

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE
AMOREIRA (*Morus alba* L.) COLHIDOS EM DIFERENTES IDADES
DE CRESCIMENTO

Rafael Aparecido Gomes
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Janeiro de 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE
AMOREIRA (*Morus alba* L.) COLHIDOS EM DIFERENTES IDADES
DE CRESCIMENTO

Rafael Aparecido Gomes

Orientador: Prof. Dr. Kléber Tomas de Resende

Co-orientadora: Dra. Marcia Helena Machado da Rocha Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2012

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAFAEL APARECIDO GOMES – nascido em 7 de janeiro de 1984, na cidade de São Paulo (SP), filho de Benedito Tadeu Gomes e Meirice Silva Gomes, ingressou no curso de Zootecnia da UNESP – Campus de Jaboticabal em fevereiro de 2002, graduando-se em dezembro de 2006. Em março de 2010 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado na UNESP - campus de Jaboticabal, obtendo o título de mestre em fevereiro de 2011, onde foi bolsista pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento à Pesquisa (CAPES) e pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq). Em março de 2012 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado na Universidade Federal de Lavras.

Muitos outros querem chamar você de fracassado, de tolo, de perdedor, de alma sem esperança. Mas nunca se veja desta forma.

Se você manda estes sinais, as pessoas captarão. Se você se importa com algo, você luta por isso. Se você bate em uma parede, você a atravessa.

Há algo que você precisa saber sobre fracasso: nunca o deixe vencer você!

“Capitão Haddock”

*“Com tempo e paciência, a folha da amoreira se transforma
em um vestido de seda”
Provérbio chinês*

E depois de mais de dois anos estudando a amoreira, tô convencido que é
possível transformá-la em carne, leite, lã...

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Primeiramente a todos da minha família por terem me apoiado nestes dois anos. E em especial aos meus sobrinhos. Vê-los crescer me faz lembrar das coisas simples da vida e me motiva a seguir em frente.

Aos amigos da Caprino:

Alana, Amélia, Bruno, Carla, Diogo, Douglas, Fernanda, Nhayandra, Rafael, Rebeca, Simone e Thiago;

Aos que passaram pela Caprino, nestes dois anos, após meu retorno: Andréa, Daiana, Evandro, Fernando, Gabriela Faccholi, Herima, Lisiane, Luanna, Karol, Oscar, Samuel e Tati.

Aos funcionários Juninho e Carlinhos.

E aos agregados do nosso Grupo: Chileno, Melina, Vanessa, Tiago e Junior.

O apoio de vocês, tanto dentro do trabalho como fora dele, foi de extrema importância para a condução deste estudo

Aos colegas de natação Marcel, Anderson, Castelo, Guilherme, Sylvar e Vanessa, boas companhias dentro e fora da piscina.

Aos amigos Gustavo, Juan, Bruno e Daniel, e às meninas da república Gaiola das Loucas, Andressa, Liliana e Taís, pelos bons e divertidos momentos vividos fora do trabalho.

Às colegas do LANA Érika e Vanessa, pela ajuda nas análises de produção de gases *in vitro*.

À minha família em Jaboticabal, os amigos Naldin, Hilda e seu filhinho Emanuel, que tão getilmente me acolheram em suas vidas.

Aos professores:

Kléber Tomaz de Resende por ter me aceito como orientado, me possibilitando desenvolver esta dissertação.

Marcia Helena Fernandes, por aos 45 minutos do segundo tempo, ter aceitado ser minha co-orientadora, sendo de vital importância para discussão das metodologias e dos resultados.

Izabelle Molina Teixeira, que mesmo não sendo oficialmente minha orientadora, sempre me orientou.

Ricardo Reis que teve grande participação neste estudo, desde a definição do projeto até as imensas colaborações durante a defesa da minha dissertação.

Manoel Rozalino dos Santos, pelas sugestões apresentadas durante a defesa da dissertação.

Roque Takahashi, por ter cedido o Setor de sericicultura para a condução deste estudo.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que passaram pela minha vida nestes últimos dois anos e meio que passei em Jaboticabal. Todos, de alguma forma, ajudaram na minha formação pessoal e profissional, o que me tornou a pessoa que sou hoje. Mais uma vez estou saindo de “Jabuca” e mais uma vez parte de mim fica por aí. Deixo inúmeros amigos que farão falta na minha vida.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE ABREVIATURAS	iii
RESUMO	v
Palavras-chave	v
ABSTRACT	vi
Keywords	vi
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução	1
2. Revisão de literatura	2
2.1. Amoreira	2
2.2. Fracionamento de carboidratos e proteínas	5
2.3. Produção de gases <i>in vitro</i>	6
3. Objetivos	8
4. Referências	9
CAPITULO 2 - PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE DOIS HÍBRIDOS DE AMOREIRA COLHIDOS EM DIFERENTES IDADES DE CRESCIMENTO	15
RESUMO	15

Palavras-chaves.....	15
1. Introdução	16
2. Material e métodos	17
2.1. Local e manejo do amoreiral	17
2.2. Colheita e preparo das amostras	19
2.3. Análises laboratoriais	20
2.4. Fracionamento de carboidratos e proteínas	20
2.5. Produção de gases <i>in vitro</i>	21
2.6. Avaliação da amoreira pelo programa Small Ruminant Nutrition System (SRNS) versão 1.9.4208.....	22
2.7. Análises estatísticas	23
3. Resultados	24
4. Discussão.....	36
5. Conclusão	41
6. Referências	42
CAPÍTULO 3 – IMPLICAÇÕES	47

LISTA DE ABREVIATURAS

SM	FM Shima-miura
IZ	IZ 56/4
MS	Matéria seca
EE.....	Extrato etéreo
MM.....	Matéria mineral
PB.....	Proteína bruta
PMS.....	Produção de matéria seca
PPB	Produção de proteína bruta
TA.....	Taxa de acúmulo
N	Nitrogênio
NNP	Nitrogênio não protéico
PS.....	Proteína solúvel
CHOt.....	Carboidratos totais
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
CNF	Carboidratos não fibrosos
CF.....	Carboidratos estruturais
CD	Coeficiente de digestibilidade
DivMO.....	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica

EM	Energia metabolizável
Vt	Volume total de gases
Vf1	Volume de gases produzido pela degradação dos CNE
Vf2	Volume de gases produzido pela degradação dos CE
c1	Taxa de degradação dos CNE
c2	Taxa de degradação dos CE
L	Lag time
EPM	Erro padrão da média
EPD	Erros padrão da diferença
NS	Não significativo

PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE AMOREIRA (*Morus alba* L.) COLHIDOS EM DIFERENTES IDADES DE CRESCIMENTO

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar aspectos produtivos e nutricionais dos híbridos de amoreira FM Shima-Miura (SM) e IZ 56/4 (IZ), colhidas aos 30, 60, 90 e 120 dias de crescimento. Ao atingirem a idade de crescimento pré-estabelecida, as plantas foram colhidas, sendo folhas e caules pesados e amostrados separadamente. Foram realizadas análises de fracionamento, seguindo o esquema proposto pelo CNCPS, onde carboidratos foram separados em fração A, B1, B2 e C e os compostos nitrogenados nas frações A, B1+B2, B3 e C. Para estudo da cinética de degradação ruminal utilizou-se a técnica de produção de gases *in vitro*, sendo os dados obtidos ajustados ao modelo logaritmo bicompartimental. O híbrido SM apresentou produção de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de folhas e caules superiores à IZ ($P<0.05$). Nas folhas, o híbrido IZ apresentou maiores proporções de componentes relacionados à parede celular, comparando-se com o SM ($P<0.05$). Não houve, no entanto, diferença entre híbridos na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DivMO) e nos parâmetros de produção de gases ($P>0.05$). Com o avanço da idade de crescimento, as folhas apresentaram aumento das frações B2 (de 108 a 146 g/kg de MS) e C (de 90 a 108 g/kg de MS) dos carboidratos ($P<0.05$), e redução nos de PB (de 224 a 191 g/kg de MS) para as idades de crescimento entre 30 e 120 dias. Contudo não houve alteração nos teores das frações A e B1 dos carboidratos, B1+B2, B3 e C dos compostos nitrogenados, na DivMO nem na produção de gases ($P>0.05$). Pelo desempenho produtivo superior, recomenda-se o híbrido SM para uso em sistemas de produção de ruminantes.

Palavras-chave: Amoreira, composição química, fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados, produção de gases *in vitro*

PRODUCTION AND NUTRITIONAL VALUE OF MULLBERRY HYBRIDS (*Morus alba* L.) HARVESTED AT DIFFERENTS AGES OF REGROWTH

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the production and the nutritional aspects of mulberry hybrids FM Shima-Miura (SM) and IZ 56/4 (IZ), harvested at 30, 60, 90 and 120 days of regrowth. The plants were harvested, and leaves and stems were weighed separately. Carbohydrates and protein analyses followed the scheme proposed by CNCPS. Carbohydrates were separated into fractions A, B1, B2 and C and the nitrogen compounds, in the fractions A, B1+B2, B3 and C. To study the kinetics of ruminal degradation, we used the technique of *in vitro* gas production, and the data fit to the model log bicompartamental. The dry matter (DM) and crude protein (CP) contents of leaves and stems from SM hybrid were greater ($P < 0.05$) than from IZ hybrid. The IZ hybrid had greater proportions of leaf components related to the cell wall compared to SM ($P < 0.05$). However, there were no differences between hybrids in the *in vitro* digestibility of organic matter (ivOMD) and in the parameters of gas production ($P > 0.05$). With advancing age of regrowth, the leaves showed an increase of B2 (108-146 g /kg of DM) and C (90 to 108 g / kg DM) carbohydrate fractions ($P < 0.05$), and decrease in CP (224-191 g / kg DM) harvested between 30 to 120 days. However, there were no changes in the contents of carbohydrate fractions A and B1, nitrogen fractions B1+B2, B3 and C, ivOMD and parameters of gas production ($P > 0.05$). Due to its higher production, SM hybrid is recommended to use in ruminant production systems.

Keywords: Carbohydrate fraction, chemical composition, *in vitro* gas production, nitrogen compounds

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÃO GERAIS

1. Introdução

A criação de ruminantes pelo homem tem em seu principal objetivo a obtenção de retorno econômico, pela produção de carne, leite, couro, lã, fibra e seus derivados, o que é alcançado mantendo-se a qualidade do rebanho por meio do trinômio genética-sanidade-nutrição. Dentre estes três aspectos, atenção especial deve ser dada à nutrição, já que um rebanho de alto potencial genético não responderá como desejado e nem manterá sua sanidade se não for alimentado convenientemente. Além disso, os custos com alimentação de um rebanho correspondem entre 60 e 80 % dos custos de criação (ANDRIGUETTO, 2002).

Assim, nos últimos anos tem aumentado as pesquisas envolvendo o uso de alimentos alternativos na nutrição de ruminantes, visando correta nutrição e redução dos custos de produção do rebanho. Neste sentido, a amoreira (*Morus alba* L.) se apresenta como alternativa interessante.

A amoreira é um arbusto perene, de fácil adaptação a solos de diversas características, desde franco-arenosos a argilosos (SCHMIDEK, 1999; MANDAL, 1997). Possui raízes capazes de retirar água de camadas profundas, o que possibilita a produção de matéria seca em períodos de estiagem. O conteúdo de proteína bruta (PB) das folhas e caules jovens varia entre 15 e 28% dependendo do híbrido.

Apesar do potencial que esta forrageira apresenta ainda são poucos os estudos avaliando seu uso na nutrição de ruminantes, principalmente no que diz respeito ao perfil de seus carboidratos e compostos nitrogenados, bem como quanto à sua degradabilidade ruminal.

Frente a isto, este estudo teve como objetivo avaliar a produção, a composição química e a degradabilidade in vitro de folhas e caules dos híbridos de amoreira FM Shima-Miura e IZ 56/4, colhidos aos 30, 60, 90 e 120 dias de crescimento.

2. Revisão de literatura

2.1. Amoreira

Segundo AMARAL & ALVES (1979), as primeiras tentativas de introdução da amoreira no Brasil foram feitas em 1848, com o intuito de se estabelecer a indústria sericícola no país, sendo que a espécie de maior expressão econômica para a sericultura nacional é a *Morus alba* L.

As variedades de amoreiras são classificadas em três grupos: as variedades primaveris, que apresentam propagação por estacas e brotação precoce, porém baixa produtividade e menor valor nutritivo; as variedades outonais, com boa produção foliar e de melhor valor nutritivo, mas com brotação tardia e propagação por meio de sementes; e os híbridos, cruzamentos entre variedades primaveris e outonais, aliando características positivas dos dois grupos, com brotação precoce, propagação por estacas, grande produção foliar e qualidade nutricional (TAKAHASHI et al., 2001). Neste sentido, se destacam os híbridos artificiais IZ 56/4 e FM Shima-Miura. FONSECA et al. (1987), comparando diversos híbridos de amoreira, observou que o IZ 56/4 foi o que apresentou maior produtividade. BRAZÃO (1992) e VALE et al. (2009) observaram que o híbrido FM Shima-Miura apresentou maior produção de MS de folhas, quando comparado com os demais híbridos testados.

A amoreira é tradicionalmente usada na alimentação do bicho da seda, porém, apesar de escassas, pesquisas vêm apontando esta espécie como uma interessante forragem para alimentação animal, seja como alimento principal ou como auxiliar na suplementação protéica.

BENAVIDES (1999) relatou aumento na produção de leite de cabras e do ganho de peso de cabritos alimentados com folhas frescas de amoreira. Em cordeiros

mantidos em pasto King-grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*), observou-se aumento de 40 gramas no ganho de peso quando houve suplementação com amoreira, no valor de 1,5%, do peso vivo (BENAVIDES, 1986). GOMES et al. (2010) observaram melhor desempenho em cabritos alimentados com dietas contendo feno de amoreira, apresentando melhor conversão alimentar e ganho de peso, comparando-se aos animais alimentados com fenos de tifton e alfafa. OLIVEIRA et al. (2007) também relataram maior consumo de MS e melhor desempenho em cabritas alimentadas com feno de amoreira, em relação aos animais que foram alimentados com feno de tifton. Em bovinos, a amoreira pode ser utilizada como suplemento alimentar de animais em pastejo, podendo substituir total ou parcialmente o concentrado (BENAVIDES, 1995). Segundo o mesmo autor, em vacas leiteiras com produção inferior a 15 kg de leite, a amoreira poderia substituir por completo a suplementação com concentrados.

