao meu grande e eterno amigo Nelson Figueira (in memoriam),

dedico.

vii

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivos específicos	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Local do experimento e área experimental	17
3.2 Semeio.....	20
3.3. Solo	21
3.4. Clima da região e adubação	22
3.5 Determinação das épocas de coleta e produção de forragem.....	25
3.6. Sistema de irrigação	29
3.7. Uniformidade de distribuição superficial da água e vazão dos aspersores	33
3.8. Manejo hídrico do experimento	37
3.9. Análises estatísticas.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Avaliação do sistema de irrigação.....	37
4.2. Produção de Forragem	38
5. CONCLUSÃO	51
6. BIBLIOGRAFIA	52
7. APÊNDICES	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de sementes utilizadas na sobressemeadura.....	20
Tabela 2 - Resultados da análise de solo na profundidade de 0 – 20 cm.....	22
Tabela 3 - Exportação de macro e micronutrientes em plantas com exploração econômica da parte vegetativa: pastagens, milho e cana de açúcar.....	24
Tabela 4 – Porcentagem esperada correspondente da produção anual de forragem e quantidades de fertilizantes utilizados em cada mês.....	25
Tabela 5 – Datas dos ciclos de coletas a serem realizados durante o experimento	26
Tabela 6 – Dados hidráulicos dos aspersor utilizado	35
Tabela 7 - Lâmina média coletada (mm) na avaliação do sistema de irrigação	37
Tabela 8 – Valores dos elementos meteorológicos obtidos durante o experimento	39
Tabela 9 – Capacidade de Suporte (CS) média obtidos no experimento nos tratamentos com Tifton 85 (T), Tifton 85 + Aveia (T+A), Tifton 85 + Azevém (T+Az) e Tifton 85 + Aveia + Azevém (T+A+Az)	43
Tabela 10 – Valores médios obtidos para os tratamentos avaliados.....	46
Tabela 11 – Produção média total de forragem (t de MS.ha ⁻¹) ao final do experimento, considerando as três doses de adubação.....	47
Tabela 12 – Taxa de acúmulo de forragem média de cada tratamento avaliado durante o experimento.....	58
Tabela 13 – Capacidade de Suporte média de cada tratamento avaliado durante o experimento.....	59
Tabela 14 – Taxa de expansão média de cada tratamento avaliado durante o experimento.....	60
Tabela 15 – Densidade de massa de forragem (DMF) média de cada tratamento avaliado durante o experimento.....	61
Tabela 16 – Temperaturas observadas nos ciclos avaliados	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem aérea da Fazenda Cascudo, onde foi realizado o experimento.....	18
Figura 2 – Esquema do experimento com distribuição dos tratamentos e disposição de sistema de irrigação.....	19
Figura 3 – Área experimental com parcelas demarcadas.....	19
Figura 4 – Semeadura de Aveia e Azevém efetuado manualmente a lanço.	20
Figura 5 – Balança e sementes de aveia utilizadas no experimento.	21
Figura 6 – Sonda utilizada na coleta das amostras de solo.	21
Figura 7 – Normal climatológica do município de Rio Paranaíba – MG.	22
Figura 8 – Estimativa de produção de forragem conforme proposto por Tonato et al. (2010).....	23
Figura 9 – Moldura utilizada na delimitação da área coletada.....	26
Figura 10 – Modelo esquemático da coleta de forragem.	27
Figura 11 – Detalhe das parcelas contendo os tratamentos com Aveia e Azevém.	28
Figura 12 – Área padronizada após o corte da forragem com roçadora manual.....	29
Figura 13 – Detalhe do modelo de aspersor utilizado para irrigação do experimento....	29
Figura 14 – Layout do sistema de irrigação onde foi montado o experimento.....	30
Figura 15 – Motobomba utilizada na pressurização do experimento.	31
Figura 16 – Válvula automática utilizada no experimento.	31
Figura 17 – Sistema de automação instalado para acionamento do experimento.....	32
Figura 18 – Esquema de funcionamento de um sistema automatizado.	32
Figura 19 – Sistema de irrigação automatizado em funcionamento.	33
Figura 20 - Disposição dos coletores entre as linhas de aspersores.....	34
Figura 21 – Grid de distribuição de água pelo aspersor em mm.h^{-1}	35
Figura 22 – Disposição dos coletores na área experimental.	36
Figura 23 – Visão geral da avaliação do sistema de irrigação.	36
Figura 24 - Dados meteorológicos coletados durante o experimento.....	39
Figura 25 – TAF dos tratamentos com Adubação de $0 \text{ kg de N.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	40

Figura 26 – TAF dos tratamentos com Adubação de 400 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	41
Figura 27 – TAF dos tratamentos com Adubação de 800 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	41
Figura 28 – TAF dos tratamentos com Adubação de 800 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹ considerando a precipitação do período.....	42
Figura 29 – Capacidade de suporte dos tratamentos com Adubação de 0 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹ considerando a precipitação do período.....	44
Figura 30 – Capacidade de suporte dos tratamentos com Adubação de 400 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹ considerando a precipitação do período.....	44
Figura 31 – Capacidade de suporte dos tratamentos com Adubação de 800 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹ considerando a precipitação do período.....	45
Figura 32 – Produção total de Tifton 85 no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.....	48
Figura 33 - Produção total de Tifton 85 + Aveia no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.	49
Figura 34 - Produção total de Tifton 85 + Azevém no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.	49
Figura 35 - Produção total de Tifton 85 + Aveia + Azevém no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.	50

RESUMO

APPELT, Maicon Fábio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2014. **Sobressemeadura de aveia e azevém em Tifton 85 irrigado sob doses de adubação nitrogenada.** Orientador: Luís César Dias Drumond. Co-orientadores: Alberto Carvalho Filho e Cláudio Pagotto Ronchi.

A utilização de técnicas de sobressemeadura de aveia e azevém pode ser uma importante ferramenta para minimizar a estacionalidade de produção das forragens ao longo do ano, mas os trabalhos científicos acerca do assunto são relativamente recentes e carecem de dados para sua sustentação. Objetivou-se neste trabalho avaliar a produção da forrageira *Cynodon sp. cv. Tifton 85* em condição irrigada com sobressemeadura de Aveia (*Avena sativa L.*) e Azevém (*Lolium multiflorum*) sob doses de nitrogênio. A pesquisa foi realizada na Fazenda Cascudo, localizada no município de Rio Paranaíba – MG, em altitude de 880 m. O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas em esquema 4 x 3 x 3, sendo 4 tratamentos, 3 doses de adubação nitrogenada e 3 repetições. Os tratamentos adotados foram: Tifton 85, Tifton 85 + Aveia (Cultivar Barbarasul), Tifton 85 + Azevém (Cultivar INIA Titan) e Tifton 85 + Aveia (Cultivar Barbarasul) + Azevém (Cultivar INIA Titan). O experimento foi conduzido no período de maio de 2013 a março de 2014, dentro de uma área de 10.000 m², topografia suave ondulada, cultivada com capim Tifton 85, a 40 metros da fonte de água. A produção e o crescimento da forragem foram avaliados ao longo do ano, a cada ciclo de crescimento por meio das variáveis: Taxa de Acúmulo de Forragem (kg de Matéria Seca.ha⁻¹.dia⁻¹), Taxa de Expansão da Forragem (cm.dia⁻¹), Densidade da Massa de Forragem (kg de MS.ha⁻¹.cm⁻¹) e Capacidade de Suporte (Unidade animal.ha⁻¹). O número de ciclos foi baseado nos intervalos de tempo entre cortes, fixado em 28 dias deixando um resíduo de 10 cm, simulando assim o pastejo animal. As médias dos fatores foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,1, 1 e 5% de probabilidade. Observou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos com sobressemeadura, já as doses de adubação apresentaram diferença significativa a 1% de probabilidade. Apesar não significância do efeito sobressemeadura, percebeu-se um incremento de produção da ordem de 6,6% no tratamento com Tifton 85 + Aveia, já nas doses de N observou-se aumento de 155,5% na produção média dos tratamentos com adição de 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹. Concluiu-se que a sobressemeadura de espécies de clima temperada pode ser uma excelente para minimizar os efeitos da estacionalidade de produção de forragem.

Palavras-chave: Produção de forragem, Fertirrigação, Manejo da Pastagem.

ABSTRACT

APPELT, Maicon Fábio, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, november 2014. **Oat and ryegrass overseeded Tifton 85 irrigated under nitrogen fertilization.** Adviser: Luís César Dias Drumond. Co-Advisors: Alberto Carvalho Filho and Cláudio Pagotto Ronchi.

The use of oat and ryegrass overseeded techniques can be an important tool to minimize the seasonal production of fodder throughout the year, but scientific studies on the subject are relatively new and lack data for your support. The objective of this study was to rate the forage production *Cynodon sp. cv. Tifton 85* in irrigated condition with overseeded of oats (*Avena sativa L.*) and ryegrass (*Lolium multiflorum*) under nitrogen. The survey was done in krab Farm, located in the Rio Paranaíba – MG country, at an altitude of 880 m. The experiment was built in block design in a split plot scheme 4 x 3 x 3, 4 treatments, 3 N levels and 3 repetitions. The treatments were: Tifton 85, Tifton 85 + Oats (Growing Barbarasul), Tifton 85 + ryegrass (Growing INIA Titan) and Tifton 85 + Oats (Growing Barbarasul) + ryegrass (Growing INIA Titan). The acopteo experiment was conducted from may 2013 to march 2014, within an 10,000 m² area, smoothy wavy topography, cultivated with Tifton 85 grass and 40 meters from the water source. The production and the growth of forage were evaluated throughout the year, every growth cycle using the variable forage accumulation rate (kg Matters Seca.ha⁻¹.dia⁻¹) Expansion rate of forage (cm.day⁻¹), forage mass density (kg MS.ha⁻¹.cm⁻¹) and Carrying Capacity (animal.ha⁻¹ unit). The number of cycles was based on a time interval between cuts, set in 28 days leaving a 10 cm residue, simulating the animal grazing. The average of the factors were compared by Tukey test at 0,1, 1 and 5% probability. It was observed that there was no statistical difference between treatments with overseeded, since the fertilization levels showed differences at 1% probability. Although no significant effect of overseeded, it was noticed an increase of production of 6,6% order to treat with Tifton 85 + Oats, since the doses of N there was an increase of 155,5% of the average production of treatments adding 800 kg of N.ha⁻¹.year⁻¹. it was concluded that the oversowing temperate climate species can be an excellent to minimize the effects of forage production seasonality.

Keywords: forage production, fertigation, grazing management.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições edafoclimáticas muito favoráveis à produção animal, uma vez que possui clima tropical e extensas áreas de terras ocupadas com pastagens (ALVES et al. 2008). Dados divulgados pelo IBGE (2010) demonstram que o rebanho bovino brasileiro aumentou de 158,3 para 205,9 milhões de cabeças, enquanto que a área total de pastagens diminuiu de 177,7 para 158,6 milhões de hectares entre os anos de 1996 a 2006. A pastagem é a principal fonte de alimento dos ruminantes e é certo que o aumento de produção de forragem é fator fundamental ao sucesso da atividade. Dessa forma a intensificação do sistema de produção, com uso racional do solo, ambiente, planta e animal é o meio mais eficaz de atingir altos patamares de produção (ALENCAR et al., 2009).

Uma das grandes preocupações do setor produtivo animal baseia-se na estacionalidade de produção das forrageiras, que ocorre devido à má distribuição das chuvas, déficit de temperatura e luminosidade, fatores essenciais ao desenvolvimento dessas plantas (DRUMOND & AGUIAR, 2005).

Aguiar et al., (2006a) em condições irrigadas evidenciaram que o capim Tifton 85 tem sido apontado como uma das melhores forrageiras existentes no Brasil, principalmente pela considerável tolerância que possui em condição de baixa temperatura e pela boa resposta a irrigação e adubação. Os mesmos autores descrevem que a produção média em condição irrigada da primavera-verão no município de Conquista – MG, foi de 224 kg de matéria seca por hectare por dia ($\text{kg de MS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$), enquanto que no outono-inverno a produção garantiu acúmulo de somente 120 kg de $\text{MS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ demonstrando claramente o efeito da estacionalidade de produção.

Para a maioria das condições brasileiras, a produção de forragem em uma pastagem é limitada pelo déficit hídrico e pela baixa fertilidade natural do solo. Com a correção do solo, adubação e irrigação é possível reduzir a estacionalidade da produção, sem, no entanto, eliminá-la, pois existem outros fatores que a limitam, tais como a redução da luminosidade e da temperatura (DRUMOND & AGUIAR, 2005).

Neste contexto, é fundamental que a pesquisa gere resultados que proporcionem quantificar a intensidade de utilização dos fatores de produção, tais como doses de adubação, irrigação e uso de forrageiras de clima temperado como aveia e azevém, segundo critérios adequados, que aperfeiçoem a produção de um sistema intensivo, visando assim o uso racional dos recursos. O objetivo principal da técnica de sobressemeadura é minimizar os efeitos da “janela” de baixa produção, buscando proporcionar alimento de alto valor nutritivo no período de baixas temperaturas,

utilizando a pastagem o ano inteiro, maximizando assim a produção de bovinos a pasto (COSTA et al., 2008).

A utilização de técnicas de sobressemeadura de aveia e azevém pode ser uma importante ferramenta para minimizar o declínio de produção e aumento do valor nutricional das pastagens brasileiras promovida pela redução de temperatura que ocorre, geralmente no outono/inverno. Essa técnica visa realizar o semeio de plantas de clima temperado, como aveia e azevém no início do inverno (entre abril a maio) e consorciá-las com a pastagem já implantada, para que aquelas possam suprir o déficit de produção de forragem nessa época, reduzindo o uso de alimentação suplementar (REIS et al., 2001).

A sobressemeadura deve ser realizada após a saída dos animais da área, pois o pisoteio pode favorecer a germinação das sementes. As áreas deverão ser irrigadas ou apresentarem chuvas regulares no inverno para suprir a demanda hídrica das plantas. O efeito da estacionalidade de produção da forrageira tropical em condição de sobressemeadura de plantas de clima temperado pode reduzir o uso de concentrados, diminuir a área de produção de forragem e maximizar a utilização do sistema de irrigação (OLIVEIRA et al., 2005).

Além desses fatores, sempre que se pensa em sobressemeadura, ainda é fundamental que o uso desta tecnologia esteja associado ao uso adequado de fertilizantes e irrigação, para que o incremento em produção real seja compatível com o esperado. O principal problema do manejo da adubação em sistemas intensivos irrigados está na dificuldade de recomendação de fertilizantes, pois não se encontram recomendações oficiais de adubação para pastagens com potencial de produção superior aos sistemas mais usuais. Além disso, em sistemas intensivos, pelo maior valor investido, obviamente, há menor admissão de erros (ANDRADE & DRUMOND, 2012).

A adequada resposta da irrigação de pastagem e conseqüentemente sua viabilidade financeira, nas regiões nordeste e norte e em áreas do centro-oeste e sudeste com paralelo inferior a 16° S e com altitudes inferiores a 600 m, já foram muito bem estudadas. Resultados de lotação média anual superiores a 10 UA (Unidade animal, que representa 450 kg de peso vivo) ha⁻¹.ano⁻¹, combinados com ganhos de peso vivo superiores a 0,7 kg dia⁻¹, mesmo no período seco do ano, já são obtidos em um grande número de propriedades e proporcionam resultados econômicos competitivos com a maioria das atividades agrícolas ou pecuárias de áreas irrigadas (DRUMOND & AGUIAR, 2005).

