



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Campus Regional Montes Claros

ICA
INSTITUTO DE
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

EFEITOS DA PRÉ-SECAGEM E ADIÇÃO DE GLICOSE
SOBRE O VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE *Tithonia diversifolia*

DOUGLAS HENRIQUE SILVA CORRÊA

Montes Claros - MG

2017

Douglas Henrique Silva Corrêa

**EFEITOS DA PRÉ-SECAGEM E ADIÇÃO DE GLICOSE SOBRE O VALOR
NUTRITIVO DA SILAGEM DE *Tithonia diversifolia***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Leonardo David Tuffi Santos

Montes Claros - MG
Instituto de Ciências Agrárias - UFMG

2017

Douglas Henrique Silva Corrêa. **EFEITOS DA PRÉ-SECAGEM E ADIÇÃO DE GLICOSE SOBRE O VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE *Tithonia diversifolia***

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Prof. Thiago Gomes dos Santos Braz
(ICA/UFMG)

Luan Mateus Silva Donato
Doutorando em Produção Vegetal (ICA/UFMG)

Prof. Leonardo David Tuffi Santos
Orientador (ICA/UFMG)

Montes Claros, 28 de Novembro de 2017.

Dedico aos meus pais, símbolos de sabedoria e humildade, à minha família e amigos, fontes de apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus por abençoar meu caminho. A ti Jesus, toda honra e toda glória!

Aos meus pais Advaldo e Maria Inês, pelo apoio diário, por sempre acreditarem em mim.

A minha irmã Maria Cecília pelo incentivo.

À Universidade Federal de Minas Gérias e ao Instituto de Ciências Agrárias, cujas instalações possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa e minha formação.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento de parte da pesquisa.

Ao Professor Leonardo David Tuffi Santos, pela orientação e conselhos concedidos.

Aos amigos Vitor Machado, Luan Donato e Mateus Neto, os quais foram indispensáveis para realização dessa pesquisa.

A todo Grupo de pesquisa - Plantas Daninhas: biologia, manejo integrado e tecnologia de aplicação de herbicidas do ICA/UFMG, pelas amizades e auxílio na condução do experimento.

*Deus, mais uma vez segure em minha mão
Minha alma aflita pede tua atenção
Cheguei no nível mais difícil até aqui
Me ajude a concluir!
Quando penso que estou forte, fraco eu estou
Mas quando reconheço que sem ti eu nada sou
Alcanço os lugares impossíveis, me torno um
vencedor”.*

Anderson Freire

RESUMO

A *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray é caracterizada por ser forrageira de boa qualidade, sobretudo pelas suas características bromatológicas e agronômicas, como alto teor de proteína bruta e alta produção de biomassa por área. A forma de utilização mais recomendada é o fornecimento no cocho, devido ao seu crescimento arbustivo. Nesse contexto, a conservação dessa forrageira na forma de silagem, pode reduzir os gastos com mão de obra além de possibilitar a colheita no momento mais adequado. Objetivou-se avaliar o efeito da pré-secagem e adição de glicose sobre o valor nutritivo e características fermentativas em silagens de plantas de *T. diversifolia*. O experimento foi implantado a campo em arranjo fatorial 2 x 2, sendo os fatores a *T. diversifolia in natura* ou pré-seca, com e sem a adição de glicose, sendo quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Para a avaliação do perfil de fermentação das silagens, na abertura dos mini silos de PVC aos 56 dias após ensilagem, retiraram-se amostras para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), além das avaliações de perdas por efluentes, perdas por gases e pH da silagem. A pré-secagem proporcionou incremento de 8,56 unidades percentuais da MS e 1,04 unidades percentuais dos teores de PB, enquanto reduziu cerca de 5 kg/t de MV para perda por efluentes e de até 0,6% da MS para perda por gases quando comparadas as silagens *in natura* de *T. diversifolia*. A adição de glicose aumentou em 0,96 unidades percentuais de MS, reduziu 4,1 e 3,34 unidades percentuais de FDN e FDA respectivamente, além de promover os menores valores de pH, de 3,95 e 4,41 para silagens *in natura* e pré-seca respectivamente. A pré-secagem de silagem de *T. diversifolia* é eficiente no incremento da MS e diminuição das perdas por efluentes e por gases. A adição de glicose é eficaz na redução do pH dessas silagens.

Palavras-chave: Girassol mexicano. Composição bromatológica. Características fermentativas. Pré-emurchecimento. Carboidrato solúvel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área experimental de cultivo de <i>T. diversifolia</i>	20
Figura 2 - Perdas por efluentes (kg/t de MV) da silagem de <i>T. diversifolia</i> aos 56 após ensilagem.....	25
Figura 3 - Perdas por gases (% da MS) da silagem de <i>T. diversifolia</i> aos 56 após ensilagem.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios de porcentagens de matéria seca total (%MS), teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) estimadas da silagem de *T. diversifolia in natura* e pré-seca aos 56 dias após ensilagem..... 22

Tabela 2 - Valores médios de porcentagens de matéria seca total (%MS), teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) estimadas da silagem de *T. diversifolia* com ou sem adição de glicose..... 23

Tabela 3 - Valor de pH após 56 dias de ensilagem..... 24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CF - capacidade fermentativa

CHOs -carboidratos solúveis

CO₂- dióxido de carbono

CT - capacidade tampão

CTC - capacidade de troca catiônica

FDA - fibra em detergente ácido

FDN - fibra em detergente neutro

g/g- relação grama por grama

Kg/t MV - relação kilo por tonelada de matéria verde

L/t -relação litro por tonelada

mm/ano - relação da quantidade de chuvas em milímetros ao ano

MN - matéria natural

MS - matéria seca

MS/hora - matéria seca por hora

NNP - nitrogênio não protéico

PB - proteína bruta

pH - potencial Hidrogênionico

t ha⁻¹- relação tonelada por hectare

TMP - tamanho médio de partícula

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.). A. Gray: potencial como cultura forrageira.....	13
2.2 Silagem.....	14
2.2.1 Pré-secagem.....	15
2.2.2 Aditivos.....	16
2.2.3 Valores de pH das silagens.....	17
2.2.4 Perdas inerentes ao processo de ensilagem: efluentes, gases e perda de matéria seca.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO.....	28

1. INTRODUÇÃO

A conservação de forrageiras na forma de silagem tem sido amplamente realizadas como alternativas para atender à deficiência de alimento no período seco. Essa ação é favorecida pelo uso de plantas produtivas e de bom valor nutritivo como a *Tithonia diversifolia*. Estudos realizados em países de clima tropical destacam o potencial de utilização dessa espécie sob pastejo (LAZO *et al.*, 2015), sob corte na inclusão em dietas de caprinos (TENDONKENG *et al.*, 2014), ovinos (RAMÍREZ-RIVERA *et al.*, 2010), aves (TOGUN *et al.*, 2006) e vacas leiteiras (MAHECHA *et al.*, 2007).

A *T. diversifolia* deve ser colhida para corte aos 55 dias de rebrotação, momento em que a planta apresenta melhor produção de proteína bruta e alta produção de biomassa por área (SOUZA, 2017). Contudo, devido ao seu baixo potencial de ensilabilidade, determinado pelo baixo teor de matéria seca (MS), baixo teor de carboidratos solúveis (CHOs), elevada capacidade tampão (CT) e baixa capacidade fermentativa (CF), há limitações à sua conservação na forma de silagem. Nesse contexto, a realização da pré-secagem e o uso de aditivos podem ser propostos como alternativas para favorecer o processo fermentativo dessa cultura.