O teor de proteína bruta (PB) das folhas se situa entre 15 e 25 % e da planta inteira entre 16% (SCHIMIDEK, 1999; DORIGAN et al., 2004; MEDEIROS, 2005; DORAN et al., 2007; KABI & BEREEBA, 2008), dependendo do híbrido e idade da planta. Apesar de a amoreira possuir uma alta concentração de PB, a rapidez com que esta proteína é disponibilizada no rúmen deve ser levada em conta no balanceamento de dietas contendo esta forrageira. O fornecimento de dietas com altas proporções de proteína na fração solúvel levam a perda de nitrogênio no rúmen, sob forma de amônia, exigindo o fornecimento de carboidratos de alta degradação para que ocorra sincronismo de fermentação entre carboidratos e proteína (NOCEK & RUSSELL, 1988). SILVA (2010) relatou que a soma das frações protéicas A + B₁ (prontamente disponíveis) encontradas em folhas de amoreira representa 74% da PB, enquanto que a fração B₂ responde por apenas 18%. Assim, o autor concluiu que em dietas com folhas de amoreira deve-se fornecer ao animal uma fonte de carboidrato de fácil degradação, para se otimizar o aproveitamento da proteína presente na amoreira.

Os nutrientes das amoreiras também apresentam boa digestibilidade. DORAN et al. (2007) avaliaram a digestibilidade de feno da planta inteira de amoreira em borregos e observaram coeficientes de digestibilidade (CD) da MS, PB e fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, de 61,3; 61,5 e 40%. Com caprinos DORIGAN et al.

(2004) relataram CD da MS, PB e FDN de 71, 74 e 71%, em feno de folhas de amoreira. MEDEIROS (2005), estudando o uso de folhas frescas de amoreira na alimentação de cervídeos, encontrou CD de 72, 85 e 38%, para MS, PB e FDN. Segundo BASAGLIA (1993), ao contrário de outras forrageiras, as folhas da amoreira não apresentaram acentuado aumento no teor de carboidratos fibrosos com o avanço da idade, não havendo assim queda acentuada a digestibilidade da MS.

Não há relatos na literatura confirmando a presença de fatores antinutricionais na amoreira para ruminantes. Entretanto, para monogástricos, DORIGAN (1996) utilizou modelos biológicos (camundongos e frangos) na avaliação do feno de amoreira quanto a possíveis efeitos sobre crescimento e reprodução destas espécies. Em frangos, o autor observou pior desempenho e lesões hepáticas nos animais alimentados com feno de amoreira. Já em camundongos houve piora no desempenho reprodutivo, com menor idade ao primeiro parto, menor número de partos, menor tamanho da ninhada e menor peso médio ao desmame. O autor concluiu que a provável causa destas ocorrências seja a presença de substâncias tóxicas presentes no feno de amoreira, porém, ruminantes podem não sentir o efeito desta toxicidade, uma vez que estas substâncias podem ser inativadas pela população de microorganismos ruminais.

Com relação ao tanino, a concentração desta substância nas folhas de amoreira é desprezível o que pode explicar a sua aceitabilidade para os animais. A quantidade de fenóis totais, medidos em equivalentes de ácido tânico, nas folhas de amoreira são de 18 g/kg (SINGH & MAKKAR, 2000). A quantidade de taninos condensados estimada pelo método de capacidade de precipitação de proteína foi considerada insignificante nas folhas de amoreira (MAKKAR & BECKER, 1998). Outros metabólitos secundários utilizados pelas plantas como defesa anti-herbivoria também não foram encontrados na amoreira.

2.2. Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados

O conhecimento profundo dos nutrientes de um alimento é importante para formular-se dietas que atendam corretamente as exigências dos ruminantes. Por muitos anos, o sistema de Weende foi utilizado nas análises de alimento como forma de se prever a energia e proteína dos alimentos (SNIFFEN et al., 1992). Esse sistema, porém, é impreciso para se determinar os carboidratos fibrosos, pois considera como fibra bruta apenas a celulose com algumas porções de lignina insolúvel em álcali, e por consequência incorpora no extrativo não-nitrogenado componentes de natureza fibrosa.

Em 1967, Van Soest propôs um método baseado na diferença de solubilidade dos componentes da parede celular em determinado pH. O tratamento do alimento com um detergente neutro fraciona este em porção solúvel e insolúvel, esta última denominada FDN, composta basicamente por hemicelulose, celulose e lignina. Já o tratamento com detergente ácido solubiliza também a hemicelulose, sendo o resíduo composto por celulose e lignina (RODRIGUES & VIEIRA, 2006).

No início da década de 90, Sniffen et al. (1992) propuseram o “*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*” (CNCPS). Este sistema permite simular os efeitos de ingestão do alimento, fermentação ruminal, digestão intestinal, absorção e metabolismo sobre a utilização do nutriente, e subsequente o desempenho animal. O CNCPS assume que os alimentos são compostos de proteínas, carboidratos, lipídeos, cinzas e água. Proteínas e carboidratos são então subdivididos de acordo com degradação ruminal. Desta forma, os carboidratos foram classificados em fração A (açúcares solúveis), fração B1 (amido e fibra solúvel), fração B2 (fibra digestível), e fração C (fibra indigestível).

A fração A é rapidamente degradada no rúmen, com taxa de degradação de 300%/h (SNIFFEN et al., 1983), não havendo fluxo desta fração para o intestino (SNIFFEN et al., 1992). As frações B1 e B2 são potencialmente, porém mais lentamente degradadas no rúmen, e parte deste material pode escapar da degradação ruminal. A degradação da fração B1 está entre 3 e 8%/h, sendo a pectina rapidamente degradada (SNIFFEN et al., 1992; LANZAS et al., 2007) com taxas variando de 20 a

40%/h, enquanto certos tipos de amido são degradados mais lentamente, dependendo da espécie do grão, tamanho da partícula, efeito de processamento e método de preservação (OFFNER et al., 2003), com taxas variando entre 3%/h para grãos de variedades de sorgo resistentes ao ataque de pássaros a 40% para o trigo (LANZAS et al., 2007). β -Glucanas são degradadas em taxas similares às do amido.

A fração B2 é lentamente degradada no rúmen por bactérias que utilizam amônia como sua única fonte de nitrogênio (RUSSELL et al., 1992). A taxa de degradação desta fração varia entre 3 e 8%/h (LANZAS et al., 2007). Alimentos com teor de PB entre 25 e 30 % têm taxas de digestão da fração B2 mais rápidas. A fração B2 de forragens leguminosas é em geral mais elevada que em gramíneas (VAN SOEST, et al., 1982; VARGA & HOOVER, 1983).

Da mesma forma, as proteínas também foram divididas de acordo com sua taxa de degradação ruminal, sendo a fração A correspondente ao nitrogênio não protéico, de alta digestibilidade no rúmen; a fração B representa a proteína verdadeira, subdividida em: B1 que é rapidamente solúvel no rúmen; B2 com taxa de degradação intermediária; e B3 proteína de lenta degradação, por estar associada à porção digestível da parede celular; e por último a fração C, proteína associada à lignina, complexos tanino-proteína e produtos da reação de Maillard, que são resistentes ao ataque de enzimas de mamíferos e microorganismos e por isso não são fonte de aminoácidos.

Porém, alguns estudos utilizam apenas quatro frações protéicas em vez de cinco, pois ambas frações B1 e B2 se encontram no conteúdo celular e se comportam de forma nutricionalmente uniforme. (BRODERICK, 1995; FAVORETO et al., 2008; SILVA, 2010).

2.3. Produção de gases *in vitro*

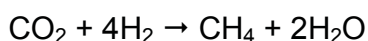
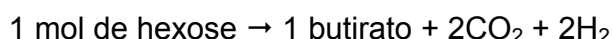
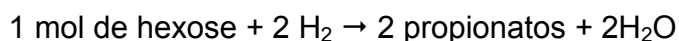
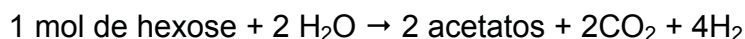
A técnica de produção cumulativa de gases *in vitro* foi desenvolvida para prever a fermentação de alimentos para ruminantes. Nela, o alimento é incubado com líquido ruminal e solução tampão, e a produção de gases é medida como indicador indireto da cinética de fermentação. A fração degradada do alimento poderá ser fermentada para

produção de gases, como CO₂ e CH₄, e ácidos graxos de cadeia curta ou ser incorporada a massa microbiana (RYMER et al., 2005). Assim, a mensuração da produção de gases possibilita estimar a quantidade de substrato que foi degradado.

A produção de gases durante o processo de digestão no rúmen é basicamente resultante da fermentação de carboidratos a acetato, butirato e propionato. A produção de gases proveniente da fermentação da proteína é relativamente pequena quando comparada com a fermentação de carboidratos (WOLIN, 1960) e a contribuição dos lipídeos para produção de gases pode ser negligenciada.

Os gases medidos pela técnica *in vitro* de produção de gases são gerados de forma direta, pela fermentação de pentoses e hexoses, ou indireta, na neutralização dos ácidos graxos de cadeia curta pelo bicarbonato presente na solução tampão. A produção de gases é decorrente principalmente da fermentação do substrato a acetato e butirato, sendo que o gás produzido a partir da geração de propionato é um produto indireto das reações de tamponamento (GETACHEW et al., 1998). Assim, alimentos ricos em carboidratos rapidamente degradáveis produzem mais propionato e por consequência, menos gases (SARWAR et al., 1992).

As reações da fermentação de hexoses foram descritas por HUNGATE (1966):



O princípio da técnica de se avaliar a degradabilidade/fermentabilidade de um alimento através da mensuração da produção de gases foi desenvolvido por McBEE (1953) e HUNGATE (1966). TREI et al. (1970), JOUANY & THIVEND (1986) e BEUVINK & SPOELSTRA (1992) adaptaram as técnicas anteriores utilizando manômetros de deslocamento de água para mensurar o gás produzido. CZERKAWSKI & BRECKENRIDGE (1975) realizaram a fermentação de alimentos em seringas, sendo a produção de gases medida pelo deslocamento do embolo.

WILKINS (1974) descreveu uma abordagem diferente para medir a cinética de fermentação *in vitro*, em que a fermentação ocorre em um recipiente lacrado e a

produção de gases é determinada usando um transdutor para medir-se o aumento da pressão no frasco devido ao acúmulo de gases no espaço superior entre a tampa e o líquido ruminal (“headspace”). Este princípio de medição de pressão com um transdutor tem sido amplamente adotado como um método simples, porém sensível, para se determinar a cinética de fermentação. A técnica mais simples de medição de pressão requer a medição manual da pressão, como descrito por THEODOROU et al. (1994). Técnicas semi-automatizadas tem sido desenvolvidas, como descrito por PELL & SCHOFIELD (1993), CONE et al. (1996) e DAVIES et al. (2000). Porém, as técnicas semi-automatizadas descritas por estes autores, requerem que cada frasco de incubação tenha seu próprio sensor, enquanto o método proposto por THEODOROU et al. (1994) há a necessidade de apenas um transdutor de pressão, possibilitando a leitura de um maior número de amostras ao mesmo tempo com menor custo (GETACHEW et al., 1998).

Nas técnicas descritas por THEODOROU et al. (1994), CONE et al. (1996) e DAVIES et al. (2000), há liberação de gases em tempos pré-determinados ou quando um limite de pressão estabelecido é alcançado, enquanto na metodologia de PELL & SCHOFIELD (1993) os gases não são liberados. THEODOROU et al. (1994) sugerem que o sistema de PELL & SCHOFIELD (1993) poderia produzir menos gases, comparando-se com outros métodos, devido ao aumento da pressão no “headspace”. Porém, segundo PELL et al. (1998) essa afirmação não se justifica ao se aumentar o “headspace” dos frascos de fermentação para 100 ml, diminuindo-se assim a pressão do sistema.

3. Objetivo

Com base no exposto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da idade de crescimento sobre a produção, composição química e parâmetros de degradação ruminal obtidos através da produção de gases *in vitro*, de folhas e caules dos híbridos de amoreira FM Shima-miura e IZ 56/4.

4. Referencias

- AMARAL, E.; ALVES, S. B. **Insetos uteis**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 184 p.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição Animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal. 3ª ed. São Paulo: Nobel, 1984. 395 p.
- BASAGLIA, R. **Eficiência de utilização da proteína da amoreira (*Morus alba* L.)**. 1993. Monografia (Trabalho de Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.
- BENAVIDES, J. E. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. In: FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agroforesteria para la producción animal en America Latina**. Rome, p. 449–477. 1999.
- BENAVIDES, J. E. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para La ganadería. In: **FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agroforesteria para la producción animal en America Latina**. Rome, pp. 449–477. 1999. Animal Production and Health Paper, 143
- BENAVIDES, J. E. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* sp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). In: **Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas**. Proy. Sistemas de Producción Animal. CATIE, Turrialba, C.R. 1986. p. 40-42. Serie Técnica. Informativo Técnico No. 67.
- BENAVIDES, J. E. Manejo y utilizacion de la morera (*Morus alba*) como forraje. **Agroforesteria en las Américas**. n. 7, p 27-30, 1995.
- BEUVINK, J.; SPOELSTRA, S. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Applied Microbiology Biotechnology**, Berlin, v. 37, p. 505–509, 1992.
- BRAZÃO, C. S. **Estudo da curva de crescimento e composição bromatológica da amoreira (*Morus alba* L.)**. 1992. Monografia (trabalho de

graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

BRODERICK, G. A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: DZO, 1995, p.139-176.

CONE, J. W.; VAN GELDER, A. H.; VISSCHER, G. J. W.; OUDSHOORN, L.; Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 61, n.1-4, p.113–128, 1996.

CZERKAWSKI, J. W.; BRECKENRIDGE, G. New inhibitors of methane production by rumen micro-organisms. Development and testing of inhibitors *in vitro*. **British Journal Nutrition**. Cambridge, v. 34, n.3, p. 429–444, 1975.

DAVIES, Z. S.; MASON, D.; BROOKS, A. E.; GRIFFITH, G. W.; MERRY, R. J.; THEODOROU, M. K. An automated system for measuring gas production from forages inoculated with rumen fluid and its use in determining the effect of enzymes on grass silage. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 83, p. 205–221, 2000.