Em áreas marginais, nas quais o inverno apresenta maior redução de temperatura, tais como em regiões de latitude 16 a 22° ou em áreas de altitudes superiores a 600 m, alguns autores apresentam resultados indicando inviabilidade financeira no uso da irrigação, ou com índices pouco atrativos (NETO et al., 2007). No entanto, nestas condições, não há consenso. Aguiar et al. (2006a), afirmam viabilidade do sistema de produção em pastagem irrigada na região de Uberaba-MG, em área com latitude de 19° 56' e altitude de 673 m.

A maioria das recomendações para pastagem estão relacionadas às adubações de manutenção e descritas na Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CANTARUTTI et al. 1999). Esses autores citam que os sistemas de produção de alta tecnologia seriam aquelas com taxas de lotação de até 7 UA.ha⁻¹, enquanto que há fazendas brasileiras que já trabalham, com grande histórico de produção e com taxas de lotação da ordem de 13,5 UA.ha⁻¹ (AGUIAR et al., 2006b).

Considerando o balanço da adubação em sistemas intensivos de produção de forragem, é fundamental que os cálculos considerem vários aspectos, tais como produção esperada, correção dos teores no solo para faixas adequadas, exportação de nutrientes e a ciclagem dos mesmos, sendo esta definida como a dinâmica dos diferentes elementos entre os distintos compartimentos da pastagem (DUBEUX JUNIOR et al., 2011).

As adubações nestes sistemas devem ser balizadas com base no balanço nutricional da pastagem, estimando o acúmulo de forragem esperado e considerando a disponibilidade dos nutrientes no solo, extração média de forrageiras subtropicais de alta produção, decomposição da matéria orgânica e nutrientes provenientes de chuvas, perdas por lixiviação, adsorção específica e volatilização, eficiência de aplicação dos fertilizantes e reciclagem via micções e defecações (ANDRADE & DRUMOND, 2012).

De acordo com as considerações levantadas acima, pode-se inferir que a informação mais importante para o sucesso produtivo está ligada as estimativas de acúmulo de forragem, pois é a partir desse fator que se calcula toda demanda nutricional da planta e pode-se realizar um planejamento alimentar do rebanho.

Neste contexto, pode se observar que são inúmeras as informações necessárias à intensificação da produção de forragem, onde estão os aspectos relacionados referentes à sazonalidade de produção, consórcio de forrageiras, manejo do pastejo e adubação das pastagens e também aqueles que envolvem clima, implementação e manejo da irrigação, onde muitas vezes as informações não são encontradas na literatura, pois poucos

trabalhos apresentam resultados de experimentos nestas condições, principalmente para novas forrageiras introduzidas no Brasil (AGUIAR et al., 2006b).

2. OBJETIVOS

Avaliar a produção da forrageira *Cynodon sp. cv. Tifton 85* em condição irrigada com sobressemeadura de *Avena sativa L.* e *Lolium multiflorum* sob doses de nitrogênio e eficiência de aplicação de água pelo sistema de aspersão em malha.

2.1. Objetivos específicos

- Determinar a produtividade do capim *Cynodon sp. cv. Tifton 85* em condições irrigadas ao longo do ano;
- Determinar a resposta à adubação nitrogenada das forrageiras *Cynodon sp. cv. Tifton 85*, Aveia e Azevém;
- Determinar a lotação animal para as forrageiras *Cynodon sp. cv. Tifton 85*, Aveia e Azevém nas diferentes épocas do ano;
- Aferir a eficiência de aplicação e a uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação;
- Obter dados que orientem técnicos e produtores em condições de produção animal em pastagens intensivas;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento e área experimental

A pesquisa foi realizada na Fazenda Cascudo, localizada no município de Rio Paranaíba – MG, nas coordenadas 19° 9' 42,6" S, 46° 16' 38,1" W, altitude média de 850 m (Figura 1).

O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas em esquema 4 x 3 x 3, sendo 4 tratamentos, 3 doses de adubação nitrogenada e 3 repetições. As parcelas experimentais tiveram dimensões de 4,5 x 2 metros e os blocos de 4,5 x 6 metros, caracterizando uma área experimental total de experimento 324 m² (Figura 2 e 3).

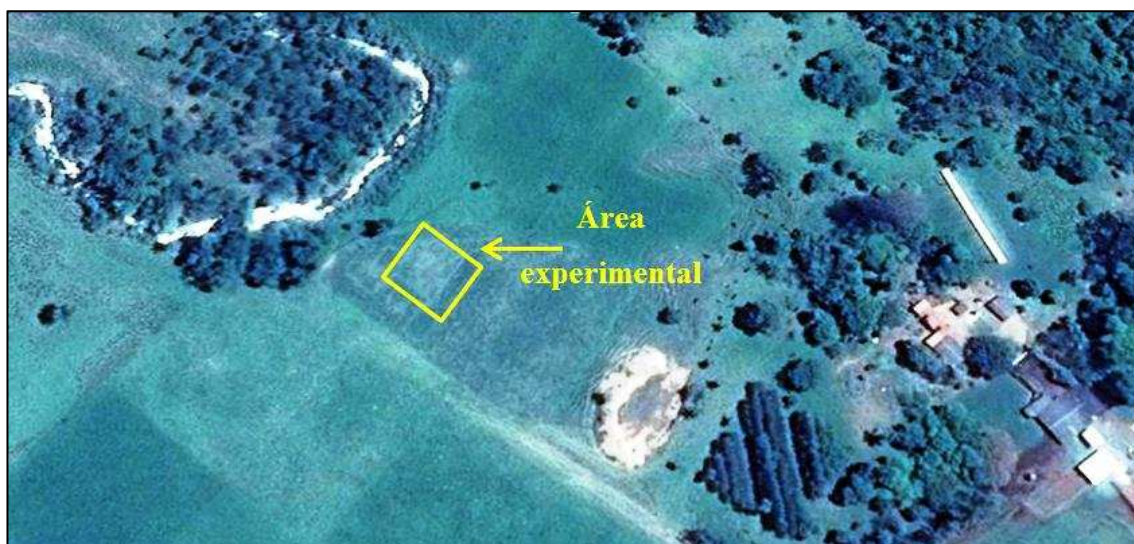


Figura 1 – Imagem aérea da Fazenda Cascudo, onde foi realizado o experimento (Fonte: Google Earth, 2014).

Os tratamentos foram montados visando avaliar o efeito da sobressemeadura com aveia e azevém sobre o capim *Cynodon sp cv. Tifton 85*. Os tratamentos foram dispostos da seguinte forma:

- **T1**= *Cynodon sp cv. Tifton 85*;
- **T2**= *Cynodon sp cv. Tifton 85* + sobressemeadura de Aveia (Cultivar Barbarasul);
- **T3**= *Cynodon sp cv. Tifton 85* + sobressemeadura de Azevém (Cultivar INIA Titan);
- **T4**= *Cynodon sp cv. Tifton 85* + sobressemeadura de Aveia (Cultivar Barbarasul) + Azevém (Cultivar INIA Titan).

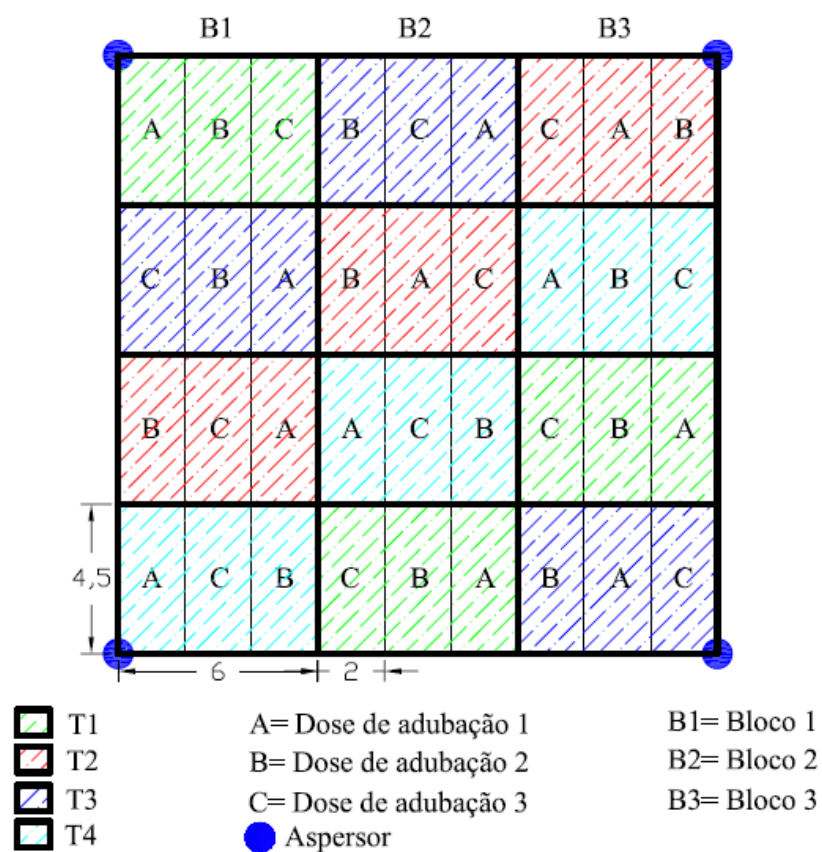


Figura 2 – Esquema do experimento com distribuição dos tratamentos e disposição de sistema de irrigação.



Figura 3 – Área experimental com parcelas demarcadas.

O experimento foi conduzido entre maio de 2013 a março de 2014, dentro de uma área de 1,0 hectare, topografia suave ondulada, cultivada com capim Tifton 85 e a 40 metros da fonte de água.

3.2 Semeio

A semeadura das forrageiras de inverno (Aveia e Azevém) foram feitas manualmente no dia 25/05/2013 em cada tratamento de 9 m² (Figura 4). Após o semeio foi realizado o pisoteio de cada parcela, simulando a atividade animal e visando melhor vigor germinativo. Na Tabela 1 e Figura 5 estão evidenciadas as quantidades de sementes utilizadas no experimento e os detalhes da pesagem do material propagativo respectivamente.

Tabela 1 – Quantidade de sementes utilizadas na sobressemeadura

Itens	Área m²	Aveia	Azevém	Aveia + Azevém	
				kg de SPV*	
Hectare	10000	120,0	30,0	60,0	15,0
Parcela	9	0,108	0,027	0,054	0,014
Total Experimento	81	0,972	0,243	0,486	0,1215

* Semente Puras Viáveis.



Figura 4 – Semeadura de Aveia e Azevém efetuado manualmente a lanço.



Figura 5 – Balança e sementes de aveia utilizadas no experimento.

3.3. Solo

Para avaliação da fertilidade do solo, foi realizada amostragem do solo da área experimental antes da montagem do experimento na profundidade de 0-20 cm, retirando 20 amostras simples aleatoriamente (Figura 6). A partir das amostras simples, formou-se uma amostra composta, essa por sua vez, foi enviado ao laboratório a fim de obter dados concretos para cálculo da correção e adubação do solo. Os resultados da análise estão evidenciados na Tabela 2. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO.



Figura 6 – Sonda utilizada na coleta das amostras de solo.

Tabela 2 - Resultados da análise de solo na profundidade de 0 – 20 cm

M. O. M. Org. g/dm ³	P Fósforo mg/dm ³	pH Acidez CaCl ₂	K Potássio mmolc/dm ³	Ca Cálcio mmolc/dm ³	Mg Magnésio mmolc/dm ³	Al Alumínio mmolc/dm ³	S. B. Soma Bases mmolc/dm ³
30	18	4,9	3,0	40	8	2	51
H + Al Ac. Potencial mmolc/dm ³	CTC Cap.Troca Cat. mmolc/dm ³	V Sat. Bases %	N Nitrogênio g/dm ³	S Enxofre mg/dm ³	B Boro mg/dm ³	Cu Cobre mg/dm ³	Fe Ferro mg/dm ³
52	103	50	2	4	0,48	0,5	13,8
Mn Manganês mg/dm ³	Zn Zinco mg/dm ³	m %	Areia g/dm ³	Limo g/dm ³	Argila g/dm ³	K/CTC K na CTC %	Ca/CTC Ca na CTC %
10,0	0,8	96,1	143	406	451	2,91	38,83
Mg/CTC Mg na CTC %	Al/CTC Al na CTC %	H+Al/CTC H+Al na CTC %	Ca/Mg				
9,71	1,94	48,54	5,00				

MÉTODOS: Fósforo - Resina; Boro – BaCl₂; Cu, Mn, Fe, Zn - DTPA; pH - CaCl₂.

3.4. Clima da região e adubação

O clima da região foi caracterizado como Cwb. Os três níveis de adubação foram obtidos por meio do balanço nutricional da pastagem com base em estimativa de produção da forrageira *Cynodon sp cv. Tifton 85* em cada mês avaliado de acordo com a temperatura mínima média mensal obtida pela normal climatológica da região de Rio Paranaíba – MG (Figura 7) como proposto por Tonato et al., (2010) e evidenciado na Figura 8. Os autores sugerem a utilização da Equação 1 para cálculo da Taxa de Acúmulo de Forragem (TAF).

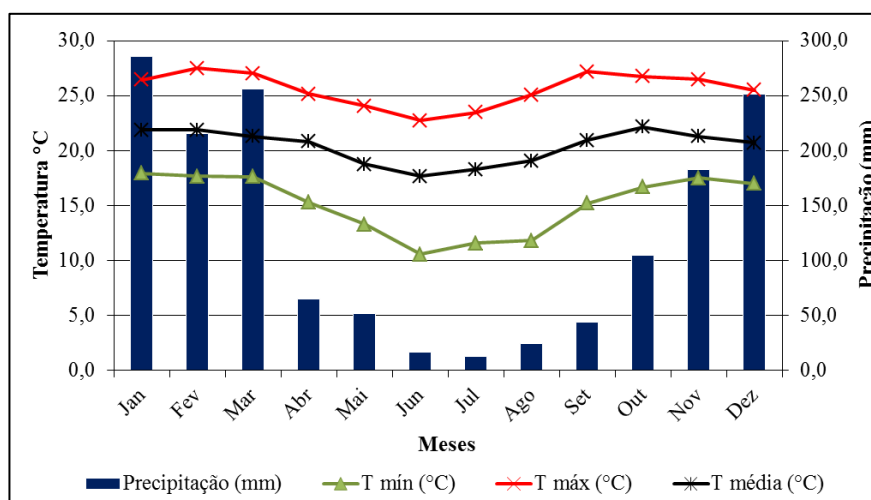


Figura 7 – Normal climatológica do município de Rio Paranaíba – MG.

$$\text{TAF} = - 84,69 + 9,06 * \text{Tmín}$$

Eq 1:

Onde:

TAF = Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹);

Tmín = Temperatura média mínima do período (°C).