A redução no teor de umidade através pré-secagem evidencia reduções na população microbiana, especialmente de clostrídios. Em silagens de materiais pré-secos, a baixa atividade microbiana torna-se evidente pela baixa concentração de ácidos orgânicos e conseqüente pH mais elevado. (JOBIM *et al.*, 2007).

A adição de glicose na silagem contribui com a elevação do teor de carboidratos totais (CHT) e beneficia o processo fermentativo. Outros aspectos benéficos da sua adição também são evidenciados, como diminuição da proteólise inicial, aumento da taxa de declínio de pH, redução do pH final, aumento da produção de ácido lático e diminuição do nitrogênio não protéico (NNP) solúvel, o que assegura melhor qualidade fermentativa (KUNG Jr., 2009).

Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar a composição bromatológica e as alterações no perfil fermentativo de silagens de *T. diversifolia* submetidas à pré-secagem, tratadas ou não com glicose.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Tithonia diversifolia* (Hemsl.). A. Gray: potencial como cultura forrageira

T. diversifolia (Hemsl.). A. Gray é uma angiosperma pertencente à família Asteraceae, originária do México e bastante difundida nos trópicos úmidos da América Central e do Sul, Ásia e África, do nível do mar até 2400 m de altitude, em locais com pluviosidade entre 800 e 5000 mm/ano (JAMA *et al.*, 2000). Essa planta é popularmente conhecida no Brasil como margaridão, mão-de-Deus ou girassol mexicano.

Essa espécie possui grande volume de raiz, crescimento semi-herbáceo e pode atingir de dois a cinco metros de altura em crescimento livre. Propaga-se por meio de sementes, entretanto sua propagação por meio de estaquia é mais usual, neste caso, recomenda-se utilizar estacas de 20 a 30 cm de comprimento retirado do terço médio dos caules verdes (OWOYELE *et al.*, 2004).

O girassol mexicano possui capacidade para recuperar nutrientes no solo, tolera as condições de acidez e baixa fertilidade no ambiente, apresenta produção de biomassa entre 30 e 70 t ha⁻¹ de forragem verde (ZAPATA; SILVA, 2014), acúmulo de proteína bruta em suas folhas de até 30% (IBRAHIM *et al.*, 2005), além de alta capacidade de rebrota. Essas qualidades permitem considerar a espécie como planta forrageira de alto potencial para a produção animal (NIEVES *et al.*, 2011).

Além de ser uma forrageira de alto potencial para produção animal, Crespo *et al.* (2011) descrevem sua utilização como adubo verde e cultivo consorciado. Murgueitio e Ibrahim (2004) mencionam ainda seu uso como planta medicinal e planta que previne processos erosivos, além de seu emprego como cerca viva e flora para apicultura. Nieves *et al.* (2011) relatam principalmente sua utilização como pastejo e corte da forragem para alimentação de ruminantes. Sendo que, a composição nutricional da *T. diversifolia* pode apresentar variações em função das condições de cultivo (GALLEGO *et al.*, 2014) e das condições climáticas.

Ao avaliar a utilização da *T. diversifolia* em condições irrigadas no Brasil, Souza (2017) relata que essa forrageira obteve seu melhor rendimento aos 55 dias de rebrotação, conferindo 11,4% de proteína bruta (PB) com produtividade média de 18,6 t ha⁻¹ MS. Também em condições brasileiras, Calsavara *et al.* (2015a), ao trabalhar com girassol mexicano, observaram valores de PB, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da fração folha de 22,5%, 41,0% e 26,1% no estágio de pré-floração, respectivamente.

Em condições climáticas cubanas, Lezcano *et al.* (2012a) encontraram valores de PB que variaram entre 11,0 e 29,8%, observando o estado fenológico da planta de 30 e 60 dias, onde aos 30 dias os resultados foram maiores. Já Mahecha e Rosales (2005) relataram que o teor de proteína bruta da *T. diversifolia* foi de 24,5%, em condições climáticas colombianas. Esses estudos demonstram que essa planta torna-se uma promissora fonte de alimento para animais, principalmente, em regiões onde as condições adversas dificultam o cultivo de espécies mais exigentes em fertilidade do solo. Ruiz *et al.* (2014) ao avaliar a produção *T. diversifolia* irrigada observaram valores médios de 9,30 t ha⁻¹ MS em período de 80 dias de crescimento.

Ao avaliar o fornecimento da *T. diversifolia* fresca no cocho, Villalba e Provenza (2005) recomendam também fornecê-la em forma de ração, pré-seca e moída com outros grãos. Para sistemas silvipastoris, Alonso *et al.* (2013) orientam que o pastejo dessa forrageira ocorra quando a planta atingir entre 1,0 e 1,5 m de altura, sendo que, em maiores alturas pode dificultar o manejo da cultura e a entrada dos animais. Contudo, pesquisas sobre seu fornecimento para os animais na forma de silagem ainda são escassas.

2.2 Silagem

A forma de utilização mais recomendada para a *T. diversifolia* é o seu fornecimento no cocho, devido ao seu crescimento arbustivo (LAZO *et al.*, 2015). Entretanto, a conservação dessa forrageira na forma de silagem, pode reduzir os gastos com mão de obra no corte, picagem e transporte diário para sua disponibilização aos animais, além de possibilitar a colheita no momento mais adequado e ser utilizada como suplemento nos períodos de baixo crescimento das pastagens (estacionalidade de produção das forrageiras). Nesse sentido, visando oferecer alternativas as culturas anuais convencionais (milho e sorgo) e utilizar-se de alimentos de menor custo para ruminantes (ÁVILA *et al.*, 2003), a *T. diversifolia* torna-se uma opção interessante de forrageira conservada.

Segundo Mc Donald (1991) o processo de ensilagem de forrageiras não melhora a composição química do alimento, mas visa mantê-la estável por mais tempo. Essa técnica é baseada na fermentação láctica da matéria vegetal durante a qual são produzidos ácido láctico e outros ácidos orgânicos, o que causa a diminuição do pH até valores inferiores a 5 e a criação de anaerobiose. A acidificação e anaerobiose cessam o processo de degradação da matéria orgânica, que assim fica conservada, retendo as qualidades nutritivas do material original.

O processo de fermentação pode ser dividido em três partes distintas: A fase I (fase aeróbica) caracterizada pela presença de oxigênio ao material que será ensilado. A fase II (fase anaeróbica), que ocorre após a retirada de oxigênio presente na massa ensilada e por último a fase III, que se caracteriza pela estabilização do material ensilado (VIEIRA, 1974).

Costa *et al.* (2001) ressaltam que a qualidade da silagem produzida depende de propriedades intrínsecas do próprio alimento, do momento da colheita, tamanho de partícula, das condições ambientais proporcionadas no interior do silo, além do rápido enchimento, compactação e vedação do silo, a fim de evitar a infiltração de ar e/ou de água, entre outros.

Corrêa *et al.* (2002) mencionam que uma espécie forrageira para ensilagem é dependente do teor de umidade, teor de carboidratos solúveis e poder tampão no momento do corte. Sendo que, esses parâmetros influem de maneira decisiva na natureza da fermentação e na conservação da massa ensilada.

Segundo Jobim *et al.* (2007), as principais características necessárias para o processo de produção de silagem são, teor de MS em torno de 28 a 40%, baixo poder tampão, que permite a queda de pH para valores menores que 4,2 e teor de carboidratos solúveis entre 8 a 15% da matéria natural.

Se a concentração de carboidratos solúveis é adequada, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, as quais produzem ácido lático, devido sua acidez torna-se eficiente em reduzir e estabilizar os valores de pH rapidamente proporcionando melhor conservação do material ensilado (SANTOS *et al.*, 2008).