DORAN, M. P.; LACA, E. A.; SAINZ, R. D. Total tract and rumen digestibility of mulberry foliage (*Morus alba*.), alfalfa hay and oat hay in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, p. 239-253, 2007.

DORIGAN, C. J.; RESENDE, K. T.; BASAGLIA, R.; SUGOHARA, A.; TAKAHASHI, R.; COSTA, R. G.; VASCONCELOS, V. R. Digestibilidade *in vivo* dos nutrientes de cultivares de amoreira (*Morus alba* L.) em caprinos. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 34 p. 539-544, 2004.

DORIGAN, C.J. **Avaliação nutricional da amoreira (*Morus alba* L.), por meio de modelos biológicos. 1996.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

FAVORETO, M. G.; DERESZ, F.; FERNANDES, A. M; VIEIRA, R. A. M.; FONTES, C. A. A. Avaliação nutricional da grama-estrela cv. Africana para vacas leiteiras em condições de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p. 319-327, 2008.

FONSECA, A. S.; FONSECA, T. C.; CHAMASS, E. A. Competição de híbridos naturais e artificiais de amoreira - III. **Boletim da Indústria Animal**, v. 44, n. 2, p. 323-328, 1987.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**. v. 72, p. 261–281, 1998.

GOMES, R. A.; MARTINS, A. R.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; YÁÑEZ, E. A. Performance and biometric traits of goats fed different hays. In: 10th INTERNATIONAL GOAT CONFERENCE. Recife, PE. **Analys...** Recife: IGA, 2010.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press, 1966. 533 p.

JOUANY, J. P.; THIVEND, P. *In vitro* effect of avoparcin on protein degradability and rumen fermentation. 1986. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 3, p. 215–229.

KABI, F.; BAREEBA, F. B. Herbage biomass production and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) and *Calliandra calothyrsus* harvested at different cutting frequencies. **Animal Feed Science and Technology**. v. 140, p. 178–190. 2008.

LANZAS, C.; SNIFFEN, C. J.; SEO, S.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G. A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 136, p.167–190, 2007.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Do tannins in leaves of trees and shrubs from African and Himalayan regions differ in level and activity? *Agroforestry Systems*. v. 40, p. 59–68, 1998.

MANDAL, L. Nutritive values of tree leaves of some tropical species for goats. **Small Ruminant Research**. v. 24 p. 95-105, 1997.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n.4, p. 321-330, 1999.

MCBEE, R. H. Manometric method for the evaluation of microbial activity in the rumen with application to utilization of cellulose and hemicelluloses. **Applied Microbiology**, Washington, v.1, n. 1, p.106–110, 1983.

MEDEIROS, C. L. F. **Comportamento ingestivo e digestibilidade de dietas para veadoscatingueiro consumindo diferentes volumosos**. 2005 29f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

NOCEK, J.; RUSSELL, J. B. Protein and carbohydrate as an integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

OFFNER, A., BACH, A., SAUVANT, D. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. 2003. **Anim. Feed Sci. Technol.** v. 106, p. 81–93.

OLIVEIRA, D.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; GOMES, R. A.; COLLETE, A. E.; OLIVEIRA, R. V.; RESENDE, K. R. et al. Avaliação de diferentes forragens fenadas e a utilização de medicamentos homeopáticos no desempenho de cabritas em fase de aleitamento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 2007. Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007.

PELL, A. N.; PITT, R. E.; DOANE, P. H.; SCHOFIELD, P. The development, use and application of the gas production technique at Cornell University, USA. In: DEAVILLE, E. R.; OWEN, E.; ADESOGEN, A. T.; RYMER, C.; HUNTINGTON, J. A.; LAWRENCE, T. L. J. **In Vitro Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants**. BSAS, Edinburgh, UK, pp. 45–54, BSAS Occ. Publ. No. 22, 1998.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerised monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**. v. 76, p. 1063–1073, 1993.

RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A .M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets I. Ruminal fermentation. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3551-3571, 1992.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J. A.; WILLIAMS, B. A.; GIVENS, D. I. *In vitro* cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. **Animal Feed Science and Technology**. v. 123–124, p. 9–30, 2005.

SARWAR, M.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrients digestibilities and milk production by dairy cow. **Journal of Dairy Science**. v. 75, p. 1533-1542, 1992.

SHMIDEK, A. **Degradabilidade de cultivares de amoreira (*Morus alba* L.) no rúmen de caprinos**. 1999. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

SILVA, S. P. **Cinética de degradação *in vitro* das frações de proteína e carboidrato em forrageiras tropicais e simulação do desempenho de caprinos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

SINGH, B.; MAKKAR, H. P. S., The potential of mulberry tree foliage as an animal feed supplement in India. In: **Proceedings of the Electronic Conference**. 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/MULBERRY/Papers/papers.htm>>. Acesso em: 15 de Dez. de 2011.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SNIFFEN, C. J.; RUSSEL, J. B.; VAN SOEST, P. J. The influence of carbon source, nitrogen source and growth factors in rumen microbial growth. 1983. **Proc. Cornell Nutr. Conf.** p 26. Ithaca, NY.

TAKAHASHI, R.; TAKAHASHI, K.M.; TAKAHASHI, L.S. **Sericultura: uma promissora exploração agropecuária**. Jaboticabal: Funep, 2001. 140 p.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine

the fermentation kinetic of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 2, p. 185-197, 1994.

TREI, J.; HALE, W.; THEURER, B. Effect of grain processing on *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 30, n. 6, p. 825–831. 1970.

VALE D. V.; PRADO, R M.; GONDIM, A. R. O.; TAKAHASHI, R.; CORREIA, M. A. R. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em três cultivares de amoreira (*Morus alba* L). **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal**. v. 9, n. 3, p. 1-13, 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press, 1982.

VARGA, G. A.; HOOVER, W. H. Rate and extent of neutral detergent fiber degradation of feedstuffs in situ. **Journal Dairy Science**, v. 66, p. 2109-2115, 1983.

WILKINS, J. Pressure transducer method for measuring gas production by microorganisms. **Applied Microbiology Biotechnology**. v. 27, p. 135–140, 1974.

WOLIN, M. J. A theoretical rumen fermentation balance. **Journal Dairy Science**. v. 43, p. 1452–1459, 1960.

CAPITULO 2 – PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DE HÍBRIDOS DE AMOREIRA (*Morus alba* L.) COLHIDOS EM DIFERENTES IDADES DE CRESCIMENTO

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar aspectos produtivos e nutricionais dos híbridos de amoreira FM Shima-Miura (SM) e IZ 56/4 (IZ), colhidas aos 30, 60, 90 e 120 dias de crescimento. Ao atingirem a idade de crescimento pré-estabelecida, as plantas foram colhidas, sendo folhas e caules pesados e amostrados separadamente. Foram realizadas análises de fracionamento, seguindo o esquema proposto pelo CNCPS, onde carboidratos foram separados em fração A, B1, B2 e C e os compostos nitrogenados nas frações A, B1+B2, B3 e C. Para estudo da cinética de degradação ruminal utilizou-se a técnica de produção de gases *in vitro*, sendo os dados obtidos ajustados ao modelo logaritmo bicompartimental. O híbrido SM apresentou produção de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de folhas e caules superiores à IZ ($P<0.05$). Nas folhas, o híbrido IZ apresentou maiores proporções de componentes relacionados à parede celular, comparando-se com o SM ($P<0.05$). Não houve, no entanto, diferença entre híbridos na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DivMO) e nos parâmetros de produção de gases ($P>0.05$). Com o avanço da idade de crescimento, as folhas apresentaram aumento das frações B2 (de 108 a 146 g/kg de MS) e C (de 90 a 108 g/kg de MS) dos carboidratos ($P<0.05$), e redução nos de PB (de 224 a 191 g/kg de MS) para as idades de crescimento entre 30 e 120 dias. Contudo não houve alteração nos teores das frações A e B1 dos carboidratos, B1+B2, B3 e C dos compostos nitrogenados, na DivMO nem na produção de gases ($P>0.05$). Pelo desempenho produtivo superior, recomenda-se o híbrido SM para uso em sistemas de produção de ruminantes. O alto teor de PB possibilita o uso da amoreira como suplemento protéico em dietas a base de volumosos de baixa qualidade.

Palavras-chave: Amoreira, composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas, produção de gases *in vitro*

1. Introdução.

Dentre os maiores limitantes na criação de ruminantes em zonas tropicais do mundo, está a oferta de alimentos em quantidade e qualidade. Assim, nos últimos anos tem se aumentado as pesquisas envolvendo o uso de alimentos não convencionais na nutrição de ruminantes, como por exemplo, folhagens de árvores e arbustos, que se destacam como fonte de suplementação protéica e mineral para animais (KABI & BAREEBA, 2008). Dentre estas forrageiras arbustivas, a amoreira (*Morus alba* L.) se apresenta como alternativa interessante. Originária da China, a amoreira é tradicionalmente cultivada para alimentação do bicho-da-seda, porém, pesquisas vêm apontando esta espécie como uma planta forrageira alternativa para uso na alimentação de ruminantes (BENAVIDES et al., 2000; DORAN et al., 2007; GOMES et al., 2010).

No Brasil existem diversos híbridos de amoreira, resultados de cruzamentos entre variedades primaveris e outonais, que aliam características positivas dos dois grupos, com brotação precoce, propagação por estacas, grande produção foliar e qualidade nutricional (TAKAHASHI et al., 2001). Neste sentido, se destacam os híbridos IZ 56/4 e FM Shima-miura. FONSECA et al. (1987), comparando diversos híbridos de amoreira, observou que o IZ 56/4 foi o que apresentou maior produtividade. VALE et al. (2009) observaram que o híbrido FM Shima-miura apresentou maior produção de MS de folhas, quando comparado com os demais híbridos testados. No entanto, são escassos os trabalhos avaliando o potencial destes híbridos na nutrição de ruminantes.

A idade de crescimento pode ter impacto no aproveitamento de nutrientes pelos ruminantes, uma vez que a qualidade da forragem declina com o avanço da maturidade devido ao envelhecimento de tecidos e desenvolvimento morfológico da planta (FALES et al., 2007), diminuindo-se a digestibilidade e teor de proteína, em virtude do espessamento da parede celular secundária e deposição de lignina (MOORE & JUNG, et al., 2001).

Frente a isto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da idade de crescimento sobre a produção, composição química e parâmetros de degradação ruminal obtidos através da produção de gases *in vitro*, de folhas e caules dos híbridos de amoreira FM Shima-miura e IZ 56/4.

2. Material e métodos

2.1. Local e manejo do amoreiral

O experimento foi desenvolvido entre 29 de novembro de 2010 e 29 de março de 2011, no Setor de Sericicultura da UNESP, campus de Jaboticabal, situado a 21° 14' 05" de latitude Sul e 48° 17' 09" de longitude oeste com altitude de 615 m. São apresentados na Figura 1 os valores de precipitação pluviométrica e temperatura média diária registradas no período experimental pela estação agroclimatológica da UNESP, campus de Jaboticabal.

Foram estudados os híbridos de amoreira IZ 56/4 (IZ) e FM Shima-miura (SM), estabelecidos em um amoreiral destinado a atividade sericícola, com espaçamento de 3 m entre linhas e de 0,6 m entre plantas. Amostras para análise de solo foram coletadas nas entrelinhas, apresentando pH 4,2; matéria orgânica de 14,1 g/dm³, P de 6,3 mg/dm³, K de 1,6 mmol_c/dm³, Ca de 5,1 mmol_c/dm³, Mg de 2,3 mmol_c/dm³, H+Al de 37,5 mmol_c/dm³, soma de bases de 8,9 mmol_c/dm³, capacidade de troca catiônica de 46,4 mmol_c/dm³ e V% de 19. Aplicaram-se 40 g de N, 10 g de P e 40 g de K por planta, em sulcos de 20 cm de profundidade, a uma distancia de 40 cm da linha, seguindo recomendações de TAKAHASHI, et al. (2001).

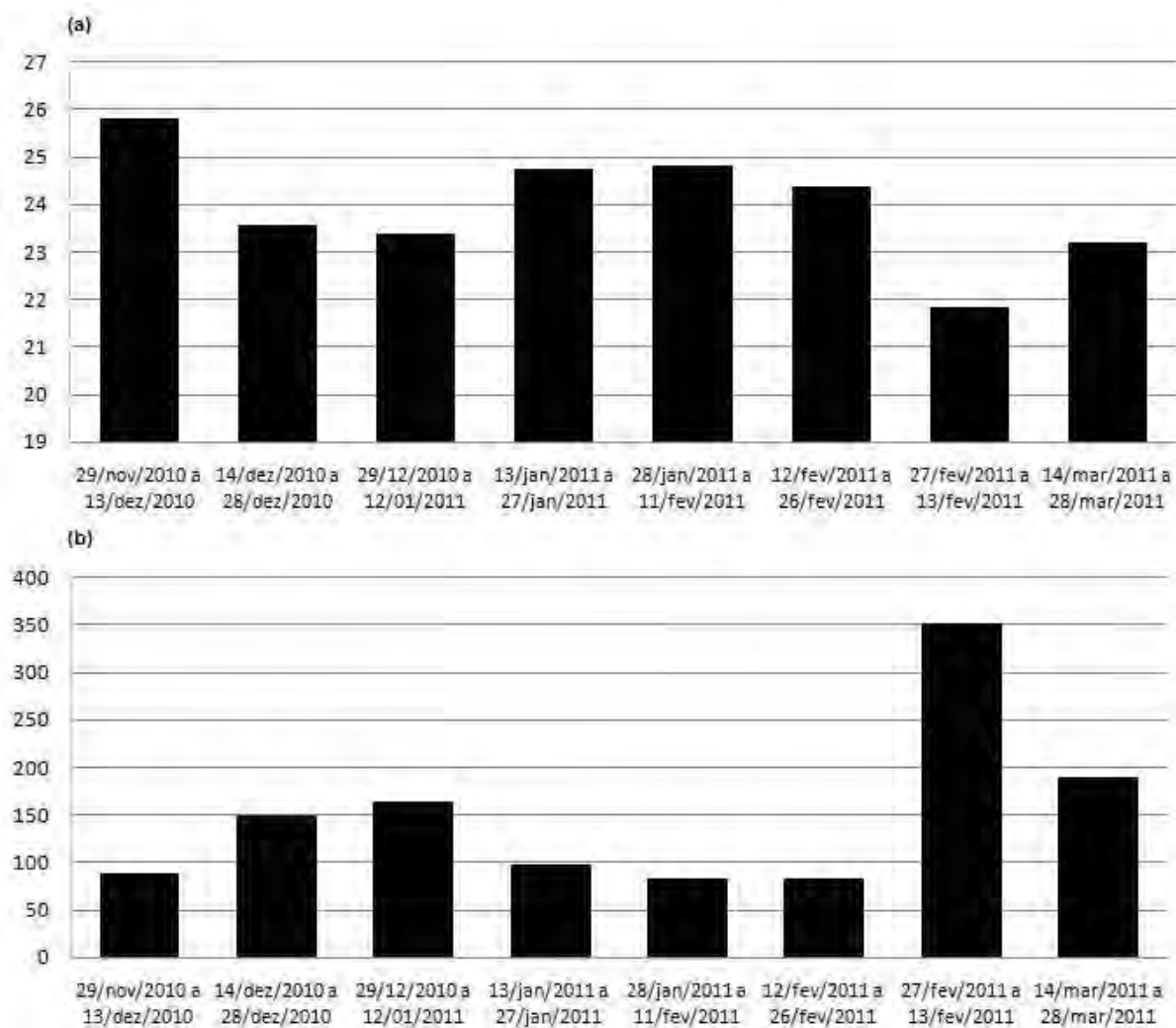


Figura 1: (a) Temperatura média diária (°C) e (b) precipitação pluviométrica (mm) registradas durante o período experimental

Na implantação do ensaio foi realizado um corte de uniformização, por meio de poda rente ao solo com o uso de roçadora acoplada a um trator. Após o corte de uniformização, duas ruas de cada híbrido foram divididas em quatro repetições de 32 m cada, sendo então distribuídas aleatoriamente nas subparcelas as idades de crescimento de 30, 60, 90 e 120 dias após o corte de uniformização. A Figura 2 esquematiza o croqui da área experimental.