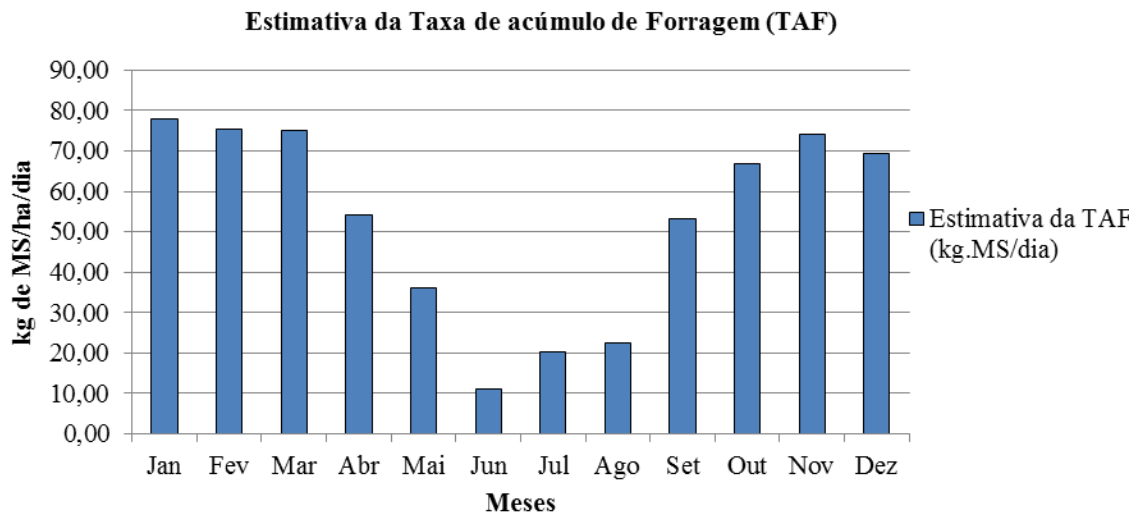


Figura 8 – Estimativa de produção de forragem conforme proposto por Tonato et al. (2010).

Na adubação de cada ciclo foi analisada a porcentagem de produção correspondente a cada mês avaliado. Tal valor foi multiplicado pela quantidade total de fertilizantes visando a produção de 60 t de MS.ha⁻¹.ano⁻¹. Para a produção sugerida, considerando simulação de pastejo, utilizaram-se dados de pesquisa de exportação de nutrientes do solo, pelas forrageiras segundo Aguiar, (2011) (Tabela 3).

Tabela 3 - Exportação de macro e micronutrientes em plantas com exploração econômica da parte vegetativa: pastagens, milho e cana de açúcar

Plantas que se explora parte vegetativa	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe
	kg/t de MS da parte aérea						g/t de MS exportada da parte aérea				
Capim Mombaça e Tanzânia	20,0	2,3	20,0	5,5	3,3	2,0	15,0	7,0	21,0	90,0	124,0
Capim Elefante	20,0	2,3	20,0	5,5	3,3	2,0	25,0	10,0	40,0	179,0	178,0
Capim Tifton 85	25,0	2,5	20,0	2,5	3,3	2,0	17,5	9,0	40,0	120,0	125,0
Capim Baquiaria brizantha cv. Marandu	18,0	1,9	21,0	4,5	2,8	1,7	-	-	-	-	-
Capim Baquiaria decumbens	14,0	1,9	18,0	4,0	2,7	1,7	-	-	-	-	-
Milho Silagem	12,4	1,4	14,0	3,1	1,7	-	-	-	-	-	-
Milheto	28,0	2,9	25,0	10,8	4,2	-	-	15,0	37,0	51,0	304,0
Cana Planta	15,4	1,8	15,3	10,7	5,1	4,7	-	-	-	-	-
Cana Soca	13,1	2,1	17,3	6,7	4,5	3,9	-	-	-	-	-

Fonte: Aguiar (2011).

As adubações foram realizadas a lanço depois da coleta de dados de cada ciclo seguida de irrigação da área. Para o nutriente Nitrogênio (N) foram utilizadas três doses, supridas a base de ureia, a saber:

A= Testemunha (0 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹);

B= 400 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹;

C= 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹.

A correção do solo com calcário foi realizada três meses antes da implantação do experimento utilizando calcário dolomítico na dosagem de 2 t.ha⁻¹. Os fertilizantes foram aplicados a partir das formulações, superfosfato simples (SS), cloreto de potássio (KCl) e ureia (Tabela 4).

Tabela 4 – Porcentagem esperada correspondente da produção anual de forragem e quantidades de fertilizantes utilizados em cada mês

Meses	%	kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹			
		Ureia (800 kg de N)	Ureia (400 kg de N)	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio
mai/13	5,53	100,5	50,3	59,4	36,3
jun/13	1,70	30,9	15,5	18,3	11,2
jul/13	8,41	152,9	76,5	90,3	55,2
ago/13	3,45	62,7	31,4	37,1	22,6
set/13	8,16	148,4	74,2	87,6	53,5
out/13	10,26	186,5	93,3	110,2	67,3
nov/13	11,39	207,1	103,5	122,3	74,7
dez/13	7,73	140,5	70,3	83,0	50,7
jan/14	11,97	217,6	108,8	128,6	78,5
fev/14	11,60	210,9	105,5	124,6	76,1
mar/14	11,51	209,3	104,6	123,6	75,5
abr/14	8,30	150,9	75,5	89,1	54,5
Total	100,0	1818,4	909,2	1074,2	656,3

3.5 Determinação das épocas de coleta e produção de forragem

Para determinação das épocas de coleta dos dados, estabeleceu-se um tempo compatível com o tempo médio de descanso (período entre pastejo) para o *Cynodon sp cv. Tifton 85*. Dessa forma foi adotado um ciclo de 28 dias entre cortes, com início do experimento em 25/05/2013 e término em 08/04/2014 conforme proposto por Drumond et. al (2006). As datas dos respectivos cortes de cada ciclo estão dispostas na Tabela 5.

As variáveis estudadas foram Taxa de Acúmulo de Forragem – TAF, Taxa de Expansão da Forragem – TEF, Densidade da Massa de Forragem – DMF e Capacidade de Suporte – CS.

A altura do relvado foi mensurada tomando a medida do nível do solo até a parte mais alta do relvado, num total de cinco medidas por unidade experimental.

Para avaliação da massa de forragem, foi utilizado o método do quadrado, usando uma moldura de 0,5 m², que foi colocada no centro de cada subparcela (Figuras 9 e 10). A forragem era cortada rente ao solo e a massa coletada era pesada no campo, com o objetivo de se determinar a massa verde ou fresca. Desse material fresco, foram coletadas amostras de cada unidade experimental com aproximadamente 200 g de massa verde, as quais foram condicionadas em sacos de papel e levadas imediatamente ao laboratório para pesagem e determinação do teor de matéria seca em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h (GARDNER, 1986).

Tabela 5 – Datas dos ciclos de coletas a serem realizados durante o experimento

Ciclos	Início	Final
1°	25/05/2013	22/06/2013
2°	23/06/2013	21/07/2013
3°	22/07/2013	19/08/2013
4°	20/08/2013	19/09/2013
5°	20/09/2013	16/10/2013
6°	17/10/2013	14/11/2013
7°	15/11/2013	13/12/2013
8°	14/12/2013	11/01/2014
9°	12/01/2014	09/02/2014
10°	10/02/2014	10/03/2014
11°	11/03/2014	08/04/2014



Figura 9 – Moldura utilizada na delimitação da área coletada.

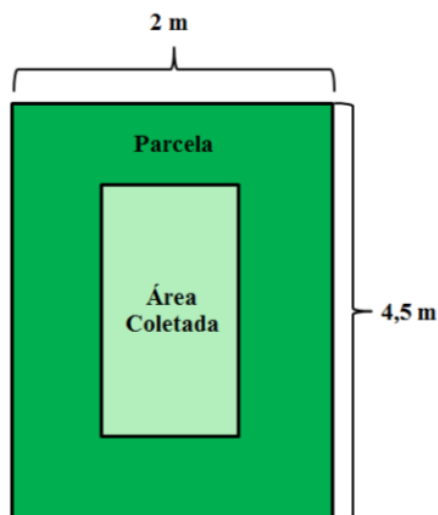


Figura 10 – Modelo esquemático da coleta de forragem.

A TAF foi calculada dividindo-se a massa seca de forragem obtida no corte acima do resíduo pelo número de dias de crescimento DMF dividindo-se a massa de forragem pela altura do relvado. A TEF foi obtida dividindo-se a diferença de altura do relvado no dia do corte e do resíduo do corte anterior (10 cm) pelo número de dias de crescimento e a CS dividindo a TAF pela oferta de forragem (OF), considerando 2,5% de 1 UA em MS * 0,95 de eficiência de colheita, como descritas nas equações 2, 3, 4 e 5 respectivamente. Após a coleta das amostras, a altura do relvado era padronizada em 10 cm acima do solo com auxílio de uma roçadora manual motorizada. As Figuras 11 e 12 evidenciam a diferença de massa entre as parcelas e o experimento padronizado após o corte.

Eq. 2

$$TAF = \frac{MF}{n}$$

Em que:

TAF = Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹);

MF = Massa de Forragem (kg de MS.ha⁻¹);

n = número de dias de crescimento.

Eq. 3

$$DMF = \frac{MF}{h}$$

Em que:

DMF = Densidade da massa de forragem (kg de MS.ha⁻¹.cm⁻¹);

MF = Massa de Forragem (kg de MS.ha⁻¹);

h = altura do relvado antes da coleta (cm).

Eq. 4

$$TEF = \frac{h - hr}{n}$$

Em que:

TEF = Taxa de Expansão da forragem (cm.dia⁻¹);

h = altura do relvado antes da coleta (cm);

hr = altura do resíduo (cm);

n = número de dias de crescimento.

Eq. 5

$$CS = \frac{TAF}{OF * 0,95}$$

Em que:

CS = Capacidade de Suporte (UA.ha⁻¹);

TAF = Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹);

OF = Oferta de forragem.



Figura 11 – Detalhe das parcelas contendo os tratamentos com Aveia e Azevém.



Figura 12 – Área padronizada após o corte da forragem com roçadora manual.

3.6. Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi aspersão semi-automatizada, também conhecida por aspersão em malha, onde as linhas principais, derivação e laterais ficam enterradas, com mudança apenas dos aspersores.

Foi utilizado aspersores da marca NaanDanJain modelo 5035 SD (Figura 13), bocais 4,0 x 2,5 mm com pressão de serviço de 3 kgf.cm⁻², vazão catalogada de 1,49 m³.h⁻¹, ângulo de inclinação do jato igual a 23° e espaçamento entre aspersores de 18 x 18 m.



Figura 13 – Detalhe do modelo de aspersor utilizado para irrigação do experimento.

Visando a uniformização da distribuição de água para sistema de irrigação, os aspersores foram instalados com reguladores de pressão da marca Mcfly com pressão de serviço de 3 kgf.cm^{-2} em cada ponto.

O sistema de irrigação era constituído de linhas laterais de PVC soldável, pressão nominal 60 m.c.a (PN 60), diâmetro nominal de 25 mm e espaçadas de 18 m que eram abastecidas por uma linha de derivação de PVC soldável, PN 60 e diâmetro nominal de 50 mm e esta abastecida pela linha principal (adutora) de PVC soldável, PN 80 e diâmetro nominal de 75 mm (Figura 14).

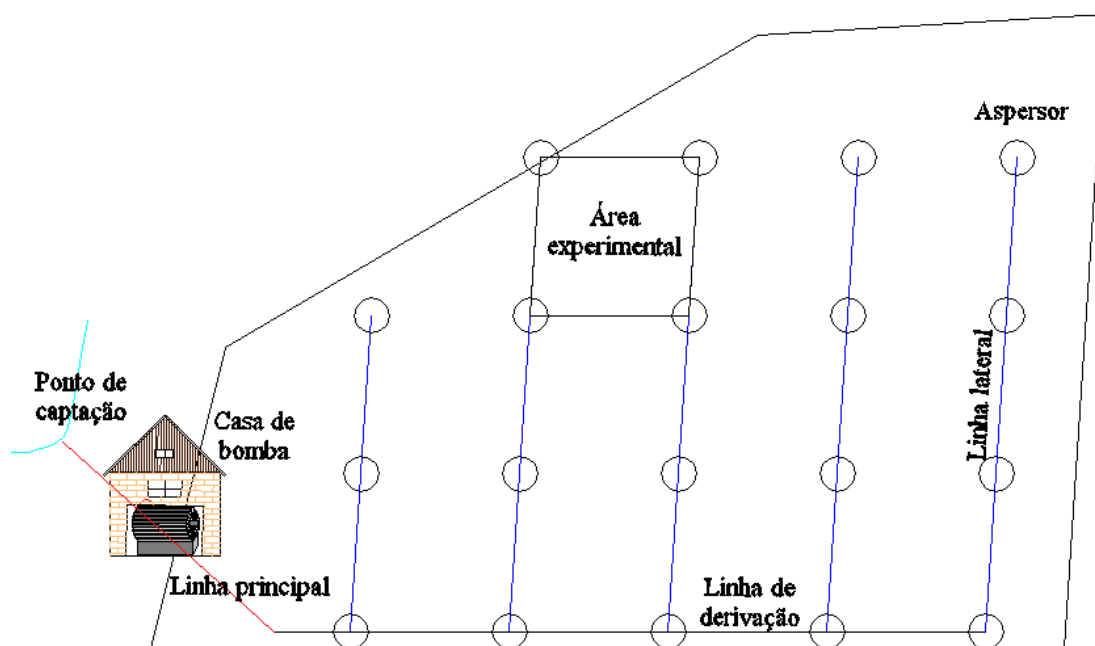


Figura 14 – Layout do sistema de irrigação onde foi montado o experimento.

O sistema de bombeamento do experimento era composto de uma bomba centrífuga multiestágio, com rotor fechado de bronze de 146 mm e velocidade de rotação de 3.500 rpm, bocal de sucção e recalque de $1 \frac{1}{2}$ " , ambas com ampliação para 3" (Figura 15). O projeto foi dimensionado para vazão de $18 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, altura manométrica de 73 m.c.a e altura máxima de sucção de 8 m. O acionamento do sistema foi realizado por um motor elétrico de 10 c.v., norma construtiva IEC, monofásico, velocidade nominal 3.500 rpm, frequência de 60 Hz, tensão de operação 220 volts e corrente nominal calculada de 33,5 amperes.



Figura 15 – Motobomba utilizada na pressurização do experimento.

Para o manejo do tempo de irrigação, válvulas automáticas de controle de fluxo foram instaladas na entrada do setor (Figura 16), possibilitando maior flexibilidade operacional, contribuindo para a melhor eficiência no uso racional da água e na melhoria do manejo, possibilitando operacionalizar o sistema em períodos fora da jornada normal de trabalho, garantindo maior comodidade na operação.



Figura 16 – Válvula automática utilizada no experimento.

O equipamento de automação instalado permitiu o acionamento automático da motobomba e mudança do percurso da água para o setor desejado podendo realizar a irrigação com no período e horário determinado conforme a necessidade. A automação instalada baseou-se na utilização de controladores, solenóides, contadores elétricos para

acionamento dos motores, microtúbulos, cabos elétricos e válvulas automáticas de fluxo conforme demonstrado nas Figuras 17 e 18.