Jobim *et al.* (2008) destacaram que a excessiva umidade de forragens tropicais, caracterizada por teor de MS inferior a 40% no momento da ensilagem reduz os efeitos preservativos das fermentações ácidas primárias e proporcionam maior período com atividade de bactérias do gênero *Clostridium* em pH superiores a 4,2.

2.2.1 Pré-secagem

Forrageiras tropicais, como a *T. diversifolia* apresentam quando cortadas altos teores de umidades, variando entre 75 a 95% (EVANGELISTA *et al.*, 2011). A perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora (NARCISO SOBRINHO, 1998). Nesse contexto, faz-se interessante o uso da pré-secagem dessas forrageiras ao serem conservadas com o objetivo de atingir teores próximos a 30% de matéria seca e conseqüentemente evitar fermentações indesejáveis, favorecendo fermentações lácticas (Mc DONALD *et al.*, 1991).

Silagens confeccionadas com forragens contendo baixo teor de MS favorecem perdas por efluentes e propiciam o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis por fermentações secundárias indesejáveis. O desenvolvimento de tais bactérias é favorecido quando a atividade de água é aumentada, devido ao excesso de umidade na forragem (Mc DONALD *et al.*, 1991).

Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar, a perda de umidade é intensa nas plantas que ainda respiram. Uma vez que, o caule e as folhas são separados das raízes, a umidade perdida não é repostada e, então, começa o murchamento. Esse processo promove remoção parcial de umidade da planta para reduzir a incidência de fermentações secundárias e diminuir ou eliminar a formação de efluente. Sendo que, o tempo de secagem do material a campo é totalmente dependente das condições climáticas locais, principalmente da intensidade da radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura (MONTEIRO, 1999).

Durante o processo de pré-secagem, a progressiva perda de água e o sombreamento promovem o fechamento dos estômatos. Após o fechamento dos estômatos, 70 a 80% da água deverão ser perdidos através da cutícula, cuja função é prevenir a perda de compostos da planta por lixiviação, bem como proteger contra a abrasão e os efeitos da geada e da radiação (Mc DONALD *et al.*, 1991).

Coan *et al.* (2001), submetendo diferentes capins de clima temperado ao emurchecimento, conseguiram elevar em média, os teores de MS de 32% para 40,2% em 6 horas à pleno sol. Evangelista *et al.* (2000) ao avaliarem os efeitos do pré-emurchecimento sobre a silagem de capim-estrela roxa (*Cynodon* spp.), observaram elevação do pH e dos teores de cinza, cálcio e fósforo e redução dos teores de FDN com o aumento da concentração de MS da forragem.

2.2.2 Aditivos

Os aditivos são substâncias que tem como finalidade melhorar os padrões fermentativos da massa ensilada e, conseqüentemente, seu valor nutritivo (LIMA & EVANGELISTA, 2001). Nesse contexto, como a *T. diversifolia* apresenta baixos carboidratos solúveis (CHOs) e umidade excessiva no momento da ensilagem, essas características contribuem para redução dos efeitos preservativos das fermentações ácidas primárias e favorecem a permanência do pH acima de 4,2. Desta forma, o uso de materiais ou estratégias que visam reduzir a umidade ou elevar os CHT solúveis podem contribuir estabilizando o

processo fermentativo, alterando a MS, carboidratos solúveis e reduzindo pH (MORAIS, 1999).

Nussio e Schmidt (2004) propuseram a classificação dos aditivos mais frequentemente usados no Brasil em três grupos: aditivos químicos, aditivos microbianos e sequestrantes de umidade.

Os aditivos têm dois principais propósitos na silagem: influenciar o processo fermentativo favorecendo a conservação e melhorar o valor nutritivo. Outros propósitos como a diminuição de perdas superficiais e na camada exposta da silagem, aumento da vida útil, aumento do valor energético, melhora da digestibilidade da fibra e da matéria seca e melhora no desempenho animal, também são observados em silagem com o uso de aditivos bacterianos (KEPLIN, 2006).

Segundo Bergamaschine *et al.* (2006), os aditivos estimulantes de fermentação, como a glicose, atuam melhorando o processo fermentativo, alterando a MS e fornecendo carboidratos solúveis prontamente disponíveis para a forragem, além de reduzir perdas de nutrientes e aumentar a ingestão e o desempenho animal. Como também ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição.

Pesquisas verificam sucesso no uso de inoculantes aplicados nas ensilagens de capins e leguminosas (MUCK, 1997), possivelmente pela baixa capacidade fermentativa e baixo teor de matéria seca das mesmas. Segundo o autor, os inoculantes obtiveram eficiência de 75% de seu uso nos casos para alfafa e 71% dos casos em capins, sendo que algumas características intrínsecas da própria espécie de plantas podem interferir sobre os resultados da ação desses aditivos. As mudanças no desenvolvimento da fermentação de silagens devido à aplicação de aditivos podem alterar a composição final do alimento e afetar o consumo de matéria seca, assim como a digestibilidade de nutrientes.

2.2.3 Valores de pH das silagens

Os valores de pH são alguns dos parâmetros que caracterizam a qualidade da silagem após o processo fermentativo (REGO *et al.*, 2012). Para as silagens de forrageiras como a *T. diversifolia*, a umidade excessiva pode atrasar a redução de pH promovendo o desenvolvimento de bactérias clostrídicas, que provocarão perdas de nutrientes via proteólise, com formação de CO₂ (GONÇALVES, 2004).

Uma boa preservação da silagem depende da produção de ácido láctico para estabilização da fermentação e abaixamento de pH, que é dependente de suficiente quantidade de carboidratos solúveis como substrato para fermentação e baixa capacidade tampão da

forageira (VAN SOEST, 1994). O rápido estabelecimento e manutenção das condições anaeróbicas e a rápida queda do pH são os dois principais fatores relacionados à conservação das silagens por longos períodos (MUNCK, 1988).

Segundo Mc Donald *et al.*, (1991), quando se trabalha com forragens com altos teores de açúcares e baixos teores de proteína, ocorre normalmente a estabilidade do pH antes do décimo dia de ensilagem. Vilela (1998) menciona que o valor de pH isoladamente não pode ser utilizado para avaliação da fermentação das silagens, pois sua inibição sobre o crescimento de bactérias indesejáveis depende da velocidade de queda e do teor de matéria seca. A redução de pH também pode ser inibida em forragens com % MS muito elevada, uma vez que essas apresentam alta capacidade tamponante (JOBIM *et al.*, 2007).

O ácido láctico é o principal determinante do pH da silagem, uma vez que ele é o principal ácido orgânico produzido, podendo representar mais de 10% da matéria seca da silagem. Porém os clostrídios fermentam açúcares, ácidos orgânicos e proteínas produzindo ácido butírico e amônia, sendo indesejável seu crescimento, pois, eles consomem ácido láctico aumentando assim o pH e reduzindo o valor nutritivo da silagem devido à proteólise (Mc DONALD *et al.*, 1991). Os dois principais fatores responsáveis pela inibição do crescimento dos clostrídios são o teor de MS e o pH, porque crescem em pH ótimo de 7,0 a 7,4 e teores de MS inferiores a 30% (Mc DONALD *et al.*, 1991; MUNCK, 1988).

2.2.4 Perdas inerentes ao processo de ensilagem: efluentes, gases e perda de matéria seca

A *T. diversifolia* possui elevados teores de umidade, o que pode resultar em perdas por lixiviação de compostos nitrogenados, carboidratos e minerais. As perdas por gases são decorrentes da fermentação durante o período de armazenamento, intermediada por microrganismos indesejáveis que consomem os carboidratos, ocasionando perdas de MS na forma de CO₂ e diferentes compostos (SIQUEIRA *et al.*, 2007).