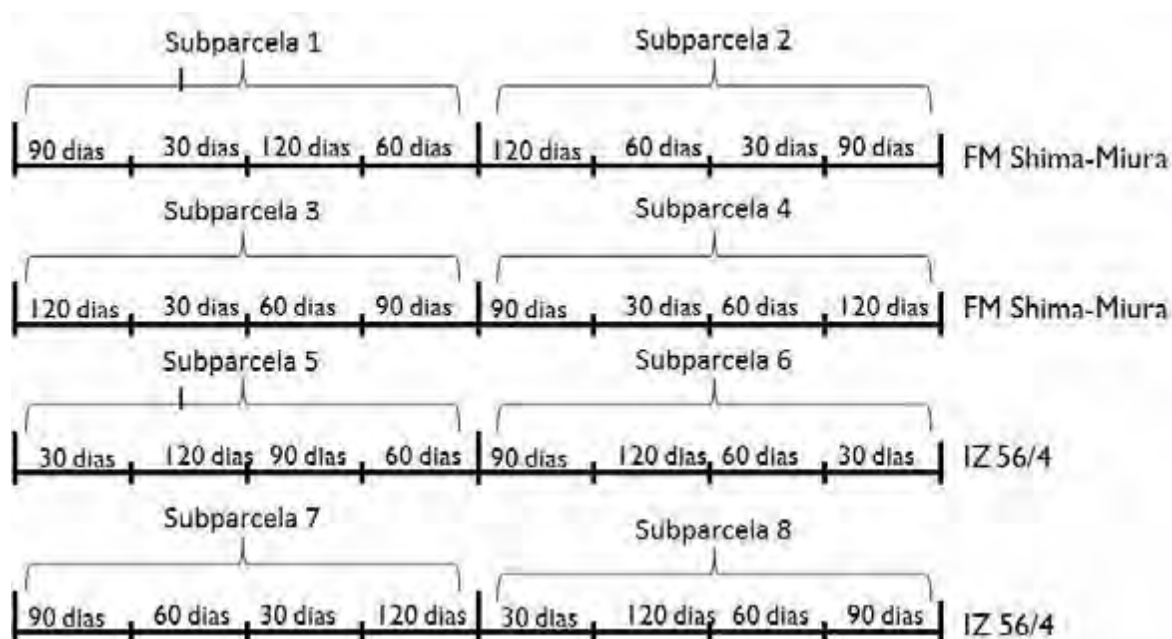


Figura 2: Esquema mostrando a divisão da área experimental

2.2. Colheita e preparo das amostras

Ao atingirem a idade de crescimento pré-estabelecida para corte, Foram colhidas, aleatoriamente, dez plantas de cada subparcela, a uma altura de 10 cm do solo. Estas mesmas plantas, antes de serem colhidas, tiveram suas alturas registradas, por meio de fita métrica. Após o corte, as plantas foram separadas em folha e caule, sendo estes pesados separadamente. Uma amostra de folha e caule de cada repetição foi separada e pesada antes e após pré-secagem por 72 horas em estufa com circulação de ar forçado a 55° C para se estimar a produção da matéria seca (MS) por planta. Depois de secas, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira com malha de 1 mm.

A relação folha:caule foi calculada dividindo-se a produção de MS de folhas pela produção de MS de caules por planta. A taxa de acúmulo foi calculada dividindo-se a produção de MS pela idade da planta, em dias de crescimento.

2.3. Análises laboratoriais

Foram determinadas a MS (AOAC, 1990; método número 930.15), a matéria mineral (MM) (AOAC, 1990; método número 942.05), o extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990; método número 920.39). As análises de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram efetuadas seguindo a metodologia descrita VAN SOEST (1963) e as de fibra em detergente neutro (FDN) seguindo a metodologia de VAN SOEST (1967).

Análises para determinação do nitrogênio não protéico (NNP), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram feitas de acordo com LICITRA et al. (1996). A determinação dos açúcares solúveis (fração A dos carboidratos) e da fração B1 dos carboidratos seguiu metodologia proposta por HALL et al. (1999). A quantidade de nitrogênio (N) de todas as análises foi determinada pelo método Kjeldhal (AOAC, 1990; método número 984.13), utilizando-se o fator de correção de 6,25 para estimar a quantidade de proteína.

2.4. Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados

O fracionamento de carboidratos e de compostos nitrogenados foi realizado seguindo o esquema proposto por SNIFFEN et al. (1992). Carboidratos totais (CHOt) (Eq. 1) foram fracionados em quatro frações, sendo A correspondente aos açúcares solúveis (Eq. 4), B1 à fração insolúvel dos CNF (amido + fibra solúvel em detergente neutro) (Eq. 5), B2 a fração digestível dos carboidratos fibrosos (CF) (Eq. 7) e C a fração indigestível dos CF (Eq. 6). Os CF e CNF foram determinados de acordo as equações (2) e (3), respectivamente.

$$\text{CHOt} = 100 - \text{PB} - \text{EE} - \text{MM} \quad [\text{Eq. 1}]$$

$$\text{CF} = \text{FDNcp} \quad [\text{Eq. 2}]$$

$$\text{CNF} = \text{CHOt} - \text{FDNcp} \quad [\text{Eq. 3}]$$

$$\text{Fração A} = \text{Açúcares solúveis} \quad [\text{Eq. 4}]$$

$$\text{Fração B1} = (\text{RIEmo} - \text{RIEpb}) - \text{FDNcp} \quad [\text{Eq. 5}]$$

$$\text{Fração C} = \text{Lignina} \times 2,4 \quad [\text{Eq. 6}]$$

$$\text{Fração B2} = \text{FDNcp} - \text{Fração C} \quad [\text{Eq. 7}]$$

Onde FDNcp é o FDN corrigido para cinzas e proteínas, RIEmo o resíduo insolúvel em etanol corrigido para cinzas e RIEpb o resíduo insolúvel em etanol corrigido para proteínas. CHOt, PB, EE, MM, FDNcp, RIEmo, RIEpb, Lignina e as frações A, B1, B2 e C são expressos em g/kg de MS.

Com relação aos compostos nitrogenados as frações B1 e B2 do esquema original foram estimadas em uma única fração. Assim, os compostos nitrogenados foram também separados em quatro frações, sendo A correspondente ao NNP (Eq. 8), B1+B2 à fração da proteína verdadeira de rápida degradação (Eq. 11), B3 à proteína ligada à parede celular de lenta degradação (Eq. 9) e C a fração não degradável da proteína (Eq. 10).

$$\text{Fração A} = \text{PB} - \text{proteína insolúvel em ácido tricloroacético} \quad [\text{Eq. 8}]$$

$$\text{Fração B3} = \text{PIDN} - \text{PIDA} \quad [\text{Eq. 9}]$$

$$\text{Fração C} = \text{PIDA} \quad [\text{Eq. 10}]$$

$$\text{Fração B1+B2} = \text{PB} - \text{Fração A} - \text{Fração B3} - \text{Fração C} \quad [\text{Eq. 11}]$$

Onde PB, proteína insolúvel em ácido tricloroacético, PIDN, PIDA e as frações A, B1+B2, B3 e C são expressos em g/kg de MS.

2.5. Produção de gases *in vitro*

Para determinação da produção de gases *in vitro*, 0,2 g de cada amostra foram incubadas, em quadruplicata, juntamente com solução contendo inóculo ruminal e meio de cultura, em frascos de vidro vedados, mantidos em banho-maria com temperatura de 39° C, de acordo com protocolo descrito por THEODOROU et al. (1994) e modificado por MAURICIO et al. (1999), considerando o volume de gases produzido a partir da medição da pressão gerada pelo acúmulo de gases, utilizando um medidor de pressão (manômetro digital Pressure Meter Delta OHM-HD 2124.1), sendo as medições realizadas nos tempos 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 48, 52, 56, 60, 72, 76, 80, 84, 96, 100, 104, 108, 120 e 124 horas após início da incubação. Para os ajustes de variação foram incubados dois frascos contendo as soluções de fermentação sem

substrato, como prova em branco e dois frascos contendo as soluções de fermentação e um substrato considerado padrão (feno de Tifton 85) ao qual o perfil de produção de gases já era conhecido. O inóculo ruminal foi coletado de duas cabras fistuladas no rúmen, alimentadas *ad libitum* com feno da planta inteira da amoreira, antes do fornecimento da refeição matinal.

Para predizer a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DivMO) e a energia metabolizável (EM) pela técnica da produção de gases *in vitro* das amostras incubadas, foram utilizadas as equações (12) e (13) preconizadas por MENKE & STEINGASS (1988).

$$\text{DivMO (\%)} = 14,88 + (0,889 \cdot \text{GP}t) + (0,045 \cdot \text{PB}) + (0,065 \cdot \text{MM}) \quad \text{Eq. [12]}$$

$$\text{EM (MJ/kg de MS)} = 2,2 + (0,136 \cdot \text{GP}t) + (0,0057 \cdot \text{PB}) + (0,00029 \cdot \text{EE}^2) \quad \text{Eq. [13]}$$

Onde GP é a produção acumulada de gases (ml/0,2 g de MS) em um tempo t e PB, MM e EE são expressos em g/kg de MS. Para calculo da EM e da DivMO foram usados os dados referentes à produção acumulada de gases nos tempos 24 e 48 horas, respectivamente.

Para o ajuste dos dados referentes à produção de gases foi utilizado o modelo logístico bicompartimental modificado (SCHOFIELD et al., 1994) descrito na equação (14).

$$Vt = Vf1 / (1 + \exp(2 - 4 \cdot c1 \cdot (t - L))) + Vf2 / (1 + \exp(2 - 4 \cdot c2 \cdot (t - L))) \quad \text{Eq. [14]}$$

Onde Vt é o volume total de gases produzido em um tempo t ; $Vf1$ e $Vf2$ correspondem ao volume de gases produzidos pela degradação CNF e CF, respectivamente; $c1$ e $c2$ são as taxas de degradação de CNF e CF; e L é o lag time.

2.6. Avaliação da amoreira pelo programa Small Ruminant Nutrition System (SRNS) versão 1.9.4208

Com o objetivo de se simular uma aplicação pratica do uso da amoreira na alimentação de ruminantes foram realizadas avaliações das folhas dos híbridos IZ e SM utilizando-se o programa SRNS, simulando-se o fornecimento de amoreira como única fonte de alimentação de uma cabra adulta, em manutenção, de 50 kg de peso corporal

(PC) e ingerindo 2,36% do PC (NRC, 2007). Os híbridos foram comparados com um feno de alfafa (*Medicago sativa*), considerada uma forrageira padrão, presente no banco de dados do programa e cuja composição química é apresentada na Tabela 1. As taxas de degradação das frações dos carboidratos e proteínas foram consideradas as mesmas para todos os alimentos.

Tabela 1: Composição química do feno de alfafa

Componente	Composição
MS (% da matéria orgânica)	91,0
PB (% da MS)	19,0
FDN (% da MS)	42,0
EE (% da MS)	2,5
MM (% da MS)	9,0
Lignina (% do FDN)	16,9
NNP (% da PB)	70,0
PS (% da PB)	29,0

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; EE = extrato étereo; MM = matéria mineral; NNP = nitrogênio não proteico; PS = proteína solúvel.

2.7. Análises estatísticas

Os dados foram analisados em parcelas subdivididas com modelos mistos considerando como efeitos fixos os híbridos IZ e SM, as idades de crescimento (30, 60, 90 e 120 dias) e suas interações, e como efeitos aleatórios a subparcela aninhada ao híbrido e o erro, usando-se o procedimento MIXED do SAS (versão 9.2), utilizando-se o modelo matemático:

$$Y = \mu + H_i + S_{j:i} + I_k + HI_{ik} + e_{ijk}, \text{ sendo:}$$

Y = variável resposta;

μ = efeito da média;

H = efeito do híbrido;

S = efeito da subparcela;

I = efeito da idade de crescimento;

HI = interação entre o híbrido e a idade de crescimento;

e = erro.

Na comparação de médias entre idades de crescimento realizou-se o contraste com polinômios ortogonais. Quando a interação entre híbridos e idades foi significativa, os efeitos dos híbridos em cada idade de crescimento foram comparados usando a diferença mínima significativa de Fisher (opção DIFF do comando LSMEANS). Em todas as comparações, a significância foi declarada $P \leq 0,05$. Para ajuste dos parâmetros do modelo de produção de gases utilizou-se o procedimento NLIN.