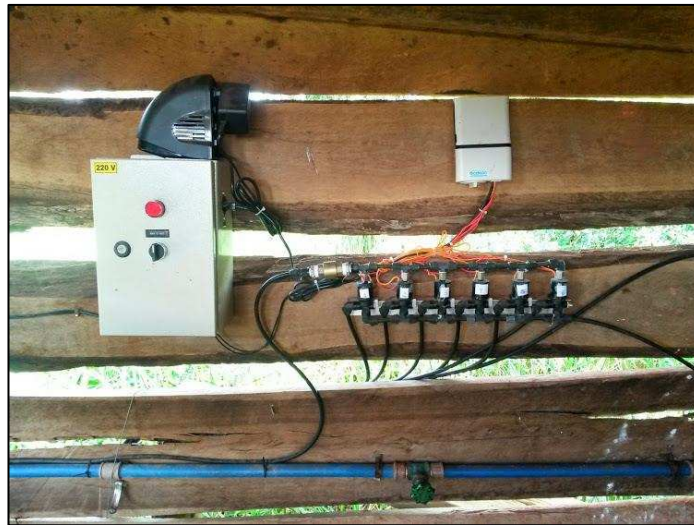


Figura 17 – Sistema de automação instalado para acionamento do experimento.

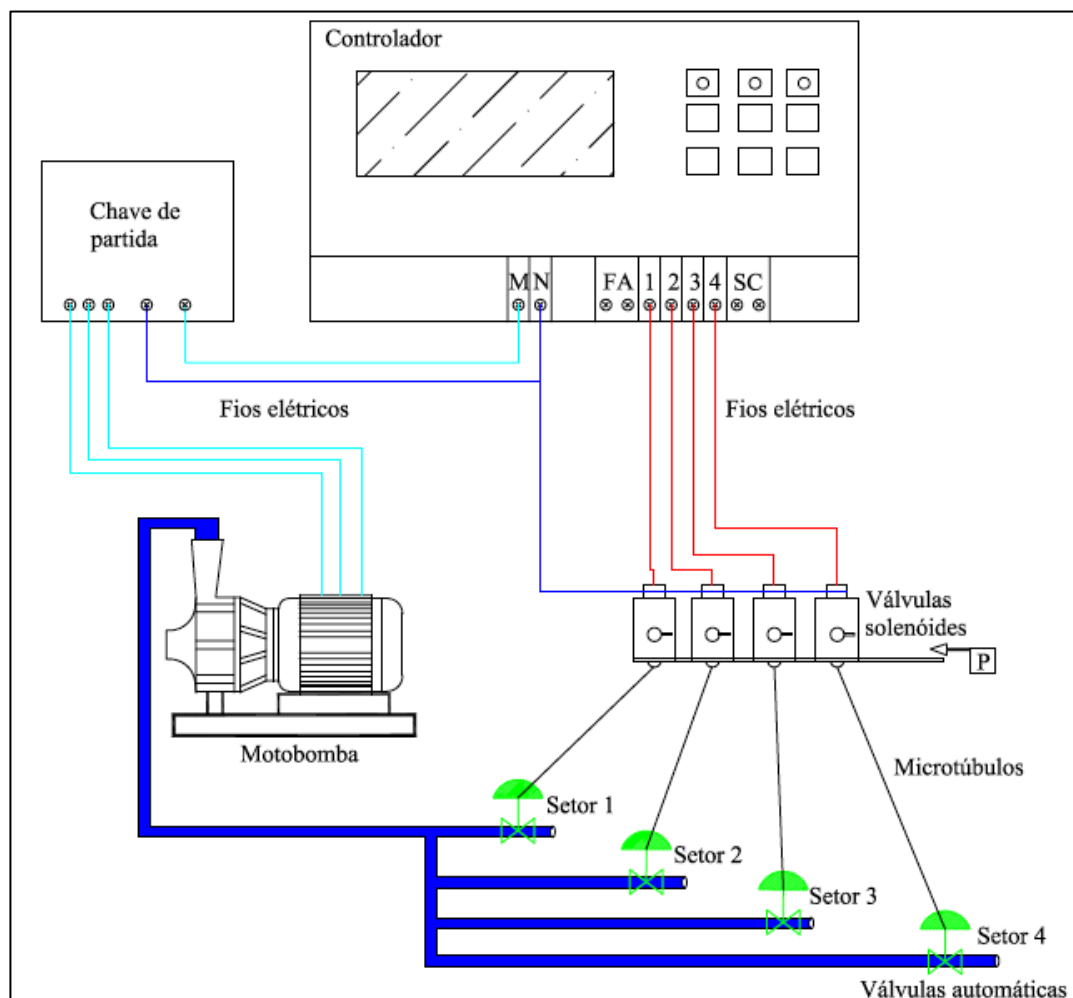


Figura 18 – Esquema de funcionamento de um sistema automatizado.

Para utilização do sistema de irrigação automatizado instalado no experimento foi realizado a programação do tempo de irrigação conforme a necessidade. No momento programado para o funcionamento, o controlador emitia um sinal elétrico de 24 volts para as solenoides, essas por sua vez transformavam o sinal elétrico em hidráulico obtido pelo símbolo “P” da Figura 18. Essa pressão era proveniente do recalque da motobomba. O sinal hidráulico transmitido através de microtubos era projetado sob a parte superior da válvula automática montado no campo, onde com o enchimento ou esvaziamento da câmara de fluxo permitia ou não a passagem de água para o setor da área experimental. Na Figura 19 pode-se observar o sistema de irrigação em funcionamento.



Figura 19 – Sistema de irrigação automatizado em funcionamento.

3.7. Uniformidade de distribuição superficial da água e vazão dos aspersores

Visando avaliar a quantidade real de água que o sistema deveria aplicar, foi realizado a avaliação do sistema de aspersão conforme metodologia proposta por Christiansen (1942), que estudou pela primeira vez a uniformidade de distribuição da água para aspersores rotativos, procurando determinar o efeito da pressão de serviço, do espaçamento, da rotação e da velocidade do vento sobre a distribuição da água. Para essa avaliação, utilizou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) que é demonstrado pela equação 6 e 7.

Eq. 6

$$CUC = 100 * \left(1 - \frac{\sum |Xi - X|}{n * X} \right)$$

CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;
 Xi = precipitação no pluviômetro de ordem i, mm;
 X = média das precipitações, considerando todos os pluviômetros, mm; e
 n = número de pluviômetros.

Eq. 7

$$CUD = \left(\frac{x}{X} \right) * 100$$

Onde:

CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição, %;
 x = média de 25% do total de pluviômetros com as menores precipitações, mm;
 X = média das precipitações, considerando todos os pluviômetros, mm.

Para determinar a uniformidade de distribuição do sistema e a quantidade real de água aplicada, foi empregado o método do perfil de distribuição de água, instalando-se um conjunto de “pluviômetros”, equidistantes, entre quatro aspersores de duas linhas laterais (Figura 20).

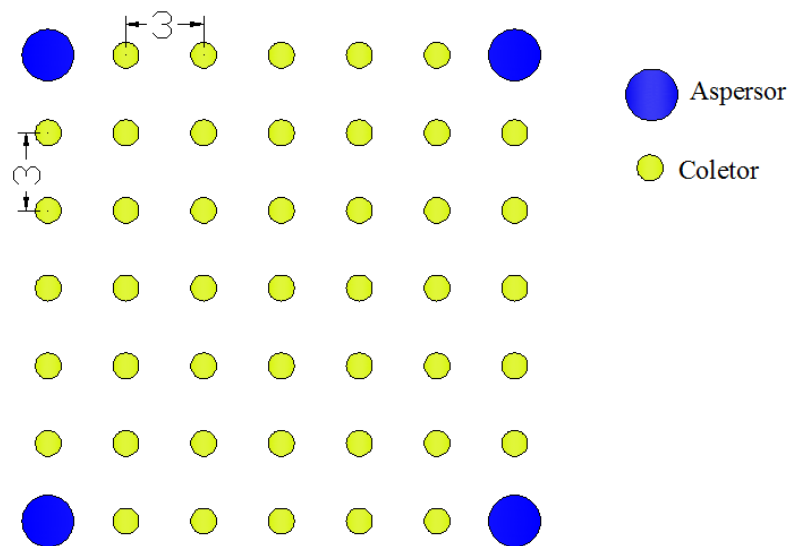


Figura 20 - Disposição dos coletores entre as linhas de aspersores.

Foram utilizados 45 coletores (pluviômetros) espaçados de 3 em 3 metros, a uma altura média de 0,65 metros entre a superfície do solo e a seção de captação, instalados entre quatro aspersores testados. A partir dos dados coletados foram determinados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC), o coeficiente de uniformidade de

distribuição (CUD) do sistema de irrigação, bem como a lâmina real aplicada. Por método de comparação, os resultados foram comparados com a Figura 21 e Tabela 6, onde foi possível observar a malha de distribuição de água, lâmina aplicada, CUD e CUC do do aspersor utilizado.

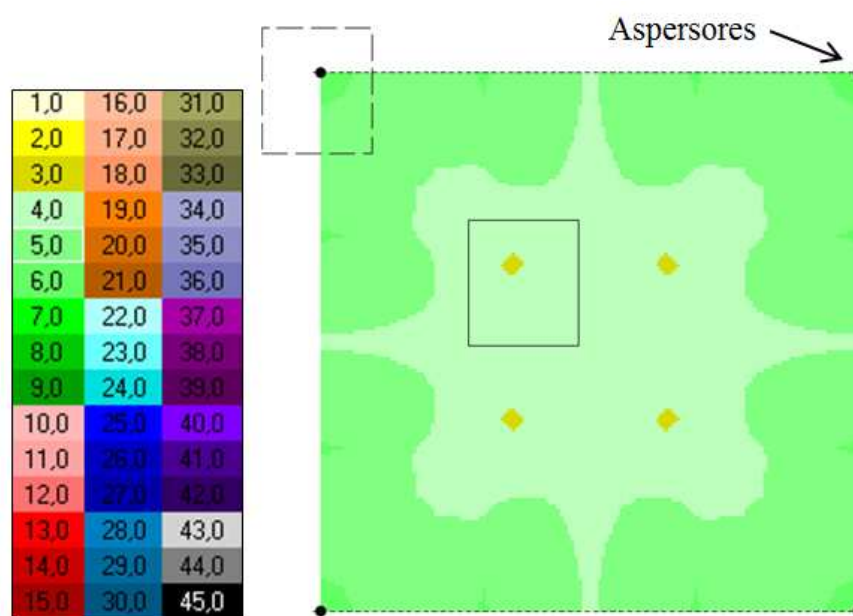


Figura 21 – Grid de distribuição de água pelo aspersor em mm.h^{-1} .
Fonte: Software Space Pro - Center For Irrigation Technology, 2014.

Tabela 6 – Dados hidráulicos dos aspersor utilizado

Descrição	Dados
Modelo do aspersor	5035 SD
Vazão	1490 L/h
Diâmetro molhado	24,83 m
Pressão de trabalho	3 kgf/cm^2
Altura do aspersor em relação ao solo	50 cm
Coefficiente de uniformidade de distribuição (CUD)	84%
Coefficiente de uniformidade de Christiansen CUC	90%
Lâmina mínima	3,4 mm/h
Lâmina média	4,6 mm/h
Lâmina máxima	6,3 mm/h
Espaçamento	18 x 18 m

Fonte: Adaptado Software Space Pro - Center For Irrigation Technology, 2014.

A seção de coleta de cada um dos pluviômetros foi de 75 cm² (Figuras 22 e 23). Os volumes coletados em cada um dos pluviômetros foram determinados ao final do ensaio, utilizando-se uma proveta graduada a cada 0,10 mililitro, realizado 4 repetições com duração de 2 horas cada, e altura dos aspersores de 50 cm em relação ao solo (DRUMOND, et al. 2006).



Figura 22 – Disposição dos coletores na área experimental.

Para determinar a perda por evaporação durante os testes, foram colocados quatro coletores próximos à área de testes, idênticos aos instalados entre os aspersores, com um volume de água de 10 mililitros. Ao final do teste foi determinado novamente o volume de água destes coletores, possibilitando-se obter o volume evaporado. Ao final de cada avaliação, o volume evaporado foi adicionado ao volume coletado em cada pluviômetro.



Figura 23 – Visão geral da avaliação do sistema de irrigação.

3.8. Manejo hídrico do experimento

Para o manejo da irrigação uma estação meteorológica automática foi instalada próximo a área experimental fornecendo a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0) pelo método de Penman-Monteith - FAO 56, conforme proposto por Allen et al. (1998), bem como os demais dados meteorológicos utilizados na pesquisa (precipitação pluviométrica, temperatura máxima, mínima e média e radiação solar). Com base nos dados de ET_0 foi realizado o manejo da necessidade hídrica do experimento, trabalhando com turno de rega de 4 dias. O coeficiente de cultura (K_c) da forrageira foi fixado em 0,8 (DRUMOND E AGUIAR, 2005).

3.9. Análises estatísticas

As médias dos tratamentos e doses de adubação foram avaliadas pelo teste F. Quanto ocorreu diferença entre as médias, essas foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa computacional estatístico R versão 3.1.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação do sistema de irrigação

Na Tabela 7 são evidenciados as médias das lâminas de água coletadas nas quatro avaliações realizadas.

Tabela 7 - Lâmina média coletada (mm) na avaliação do sistema de irrigação

X*	8,8	10,5	8,1	10,0	9,1	X*
9,0	8,0	9,5	9,0	8,0	8,1	8,5
9,0	8,2	7,6	11,0	8,7	9,1	10,2
9,9	9,0	11,0	11,8	10,5	8,5	8,5
11,0	10,5	10,4	10,2	8,0	9,0	9,5
9,6	8,6	10,5	9,2	8,5	8,6	9,1
X*	8,5	11,1	9,0	8,8	8,6	X*

* Pontos de aspersão.

Avaliando os resultados evidenciados na Tabela 7, é possível observar que a lâmina média aplicada foi de $4,65 \text{ mm.h}^{-1}$, o que reflete uma semelhança muito grande ao indicado pelo fabricante que é de $4,6 \text{ mm.h}^{-1}$ a uma pressão de serviço de 3,0

kgf.cm⁻² (Tabela 6), a mesma utilizada no presente trabalho. Essa avaliação foi realizada visando a uniformização da lâmina aplicada, tendo como premissa a aplicação correta de água na proporção adequada durante todo experimento.

Frizonne (1992), cita que a uniformidade de distribuição de água em uma área entre aspersores é usualmente determinada por um coeficiente de uniformidade. Esse coeficiente expressa a variabilidade da lâmina de irrigação aplicada na superfície do solo, por meio de medidas de dispersão expressas na forma adimensional, pela comparação com o valor médio. A baixa eficiência de aplicação nos projetos de irrigação por aspersão está relacionada com a não uniformidade de distribuição de água e com as perdas de água por evaporação e arrastamento pelo vento.

Os valores de CUC e CUD calculados apresentaram resultados de 90,8% e 88,2% respectivamente, o que também compatiliza com os dados publicados pelo fabricante e corroboram com Merrian & Keller (1978), que afirmam que para culturas de alto rendimento econômico, com sistema radicular raso, o sistema de irrigação por aspersão deve apresentar alta uniformidade de distribuição. O CUD deve ser superior a 80% e o CUC deve ficar acima de 88%. Para cultivos com sistema radicular médio, o CUD pode variar entre 70 a 80% e o CUC de 80 a 88%. No caso de culturas com sistema radicular profundo, como é o caso das pastagens, a uniformidade de distribuição pode variar entre 50 a 70% e o CUC de 70 a 80% (MERRIAN & KELLER, 1978).