As perdas nas silagens por efluentes são influenciadas diretamente pelo elevado teor de umidade da massa ensilada. Nas quais proporcionam prejuízos ao processo fermentativo (OUDEELFERINK *et al.*, 2000), como o aumento da proteólise e o estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium*. Foi encontrada redução na produção de efluente de silagem de gramínea com elevado teor de MS, sendo considerado o teor de 25% de MS suficiente para prevenir a produção significativa de efluente (JONES *et al.*, 2005).

Da mesma forma que o efluente, a produção de gases é uma forma importante de perda de MS durante o processo de fermentação da silagem. Conforme Balsabore *et al.*(2001), essas perdas podem ser elevadas ou não, dependendo do tipo de fermentação.

Oliveira *et al.* (2010) avaliaram as perdas por efluente e gases após 56 dias de fermentação, e constataram perdas na ordem de 2,2% da MS por gases e 20,4 kg/t de MV por efluente para silagens de milho. Portanto, as perdas de matéria seca e energia podem ser elevadas caso ocorram falhas durante o processo de fermentação e/ou manutenção das silagens.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Hamilton de Abreu Navarro do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), *Campus* Montes Claros/MG no período de agosto a outubro de 2016.

Para o experimento usou-se material vegetal de *T. diversifolia*, em área implantada em dezembro de 2014 utilizando-se partes de plantas cultivadas (estacas) distribuídas em sulcos de plantio, a 10 cm de profundidade, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. Do plantio até o início do período experimental, decorreram 18 meses, em que foram realizados cortes frequentes das plantas. Durante a condução do cultivo as adubações foram conduzidas de acordo com as recomendações para a cultura do girassol, em função da ausência de recomendações para a *T. diversifolia* na literatura. Na área experimental foi mantido o controle de plantas daninhas com capinas e a irrigação diária pelo sistema de aspersão convencional (FIGURA 1).

Figura 1. Área experimental de cultivo de *T. diversifolia*.



Fonte: Do autor, 2017.

O solo da área experimental de cultivo da *T. diversifolia* foi classificado como Cambissolo Háplico eutrófico de textura argilo-siltosa (EMBRAPA, 2013). No início do período experimental, foram colhidas amostras de solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade para determinação da fertilidade do solo. A análise indicou as seguintes características físico-químicas: pH em água, 7,67; matéria orgânica, 36,60 g kg⁻¹; P, 1,88 mg dm⁻³; K, 137,67 mg dm⁻³; Ca, 7,07 cmol_c dm⁻³; Mg, 1,60 cmol_c dm⁻³; Al, 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al, 1,05 cmol_c dm⁻³; CTC, 10,06 cmol_c dm⁻³; saturação por bases, 89,67%; areia, 19,47%; silte, 38,80; argila, 41,73%.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, sendo fator 1 a silagem de *T. diversifolia in natura* ou pré-seca e fator 2 a adição de glicose P.A e o material sem aditivo, com quatro repetições.

A *T. diversifolia* foi colhida aos 55 dias de rebrotação, período que a planta possui maior produção de proteína bruta por área e elevada produtividade (SOUZA, 2017). A forragem foi picada em ensiladora estacionária com tamanho médio de partículas de 2,0 cm. Posteriormente, a forragem foi utilizada para confecção das silagens fresca e com pré-secagem no campo por 6 horas em pleno sol, com e sem adição de glicose. Utilizou-se a proporção de 2% de glicose P.A (20g de glicose/1000g de MN).

A ensilagem foi realizada em mini-silos experimentais confeccionados em tubos de PVC com 50 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, dotados de válvula tipo Bunsen para escape de gases e câmara de areia para a coleta de efluentes. A forragem picada foi compactada nos mini-silos experimentais com auxílio de um soquete de madeira visando densidade de 600-800 kg/m³.

Aos 56 dias depois da confecção, a silagem foi removida após a pesagem dos silos experimentais, homogeneizada, e retiraram-se amostras que foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C por 72 horas. Após secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo *Willey* com peneiras de 1 mm. No laboratório de bromatologia foram realizadas as determinações da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Detmann *et al.* (2012).

Os valores de pH foram determinados nas silagens aos 56 dias após ensilagem, através do Método de Kung Jr. *et al.* (1984), em que foi obtido o extrato aquoso de 25 g de silagem e 225 mL de água deionizada, processada em liquidificador por 1 minuto. Posteriormente foi realizada a leitura do pH três vezes consecutivas para cada amostra.

As perdas por efluentes foram quantificadas nas silagens aos 56 dias após ensilagem, por meio da equação proposta por Jobim *et al.* (2007):

$$E = \frac{(Pab - Pen) \times 100}{MVfe}$$

em que E = produção de efluente (kg/t de massa verde);

Pab = peso do conjunto (silo + areia + tela) na abertura (kg);

Pen = peso do conjunto (silo + areia + tela) na ensilagem (kg); MVfe = massa verde de forragem ensilada (kg).

As perdas por gases foram quantificadas nas silagens aos 56 dias após ensilagem, por meio da equação proposta por Jobim *et al.* (2007):

$$PG = \frac{(PSf - PSa) \times 100}{(MFf \times MSf)}$$

em que: PG = perda de gases durante o armazenamento (% da matéria seca inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura; MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de matéria seca da forragem na ensilagem.

Os dados da análise bromatológica e pH foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste F ($p < 0,05$). Os dados de perdas por efluentes e gases foram submetidos à análise descritiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação ($P > 0,05$) entre o material usado para ensilagem de *T. diversifolia* e a adição ou não de glicose sobre as características bromatológicas avaliadas. Houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) para as silagens *in natura* e pré-seca de *T. diversifolia* sobre a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (TABELA 1).

A pré-secagem de *T. diversifolia* no processo de ensilagem proporcionou os maiores valores de MS, PB, FDN e FDA na silagem produzida, em comparação ao uso da forrageira *in natura* (TABELA 1).

Tabela 1. Valores médios de porcentagens de matéria seca total (%MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) estimadas da silagem de *T. diversifolia in natura* e pré-seca aos 56 dias após ensilagem.

Silagem de <i>T. diversifolia</i>	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
<i>In natura</i>	18,65 b	10,99 b	52,46 b	36,43 b
Pré-seca	27,21 a	12,03 a	54,6 a	38,34 a
CV (%)	3,3	5,88	3,36	3,67

Médias seguidas de letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste F a 5% de probabilidade. Fonte: Do autor, 2017.

O alto teor de umidade encontrado em silagens produzidas a partir de forrageiras tropicais, como no caso da silagem de *T. diversifolia in natura* são nutricionalmente indesejáveis (Mc DONALD, 1991). O aumento de 8,56 unidades percentuais de MS sob efeito da pré-secagem aproximou-se do valor preconizado como ideal para silagem de boa qualidade, entre 30 a 35% (ROCHA *et al.*, 2006). Quaresma *et al.* (2010) avaliando pré-secagem de tifton 85 (*Cynodon spp.*) também encontraram incremento da MS, no qual aumentou de 33,13% para 40,54% após 4 horas de pré-secagem. O processo da pré-secagem promoveu acréscimo de 1,04 unidades percentuais dos teores de PB quando comparada a silagem *in natura*.

Os teores médios de FDN e FDA da silagem pré-seca se elevaram até 2,04 unidades percentuais quando comparados com silagem de matéria natural. Mesmo com esse acréscimo, os valores de FDN (52,46 e 54,6%) são inferiores dos limitantes de consumos mencionados por Van Soest (1965), entre 55-60% de FDN. Sheidt (2016), avaliando pré-secagem em Tifton 85 (*Cynodon spp.*), também observou aumento de FDN e FDA. Conforme Quaresma *et al.* (2010) o período de pré-secagem da forragem a pleno sol tende a aumentar a respiração celular, diminuindo a concentração de carboidratos solúveis e aumentando o teor de FDN e FDA da forragem.