3. Resultados

Os valores relacionados à produção são apresentados na Tabela 2. Observou-se um aumento de produção de MS e PB e taxa de acúmulo com o aumento da idade de crescimento, tanto para folha como para caule. Por outro lado, com o aumento da idade de crescimento houve redução de 73% da relação folha:caule. O híbrido SM se mostrou mais produtivo que o híbrido IZ. A produção de MS e PB por planta do híbrido SM foi, respectivamente, 41 e 46% superior ao híbrido IZ. Houve aumento da taxa de acúmulo de folhas e caules e da altura das plantas com o aumento da idade de crescimento.

Tabela 2: Produção de MS e PB (g/planta), taxa de acúmulo (g de MS/planta), altura das plantas (cm) e relação folha:caule (g de MS) dos híbridos de amoreira IZ 56/4 e FM Shima-miura colhidos em diferentes idades de crescimento.

	Híbrido			Idades (dias)							P		
	IZ	SM	EPM	30	60	90	120	EPM	L	Q	Hib	Idades	Hib*Idade
<i>Folha</i>													
PMS	62,9	89,0	5,9	9,6	41,4	88,0	164,7	8,4	<0,0001	0,0151	0,0206	<0,0001	NS
PPB	12,2	17,2	1,2	2,2	8,2	17,0	31,4	1,7	<0,0001	0,0221	0,0251	<0,0001	NS
TA	0,7	1,0	0,1	0,3	0,7	1,0	1,4	0,1	<0,0001	NS	0,0123	<0,0001	NS
<i>Caule</i>													
PMS	64,1	96,7	7,4	4,2	26,3	82,9	208,2	10,5	<0,0001	0,0001	0,0211	<0,0001	NS
PPB	2,9	4,6	0,5	0,4	1,7	3,7	9,2	0,6	<0,0001	0,0002	NS	<0,0001	NS
TA	0,6	1,0	0,1	0,1	0,4	0,9	1,7	0,1	<0,0001	0,0150	0,0116	<0,0001	0,2116
Altura	92,3	104,3	4,9	42,0	71,2	119,9	160,1	4,8	<0,0001	NS	NS	<0,0001	0,0398
F:C	1,9	1,4	0,1	3,0	1,7	1,1	0,8	0,1	<0,0001	<0,0001	0,0006	<0,0001	<0,0001

PMS = produção de MS; PPB = Produção de PB; TA = taxa de acúmulo; F:C = relação folha:caule; IZ = IZ 56/4; SM = FM Shima-miura; EPM = erro padrão da média; NS = não significativo ($P>0,05$).

Na Tabela 2 são apresentadas as equações das produções de MS e PB, de folhas e caules dos híbridos IZ e SM, colhidos entre 30 e 120 dias de crescimento. Observa-se que as equações do híbrido SM apresentaram maiores coeficientes de angulação, quando comparados com o híbrido IZ.

Tabela 3: Equações das produções de matéria seca e proteína bruta, em g/planta, de folhas e caules dos híbridos de amoreira IZ 56/4 e FM Shima-miura colhidos com idade de crescimento entre 30 e 120 dias.

	Híbrido		P	
	IZ	SM	Hib	Hib (idade)
<i>Folha</i>				
PMS	$y = -45,2482 + 1,4421 \cdot \text{idade}$	$y = -58,8293 + 1,9707 \cdot \text{idade}$	0,0115	<0,0001
PPB	$y = -8,1799 + 0,2716 \cdot \text{idade}$	$y = -10,4862 + 0,3689 \cdot \text{idade}$	0,0181	<0,0001
<i>Caule</i>				
PMS	$y = -72,5245 + 1,8222 \cdot \text{idade}$	$y = -101,05 + 2,6365 \cdot \text{idade}$	0,0068	<0,0001
PPB	$y = -3,0380 + 0,0780 \cdot \text{idade}$	$y = -3,9474 + 0,1136 \cdot \text{idade}$	0,0344	<0,0001

PMS = produção de matéria seca; PPB = produção de proteína bruta; IZ = IZ 56/4; SM = FM Shima-miura;

Não houve material suficiente para incubação das amostras de caule, das idades de crescimento de 30 dias. Por isso as variáveis estimadas através da técnica de produção de gases *in vitro* não apresentam valores para esta idade. Também não houve material suficiente para realização das análises de fracionamento das proteínas

dos tratamentos correspondentes a idades de crescimento de 30 dias, tanto de folhas como de caules.

Com exceção das frações A e B1 dos carboidratos e B1+B2, B3 e C dos compostos nitrogenados, todas as demais variáveis relacionadas à composição química das folhas foram influenciadas pela idade de crescimento (Tabela 4). Entre 30 e 120 dias de idade, houve aumento de 28 e 6% nos teores de MS e carboidratos totais (CHOt) e redução de 15; 9 e 3% nos teores de PB, EE e MM, respectivamente. Houve aumento de todos componentes relacionados aos carboidratos fibrosos. Com relação ao caule, apenas os teores de, frações B1 e B2 dos carboidratos e frações B1+B2 e C das proteínas não se alteraram com o avanço da idade de crescimento (Tabela 5).

Tabela 4: Composição química (g/kg de MS) das folhas dos híbridos de amoreira IZ 56/4 e FM Shima-miura colhidos em diferentes idades de crescimento.

	Híbrido			Idades (dias)							P		
	IZ	SM	EPM	30	60	90	120	EPM	L	Q	Hib	Idade	Hib*Idade
MS	246,5	248,2	5,4	204,8	273,3	247,3	263,4	7,3	0,0002	0,0018	NS	<0,0001	NS
EE	21,9	27,8	1,4	28,6	19,1	25,5	26,1	1,8	NS	0,0091	0,0259	0,0072	NS
MM	96,9	96,6	1,3	101,2	91,4	94,0	101,4	1,8	NS	<0,0001	NS	0,0010	NS
FDN	323,1	281,2	4,7	248,0	315,2	323,2	322,5	6,3	<0,0001	<0,0001	0,0008	<0,0001	0,0017
Lignina	43,0	37,4	1,3	37,4	32,5	46,0	44,9	1,8	0,0003	NS	0,0216	0,0001	NS
<i>Fração dos CHOt (g/kg de MS)</i>													
CHOt	678,5	675,2	4,3	646,7	688,7	690,3	681,7	6,1	0,0011	0,0006	NS	0,0002	0,0308
CNF	412,7	459,5	7,7	448,9	443,8	423,5	428,1	10,9	NS	NS	0,0051	NS	0,0171
CF ¹	265,8	215,8	6,7	197,8	244,9	266,7	253,6	9,5	0,0003	0,0052	0,0019	0,0004	0,0116
A	150,7	145,8	7,0	155,9	158,6	127,2	151,3	9,9	NS	NS	NS	NS	NS
B1	265,0	293,1	12,6	255,7	280,8	298,6	282,8	15,2	NS	NS	NS	NS	NS
B2	162,6	126,0	8,6	108,1	167,0	156,3	145,8	12,1	NS	0,0103	0,0233	0,0163	NS
C	103,2	89,8	3,1	89,7	77,9	110,4	107,9	4,3	0,0003	NS	0,0216	0,0001	NS
<i>Fração dos CHOt (% dos CHOt)</i>													
A	22,3	21,6	1,1	24,2	23,0	18,5	22,2	1,5	NS	NS	NS	NS	NS
B1	38,1	43,4	1,6	40,5	41,2	41,5	40,0	2,2	NS	NS	NS	NS	NS
B2	23,9	18,6	1,2	16,7	24,3	22,2	21,4	1,8	NS	0,0212	0,0224	0,0371	NS
C	15,2	13,3	0,5	13,9	11,4	16,0	15,8	0,7	0,0026	NS	0,0326	0,0003	NS
<i>Fração dos compostos nitrogenados (g/kg de MS)</i>													
PB	202,7	200,4	3,5	223,5	200,7	191,1	190,8	4,9	0,0001	0,0335	NS	0,0004	0,0152
A	89,4	66,3	4,2	-	86,5	66,8	80,3	5,0	NS	0,0145	0,0101	0,0349	NS
B1+B2	41,7	56,9	3,3	-	51,0	52,9	44,0	4,0	NS	NS	0,0163	NS	0,0144
B3	54,0	43,2	2,7	-	44,0	50,5	51,2	3,3	NS	NS	0,0311	NS	0,0112
C	19,7	23,4	1,9	-	18,2	24,1	22,3	2,2	NS	NS	NS	NS	NS
<i>Fração dos compostos nitrogenados (% da PB)</i>													
A	44,6	34,8	1,4	-	42,3	34,8	42,0	1,7	NS	0,0036	0,0225	0,0122	NS
B1+B2	20,8	30,1	1,6	-	25,7	27,7	23,0	2,0	NS	NS	0,0066	NS	0,0279
B3	24,6	22,7	1,7	-	22,8	24,9	23,3	2,0	NS	NS	NS	NS	NS
C	10,0	12,4	1,1	-	9,2	12,6	11,7	1,2	NS	NS	NS	NS	NS

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE - extrato etéreo; MM = matéria mineral; CHOt = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; CF = carboidratos fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; IZ = IZ 56/4; SM = FM Shima-miura; EPM = erro padrão média; NS = não significativo (P>0,05).

¹CF representa o FDN corrigido para cinzas e proteína.

A soma das frações A + B1+B2 observadas nas folhas dos híbridos IZ e SM totalizaram, respectivamente, 65 e 64% do teor de compostos nitrogenados. A proporção da fração B3 sobre o teor de PB foi de 27 e 22%, e da fração C foi de 10 e 12%, para os híbridos IZ e SM, respectivamente.

Tabela 5: Composição química (g/kg de MS), DivMO (%) e EM (MJ/g de MS) de caules dos híbridos de amoreira IZ 56/4 e FM Shima-miura colhidos em diferentes idades de crescimento.

	Híbrido			Idades (dias)							P		
	IZ	SM	EPM	30	60	90	120	EPM	L	Q	Hib	Idade	Hib*Idade
MS	253,9	271,9	5,1	124,1	272,7	303,8	351,0	7,2	<0,0001	<0,0001	0,0491	<0,0001	0,0019
EE	12,7	10,7	0,7	16,2	9,3	10,8	10,5	1,1	0,0042	0,0065	NS	0,0016	NS
MM	51,3	48,0	1,5	101,8	41,3	29,7	25,8	2,2	<0,0001	<0,0001	NS	<0,0001	0,0166
FDN	734,8	737,1	6,6	586,9	758,1	800,2	798,4	9,1	<0,0001	<0,0001	NS	<0,0001	NS
Lignina	113,9	117,1	5,0	83,6	112,7	130,9	134,8	6,0	<0,0001	NS	NS	0,0002	NS
<i>Fração dos CHOt (g/kg de MS)</i>													
CHOt	859,1	877,5	3,0	754,8	883,3	914,6	920,7	4,2	<0,0001	<0,0001	0,0050	<0,0001	0,0002
CNF	145,4	165,1	4,4	221,1	141,2	127,7	131,1	5,4	<0,0001	<0,0001	0,0204	<0,0001	NS
CF ¹	713,7	712,4	5,0	533,6	742,1	786,9	789,6	6,0	<0,0001	<0,0001	NS	<0,0001	<0,0001
A	51,3	61,2	4,2	-	68,8	54,9	42,0	5,1	0,0063	NS	NS	0,0201	NS
B1	80,2	83,9	5,5	-	95,2	77,3	73,7	6,7	0,0423	NS	NS	NS	NS
B2	475,3	465,0	12,6	-	471,6	472,8	466,1	15,4	NS	NS	NS	NS	NS
C	307,8	297,6	10,5	-	270,5	314,0	323,5	12,9	0,0131	NS	NS	0,0293	NS
<i>Fração dos CHOt (% dos CHOt)</i>													
A	5,7	6,7	0,5	-	7,8	6,0	4,9	0,6	0,0032	NS	NS	0,0104	NS
B1	8,9	9,2	0,6	-	10,8	8,4	8,0	0,7	0,0220	NS	NS	0,0466	NS
B2	52,7	51,1	1,4	-	53,4	51,7	50,6	1,7	NS	NS	NS	NS	NS
C	34,0	32,7	1,2	-	31,3	34,3	35,1	1,4	0,0478	NS	NS	NS	NS
<i>Fração dos compostos nitrogenados (g/kg de MS)</i>													
PB	76,9	63,7	1,8	127,2	66,1	44,9	43,0	2,5	<0,0001	<0,0001	0,0022	<0,0001	0,0003
A	30,4	24,8	3,0	-	38,7	22,0	22,2	4,2	0,0006	0,0196	NS	0,0007	0,0238
B1+B2	10,3	6,6	1,2	-	10,3	7,4	7,6	1,5	NS	NS	NS	NS	NS
B3	9,5	8,6	1,0	-	12,4	7,9	6,8	1,2	0,0071	NS	NS	0,0165	NS
C	6,57	8,38	0,6	-	7,32	7,53	7,57	0,7	NS	NS	NS	NS	NS
<i>Fração dos compostos nitrogenados (% da PB)</i>													
A	53,5	50,5	3,4	-	57,0	48,2	50,7	3,4	NS	NS	NS	NS	NS
B1+B2	20,1	14,2	2,9	-	16,0	17,1	18,4	3,6	NS	NS	NS	NS	NS
B3	17,1	17,1	2,0	-	18,0	17,3	16,0	2,5	NS	NS	NS	NS	NS
C	13,0	18,2	1,9	-	11,6	17,3	17,8	2,1	0,0416	NS	NS	NS	NS

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE - extrato etéreo; MM = matéria mineral; CHOt = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; CF = carboidratos fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; IZ = IZ 56/4; SM = FM Shima-miura; EPM = erro padrão média; NS = não significativo (P>0,05).

¹CF representa o FDN corrigido para cinzas e proteína.

A proporção de lignina em relação ao FDN foi semelhante entre os dois híbridos, sendo nas folhas de 13,4 e 13,5% e nos caules de 15 e 16%, para os híbridos IZ e SM, respectivamente. Nas diferentes idades de crescimento a proporção de lignina em

relação ao FDN variou de 15% a 14% nas folhas e de 14% a 17% nos caules de plantas com idades de crescimento entre 30 e 120 dias.

Na Tabela 6 são apresentados a DivMO, a EM e os parâmetros de degradação obtidos através da produção de gases *in vitro*. Nos caules, apenas a DivMO e alterou com a idade. Já nas folhas observou-se redução de 50% na taxa de degradação dos CNF, entre 30 e 60 dias de idade. Isso refletiu na curva de produção de gases dos CNF (Figura 3), que para a idade de crescimento de 30 dias atingiu a assíntota, após oito horas de incubação, antes que as demais idades de crescimento. Para os demais parâmetros não houve diferença entre híbridos nem entre idades.