4.2. Produção de Forragem

Na Figura 24 e Tabela 8 encontram-se dispostos os valores dos elementos meteorológicos medidos durante cada ciclo do experimento, com a estação meteorológica automatizada.

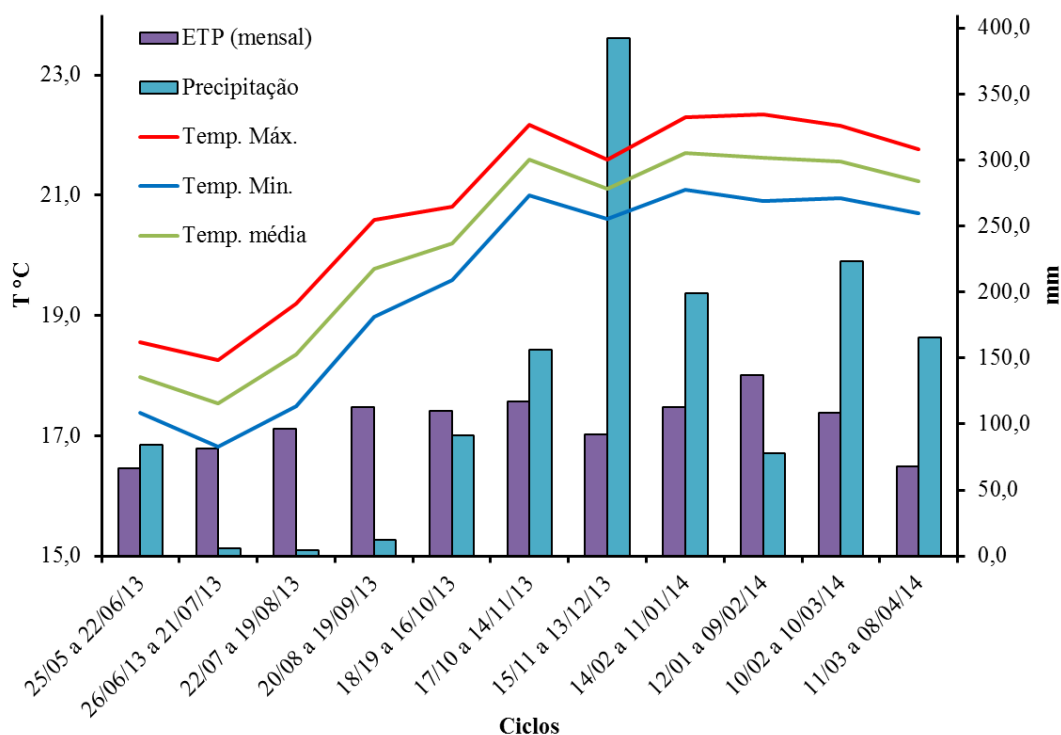


Figura 24 - Dados meteorológicos coletados durante o experimento.

Tabela 8 – Valores dos elementos meteorológicos obtidos durante o experimento

Ciclos	T. Máx. (°C)	T. Mín.. (°C)	T. média (°C)	Radiação solar (w.m ² .h ⁻¹)	ETo Diária (mm)
25/05 a 22/06/13	18,6	17,4	18,0	155,5	2,2
26/06 a 21/07/13	18,3	16,8	17,5	182,1	2,7
22/07 a 19/08/13	19,2	17,5	18,3	207,5	3,2
20/08 a 19/09/13	20,6	19,0	19,8	232,8	3,8
18/09 a 16/10/13	20,8	19,6	20,2	217,0	3,7
17/10 a 14/11/13	22,2	21,0	21,6	251,9	3,9
15/11 a 13/12/13	21,6	20,6	21,1	269,3	3,1
14/02 a 11/01/14	22,3	21,1	21,7	226,8	3,8
12/01 a 09/02/14	22,3	20,9	21,6	210,9	4,6
10/02 a 10/03/14	22,2	21,0	21,6	230,3	3,6
11/03 a 08/04/14	21,8	20,7	21,2	221,2	2,3

Através dos dados coletados, observou-se que a média da radiação solar do período do experimento foi de 218,7 w.m².h⁻¹, o que de acordo com Drumond et al., (2006), garante uma boa disponibilidade de calor e luz para as plantas. A menor radiação foi observada entre os dias 26/06 a 21/07/13. A precipitação total durante os 11 ciclos avaliados atingiram 1328,6 mm, distribuídos de forma pouco uniforme. As

maiores precipitações ocorreram entre outubro a março, época em que, historicamente ocorre chuva com maior volume e frequência na região de Rio Paranaíba – MG. Já a ETo média apresentou 3,5 mm diários. Nos ciclos onde a precipitação não foi suficiente para atender a água perdida pela evapotranspiração, utilizou-se o sistema de irrigação.

Apesar da temperatura média verificada durante o experimento apresentar 20,2 °C, observou-se que em alguns períodos do ano (no ciclo 2) a temperatura mínima atingiu valores da ordem de 4,6 °C, o que afeta drasticamente a produção de forragem. Nas Figuras 25, 26 e 27 são demonstrados os gráficos de TAF dos tratamentos e ciclos avaliados em relação a temperatura mínima média e nas adubações de 0, 400 e 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ respectivamente.

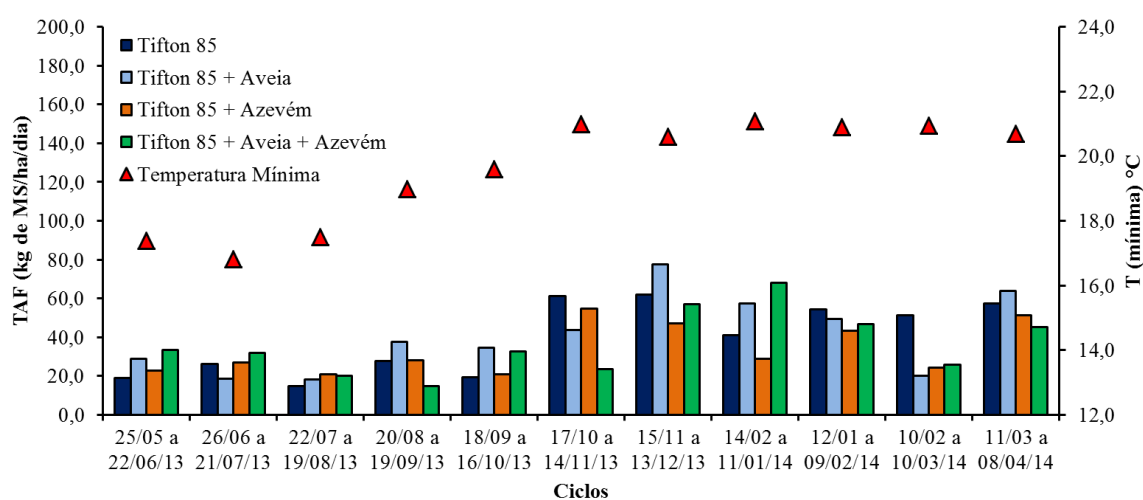


Figura 25 – TAF dos tratamentos com Adubação de 0 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹.

Avaliando a Figura 25, observou-se que houve uma pequena expressão na produção dessas forrageiras nos tratamentos. Certamente, essa representatividade só foi possível, graças à decomposição da matéria orgânica e liberação lenta do N no sistema solo-planta. Guilherme et. al (1995), citam que 1 a 4% do N é mineralizado por ano numa relação de 1% de matéria orgânica no solo suprindo entre 10 a 40 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹. Outro ponto a ser evidenciado é a contribuição das chuvas na entrada de N no sistema. Dubeux Junior, et al. (2006), citam que a precipitação pode ser responsável pela entrada de 1 a 50 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N, com amplitude de variação mais frequente entre 4,0 e 14,0 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de N dependendo da precipitação anual da região.

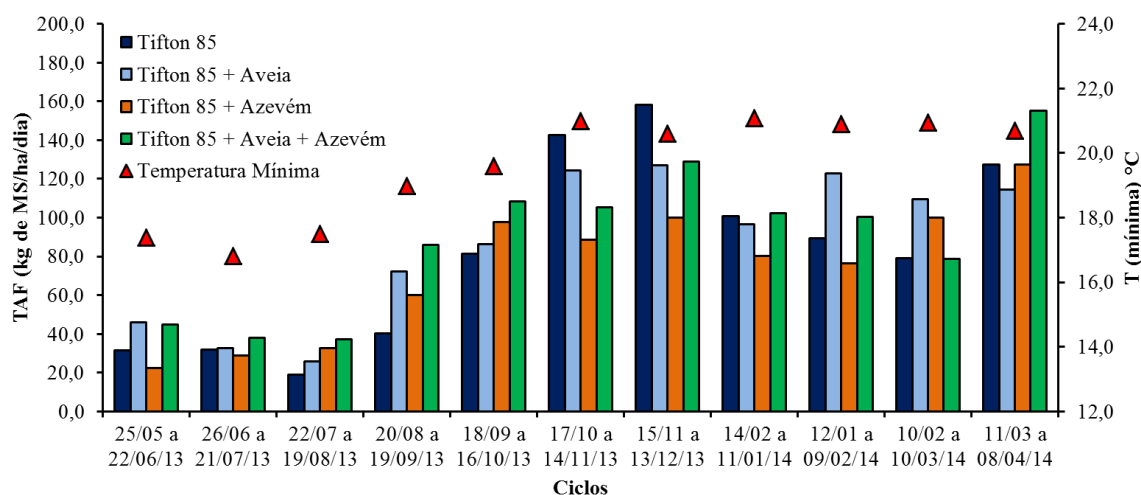


Figura 26 – TAF dos tratamentos com Adubação de 400 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹.

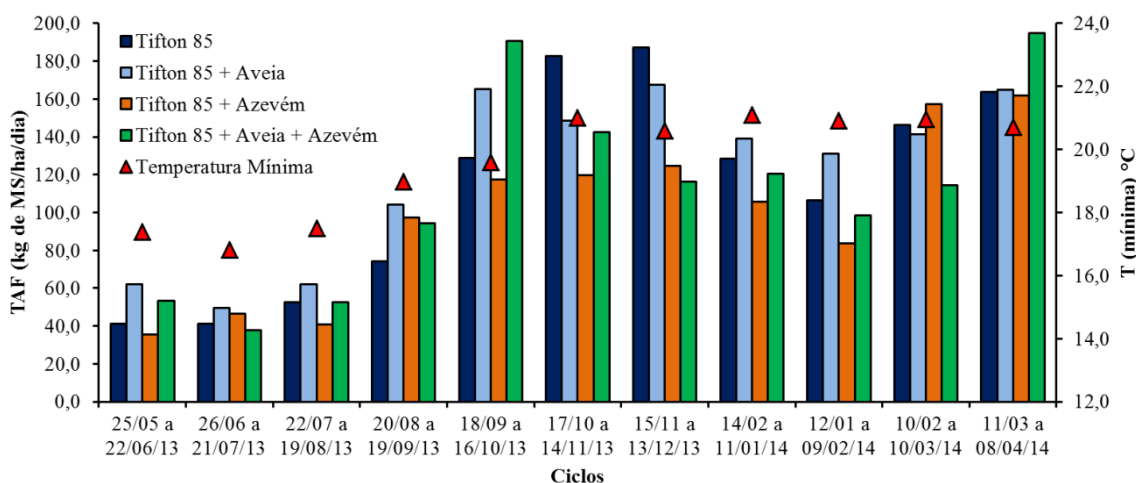


Figura 27 – TAF dos tratamentos com Adubação de 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹.

Após realização da análise estatística verificou-se que não houve diferença significativa da TAF entre os tratamentos avaliados. Apesar da não significância, observou-se que nos níveis de adubação nitrogenada utilizadas (0, 400 e 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹), houve um aumento da TAF da ordem de 51,1, 47,2 e 50,3% respectivamente para o tratamento Tifton 85 + Aveia, o que releva a maior tolerância a baixa temperatura da Aveia em relação ao Tifton 85 após o primeiro ciclo.

Observando os gráficos das Figuras 25, 26 e 27, pode-se perceber que TAF aumentou gradativamente à medida que ocorria a elevação da temperatura mínima média do ciclo. Considerando a TAF no tratamento com 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ nos ciclos que iniciam em 25/05/2013 e 17/10/2013 para o Tifton 85, observou-se que ao elevar-se a temperatura mínima de 17,4 °C para 21 °C tem-se um aumento de produção de 342,13% o que mostra o efeito da temperatura no sistema. Durante o experimento não foram observadas temperaturas médias mínimas inferiores a 15 °C, embora, durante

algumas madrugadas foi possível identificar mínimas de 4,6 °C, principalmente nos ciclos de junho e julho de 2013. Estudos realizados por Rodrigues & Rodrigues (1987), relataram que temperaturas inferiores a 15 °C podem afetar a produção de forragem diminuindo consideravelmente sua oferta ao longo do ano. Aguiar & Drumond (2002) também descrevem que as plantas tropicais limitam sua produção quanto a temperatura do ambiente está menor que 15 °C, valor onde ocorre redução considerável na fotossíntese líquida e, portanto queda de produção.

Apesar do expressivo crescimento das forrageiras testadas, pode-se observar que mesmo com temperatura mais elevadas, a TAF tende a diminuir com o aumento das precipitações (Figura 28). Essa situação pode ser explicada pelo fato de que nas épocas mais chuvosas do ano, ocorre a formação expressiva de nuvens na atmosfera, fazendo com que essas atuem como barreiras físicas para a passagem da luz solar.

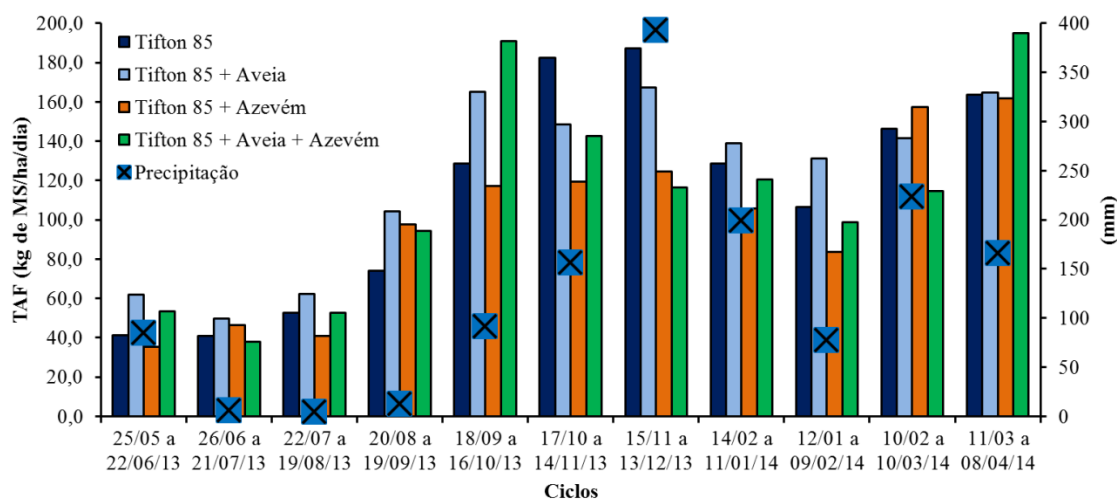


Figura 28 – TAF dos tratamentos com Adubação de 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ considerando a precipitação do período.