A adição de glicose na silagem de *T. diversifolia* proporcionou diferença significativa ($P \leq 0,05$) para teores de MS, com aumento de 22,45% para 23,41% com o uso desse aditivo (TABELA 2). Para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), também observa-se diferença estatísticas ($P < 0,05$), ocorrendo diminuição de FDN e FDA na ordem de 4,1 e 3,34 unidades percentuais respectivamente. Entretanto, para os teores médios de proteína bruta (PB) não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para a silagem de *T. diversifolia* com adição ou não de glicose (TABELA 2).

Tabela 2. Valores médios de porcentagens de matéria seca total (%MS), teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) estimadas da silagem de *T. diversifolia* com ou sem adição de glicose.

Silagem de <i>T. diversifolia</i>	MS (%)	PB (%) ^{ns}	FDN (%)	FDA (%)
Com glicose	23,41 a	11,61	51,48 b	35,72 a
Sem glicose	22,45 b	11,41	55,58 a	39,06 b
CV (%)	3,3	5,88	3,36	3,67

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F.

Fonte: Do autor, 2017.

A adição de 20 g de glicose/1000 g de MN de silagem aumentou em 0,96 unidades percentuais da MS da silagem de *T. diversifolia*. Esses resultados são semelhantes ao incremento de MS observados por Castro *et al.* (2001), para silagem de Tifton 85 (*Cynodon spp.*). Os ganhos de MS são considerados benéficos, uma vez que, a baixa capacidade fermentativa da silagem de *T. diversifolia* está relacionada aos altos teores de umidade dessa planta.

Observa-se que a adição de 2% de glicose à silagem de *T. diversifolia* não alterou os teores de PB, resultados semelhantes a esses foram mencionados por Silva *et al.* (2005) avaliando silagens de milho, com incremento de 0,007 unidades percentuais para as silagens com adição de estimulante fermentativo. Considerando que o nível mínimo de proteína nos alimentos deve ser de 7% (MINSON, 1984) para que ocorra adequada fermentação ruminal e manutenção do consumo voluntário, as silagens de *T. diversifolia* com e sem glicose (11,61 e 11,41% de PB respectivamente) atendem satisfatoriamente esse pré-requisito.

Houve diminuição de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) nas silagens de *T. diversifolia* quando adicionadas glicose (TABELA 2). As reduções de FDN e FDA podem indicar a ação de enzimas sobre os carboidratos da parede celular, podendo aumentar a disponibilidade de substrato para as bactérias.

Houve interação entre os fatores de preparo do material para ensilagem de *T. diversifolia*, pré-secagem ou material *in natura*, com ou sem adição de glicose para os valores de pH das silagens (TABELA 3). A adição de glicose *in natura* e pré-seca levou a menores valores de pH nas silagens de *T. diversifolia*, avaliado aos 56 dias de ensilagem (TABELA 3). Com adição de glicose o material ensilado *in natura* ocasionou menor pH na silagem, em comparação ao uso do material pré-seco (TABELA 3).

Tabela 3. Valores de pH de silagem de *T. diversifolia* após 56 dias de ensilagem.

	Com glicose	Sem glicose
<i>In natura</i>	3,95 bB	4,68 Aa
Pré-seca	4,41 bA	4,70 Aa
CV (%)	2,43	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor, 2017.

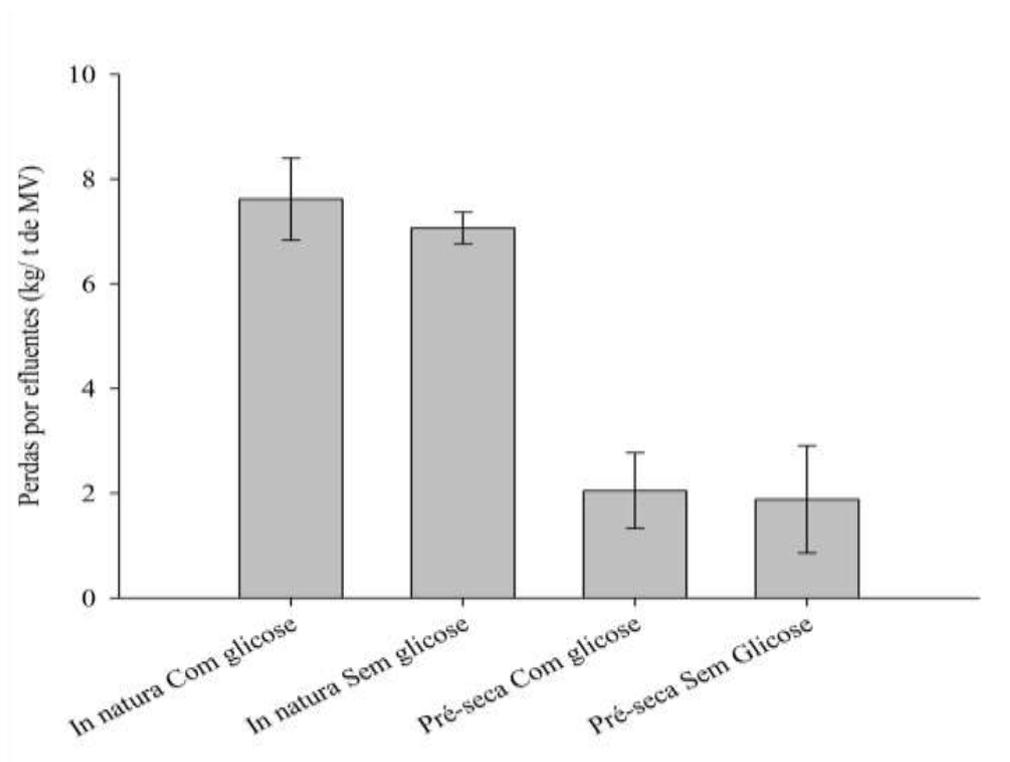
O pH mais baixo observados das silagens *in natura* e pré-seca de *T. diversifolia* com adição de glicose, pode ser explicado por maior concentração de carboidratos solúveis (CHOs), que promovem produção de ácido lático para estabilização da fermentação e redução de pH. Os carboidratos solúveis são as fontes de energia prontamente disponíveis para as bactérias ácido-láticas, desde que as condições de anaerobiose sejam rapidamente atingidas no silo (MUNCK, 1988). É possível que a maior produção de ácidos associados aos menores

teores de MS tenham implicado em controle mais efetivo dos microorganismos deteriorantes. O menor pH observado na silagem pré-seca aditivada de glicose indica efeito sinérgico de ambas estratégias na redução de pH e preservação das silagens.

Quando comparadas a outras culturas, as silagens de *T. diversifolia* apresentaram maiores valores de pH. Nas silagens abertas aos 56 dias de fermentação foram observados valores de 3,76 (ANTUNES, 2006), 3,77 (ROCHA JÚNIOR, 1999) e 3,62 (GUIMARÃES JÚNIOR, 2005a) para silagens de milho, sorgo e milheto, respectivamente. Segundo Van Soest (1994), o pH de silagens com valores próximos a 30% de MS devem ser inferiores a 4,2 para que sejam consideradas de boa qualidade. Um alto pH em silagens com médios teores de MS apresentam características indesejáveis, com fermentação proteolítica e produção de aminas e ácido butírico. Das silagens avaliadas, apenas a silagem *in natura* com glicose apresentou pH dentro da faixa considerada adequada de 3,6 a 4,2 (Mc DONALD *et al.*, 1991).