Tabela 6: Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, energia metabolizável e parâmetros de degradação obtidos através da produção de gases *in vitro* dos híbridos de amoreira IZ 56/4 e FM Shima-miura colhidos em diferentes idades de crescimento.

	Híbrido			Idades (dias)						P			
	IZ	SM	EPM	30	60	90	120	EPM	L	Q	Hib	Idades	Hib*Idade
<i>Folha</i>													
DivMO	63,8	67,1	3,6	60,6	70,1	63,5	67,5	3,3	NS	NS	NS	NS	NS
EM	8,2	8,0	0,3	7,7	8,3	7,8	8,8	0,4	NS	NS	NS	NS	NS
Vt	271,1	238,2	17,1	227,2	246,0	273,7	271,7	20,2	NS	NS	NS	NS	NS
Vf1	106,9	83,1	19,1	81,6	101,1	89,5	107,9	28,9	NS	NS	NS	NS	NS
Vf2	165,4	155,4	15,2	145,6	145,2	186,8	163,9	21,4	NS	NS	NS	NS	NS
c1	0,095	0,106	0,020	0,176	0,084	0,058	0,082	0,02	0,0059	0,0121	NS	0,0118	NS
c2	0,021	0,025	0,020	0,025	0,026	0,025	0,015	0,02	NS	NS	NS	NS	NS
L	1,5	1,8	0,3	1,1	2,1	1,6	1,7	0,3	NS	NS	NS	NS	0,0233
<i>Caule</i>													
DivMO	50,6	45,3	1,9	-	51,8	40,9	51,1	2,3	NS	0,0030	NS	0,0101	NS
EM	4,5	5,0	0,5	-	5,1	4,9	4,4	0,5	NS	NS	NS	NS	NS
Vt	199,9	171,5	19,0	-	184,4	166,1	206,7	15,7	NS	NS	NS	NS	NS
Vf1	91,9	58,8	12,0	-	69,2	65,3	91,6	14,1	NS	NS	NS	NS	0,0260
Vf2	116,1	111,8	21,0	-	121,7	105,0	115,1	20,8	NS	NS	NS	NS	NS
c1	0,046	0,091	0,040	-	0,116	0,030	0,061	0,04	NS	NS	NS	NS	NS
c2	0,012	0,013	0,001	-	0,015	0,011	0,011	0,002	NS	NS	NS	NS	NS
L	3,0	5,8	2,0	-	2,2	5,1	5,9	2,0	NS	NS	NS	NS	NS

DivMO = digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (%); EM = energia metabolizável (MJ/kg de MS); Vt é o volume total de gases produzido (ml/g de MS); Vf1 e Vf2 são, o volume de gases produzidos pela degradação de carboidratos não fibrosos (CNF) e fibrosos (CF) (ml/g de MS), respectivamente; c1 e c2 são as taxas de degradação de CNF e CF, respectivamente; L é o lag time (horas); IZ = IZ 56/4; SM = FM Shima-miura; EPM = erro padrão média; NS = não significativo ($P > 0,05$).

Nas variáveis em que houve interação híbrido*idade de crescimento realizou-se o desdobramento das médias (Tabela 7 e nas Figuras 4, 5, 6 e 7). Nas idades de crescimento de 30 e 60 dias, o híbrido IZ apresentou relação folha:caule 62 e 78% superiores ao híbrido SM, respectivamente, não havendo diferença entre os híbridos nas demais idades.

As folhas do híbrido IZ apresentaram maior proporção de FDN, CF, e fração B3 das proteínas nas idades de crescimento de 90 e 120 dias, comparando-se com o híbrido SM. Nos caules, as diferenças entre híbridos foram observadas principalmente nas idades de crescimento de 30 e 60 dias.

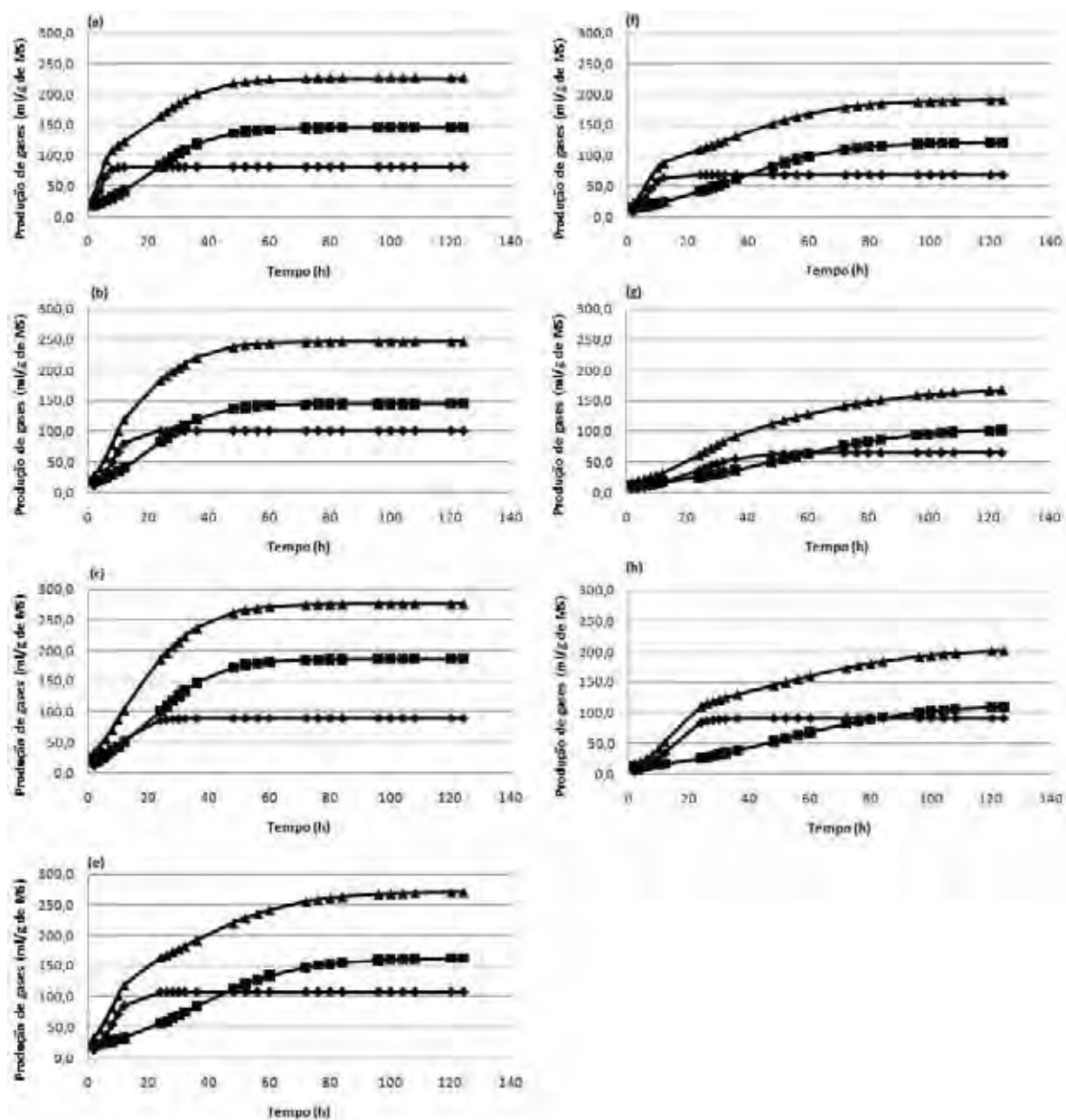


Figura 3: Volume de produção de gases total (▲) e correspondente aos carboidratos fibrosos (■) e não fibrosos (◆). (a): folha – 30 dias; (b): folha – 60 dias; (c) folha – 90 dias; (d): folha – 120 dias; (e) caule – 60 dias; (f) caule – 90 dias; (g) – caule 120 dias.

Tabela 6: Erro padrão da média e significância das variáveis que apresentaram interação híbrido x idade, comparando-se o híbrido dentro de cada idade de corte.

	Idade de crescimento (dias)							
	30		60		90		120	
	EPD	P	EPD	P	EPD	P	EPD	P
Alt	9,6	0,0328	9,6	0,0503	9,6	NS	9,6	NS
FC	1,1	<0,0001	1,1	0,0027	1,1	NS	1,1	NS
<i>Folha</i>								
PB	9,8	0,0379	9,8	0,0082	9,8	NS	9,8	NS
FDN	12,6	NS	12,6	NS	12,6	<0,0001	12,6	0,0069
CHOt	12,3	0,0387	12,3	0,0287	12,3	NS	12,3	NS
CNF	21,8	NS	21,8	0,0142	21,8	0,0002	21,8	NS
CF ¹	18,9	NS	18,9	NS	18,9	<0,0001	18,9	NS
L	1,0	NS	0,6	0,0488	0,7	0,0318	0,7	NS
Fração B1+B2 dos compostos nitrogenados (g/kg de MS)	-	-	8,0	NS	8,0	0,0005	8,0	NS
Fração B3 dos compostos nitrogenados (g/kg de MS)	-	-	6,7	NS	6,7	0,0074	6,7	0,011
Fração B1+B2 dos compostos nitrogenados (%PB)	-	-	4,0	NS	4,0	0,0038	4,0	NS
<i>Caule</i>								
TA	0,2	NS	0,2	NS	0,2	NS	0,2	0,0250
MS	15,4	0,0377	14,3	0,0042	14,3	0,048	14,3	0,0111
MM	4,7	0,0043	4,3	NS	4,3	NS	4,3	NS
CHOt	9,0	<0,0001	8,4	0,0017	8,4	NS	8,4	NS
CF ¹	12,0	0,0002	11,2	NS	11,2	NS	11,2	0,0022
Fração A dos compostos nitrogenados	-	-	6,0	0,008	6,0	NS	6,0	NS
Vf1	-	-	26,1	NS	34,2	NS	34,2	0,0028

Alt = altura; FC = relação folha:caule; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; CHOt = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; CF = carboidratos fibrosos; L = lag time; TA = taxa de acúmulo; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; Vf1 = volume de gás produzido pela degradação de CNF; EPD = erro padrão da diferença; NS = não significativo (P>0,05).

¹CF representa o FDN corrigido para cinzas e proteína.

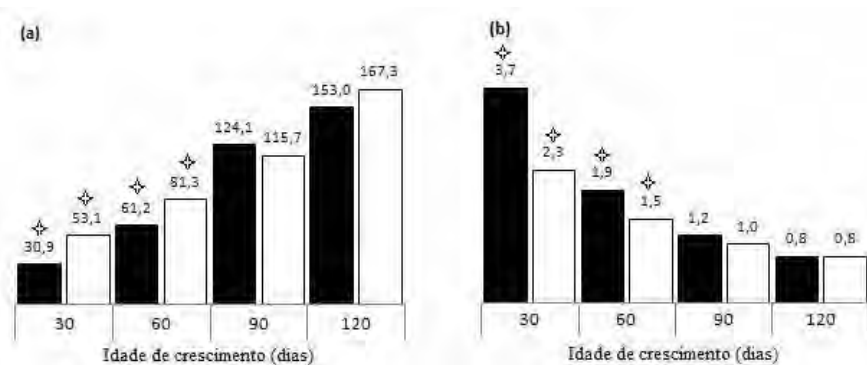


Figura 4: Médias de (a) altura (cm) e (b) relação folha:caule (g de MS) dos híbridos de amoreira IZ 56/4 (■) e FM Shima-miura (□) colhidos em diferentes idades de crescimento. Nos valores assinalados com (◇) houve diferença entre híbridos ($P < 0,05$).

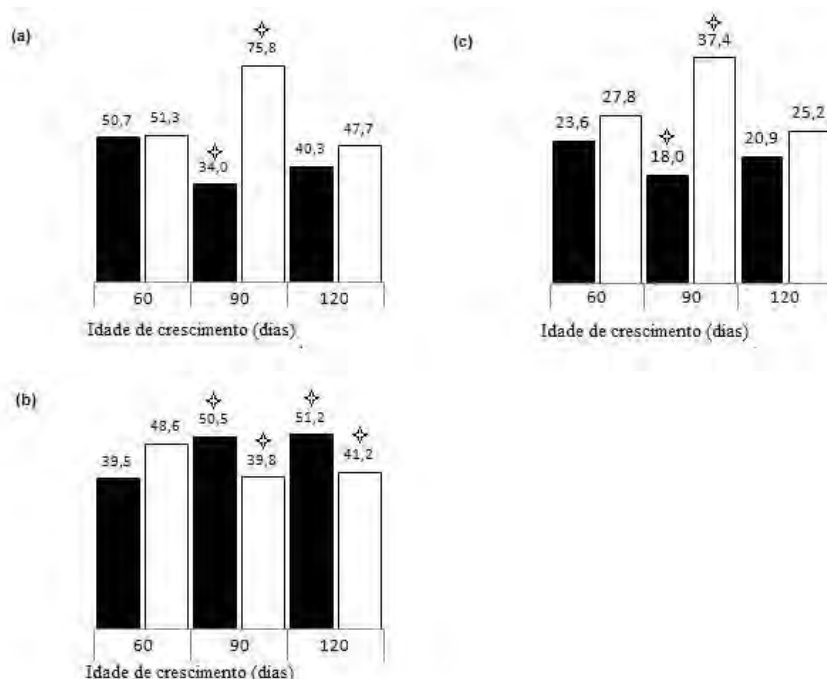


Figura 5: Médias de (a) fração B1+B2 dos compostos nitrogenados (g/kg de MS); (b) fração C dos compostos nitrogenados (g/kg de MS); (c) fração B1+B2 dos compostos nitrogenados (% de PB) das folhas dos híbridos de amoreira IZ 56/4 (■) e FM Shima-miura (□) colhidos em diferentes idades de crescimento. Nos valores assinalados com (◇) houve diferença entre híbridos ($P < 0,05$).