Pelo fato da TAF ter sofrido reduções, principalmente após o ciclo que iniciou em 15/11/2013, pode-se inferir que a produção de forragem diminuiu à medida que houve menor radiação solar no período, conforme é observado na Tabela 8. As conclusões sugeridas corroboram com Wilson & Wild (1990), no qual afirmam que a maioria das forrageiras tropicais decresce a produção de forma proporcional a quantidade de sombreamento, desde que água e nutrientes não sejam fatores limitantes. Em outro trabalho, Santos et al. (2014) concluíram que a redução de 1% da radiação fotossintética ativa incidente sobre as plantas promoveu a diminuição de 1,35% na massa seca de forragem, que para seu experimento correspondeu a 42,8 kg de MS.ha⁻¹ no ciclo avaliado.

Como o período de descanso de cada ciclo foi fixado em 28 dias, podemos perceber que com a temperatura elevada as plantas teriam ultrapassado o ponto ideal de pastejo até que a coleta fosse realizada, com isso ocorreu o auto sombreamento dos perfilhos, impedindo que as plantas pudessem expressar seu potencial produtivo. Em um trabalho como o de Brown et al., (1984), verifica-se que medida que a área foliar aumenta ocorre um decréscimo na penetração de luz até o nível do solo durante o crescimento da forrageira, fazendo com que as folhas baixas sejam prejudicadas.

Na Tabela 9 são demonstrados os valores de Capacidade de Suporte médios obtidos no experimento.

Tabela 9 – Capacidade de Suporte (CS) média obtidos no experimento nos tratamentos com Tifton 85 (T), Tifton 85 + Aveia (T+A), Tifton 85 + Azevém (T+Az) e Tifton 85 + Aveia + Azevém (T+A+Az)

Adubação Nitrogenada	T	T + A	T + Az	T + A + Az
	UA.ha ⁻¹			
800 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	9,6 Aa	10,3 Aa	8,4 Aa	9,3 Aa
400 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	6,9 Ab	7,4 Ab	6,3 Ab	7,6 Ab
0 kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹	3,3 Ac	3,4 Ac	2,8 Ac	3,1 Ac

F* = 269,1 CV = 10,06%

Letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P > 0,001).

* Significativo a (P > 0,001) pelo teste F.

Após análise estatística percebeu-se que não houve diferenças entre os tratamentos testados. Vale ressaltar que o tratamento Tifton 85 + Aveia apresentou média de 10,3 UA.ha⁻¹ na dose de 800 kg.ha⁻¹ de N, valor 7,3% maior que o tratamento com Tifton 85, mas que pode não ter expressão devido ao CV>10%. OST et al. (2010) realizaram um trabalho de sobressemeadura de diversas forrageiras temperadas em Augusto Pestana – RS e encontraram valores de CS de 6,1 UA.ha⁻¹ para Tifton 85 + Aveia e 4,3 UA.ha⁻¹ para Tifton 85 + Azevém, utilizando 40 kg.ha⁻¹ de N entre os meses de 26/08/2009 a 29/10/2009. Os valores encontrados pelos pesquisadores estão abaixo dos evidenciados pelo presente trabalho, insinuando que a adubação utilizada por eles e

a época que o experimento foi realizado podem ter influenciado a respostas dos tratamentos.

A capacidade de suporte pode ser calculada com base na quantidade de forragem ofertada por unidade animal. Os gráficos de CS seguem o mesmo princípio da TAF, uma vez que refletem a quantidade de forragem disponível para o consumo dos animais. De acordo com os gráficos das Figuras 29, 30 e 31, pode-se verificar que a CS também aumentou de acordo com a dose de adubação adotada.

Nas Figuras 29, 30 e 31 estão destacados os gráficos de CS obtidos ao longo dos ciclos e em todos os tratamentos considerando os três níveis de adubação testados.

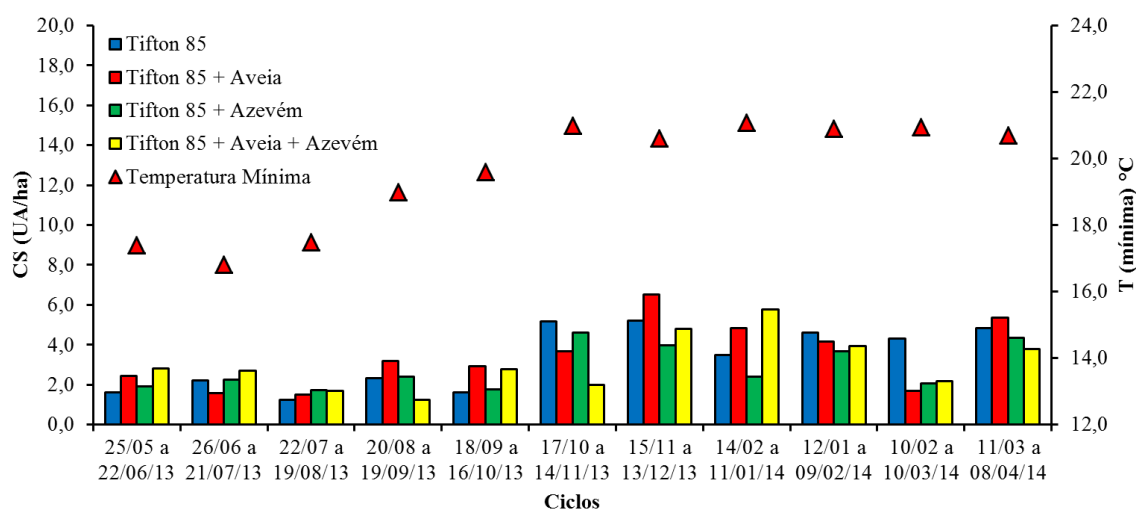


Figura 29 – Capacidade de suporte dos tratamentos com Adubação de 0 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ considerando a precipitação do período.

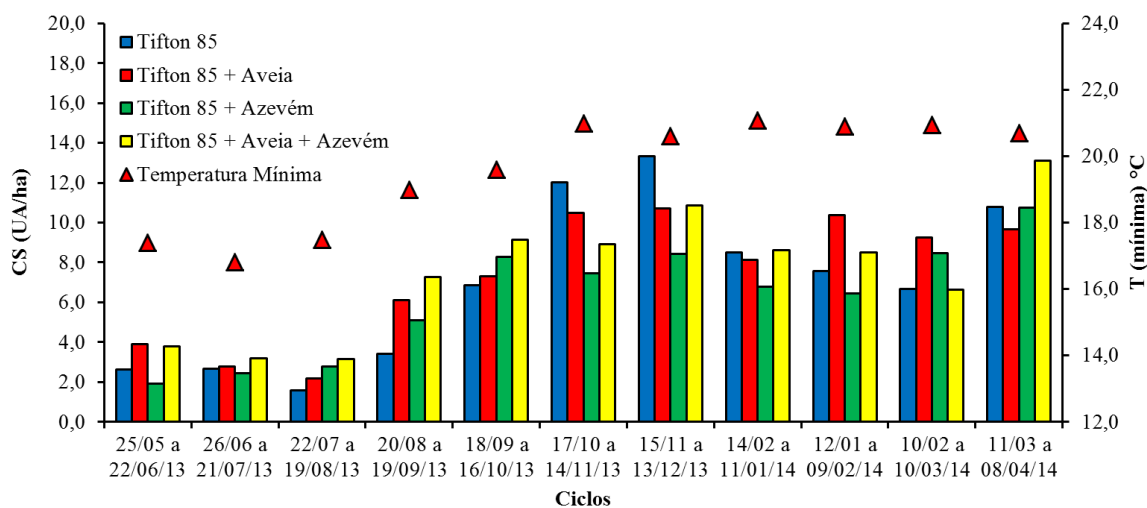


Figura 30 – Capacidade de suporte dos tratamentos com Adubação de 400 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ considerando a precipitação do período.

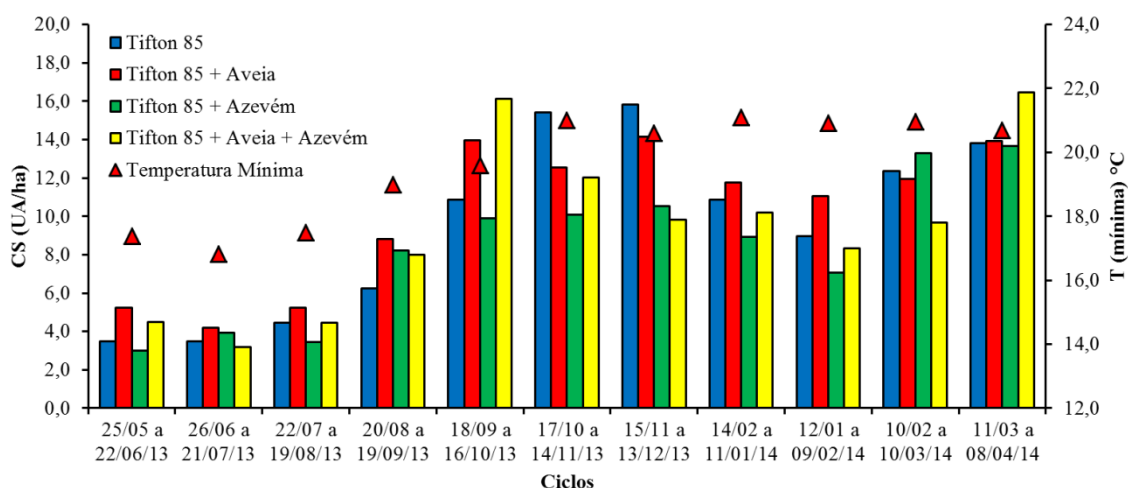


Figura 31 – Capacidade de suporte dos tratamentos com Adubação de 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ considerando a precipitação do período.

Exceto nos ciclos 5, 6, 7, 10 e 11, a CS do tratamento com Tifton 85 + Azevém normalmente apresentou valor menor que os outros tratamentos. Estudos têm mostrado que o Azevém é uma cultura com germinação mais tardia, principalmente por causa do pequeno tamanho de seu material propagativo, com isso a medida que a temperatura média do ciclo ou o tempo depois do semeio aumentou, as sementes foram germinando, criando um ambiente desfavorável a produção do Azevém, tornando sua produção pouco representativa. Gerdes (2005) sugeriu que o crescimento ótimo das plantas temperadas se dá numa faixa de temperatura entre 18 e 23°C, o que pode ter afetado a produção de Azevém levando em consideração que as temperaturas diárias após o início da primavera foram superiores a 25 °C. Pupo (2002) destacou que o crescimento do Azevém é lento, porém muito vigoroso, podendo proporcionar 3 a 4 cortes e permanece mais do que a Aveia.

Outro detalhe que também pode explicar a baixa produção do Tifton 85 + Azevém, seria a competição entre essas duas culturas. Como as sementes de Azevém germinaram mais tardiamente, chegou-se um momento em que a temperatura já favorecia o crescimento do Tifton 85, promovendo maior competição e redução na produção de ambas às espécies, considerando que o Tifton 85 é uma planta de clima tropical. Apesar de ser uma cultura de clima temperado, Bertolote (2009) propôs que o Azevém, diferentemente da aveia, tem sua produção expressiva em temperaturas maiores, mas dentro do limite suportado pela espécie, conforme a temperatura foi aumentando houve o favorecimento da competição dessa cultura com o Tifton 85.

Na Tabela 10 está disposto a comparação das médias dos tratamentos segundo a metodologia de Tukey.

Tabela 10 – Valores médios obtidos para os tratamentos avaliados

Adubação Nitrogenada	TAF (kg de MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	TEF (cm.dia ⁻¹)	DMF (kg de MS.ha ⁻¹ .cm ⁻¹)
0 kg.ha ⁻¹ de N	37,75 c	0,25 c	192,4 a
400 kg.ha ⁻¹ de N	83,38 b	0,55 b	214,9 a
800 kg.ha ⁻¹ de N	110,68 a	0,70 a	243,7 a
F*	268,7	457,8	2,19
CV (%)	10,07	7,40	27,7

Letras distintas minúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,001$).

* Significativo a ($P > 0,001$) pelo teste F.

TAF: Taxa de acúmulo de forragem; TEF: Taxa de expansão da forragem; DMF: Densidade de massa de forragem.

Observou-se que as doses de adubação nitrogenada estabelecidas para o experimento proporcionaram aumento das variáveis TAF e TEF, em relação ao incremento de nitrogênio no sistema. Exceto para a DMF, todos os níveis de adubação proporcionaram diferenciação estatística entre as médias. Resultados semelhantes para TAF foram encontrados por Fagundes et al. (2012), onde avaliaram a resposta do Tifton 85 submetidos a adubação nitrogenada na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios com altitude média de 415 m. Os autores obtiveram resultados de TAF da ordem 75 kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹ e 40 kg de MS.ha⁻¹.dia⁻¹ para adubação de 400 e 0 kg.ha⁻¹ de N respectivamente, valores estes, próximos aos encontrados neste trabalho.

As médias de DMF não apresentaram diferença estatística em relação as doses de adubação, sendo que tal resultado pode ser discutido pelo alto coeficiente de variação (CV) que as médias apresentaram. A densidade da massa de forragem representa a divisão entre a massa total obtida no ciclo em relação a altura do relvado. Como houve grande heterogeneidade na altura do relvado observada em todos tratamentos, pode-se destacar que esses valores influenciaram no cálculo da DMF, atribuindo a ela alta variação de suas médias, reafirmando a elevação do CV, diminuindo assim a sensibilidade do efeito estatístico.

Para a variável TEF vale destacar que conforme a recomendação de Da Silva et al. (2008) onde evidenciam que a altura do relvado no pré-pastejo e pós pastejo para o Tifton 85 seja 25 cm e 10 cm respectivamente. Pode-se inferir que para acumular 15 cm de altura no relvado seriam necessários 60 dias, 27 dias e 21 dias de período de descanso nas adubações de 0, 400 e 800 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. Esses dados

revelam para a prática no campo que a oferta de forragem ao longo do ano pode aumentar exponencialmente com o incremento de fertilizantes químicos, que apresentam relação custo/benefício maior que o uso de alimento concentrado para os animais.

Na Tabela 11 estão descritos a produção total de forragem de todos os tratamentos avaliados.

Tabela 11 – Produção média total de forragem (t de MS.ha⁻¹) ao final do experimento, considerando as três doses de adubação

Adubação Nitrogenada	Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	Tifton 85 + Azevém	Tifton 85 + Aveia + Azevém
0 kg.ha ⁻¹ de N	12,14 Ac	12,57 Ac	10,32 Ac	11,18 Ac
400 kg.ha ⁻¹ de N	25,23 Ab	26,83 Ab	22,81 Ab	27,59 Ab
800 kg.ha ⁻¹ de N	35,07 Aa	37,39 Aa	30,53 Aa	34,07 Aa
	F* = 268,7		CV = 10,07%	

Letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P > 0,001).

* Significativo a (P > 0,001) pelo teste F.