As perdas por efluentes nas silagens pré-secas foram baixas, cerca de 2 kg/t de MV, enquanto nas silagens *in natura* apresentaram perdas por efluentes em cerca de 7 a 7,5 kg/t de MV (FIGURA 2). A adição de glicose à massa ensilada de *T. diversifolia* não alterou as perdas de efluentes durante o processo de ensilagem (FIGURA 2).

Figura 2. Perdas por efluentes (Kg/t de MV) da silagem de *T. diversifolia* aos 56 após ensilagem



Fonte: Do autor, 2017.

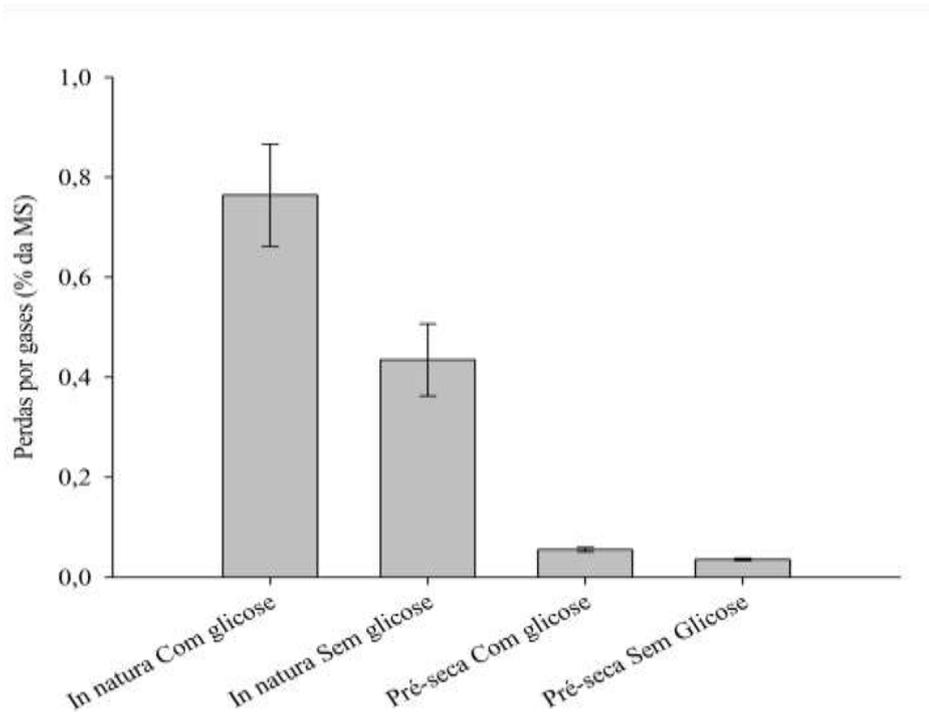
Os baixos valores de produção de efluentes nas silagens submetidas a pré-secagem podem ser explicados com as menores quantidades de água da forragem ensilada (ROTZ *et al.*, 1994). Perdas superiores, foram mencionadas por Mota *et al.* (2011), que avaliando silagem de mandioca pré-seca, observaram perdas por efluente de 11,5 kg /t de MV após 56 dias de ensilagem. Já Ribeiro *et al.* (2009), avaliando silagens do capim- marandu (*Brachiaria brizantha*) observaram perdas por efluente variando de 11,5 a 25,3 kg/t de massa verde.

Ao comparar as perdas por efluente das silagens avaliadas nesse estudo com silagens de capim-marandu (*Brachiaria brizantha*), que apresentaram perdas por efluente variando de 11,5 a 25,3 kg/t de MV (RIBEIRO *et al.*, 2009) e silagens de cana-de-açúcar, que apresentaram em média perdas por efluente na ordem de 58,15 kg/t de massa verde (SIQUEIRA *et al.*, 2007), nota-se que as perdas foram relativamente pequenas nas silagens de *T. diversifolia*, mesmo sem o efeito da pré-secagem (entre 7 a 8 kg/t e MV). As perdas por efluentes podem ser reduzidas, com a ensilagem de materiais com no máximo 70% de umidade (Mc DONALD *et al.*, 1991).

As perdas por efluentes apontam que a forragem pré-seca de *T. diversifolia* é mais indicada para ser ensilada, pois a mesma apresenta MS acima de 25%, as quais seriam suficientes para prevenir a produção significativa de efluente (JONES & JONES, 1995).

As perdas por gases foram menores (cerca de 0,1% da MS) nos tratamentos submetidos com pré-secagem da *T. diversifolia*, enquanto nas silagens *in natura* apresentaram perdas de 0,4 até 0,7% da MS (FIGURA5). A adição de glicose para silagem produzida com *T. diversifolia in natura* ou pré-seca diminuiu as perdas de gases (FIGURA 3).

Figura 3. Perdas por gases (% da MS) da silagem de *T. diversifolia* aos 56 após ensilagem



Fonte: Do autor, 2017.

Aos 56 dias após ensilagem, observa-se que as silagens de *T. diversifolia* tanto *in natura* quanto pré-secas com ou sem adição de glicose apresentaram baixas perdas por gases de 0,1 a 0,7% da MS. Silagens de *T. diversifolia in natura* obtiveram maiores perdas por gases, decorrentes da fermentação butírica promovida por clostrídios, em que tanto a perdas de MS como as de energia são elevadas (Mc DONALD *et al.*, 1991). Segundo Jobim *et al.* (2007) acontece com o passar dos dias após ensilagem, a diminuição desta taxa em virtude da estabilização da atividade microbiana no interior da massa ensilada e a diminuição da atividade respiratória no interior do material ensilado. Os valores de perdas por gases encontrados nesse trabalho foram inferiores quando comparadas às de silagens de capim-marandu (*Brachiaria brizantha*), cujas perdas variaram de 0,6 a 8,6% da MS (RIBEIRO *et al.* 2009), com as silagens da cana-de-açúcar que apresentaram, em média, perdas por gases de 11,8% da MS (SIQUEIRA *et al.*, 2007), e silagem de bagaço de laranja *in natura* com perdas de 1,66% da MS (REGO *et al.*, 2012).

5. CONCLUSÃO

A pré-secagem proporciona alterações significativas na composição bromatológica, perdas por efluentes e gases nas silagens de *T. diversifolia*, com incrementos benéficos do aumento da MS e redução das perdas por efluentes e gases.

A adição de glicose na massa ensilada de *T. Diversifolia*, submetida ou não a pré-secagem, favorece o processo fermentativo, uma vez que promove redução no pH das silagens.