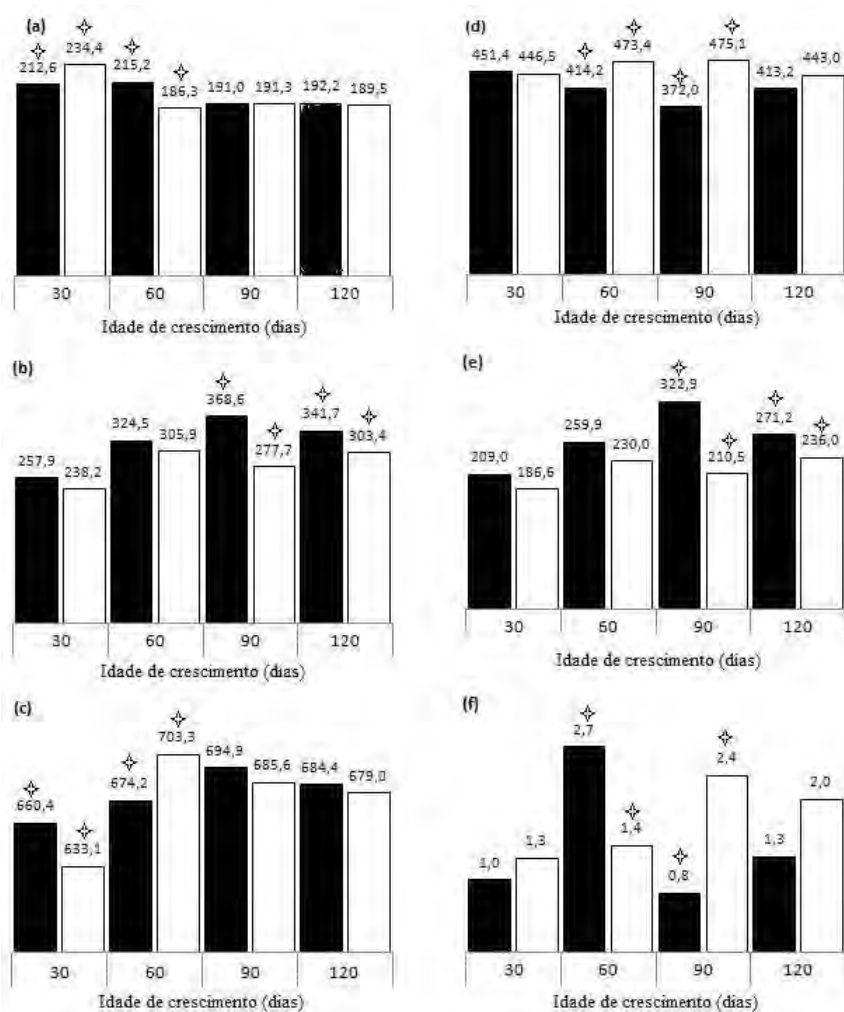


Figura 6: Médias de (a) PB (g/kg); (b) FDN (g/kg de MS); (c) CHOt (g/kg de MS); (d) CNF (g/kg de MS); (e) CF (g/kg de MS); (f) lag time (horas) das folhas dos híbridos de amoreira IZ 56/4 (■) e FM Shima-miura (□) colhidos em diferentes idades de crescimento. Nos valores assinalados com (☆) houve diferença entre híbridos ($P < 0,05$).

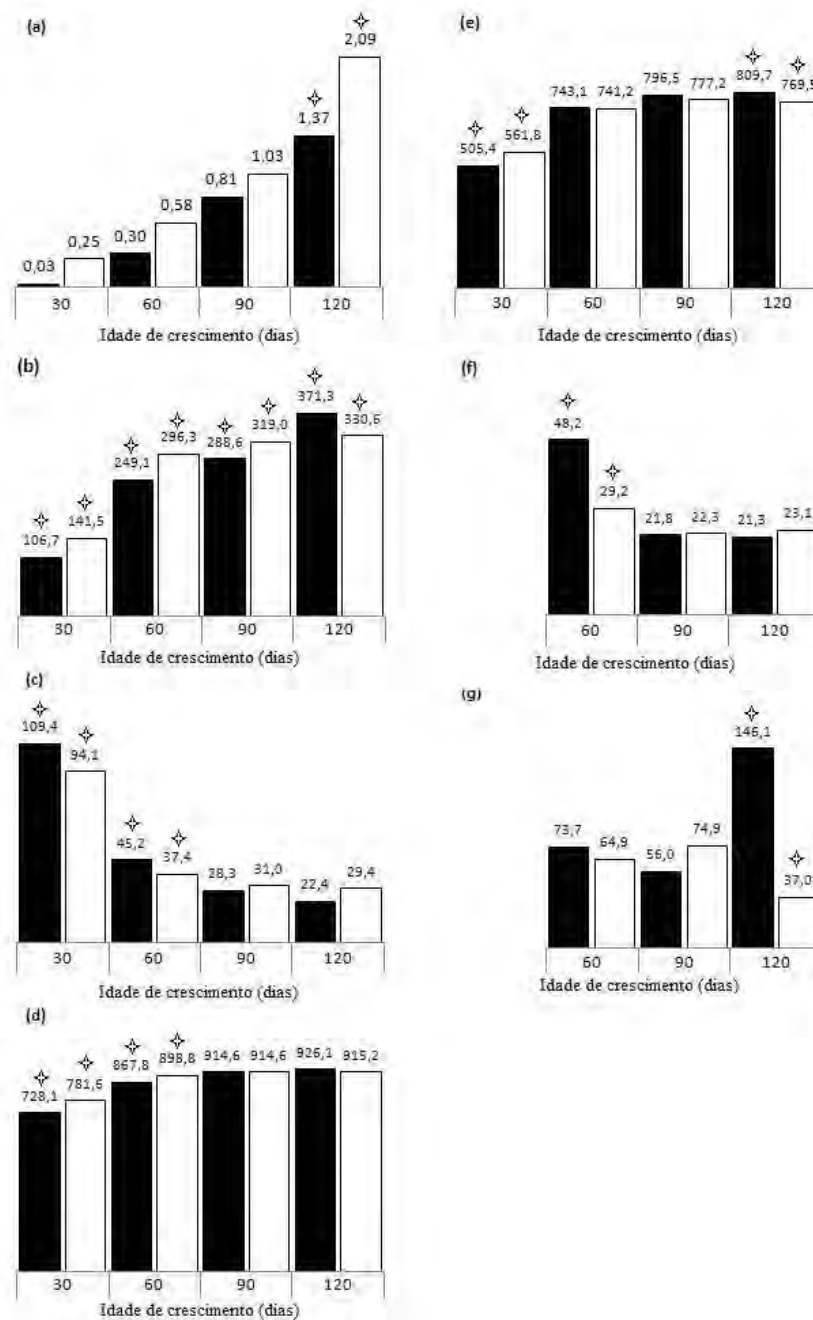


Figura 7: Médias de (a) Taxa de acúmulo (g de MS/dia); (b) MS (g/kg); (c) MM (g/kg de MS); (d) CHOt (g/kg de MS); (e) CF (g/kg de MS); (f) fração A dos compostos nitrogenados (g/kg de MS); (g) Vf1 (ml/g de MS) de caules dos híbridos de amoreira IZ 56/4 (■) e FM Shima-miura (□) colhidos em diferentes idades de crescimento. Nos valores assinalados com (◇) houve diferença entre híbridos ($P < 0,05$).

Na Tabela 7 são apresentados os resultados obtidos com a simulação de dietas pelo SRNS. Foram utilizados os resultados de folhas dos híbridos IZ e SM colhidas aos 60 dias de crescimento da planta. A ingestão de MS para os fenos de alfafa e folhas dos híbridos de amoreira IZ e SM foi de 2,58; 2,94 e 2,90% do PC, respectivamente. Observa-se que os híbridos de amoreira proporcionaram maior ingestão de MS, o que acarretou maior ingestão de EM, de PM e ganho de peso corporal (GPC). O pH ruminal foi o mesmo e a exigência de EM e o custo para excreção da uréia foi semelhante entre as forrageiras.

Tabela 7: Simulações realizadas pelo software SRNS, comparando-se o desempenho de uma cabra adulta, em manutenção, alimentada feno de alfafa, e folhas dos híbridos IZ 56/4 e FM Shima-miura

	Feno de Alfafa	IZ	SM
Exigência de EM(Mcal/dia)	2,433	2,508	2,470
Custo com excreção da Uréia (Mcal/dia)	0,118	0,158	0,124
Ingestão de EM (Mcal/dia)	2,692	3,091	3,037
Exigência PM (g/dia)	44	44	44
Ingestão de PM (g/dia)	126	180	151
Ingestão de MS (kg/dia)	1,29	1,47	1,45
pH rúmen	6,46	6,46	6,46
GPC (g/dia)	22	48	47

IZ = IZ 56/4; SM = FM Shima-miura; EM = energia metabolizável; PM = proteína metabolizável; MS = matéria seca; GPC = ganho de peso corporal.

4. Discussão

O híbrido SM apresentou maior produção de MS e PB que o IZ, semelhante ao observado por VALE et al. (2003). Visualmente pôde ser observado no campo que o híbrido SM apresentou brotação mais precoce, mantendo o maior desenvolvimento durante todo o ensaio, o que pode ser comprovado pelo maior coeficiente de angulação que as equações deste híbrido apresentaram.

Neste estudo não se determinou a produção/ha, pois o espaçamento em que foi implantado o amoreiral visava à facilidade de manejo na produção sericícola, não indicado, no entanto, em sistemas de criação de ruminantes por proporcionar baixa

produção por área, sendo aconselhado o plantio mais adensado das plantas, que possibilita maior produção por área. SHAYO (1997) relatou que amoreirais implantados com espaçamento entre plantas de 0,5 x 0,7 m e colhidas aos 120 dias produziram 4 t de MS de folhas, seis vezes mais quando comparados as áreas em que o espaçamento entre plantas foi de 1 x 2 m. AINALIS & TSIIOUVARAS (1998) também observaram que amoreirais implantados com menores espaçamento entre plantas apresentam maior produtividade. Não foram encontrados trabalhos avaliando a produtividade anual dos híbridos estudados, no entanto, em amoreirais com espaçamento entre plantas de 1 x 0,5 KABI & BAREEBA (2008) relataram maior produção anual em áreas manejadas com intervalos de corte de 60 dias, obtendo produtividade de 12,8 t de MS/ha/ano.

A redução da relação folha:caule com o aumento da idade de crescimento em ambos os híbridos, é um resultado esperado, pois segundo SULLIVAN (1973) no início do crescimento as plantas apresentam alta proporção de folhas, sendo que com o avanço do desenvolvimento diminui-se a produção de folhas e ocorre o alongamento do caule. Assim, se a intenção for fornecer a planta inteira da amoreira na alimentação animal, seria interessante o fornecimento de plantas mais novas, que apresentam maior quantidade de folhas, pois estas possuem melhor valor nutricional. KABI & BAREEBA (2008) aconselharam o uso da amoreira quando a relação folha:caule for maior que 1 para garantir colheita de forragens com alto valor nutricional.

Os altos teores de PB e MM das folhas observados neste estudo foram semelhantes aos encontrados por outros autores (SCHIMIDEK et al., 2000; DORIGAN et al., 2004). Segundo OSUJI & ODENYO (1997), forrageira arbustivas, como é o caso da amoreira, são indicadas para suplementação mineral e protéica de dietas a base de forrageiras de baixa qualidade. Segundo YAO et al. (2000), devido ao seu teor de proteína a amoreira pode ser usada como fonte de suplementação protéica para ruminantes.

Foi observada alta proporção das frações A + B1+B2 dos compostos nitrogenados (rapidamente degradadas no rúmen) em relação ao teor total de PB das folhas de ambos os híbridos. KABI & BAREEBA (2008) e SILVA (2010) também observaram em folhas de amoreira grande proporção de proteínas rapidamente

degradadas no rúmen. Segundo BRODERICK (1995) a rápida degradação de proteína em forragens acarreta diminuição da eficiência da proteína. Segundo o mesmo autor nos casos que há rápida degradação de proteínas os microorganismos ruminais não são hábeis em utilizar todos os aminoácidos e amônia disponíveis, havendo assim maior degradação que síntese de proteína microbiana. Logo, apesar do alto teor de proteína da amoreira ela pode não garantir adequado suprimento de proteína não-degradada no rúmen (KABI & BAREEBA, 2008). De acordo com BRODERICK (1995) neste caso a solução para aumentar a síntese de proteína microbiana e diminuir a perda de proteína degradada seria maximizar a energia fermentável da dieta, alimentando os animais com o mínimo de fibra efetiva requerido, aumentando a proporção de concentrados, moendo mais finamente estes e concomitante fornecimento de forragens com maior teor energético, como a silagem de milho.

As folhas do híbrido IZ, quando comparadas com as do SM, apresentaram maiores proporções de componentes relacionados à parede celular, como CF, lignina, frações B2 e C dos carboidratos e fração B3 dos compostos nitrogenados. No desdobramento das médias é possível observar que esta tendência foi observada nas idades de crescimento de 90 e 120 dias. De acordo com VAN SOEST (1982), variações na composição de plantas de mesma idade podem ser reflexo de diferenças entre genótipos. Porém, como não houve diferença entre os dois híbridos na DivMO e nos parâmetros relacionados à produção de gases, supõem-se que apesar da maior proporção de componentes da parede celular que as folhas do híbrido IZ apresentaram, as diferenças encontradas entre os dois híbridos seriam de pequena magnitude e assim, a degradabilidade ruminal dos mesmos não seria alterada. DORIGAN et al. (2004) observaram que a digestibilidade *in vivo* da MS foi igual entre os híbridos FM 86 e FM Shima-miura. SCHMIDEK et al. (2000) também não observaram diferença entre híbridos na degradabilidade *in situ* da MS e PB.

Além disso, a proporção de lignina em relação ao FDN foi semelhante entre os dois híbridos, o que explicaria o fato de ambos não apresentarem diferença na degradação ruminal. Segundo VAN SOEST (1982) a lignina é o principal fator limitante da digestibilidade de forragens, atuando como uma barreira física, impedindo que as

enzimas microbianas alcancem os polissacarídeos da parede celular (HATFIELD et al., 2007).