Como pode-se observar, os resultados não apresentaram diferenças estatísticas em relação aos tratamentos adotados ocorrendo diferença somente ao incrementar maiores quantidades de nitrogênio como fonte de adubação. O tratamento que apresentou maior produção foi o Tifton 85 + Aveia na dose de 800 kg.ha⁻¹ de N, tal resultado foi 6,6% maior que o tratamento somente com Tifton 85 na mesma dose de nitrogênio. Esses resultados apresentam grande semelhança com o trabalho de Furlan et al. (2005) que concluíram que a sobressemeadura de espécies de inverno aumentou apenas 10% a produção total de forragem.

O tratamento que apresentou resultado pouco expressivo foi o Tifton 85 + Azevém, produzindo 22,5%, 17,6% e 21,8% menos que o tratamento com Tifton 85 + Aveia com 800, 400 e 0 kg.ha⁻¹ de N respectivamente. O tratamento Tifton 85 + Aveia + Azevém apresentou em geral valores de produção intermediários aos demais tratamentos com Aveia e Azevém.

Se opta-se pela sobressemeadura visando somente a produção anual, talvez essa seja uma técnica pouco interessante sob o caráter produtivo, mas pensar-se no quesito qualidade de forragem o consórcio de plantas temperadas com forrageiras tropicais, pode ser uma importante estratégia alimentar. Ao pesquisarem as culturas de Aveia e

Azevém consorciadas com Tifton 85, Cecato et al., (1998) encontraram elevados teores de proteína bruta da ordem de 17 a 23% e baixos de fibra insolúvel em detergente ácido (27 a 34%) para essas culturas, o que garante a melhor homogeneização do valor nutricional da pastagem ao longo do ano.

O trabalho de Reis et al. (2001), demonstra que a sobressemeadura de Aveia e Azevém em área com forrageiras tropicais, é uma opção interessante para quem deseja aumentar oferta de forragem ao longo do ano, diminuir a estacionalidade de produção e, principalmente, melhorar valor nutritivo da forragem durante a estação fria e seca do ano. Apesar do presente trabalho não ter mensurado a qualidade da forragem o trabalho de Frame et al. (1998) relatou que existem resultados favoráveis à sobressemeadura, principalmente pelo aumento nos teores de proteína bruta (PB), aumento na digestibilidade da forragem e maior rendimento de animais mantidos em pastagens de espécies de verão, sobressemeadas com forrageiras de inverno.

Nas Figuras 32, 33, 34 e 35, estão plotados os gráficos de produção de forragem para os tratamentos avaliados considerando três níveis de adubação. A equação que melhor se ajustou ao modelo foi a logarítma.

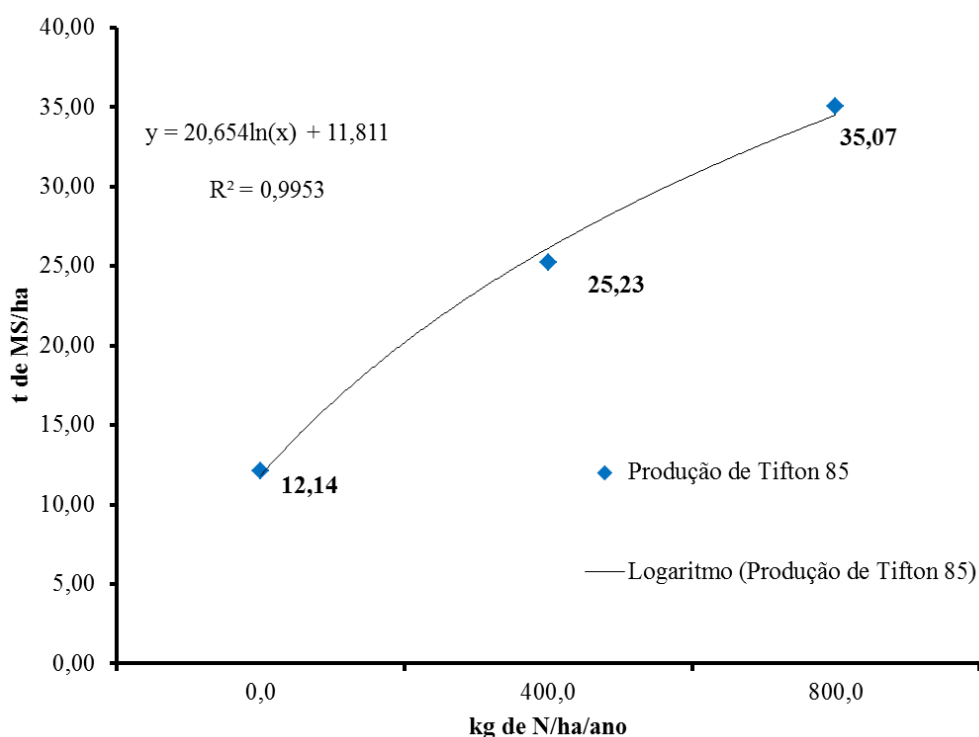


Figura 32 – Produção total de Tifton 85 no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.

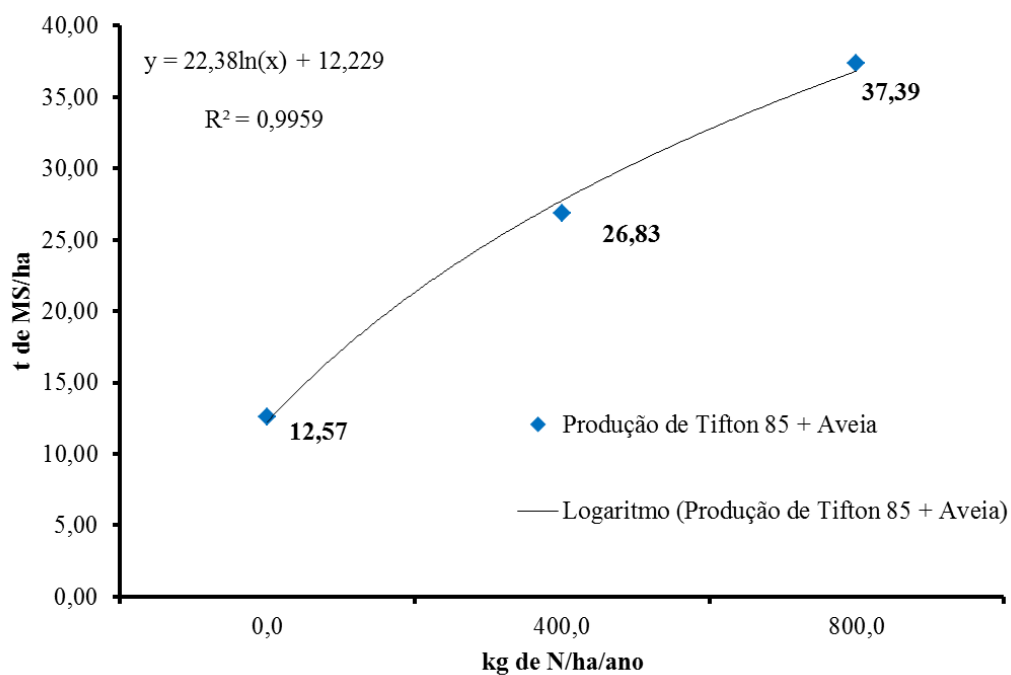


Figura 33 - Produção total de Tifton 85 + Aveia no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.

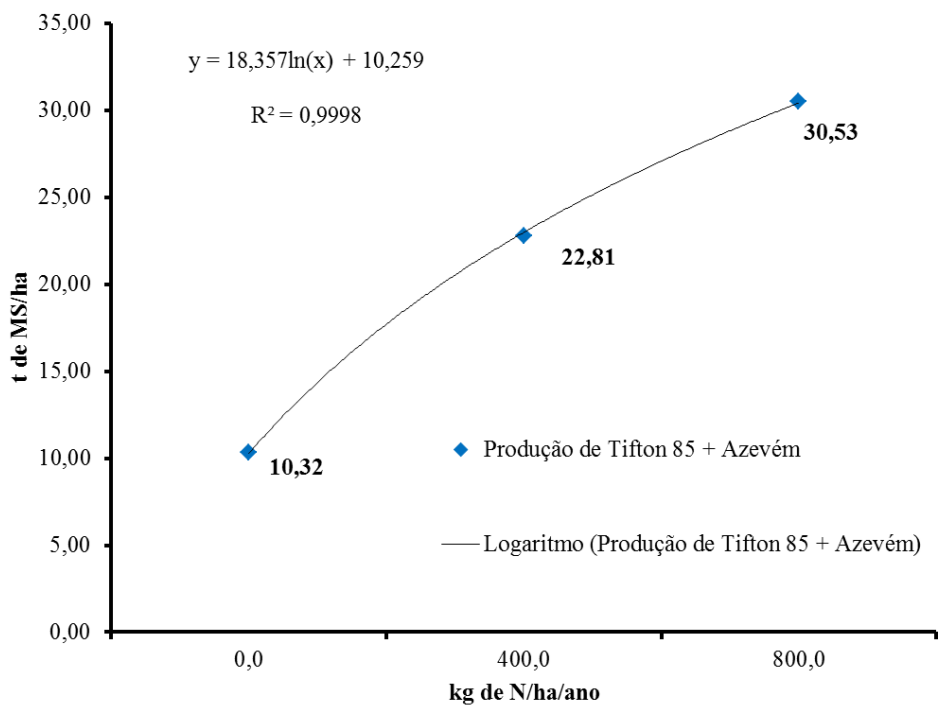


Figura 34 - Produção total de Tifton 85 + Azevém no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.

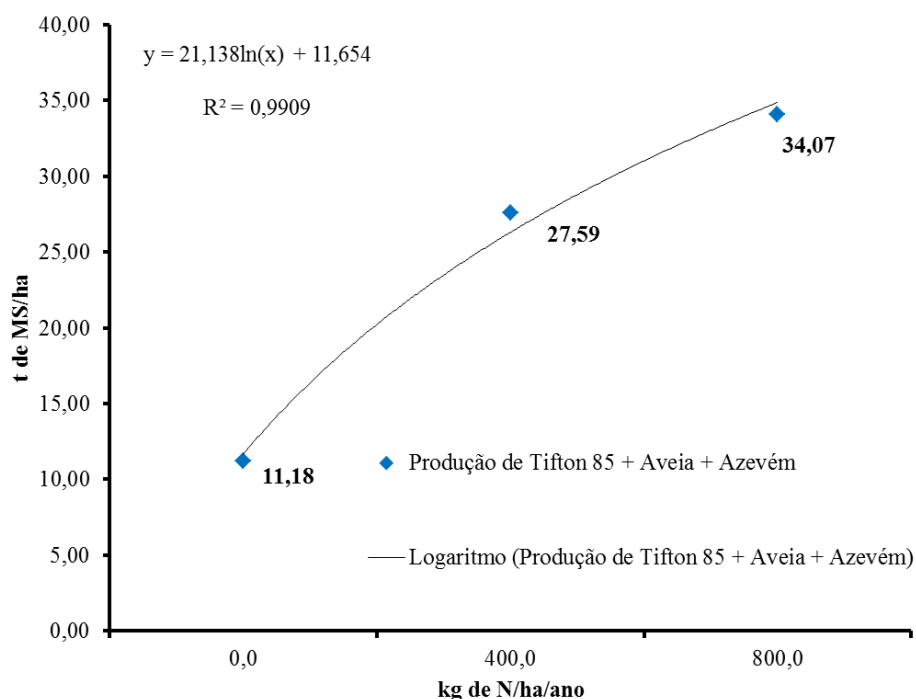


Figura 35 - Produção total de Tifton 85 + Aveia + Azevém no final do experimento considerando as doses de nitrogênio aplicadas.

Os coeficientes R^2 (0,9953; 0,9959; 0,9998; 0,9909) tiveram valores muito próximos de 1, o que garante uma correlação positiva entre a produção anual de forragem e as doses de nitrogênio aplicadas.

Percebe-se que a produção de forragem foi tão maior quanto mais elevado à quantidade de nitrogênio aplicado. Ao avaliar os gráficos verifica-se que o incremento de produção é muito maior no intervalo que vai de 0 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N a 400 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N onde a média de produção de todos os tratamentos foi 34,3, 25,62 e 11,55 para 0, 400 e 800 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N. Considerando essas médias, obteve-se aumentos de 121,8% de 0 a 400 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N e 33,7% de 400 a 800 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N, caracterizando que o efeito da limitação de nebulosidade e temperatura pode afetar muito o crescimento da forragem.

Os resultados do presente trabalho corroboram com Tupy et al. (2006) onde destacaram que a sobressemeadura de aveia e azevém em forrageiras tropicais, além de aumentar a quantidade e qualidade da forragem produzida, é possível aumentar a ocupação do solo e sua proteção por plantas forrageiras, reduzir a perdas de nutrientes, em função da melhor ciclagem, evitar perdas de matéria orgânica do solo em função do maior retorno de resíduos vegetais, e obter menor compactação do solo, por causa da maior atividade radicular por unidade de área ocupada por plantas fisiologicamente ativas.

Considerando a quantidade de N aplicado em cada tratamento e sua resposta em produção temos que para produção de Tifton 85, Tifton 85 + Aveia, Tifton 85 + Azevém e Tifton 85 + Aveia e Azevém na adubação de 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ tivemos 22,8; 21,4; 26,1 e 23,4 kg de N para produção de uma tonelada de MS respectivamente. Quando avaliou-se a produção na adubação de 400 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹, observou-se exigência de 15,9; 14,9; 17,5 e 14,5 kg de N para produção de uma tonelada de MS respectivamente o que mostra o efeito da temperatura na produção. Esses resultados corroboram com os dados apresentados por Aguiar, (2011), em que são necessários 17 kg de N por tonelada de MS produzida partindo de um balanço de massa.

5. CONCLUSÃO

Para as condições avaliadas no presente trabalho, podemos concluir:

- O sistema de irrigação por aspersão semi-automatizada se mostrou eficiente para irrigação da pastagem, com valores de CUC e CUD elevados;
- A sobressemeadura de espécies de inverno aumentou 6,6 % a produção de forragem total no inverno, mas não foi estatisticamente significativa a 5% de probabilidade;
- A adubação nitrogenada proporcionou incrementos de produção médio de 121,8% em relação a testemunha quanto utilizado 400 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ e 33,7% entre 400 e 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹;
- A extração média em kg de N por tonelada de MS produzida foi de 23,4 e 15,7 para os tratamentos com adubação de 400 e 800 kg de N.ha⁻¹.ano⁻¹ respectivamente.

6. BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, A. P. A. **Correção e adubação do solo da pastagem**. Uberaba-MG: A. P. A. AGUIAR, 2011. 244 p

AGUIAR, A. P. A.; DRUMOND, L. C. D. **Pastagens Irrigadas**. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DA PASTAGEM. Uberaba: FAZU, 2002. 86p.

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; CAMARGO, A.; MINMA, J.H.; SCANDIUZZI, R. N.; RESENDE, J.R.; APONTE, J.E.E.; 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.26-28, 2006a.

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; MORAES NETO, A.R.; PAIXÃO, J.B.; RESENDE, J.R.; BORGES, L.F.C.; MELO JUNIOR, L.A.; SILVA, V.F.; APONTE, J.E.E. Composição química e taxa de acúmulo dos capins Mombaça, Tanzânia-1 (“Panicum maximum” Jacq. cv. Mombaça e Tanzânia-1) e Tifton 85 (“Cynodon dactylon” x “Cynodon nlemfuensis” cv. Tifton 68) em pastagens intensivas. **FAZU em Revista**, n.3, p.16-19, 2006b.

ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.98-108, 2009.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 310 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVES, S.J.; MORAES, A.; CANTO, M.W.; SANDINI, I. **Espécies forrageiras recomendadas para produção animal**. Londrina: Fundeppec, 2008.

ANDRADE, A. S.; DRUMOND, L. C. D. Adubação de pastagens irrigadas: princípios e recomendações. **Revista Cerrado Agrociências**, v. 3, p. 21-34, 2012.

BERTOLOTE, L. E. M. **Sobressemeadura de Forrageiras de Clima Temperado em Pastagens Tropicais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Botucatu-SP, 84 p. 2009.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E.; DUNTON, H. L. Leaf-area index and apparent photosynthesis under various microclimates for different pasture species. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 10., Helsinki, 1984. Proceedings... p. 108-113, 1984.

CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. **Pastagens**. In.: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

CECATO, U., RÊGO, F. C. de A., GOMES, J. A. N., CANTO, M. W. do, JOBIM, C. C., CONEGLIAN S., MOREIRA, F. B. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia (*Avena* spp.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.20, n.3, p.347-354, 1998.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkley: University of California, 124p. 1942.

COSTA, C., MEIRELLES, P. R. L., SILVA, J. J., FACTORI, M. A. Alternativas para contornar a estacionalidade de produção de forragens. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, n. 2, p. 193-203, 2008.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B. **Pastagens: Conceito básicos, produção e manejo**. Volume 1, Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda., 115p. 2008.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba, MG: ed. L.C.D. DRUMOND, 2005. 210 p.

DRUMOND, L. C. D.; ZANINI, J. R.; FERNANDES, A. L. T., RODRIGUES, G. P.; Uniformidade de distribuição superficial e subsuperficial de água e de água residuária

de suinocultura com irrigação por aspersão em malha. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.26, n.2, p.415-425, maio/ago. 2006.

DUBEUX JR., J.C.B.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de pastagens: impactos no ambiente e na produtividade. In: C.G.S.

PEDREIRA, J.C. MOURA, S.C. DA SILVA, V.P. FARIA (Eds.). **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba, FEALQ, 2006, p. 439-506.

DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. SILVA, H.M.S. LIRA, C.C. A ciclagem de nutrientes no contexto do manejo das pastagens. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 8., Lavras, 2011. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. 196 p. p. 79-98.

FAGUNDES, J.L., MOREIRA, A.L., FREITAS, A.W.P, ZONTA, A., HENRICHS, R., ROCHA, F.; Produção de forragem de Tifton 85 adubado com nitrogênio e submetido à lotação Contínua. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.306-317 abr./jun., 2012.

FRAME, J., CHARLTON, J. F. L., LAIDLAW, A. S. **Temperate forage legumes**. 1998 pp. Vol.: VII; 327 pp.

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, SP, ESALQ – Departamento de Engenharia Rural, 53p. 1992.

FURLAN, B. N.; SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; GODOY, R.; FERREIRA, D. S.; SOUZA, A. G.; FAIÃO, C. A.; YOSHIMURA, M. L. **Sobressemeadura de cultivares de aveia em pastagens de capim Tifton-85**. Goiânia-GO: A Produção Animal e o Foco no Agronegócio, in: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

GARDNER A.L. Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção. Brasília, **EMBRAPA – CNPGL**, 197 p., 1986.

GERDES, L.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; SANTOS, L. E.; CUNHA, L. A.; BUENO, M. S.; SCHAMMASS, E. A. Características do dossel

forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de capim aruana exclusiva ou sobressemeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 34, n.4, p. 1088 a 1097, 2005.

Google Earth. Imagens de Rio Paranaíba 2014, Minas Gerais, MG. Disponível em: <<http://www.googleearth.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1995. 171p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. Acesso em 21 agosto, 2013.

JORDAN COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES & TECHNOLOGY SPACE **Center For Irrigation Technology**. Versão paga. Software Pro Sprinkler Profile And Coverage Evaluation. Disponível em: <<http://www.fresnostate.edu/jcast/cit/software/>> Acesso em 20/10/2014.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Irrigation System Evacuation**. A Guide for Management. Logan: Utah State University. 271p. 1978.

NaanDanJain. Aspersor 5035 SD: Especificações técnicas. <<http://www.naandanjain.com.br/index.php/pt/produtos/aspersores/aspersores-sobrecopa/item/29-5035>>. Acesso em 25 de outubro de 2013.

NETO, B. G; FERREIRA, J. J.; FERREIRA, M. B. D.; FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; RESENDE, M. Características agronômicas e viabilidade do Tifton 85 (*Cynodon spp.*) irrigado num sistema de produção de leite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, p. 235-242, 2007.

OLIVEIRA, P.P.A.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C. de; RIBEIRO, W.M.; SILVA, E.T.M. da. **Recomendação da sobressemeadura de aveia forrageira em**

pastagens tropicais e subtropicais irrigadas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. (Comunicado Técnico, 61).

OST, H. J., DA SILVA, G. M., MAIXNER, A. R., BERTO, J. L., MONTARDO, D. P., SARTORI, C. O.; Sobressemeadura de forrageiras de inverno em pastagem de Tifton 85; **I Congresso Sul Brasileiro de Produção Animal Sustentável (I ANISUS)**; Chapecó, SC – 12 a 14 de maio de 2010.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização.** Campinas-SP: Instituto Campineiro de Estudo Agrícola, p. 172 a 180, 2002.

REIS, R.A.; SOLLENBERGER, L.E.; URBANO, D. Impacto f overseeding coolseason annual forages on spring regrowth of Tifton 85 bermudagrass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...**São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, . p.295-297, 2001.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: POTAFOS, 1987. 227p.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de. (Ed.). **Pastagens: Fundamentos da exploração racional.** 2. ed. Piracicaba: FEALQ. p.533-565. 1994.

SANTOS, D.C., GUIMARÃES JÚNIOR, R., VILELA, L., FERNANDES, F.D., FRANÇA, A.F.S., GOETZ, B.P., OVIDIO, S.L.S., LEMOS, R.L.; Radiação solar e sua influência na massa seca de forragem do capim Piatã em sistema silvipastoril. **XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA** - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória ES, 12 a 14 de maio de 2014.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 235 p.

TONATO, F.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; DANTAS, O. D.; MALAQUIAS, J. V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem

em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária brasileira**. Brasília, v.45, n.5, p.522-529, 2010.

TUPY, O. et al. Avaliação dos impactos econômicos sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudoeste. 8. **Sobressemeadura de aveia forrageira em pastagens tropicais irrigadas no período seco**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 36 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 61).

WILSON, J. R., WILD, D.W.M. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: SHELTON, H. M., STUR, W.W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Bali: ACIAR, 1990. p.77-82.

7. APÊNDICES

Tabela 12 – Taxa de acúmulo de forragem média de cada tratamento avaliado durante o experimento

Ciclos	Doses Nitrogênio (kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Tratamentos			
		Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	Tifton 85 + Azevém	Tifton 85 + Aveia + Azevém
Ciclo 1	0	19,0	28,8	22,7	33,3
	400	31,3	46,1	22,5	44,8
	800	41,3	62,1	35,5	53,4
Ciclo 2	0	26,2	18,7	26,9	31,8
	400	31,7	32,7	28,7	37,9
	800	41,1	49,6	46,5	37,9
Ciclo 3	0	14,7	18,0	20,7	20,3
	400	18,9	25,8	32,8	37,3
	800	52,7	62,2	40,9	52,7
Ciclo 4	0	27,6	37,7	28,3	14,8
	400	40,3	72,4	60,2	85,9
	800	74,0	104,2	97,5	94,5
Ciclo 5	0	19,1	34,5	20,8	32,7
	400	81,2	86,5	97,8	108,4
	800	128,7	165,1	117,3	190,8
Ciclo 6	0	61,1	43,5	54,5	23,7
	400	142,6	124,4	88,5	105,5
	800	182,6	148,4	119,5	142,5
Ciclo 7	0	61,8	77,4	47,1	56,9
	400	158,1	126,9	100,0	128,8
	800	187,2	167,4	124,5	116,4
Ciclo 8	0	41,2	57,2	28,7	68,2
	400	100,8	96,5	80,2	102,2
	800	128,6	139,1	105,8	120,6
Ciclo 9	0	54,5	49,4	43,3	46,9
	400	89,5	123,0	76,4	100,5
	800	106,4	131,1	83,8	98,7
Ciclo 10	0	51,2	19,9	24,3	25,8
	400	79,0	109,5	100,1	78,8
	800	146,3	141,4	157,4	114,5
Ciclo 11	0	57,2	63,7	51,3	45,0
	400	127,6	114,6	127,4	155,2
	800	163,7	164,8	161,8	194,8

Tabela 13 – Capacidade de Suporte média de cada tratamento avaliado durante o experimento

Ciclos	Doses Nitrogênio (kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Tratamentos			
		Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	Tifton 85 + Azevém	Tifton 85 + Aveia + Azevém
Ciclo 1	0	1,6	2,4	1,9	2,8
	400	2,6	3,9	1,9	3,8
	800	3,5	5,2	3,0	4,5
Ciclo 2	0	2,2	1,6	2,3	2,7
	400	2,7	2,8	2,4	3,2
	800	3,5	4,2	3,9	3,2
Ciclo 3	0	1,2	1,5	1,7	1,7
	400	1,6	2,2	2,8	3,2
	800	4,4	5,3	3,5	4,4
Ciclo 4	0	2,3	3,2	2,4	1,2
	400	3,4	6,1	5,1	7,3
	800	6,3	8,8	8,2	8,0
Ciclo 5	0	1,6	2,9	1,8	2,8
	400	6,9	7,3	8,3	9,2
	800	10,9	13,9	9,9	16,1
Ciclo 6	0	5,2	3,7	4,6	2,0
	400	12,0	10,5	7,5	8,9
	800	15,4	12,5	10,1	12,0
Ciclo 7	0	5,2	6,5	4,0	4,8
	400	13,4	10,7	8,4	10,9
	800	15,8	14,1	10,5	9,8
Ciclo 8	0	3,5	4,8	2,4	5,8
	400	8,5	8,1	6,8	8,6
	800	10,9	11,7	8,9	10,2
Ciclo 9	0	4,6	4,2	3,7	4,0
	400	7,6	10,4	6,5	8,5
	800	9,0	11,1	7,1	8,3
Ciclo 10	0	4,3	1,7	2,1	2,2
	400	6,7	9,2	8,5	6,7
	800	12,4	11,9	13,3	9,7
Ciclo 11	0	4,8	5,4	4,3	3,8
	400	10,8	9,7	10,8	13,1
	800	13,8	13,9	13,7	16,5

Tabela 14 – Taxa de expansão média de cada tratamento avaliado durante o experimento

Ciclo	Doses Nitrogênio (kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Tratamentos			
		Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	Tifton 85 + Azevém	Tifton 85 + Aveia + Azevém
Ciclo 1	0	0,1	0,1	0,1	0,2
	400	0,2	0,2	0,1	0,2
	800	0,2	0,3	0,2	0,3
Ciclo 2	0	0,1	0,2	0,1	0,2
	400	0,2	0,2	0,1	0,4
	800	0,3	0,4	0,2	0,4
Ciclo 3	0	0,0	0,2	0,0	0,2
	400	0,0	0,2	0,1	0,5
	800	0,0	0,5	0,2	0,6
Ciclo 4	0	0,0	0,3	0,1	0,3
	400	0,1	0,6	0,2	0,6
	800	0,3	0,6	0,4	0,8
Ciclo 5	0	0,2	0,6	0,2	0,3
	400	0,5	0,7	0,7	1,0
	800	0,7	1,1	0,9	1,0
Ciclo 6	0	0,2	0,1	0,3	0,2
	400	0,4	0,3	0,5	0,4
	800	0,7	0,4	0,8	0,6
Ciclo 7	0	0,3	0,2	0,2	0,4
	400	0,7	0,7	0,7	0,7
	800	1,0	0,9	0,7	0,8
Ciclo 8	0	0,4	0,4	0,3	0,4
	400	0,8	0,8	0,7	0,8
	800	1,0	1,0	0,9	1,0
Ciclo 9	0	0,4	0,3	0,3	0,4
	400	0,6	0,7	0,5	0,6
	800	0,7	0,7	0,6	0,7
Ciclo 10	0	0,3	0,2	0,3	0,3
	400	0,8	0,7	0,8	0,7
	800	1,1	1,0	1,1	0,8
Ciclo 11	0	0,5	0,4	0,3	0,3
	400	0,9	1,0	1,0	1,2
	800	1,2	1,2	1,2	1,3

Tabela 15 – Densidade de massa de forragem (DMF) média de cada tratamento avaliado durante o experimento

Ciclo	Doses Nitrogênio (kg de N.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Tratamentos			
		Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	Tifton 85 + Azevém	Tifton 85 + Aveia + Azevém
Ciclo 1	0	250,2	231,0	326,6	162,2
	400	197,4	193,0	179,9	191,3
	800	206,3	194,8	255,2	174,7
Ciclo 2	0	832,6	182,3	1063,0	162,2
	400	204,3	168,7	545,6	191,3
	800	170,0	143,6	203,4	174,7
Ciclo 3	0	0,0	194,8	0,0	203,4
	400	284,2	379,5	272,9	70,4
	800	619,7	169,0	231,3	91,6
Ciclo 4	0	0,0	56,5	318,6	106,8
	400	300,0	314,9	294,6	159,1
	800	335,3	225,2	291,0	122,4
Ciclo 5	0	93,6	59,9	97,6	113,4
	400	156,1	134,8	140,2	118,4
	800	192,8	161,2	133,9	202,2
Ciclo 6	0	233,7	186,8	243,4	99,5
	400	356,8	476,9	174,3	283,6
	800	271,6	355,1	152,7	237,2
Ciclo 7	0	205,4	318,1	187,4	163,5
	400	235,3	191,2	141,5	184,7
	800	183,0	187,3	172,4	150,6
Ciclo 8	0	109,0	128,3	107,7	161,3
	400	129,8	125,8	121,9	128,6
	800	130,9	137,3	111,7	124,5
Ciclo 9	0	138,1	151,3	135,8	133,9
	400	149,9	191,2	140,4	168,1
	800	146,1	182,1	135,3	150,0
Ciclo 10	0	154,3	87,4	68,1	107,4
	400	101,1	144,7	126,0	112,7
	800	132,9	137,6	141,3	135,8
Ciclo 11	0	151,0	179,2	184,6	185,8
	400	135,8	110,1	127,1	134,0
	800	134,1	133,9	131,0	148,0

Tabela 16 – Temperaturas observadas nos ciclos avaliados

Ciclos	Temperatura média máxima (°C)	Temperatura média mínima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Ciclo 1	18,6	17,4	8,8
Ciclo 2	18,3	16,8	4,6
Ciclo 3	19,2	17,5	5,3
Ciclo 4	20,6	19,0	5,5
Ciclo 5	20,8	19,6	12,1
Ciclo 6	22,2	21,0	14,6
Ciclo 7	21,6	20,6	16,2
Ciclo 8	22,3	21,1	14,7
Ciclo 9	22,3	20,9	12,8
Ciclo 10	22,2	21,0	14,6
Ciclo 11	21,8	20,7	15,4