REFERÊNCIAS

- ALONSO J. Productividade de *Tithonia diversifolia* y conducta animal a diferentes momentos de comenzarel pastoreo. **Livestock Research for Rural Development**, v. 25, p. 11, 2013.
- ANTUNES, R. C. REIS, R. B; GONÇALVES, L. C. Modificações da composição química e padrão de fermentação em silagens de seis híbridos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 422-430, 2006.
- ÁVILA, C. L. S; PINTO, J. C; EVANGELISTA, A. R; MORAIS, A.R; FIGUEIREDO, H.C.P; TAVARES, V.B. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos – Teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência Agrotecnica**, v. 27, n. 5, p.1144-1151, 2003.
- BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR.; G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) A produção animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p. 927, 2001.
- BERGAMASCHINE, A.F., M. PASSIPIERI e W.V. VERIANO FILHO. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurhecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p. 1454-1462, 2006.
- BURGOS, A.A. Composición química-nutricional de árboles forrajeros. **Cuerpo Académico de Producciónen Agroecosistemas tropicales**. Mérida, Yucatán, México. p. 56, 2006.
- CALSAVARA, L. H. F.; RIBEIRO, R. S.; SILVEIRA, S. R.; DELAROTA, G.; FREITAS, D. S.; SACRAMENTO, J. P.; PACIULLO, S. C; MADUREIRA, A. P.; MAURÍCIO, R. M. Produtividade e característica químicas da forrageira *Thitonia divesifolia*. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 3.; CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES. At Misiones, Argentina. **Anais...** At Misiones, Argentina, v. 8, p. 58-62, 2015a.
- CALSAVARA, L. H. F.; RIBEIRO, R. S.; SILVEIRA, S. R.; DELAROTA, G.; FREITAS, D. S.; SACRAMENTO, J. P.; PACIULLO, S. C; MADUREIRA, A. P.; MAURÍCIO, R. M. Cinética de fermentação *in vitro* da forrageira *Tithonia diversifolia*. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES.; CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES. At Misiones, Argentina. **Anais...** At Misiones, Argentina, v.3, p. 63-66, 2015b.
- CASTRO, F. G. F; NUSSIO, L.G. Parâmetros físico químicos da silagem de tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob efeito do pré-murhecimento e de inoculante bacteriano enzimático. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, v. 38, p. 4, 2001.
- CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. D. C.; RIBEIRO, K. G.; CHIZZOTTI, F. H. M.; PEREIRA, D. H. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: consumo e digestibilidades total e parcial dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2200-2208, 2005.
- CLAVERO, T. Quality and nutritive value of Mott dw arf elephant grass silage with biological additives. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: BSAH, 2001. p.770-771. VILELA, D. Aditivos para silagem

de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v. 35. Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108. 1998.

COAN, R. M. Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros de fermentação das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. **Dissertação (Mestrado em produção animal)** – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, p. 38, 2001.

CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. p. 339-362, 2001.

COSTA, C; MONTEIRO, A.L.G.; BERTO, D.A.; ALMEIDA, G.A.; LOPES, A.B.R.C. Impacto do uso e aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, .p.87-126, 2001.

CRESPO, G., RUÍZ, T.E. e ÁLVAREZ, J. Effect of green manure from *Tithonia (T. diversifolia)* on the establish mentand production of forage of *P. purpureum* cv. Cuba, 2011.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.V.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S., LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p.214. (INCT – Ciência Animal), 2012.

DRUMOND, M. A. Leucena uma arbórea de uso múltiplo, para a região semi-árida do Nordeste brasileiro. **Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semiárido**, v. 3, p. 203, 2001.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SILVA, C. L.; BERNARDES, T. F.; OLIVEIRA, S. G. Aditivos na silagem de coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). I- Sacharina e fubá de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, p. 37, 2000, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000.

EVANGELISTA, A. R; ABREU, J. G; AMARAL, PEREIRA. R. C; SALVADOR. F. M; SANTANA. R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) com e sem emurhecimento. **Ciência Agrotecnica**.,v. 28, n. 2,p. 443-449, 2004.

EVANGELISTA, A. R; REIS, R.A; MORAES, G. Fatores limitantes para tecnologia de fenação em diferentes sistemas de produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...** IV p. 271-292, 2011.

FERRARI JÚNIOR. R. E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p.1424-1431, set./out. 2001.

FREITAS. A. W. de P. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, Feb, 2006.

GALLEGO-CASTRO, L. A.; MACHENA-LEDESMA, L.; ANGULO-ARIZALA, J. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.). A. Gray em La producción de vacas lecheras. **Agronomía Mesoamericana**, v. 25, n. 2, p. 393-403, 2014.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com adição de diferentes níveis de substratos de acerola (*Malpighia glabra*) e de goiaba (*Psidium guajava*). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza-CE, v.35, n.1, p. 131-137, 2004.

GUALBERTO, R.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; COSTA, N. R.; BRACCIALLI, C. D.; GAION, L. A. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. **Nucleus**, v. 7, n. 2, p. 135- 150, 2010.

GUIMARÃES JÚNIOR, R; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES; et al. Matéria Seca, Proteína Bruta, Nitrogênio Amoniacal e pH das silagens de Três Genótipos de Milheto (*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.), em diferentes períodos de fermentação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p.251-258, 2005a.

IBRAHIM, M., Villanueva, C. & Mora, J. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance insustainability of livestock farms. **In: Mosquera-Losada, M.R. Silvopastoralism and Sustainable Land Management**. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing. p. 13-18. 2005.

IGARASI, M. S. Controle de perdas na ensilagem de capim tanzânia (*panicum maximum jacq.* cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. 64p. **Dissertação (Mestrado)** – Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Methodological advances in evaluation of preserved forage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

JOBIM, C.C.; LOMBARDI, L.; MACEDO, F.A.F.; BRANCO, A.F. Quality of corn grain silage added with soybean, sunflower or urea. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.5, p.649-656, 2008.

JONES, D. I. H.; JONES, R. the effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 60, n. 2, p. 73-81, Feb, 1995.

JONES, M.; DENSON, A.; WILLIAMS, E. *et al.* Assessing pregnancy status using digital infrared thermal imaging in Holstein dairy heifers. **Journal Animal Science**, v.83, Suppl., n.40, 2005.

KAWAS, J.R., JORGENSEN, N.A., LU, C.D. Influence of alfalfa maturity on feed intake and site of nutrient digestion in sheep. **Animal Science**, v.68, p.4376-4386, 1990.

KUNG JR., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. Added ammonia or microbial inocua for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984.

KUNG Jr., L. Effects of microbial additives in silages: facts and perspectives. In :ZOPOLLATTO, M.; MURARO, G.B.; NUSSIO, L.G. (Ed.). **International symposium on forage quality and conservation**, v.1., p.7-22. São Pedro. Proceedings. Piracicaba: FEALQ, 2009.

LADEIRA, M.M. Consumo e digestibilidades aparentes total e parciais do feno de *Stylosanthes guianensis*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, p. 2, 2001.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10. 1993, Piracicaba... **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1993. p. 169-275, 1993.

LAZO, J. A.; FRAGA, G. A.; SANTOS, L. D.T.; SAMPAIO, R. A. Comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* em pastoreo com reposos diferentes en ambas épocas del año. **Livestock Research for Rural Development**, v.27, p.6, 2015.

LEZCANO, Y.; SOCA, M.; OJEDA, F.; ROQUE, E.; FONTES, D.; MONTEJO, I. L.; SANTANA, H.; MARTÍNEZ, J.; CUBILLAS, N. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. **Pastos y Forrajes**, v. 35, n. 3, p. 275-282, 2012a.

LIASU, M. O.; AYANDELE, A. A. Antimicrobial activity of aqueous and ethanolic extracts from *Tithonia diversifolia* and *Bryum coronatum* collected from Ogbomoso, Oyo state, Nigeria. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v.2, n.1, p.31-34, 2008.

MAHECHA, L.; ESCOBAR, J. P.; SUÁREZ, J. F.; RESTREPO, L. F. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 2, p. 1-6, 2007.

MAHECHA, L.; ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. **Livestock Research for Rural Development**. v.17, n.9, 2005.

MAIA, F. S. Qualidade e padrão de fermentação das silagens de seis cultivares de milho (BR 106, BR 205, HD 9486, AG 1051, C 701, F0-01). 2001. p.47. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte, 2001.

Mc DONALD P., HENDERSON A.R.; HERON S.J.E. **Biochemis tryofsilage**, 2.ed. p.343. Marlow, UK: Chalcombe Publications, 1991.

Mc KERSIE, B. D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. **Agronomy Journal**. v. 77, n. 1, p. 81-86, 1985.