De forma geral, houve aumento dos teores de MS e dos componentes relacionados à parede celular (frações B2 e C dos carboidratos), e diminuição nos de PB das folhas e caules, com o aumento da idade de crescimento. Tendência semelhante foi observada por DORIGAN et al. (2004) e KABI & BARREBA (2008). Com o avanço da idade, as plantas tendem a tornar-se mais maduras e geralmente há um declínio no valor nutricional (VAN SOEST, 1982). Segundo FLEMING (1973) nos estádio iniciais de crescimento a planta apresenta baixa produção de MS. Porém, com o aumento de áreas responsáveis pela fotossíntese, a produção de MS aumenta. Parte deste aumento na MS se deve ao acúmulo de carboidratos fibrosos e lignificação que ocorre com o avanço da idade da planta, acarretando diminuição na qualidade da forragem (FALES, 2007).

No entanto, DivMO e a EM das folhas não foi influenciada pela idade de crescimento das plantas. Assim como nos híbridos, a variação na proporção de lignina em relação ao FDN foi pequena nas diferentes idades de crescimento. Segundo FALES (2007) de forma geral, folhas de leguminosas apresentam grande proporção (acima de 88%) de mesófilo, altamente digestível. O mesmo autor ressalta que, comparando-se com gramíneas forrageiras, a qualidade nutricional das folhas de leguminosas declina pouco com a maturidade. Citado pelo mesmo autor, ALBRECH et al. (1987) reportaram que a degradabilidade *in vitro* da MS de folhas de alfafa permanece constante, ao redor de 80%, independentemente do estágio de crescimento. Vale ressaltar que a amoreira não é uma leguminosa, porém algumas comparações com plantas leguminosas são válidas, em razão de semelhanças morfológicas que existem entre as espécies dicotiledôneas. Os valores de EM encontrados neste estudo são semelhantes aos observados por BAKSHI & WADHWA (2007), que relataram EM de 8,3 MJ/kg de MS nas folhas de amoreira.

O teor das frações relacionadas aos CNF não foi influenciado pela idade de crescimento. Porém, como estas frações possuem carboidratos de reserva, são necessários estudos avaliando o efeito da frequência de corte no teor de CNF, pois

segundo GARCIA et al. (2001) há evidências de que a rebrota de plantas arbóreas podadas depende dos carboidratos de reserva. O mesmo autor afirma que diversos estudos com árvores decíduas de clima temperado indicam que as reservas de carboidratos se esgotam em consequência da desfolhação e do regime de poda em que a planta é submetida. Plantas de *Gliricidia sepium* manejadas em regime de poda a cada 12 meses, apresentam maiores quantidades de açúcares e amido, quando comparadas com plantas que foram podadas a cada seis meses. (GARCIA et al., 2001).

Para ajuste dos dados de produção de gás foi utilizado o modelo logístico bicompartimental modificado (SCHOFIELD et al., 1994), pois as análises de fracionamento demonstraram que folhas de amoreira apresentam dois *pools* distintos de carboidratos, fibrosos e não fibrosos, que apresentam taxas de degradação diferentes entre si.

As folhas de amoreira apresentaram um alto potencial de produção de gases, que pode ser devido à alta digestibilidade de seus nutrientes. Não houve diferença entre idades de crescimento no volume total de gases produzidos, nos volumes de gases produzidos pela degradação de CNF e CF, na taxa de degradação dos CF e no lag time das folhas. Como mencionado anteriormente, a qualidade nutricional das folhas declina pouco com a idade, o que explicaria os resultados dos parâmetros acima citados. Apenas a taxa de degradação dos CNF apresentou redução com a idade de crescimento, o que leva a crer que, mesmo não havendo diferença estatística na concentração da porção insolúvel dos CNF (fração B1, de degradação mais lenta), o aumento do teor desta fração em relação ao teor de MS, que foi em média de 13% entre a idade de crescimento de 30 dias e às demais, pode levar a uma diminuição na taxa de degradação dos CNF. Em folhas de amoreira, SILVA (2010) observou taxas de degradação de 0,35 e 0,07, respectivamente para as frações solúvel e insolúvel de CNF. Isso refletiu na curva de produção de gases dos CNF (Figura 3), pois enquanto aos 30 dias a assíntota foi atingida aproximadamente com oito horas de incubação, para as idades de corte de 60, 90 e 120 dias a curva apresentou ponto de inflexão somente após 24 horas. De acordo com GETACHEW et al. (1998), a cinética de

produção de gases é dependente da relativa proporção de frações solúvel, insolúvel porém degradada e indegradada do alimento.

Para caule, não houve efeito das idades em nenhum dos parâmetros de produção de gás avaliados. Porém, a contribuição da produção de gases dos CF no volume total de gás produzido caiu de 66 para 56%, entre as idades de corte de 60 e 120 dias, o que pode ser reflexo do aumento da fração indigestível dos CF, acarretada pela deposição de lignina à medida que a planta envelhece, dificultando o ataque dos microorganismos à parede celular. Como descrito anteriormente, a lignina é o principal limitante na digestibilidade da forrageira. JUNG & ALLEN (1995) descreveram efeito negativo da digestão da parede celular com a presença de ligações entre lignina e polissacarídeos estruturais.

Na simulação de desempenho pelo SRNS foi escolhido folhas de plantas com idade de crescimento de 60 dias, pois segundo KABI & BAREEBA (2008), com intervalos de corte de 60 dias obtém a maior produtividade ao longo do ano. Com o fornecimento de folhas dos híbridos IZ e SM foi possível atender as exigências de EM e PM de uma cabra adulta em manutenção. As três forrageiras proporcionaram ingestão de MS superior à recomendada pelo NRC (2007). Porém os híbridos de amoreira proporcionaram maior ingestão MS quando comparados com o feno de alfafa, ocasionando maior consumo de EM, PM e GPC. GOMES et al. (2010) observaram melhor desempenho em cabritos alimentados com dietas contendo feno de amoreira, comparando-se com animais alimentados com feno de alfafa. As três forrageiras proporcionaram o mesmo pH ruminal e custo energético para excreção na uréia semelhante.

5. Conclusões

O híbrido FM Shima-miura apresenta desempenho produtivo superior ao IZ 56/4, nas condições de clima e solo em que foi conduzido este estudo.

Os híbridos FM Shima-miura e IZ 56/4 apresentam diferenças na composição química de compostos relacionados à parede celular. Porém estas diferenças são de

pequena magnitude e por isso não afetam a DivMO e os parâmetros de degradação ruminal obtidos através da produção de gás *in vitro*.

As folhas de amoreira colhidas de plantas de diferentes idades de crescimento também apresentam diferenças na composição química de compostos relacionados à parede celular. Porém, mais uma vez estas diferenças são de pequena magnitude e não alteram os parâmetros de degradação ruminal obtidos através da produção de gases *in vitro*.

6. Referências

AINALIS, A. B.; TSIOUVARAS, A. N. Forage production of woody fodder species and herbaceous vegetation in a silvopastoral system in northern Greece. 1998.

Agroforestry Systems, v. 42, p. 1–11.

ALBRECH, K. A.; WEDIN, W. F.; BUXTON, D. R. Cell-wall composition and digestibility of alfafa stems and leaves. **Crop Science**, v. 27, p. 735-741. 1987.

AOAC, Association of Official American Chemistry. **Official methods of analysis**, 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA. 1990.

BAKSHI, M. P. S.; WADHWA, M. Tree leaves as complete feed for goat bucks. **Small Ruminant Research**, v. 69, p. 74-78, 2007.

BENAVIDES, J.; HERNANDES, I.; ÉSQUIVEL, J.; VASCONCELOS, J.; GONZALEZ, J.; ESPINOSA, E. Supplementation of grazing dairy cattle with mulberry in the high part of the central valley of costa rica. In: SANCHEZ, M. D. **Mulberry for animal production**. 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Mulberry/Papers/text/Benavid2.txt>>. Acesso em: 15 de dez. de 2011.

BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. **Jornal Animal Science**, n. 73, p. 2760-2773, 1995.

DORAN, M. P.; LACA, E. A.; SAINZ, R. D. Total tract and rumen digestibility of mulberry foliage (*Morus alba*.), alfalfa hay and oat hay in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, p. 239-253, 2007.

DORIGAN, C. J.; RESENDE, K. T.; BASAGLIA, R.; SUGOHARA, A.; TAKAHASHI, R.; COSTA, R. G.; VASCONCELOS, V. R. Digestibilidade *in vivo* dos nutrientes de cultivares de amoreira (*Morus alba* L.) em caprinos. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 34 p. 539-544, 2004.

FONSECA, A. S.; FONSECA, T. C.; CHAMASS, E. A. Competição de híbridos naturais e artificiais de amoreira - III. **Boletim da Indústria Animal**, v. 44, n. 2, p. 323-328, 1987.

FALES, S. L.; FRITZ, J. O. Factors affecting forage quality. In: BARNES, R. F., NELSON, C. J., MOORE, K. J., COLLINS, M. **Forage: The science of grassland agriculture**. Ames: Iowa State Press, 2007, v. 2, p. 569-580

FLEMING, G. A. Mineral composition of herbage. In: BUTLER, G.W., BAILLEY. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press Inc, 1973, v. 2.

GARCIA, H.; NYGREN, P.; DESFONTAINES, L. Dynamics of nonstructural carbohydrates and biomass yield in a fodder legume tree at different harvest intensities. **Tree Physiology**, v. 21, p. 523–531, 2001.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKAR, H. P. S.; BECKER, K. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**. v. 72, p. 261–281, 1998.

GOMES, R. A.; MARTINS, A. R.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; YÁÑEZ, E. A. Performance and biometric traits of goats fed different hays. In: 10th INTERNATIONAL GOAT CONFERENCE. 2010. Recife, PE. **Anal...** Recife: IGA, 2010.

HALL, M. B.; HOOVER, W. H.; JENNINGS, J. P.; WEBSTER, T. K. M. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 79, p. 2079-2086, 1999.

HATFIELD, R. D.; JUNG, H. J. G.; BRODERICK, G.; JENKINS, T. C. Nutritional chemistry of forage. In: BARNES, R. F., NELSON, C. J., MOORE, K. J., COLLINS, M.

Forage: The science of grassland agriculture. Ames: Iowa State Press, 2007, v. 2, p. 467-485.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant-cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**. v. 73, n. 9, p. 2774-2779, 1995.

KABI, F.; BAREEBA, F. B. Herbage biomass production and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) and *Calliandra calothyrsus* harvested at different cutting frequencies. **Animal Feed Science and Technology**. v. 140, p. 178–190, 2008.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. G. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**. v. 57, p. 347-358, 1996.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n.4, p. 321-330, 1999.

MOORE, K. J.; JUNG, H. G. Lignin and fiber digestion. **Journal Range Manage**, v. 54, p. 420-430, 2001.

MENKE, K. H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Animal Research Development**, v. 28, n. 1, 1988.

NRC, National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants:** sheep, goats, cervids and new camelids. Washington: National Academy of Science, 2007. 361 p.

OSUJI, P. O.; ODENYO, A. A. The role of legume forages as supplements to low quality roughages — ILRI experience. **Animal Feed Science and Technology**, v. 69, (1), p. 27-38, 1997

SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.

SCKMIDEK, A.; TAKAHASHI, R.; MEDEIROS, A. N.; RESENDE, K. T.; Bromatological composition and degradation rate of mulberry in goats. In: SANCHEZ, M.

D. **Mulberry for animal production.** Disponível em:

<<http://www.fao.org/DOCREP/005/X9895E/x9895e0k.htm>>. Acesso em: 15 de Dez. de 2011.

SHAYO, C. M. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of central Tanzania. **Tropical Grasslands**. v. 31, p. 599–604, 1997.

SILVA, S. P. **Cinética de degradação “in vitro” das frações de proteína e carboidrato em forrageiras tropicais e simulação do desempenho de caprinos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SULLIVAN In: BUTLER, G.W., BAILLEY. **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press Inc, 1973, v. 3.

TAKAHASHI, R.; TAKAHASHI, K.M.; TAKAHASHI, L.S. **Sericicultura: uma promissora exploração agropecuária**. Jaboticabal: Funep, 2001. 140 p.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; McALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 2, p. 185-197, 1994.

VALE D. V.; PRADO, R M.; GONDIM, A. R. O.; TAKAHASHI, R.; CORREIA, M. A. R. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em três cultivares de amoreira (*Morus alba* L). **Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal**. v. 9, n. 3, p. 1-13, 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press, 1982.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II - a rapid method for determination of fiber and lignin. **Journal of Association Official Analytical Chemistry**. v. 46, p. 829-835, 1963.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. IV. Determination of plant cell wall constituents. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v.50, p.50-55, 1967.

YAO, J.; YAN, B.; WNAG, X. Q.; LIU, J. X. Nutritional evaluation of mulberry leaves as feeds for ruminants. **Livestock Research for Rural Development**. v. 12, p. 9–16, 2000.

CAPÍTULO 3 - IMPLICAÇÕES

Apesar das diferenças na composição química entre os híbridos FM Shima-miura e IZ 56/4, principalmente em relação aos compostos da parede celular, não foi observada diferença na DivMO e nos parâmetros de produção gases *in vitro*, sugerindo que a degradação ruminal de ambos os híbridos seria a mesma. Por apresentar desempenho produtivo superior, recomenda-se a adoção do híbrido FM Shima-miura como fonte de volumoso para ruminantes.

As folhas de amoreira colhidas de plantas de diferentes idades de crescimento também apresentam características nutricionais semelhantes entre si, sendo necessários mais estudos para se descobrir se a frequência de cortes altera a composição química da planta, bem como em qual frequência se obteria maior produtividade anual. Para o uso da planta inteira na alimentação de ruminantes, recomenda-se o corte de plantas com 60 dias de crescimento, que possuem relação folha:caule de 1,7:1. Até esta idade as plantas ainda possuem caules que apresentam maior teor de PB e de frações degradáveis de compostos nitrogenados, comparando-se com as demais idades de crescimento.

O alto teor de PB, com alta proporção de frações digestíveis de compostos nitrogenados possibilita o uso da amoreira como suplemento protéico em dietas à base volumosos de baixa qualidade. Porém, a alta proporção de frações dos compostos nitrogenados de rápida degradação no rúmen, presente nas folhas de amoreira, pode acarretar diminuição da eficiência de utilização da proteína. Assim, em dietas à base de folhas de amoreira aconselha-se o uso de estratégias para se aumentar a síntese de proteína microbiana e diminuir a perda de proteína degradada, como aumentar a proporção de concentrados energéticos na dieta ou fornecimento concomitante de forragens com maior teor energético.

Ressalta-se no entanto que são necessários mais estudos avaliando-se o desempenho de animais alimentados com dietas contendo amoreira