MEDINA, M. G.; GARCÍA, D. E.; GONZÁLEZ, M.; COVA, L.; MORATINOS, P. Variables morfo-estructurales y de calidad de La biomassa de *Tithonia diversifolia* em La etapa inicial de crecimiento. **Zootecnia Tropical**, v.27. n.2. p.121-134, 2009.

- MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker, J.B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pasture**. Farnham Royal, UK: Common wealth Agricultural Bureaux. p.167-182, 1982.
- MONTEIRO, F. A. Silagem pré-secada. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. p. 97-122, 1999.
- MORAIS, J. P. G. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. p. 89-96, 1999.
- MOTA, A.D.S; JÚNIOR, V.R.R; SOUZA, A.S; DOS REIS, S.T; TOMICH, T.R; CALDEIRA, L.A; MENEZES, G.C.C; DA COSTA, M.D. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.40, n.7, p.1466-1473, 2011.
- MUCK, R. E.; KUNG Jr. L. Effects of silage additives on ensiling. In: Silage: field to feed bunk. 1997, **Proceedings...** Hershey: NRAES-99, 1997, p.187, 1997.
- MUNCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **J. Dairy Sci.** v. 71, n. 11, p.2992-3002, 1988.
- MURGUEITIO, E. e IBRAHIM, M. ganadería y medio ambiente en **América latina. Seminario ganadería sostenible, avances ambientales y socioeconómicos**. CIPAV, Colombia, 2004.
- NARCISO SOBRINHO, J. Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento. 132 p. **Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, 1998.
- NAVIA, A. V.; CASTAÑO, V. H.; GRISALES, S. O. Productividad de diferentes ecotipos de *Tithonia diversifolia* provenientes de la región cafetera y valle de rio cauca. **Revista Agroforestería Neotropical**, n. 4, 2014.
- NIANG, A.; GACHENGO, C.; NZIGUHEBA, G.; AMADALO, B. *Tithonia diversifolia* as a Green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. **Agroforestry Systems**, v. 49, n.1, p.201-201, 2000.
- NIEVES, D.; TERÁN, O.; CRUZ, L.; MENA, M.; GUTIÉRREZ, F.; LY, J. Digestibilidad de nutrientes em follage de árnicia (*Tithonia diversifolia*) em conejos de engorde. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.14. n.1. p.309-314, 2011.
- NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v.39, p. 60-99, Recife. Recife: SBZ, 2002.
- NUSSIO, L.G.; SHIMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO. p. 01-33, 2004.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OUDEELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHIUS, F.; GOTTSCHAL, J.C. **Silage fermentation processes and their manipulation**. Silage making in the tropics with particular emphasis on smallholders. FAO, Rome, L. Mannelje (Ed.), p.17-30, 2000.

OWOYELE, V. B.; WURAOLA, C. O.; SOLADOYE, A. O.; OLALEYE, S. B. Studies on the anti-inflammatory and analgesic properties of *Tithonia diversifolia* leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 90, p. 317-321, 2004.

PÉREZ, A.; MONTEJO, I.; IGLESIAS, J. M.; LÓPEZ, O.; MARTÍN, G. J.; GARCÍA, D. E.; MILIÁN, I.; HERNÁNDEZ, A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. **Pastos y Forrajes**, v. 32, n.1, p. 1-15, 2009.

PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras**: formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p.274-303, 2002.

QUARESMA, J.P.S.; DE ABREU, J.G.; DE ALMEIDA, R.G.; CABRAL, L.S.; DE OLIVEIRA, M.A.; RODRIGUES, R.C. Recuperação de matéria seca e composição química de silagens de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a períodos de pré-emurchecimento. **Ciência Agrotecnica**. Lavras, v. 34, n. 5, p. 1232-1237, set./out., 2010.

RAMÍREZ-RIVERA, U.; SANGINÉS-GARCÍA, J. R.; ESCOBEDO-MEX, J. G.; CENCHUC, F.; RIVERA-LORCA, J. A.; LARA-LARA, P. E. Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. **Agroforestry systems**, v. 80, n. 2, p. 295-302, 2010.

REGO, F.C.A., LUDOVICO, A., SILVA, L.C. Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, suplemento 2, p. 3411-3420, 2012.

RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239, 2009.

RIOS, C. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. **Centro para La investigación em Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuária**, Cali, p.115-126, 1997.

ROCHA, K.D. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea Mays L.*) produzidas com inoculantes enzima bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v. 35, n.2, p. 389-395, 2006.

ROCHA JÚNIOR, V. R. Qualidade das silagens de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) e seus padrões de fermentação. P.132. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte, 1999.

RUIZ, T. E.; FEBLES, G. J.; GALINDO, J. L.; SAVÓN, L. L.; CHONGO, B. B.; TORRES, V.; CRESPO, G. J. *Tithonia diversifolia*, susposibilidad de sistemas ganaderos. **Revista Cubana de Ciência Agrícola**, v. 48, n. 1, p. 79-82, 2014.

SANTOS, E. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de jaca desidratada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. V. 09, n.1, p. 71-80, 2008.

SCHEIDT, K.C. **Valor nutricional e fracionamento de proteína e carboidratos de silagem pré-secada de capim-tifton 85 com diferentes camadas de filme polietileno e tempos de armazenamento**. 44-45 f. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon-PR, 2016.

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

SILVA, A.V; PEREIRA, O.G; GARCIA, R; FILHO, S.C.V; CECON, P.R; FERREIRA, C.L.L.F. Composição Bromatológica e Digestibilidade *in Vitro* da Matéria Seca de Silagens de Milho e Sorgo Tratadas com Inoculantes Microbianos. Composição Bromatológica e Digestibilidade **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.6, p.1881-1890, 2005.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007 (supl.).

SMITH, O. B.; VAN HOUTERT, M. F. J. The feeding value of *Gliricidia sepium*: a review. **World Animal Review**, Roma, n. 62, v.3, p. 57-62, 1987.

SOUZA, S.N.M. **Análise de crescimento, fisiologia e valor nutritivo de *Tithonia diversifolia***. 2017. 51 f. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, 2017.

TENDONKENG, F.; ZOGANG, B. F.; SAWA, C.; BOUKILA, B.; PAMO, E. T. Inclusion of *Tithonia diversifolia* in multinutrient blocks for West African dwarf goats fed *Brachiaria* straw. **Tropical animal health and production**, v. 46, n. 6, p. 981-986, 2014.

TOGUN, V. A.; FARINU, G. O.; OLABANJI, R. O. Feeding graded levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray) meal in replacement of maize at pre-pubertal age, negatively impacts on growth and morphometric characteristics of the genitalia of anak 2000 broiler cocks at their pubertal age. **World Applied. Sciences Journal**, v. 1, n. 2, p. 115-21, 2006.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v.24, n.3, p.834-843, 1965.

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

VIEIRA, A.M.P. Fundamentos da exploração racional de pastagens tropicais. 2ed. Piracicaba: FEALQ. p. 73, 1974.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1, Botucatu. Botucatu: **35º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p. 73-108, 1998.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D. Foraging in chemically diverse environments: energy, protein, and alternative foods influence ingestion of plant secondary metabolites by lambs. **Journal of chemical ecology**, v. 31, n. 1, p. 123-138, 2005.

WILKINSON, J. M. Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 53-72.

WYSS, U. Influence of inoculation and pré-wilting of extensively used grass on silage quality. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, v.7, p. 125-126.1999. Uppsala. **Proceedings...** Uppsal: SUAS, 1999a.

ZAPATA, A. & SILVA, B. E. 2010. p. 112. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoril es en el **Departamento de Risaralda y El Eje Cafetero de Colombia**. CARDER, CIPAV. Cali, Colombia, 2010.