

# Determinação da matéria seca em alimentos para uso animal por meio do forno microondas e Koster Tester

*Food dry matter determination for animal use through microwave oven and Koster Tester*

**Ricardo Ferreira Godinho<sup>1\*</sup>, Rita de Cássia Ribeiro Carvalho<sup>1</sup>, Eliel Alves Ferreira<sup>1</sup>**

Recebido em 23/04/2013; aprovado em 04/07/2014.

## RESUMO

O conhecimento do consumo de matéria seca pelo animal é o primeiro passo para a formulação de dietas para vacas leiteiras. Há variedade de equipamentos e métodos que podem ser usados para secar alimentos, cada qual com vantagens e desvantagens para serem utilizados em propriedades rurais. O objetivo deste trabalho foi identificar e avaliar uma metodologia para quantificação do teor de umidade e matéria seca em alimentos de uso animal, viável de ser adotada em fazendas. Foi utilizado o Koster Tester e o forno microondas, com e sem o uso de recipiente com água, recomendado normalmente para evitar a queima da amostra, para determinação da matéria seca de silagem de milho planta inteira, silagem de grão úmido de milho e de dieta completa. Na determinação da matéria seca do grão úmido, o Koster se mostrou mais preciso quando comparado ao forno microondas com ou sem recipiente com água. Para as amostras da dieta completa e silagem de milho planta inteira, o forno microondas sem recipiente com água se mostrou mais preciso, seguido pelo Koster. O uso do forno microondas como meio de obtenção do teor de matéria seca mostrou-se mais eficiente que o Koster, sendo fácil, prático e viável o seu uso em fazendas. O não uso do recipiente com água no método do forno microondas, proporcionou maior extração de água de todas as amostras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentação animal, nutrição animal, testes em fazenda, umidade.

## ABSTRACT

Knowing the dry matter intake of an animal is the first step in formulating diets for dairy cows. There are a variety of equipments and methods which can be used for drying food; each type has advantages and disadvantages for using on the farm. The objective of this study was to identify and evaluate a methodology for assessing the moisture content and dry matter in animal food, feasible for adoption on farms. The Koster Tester and the microwave oven with and without the water container, usually recommended to avoid burning the sample, were used to determine the dry matter of the whole cornplant silage, wet corn grain silage and total mixed ration. In determining the dry matter of high moisture corn grain, the Koster was more accurate when compared to the microwave oven with or without water container. For samples of total mixed ration and whole corn plant silage, the microwave oven without the water container proved to be more effective, followed by Koster. The use of the microwave oven as a means of obtaining the dry matter content was more efficient than the use of Koster, being easier, practical and feasible for using on farms. Not using the water container made the microwave oven more effective and the burning of the sample was avoided through the use of materials without leaving a space at the center of the container with the sample.

**KEYWORDS:** Animal feeding, animal nutrition, testing farm, humidity.

<sup>1</sup> Fundação de Ensino Superior de Passos – FESP. Faculdades Integradas do Sudoeste Mineiro. Av. Juca Stockler, 1130, CEP 37900-106, Passos, MG, Brasil. Email: ricardo.godinho@fespmg.edu.br. \*Autor para correspondência.

## INTRODUÇÃO

Para Borges et al. (2009), o conhecimento do consumo de matéria seca pelo animal é o primeiro passo para a formulação de dietas para vacas leiteiras. A determinação da matéria seca (MS) em programas de alimentação é importante para garantir que os animais estejam recebendo a quantidade adequada de nutrientes por meio da dieta, e, quando realizada de forma sistemática, o conhecimento do teor de MS é mais uma ferramenta de auxílio ao nutricionista e produtor (NENNICH e CHASE, 2007).

Estimativas seguras dos teores de matéria seca da forragem podem ajudar produtores a alcançar uma boa conservação da silagem e, conseqüentemente, melhor qualidade de dieta em alocação ao máximo rendimento por animal (SHENA et al., 2007).

Avaliando o impacto econômico, social e ambiental do uso do forno microondas doméstico e estufas de circulação forçada para determinação de matéria seca e do teor de água em solos e plantas, Vinholis et al. (2008) constataram que em propriedades rurais leiteiras os benefícios verificados pelo método do forno microondas foram rapidez no fornecimento de resultados para os sistemas de produção e a possibilidade de se compor dieta balanceada para os animais. Segundo os referidos autores, a silagem fornecida em níveis ideais de matéria seca (35%) foi capaz de elevar em 9,2% a produção de leite por animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, quando comparado à silagem com 25% de matéria seca. Houve variação na produção de leite de 25,91 litros.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para 28,3 litros.animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, e, considerando o preço unitário do leite (R\$ 0,51 litro<sup>-1</sup> de leite – média mês de janeiro de 2007 para o Estado de São Paulo, CEPEA) e no custo adicional de R\$ 0,16 animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, o ganho líquido unitário foi de R\$ 1,06 animal<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>.

Quando se trata de amostra de alimento, cuidados especiais devem ser dispensados, Nennich e Chase (2007) sugeriram que, para determinar com precisão a matéria seca do alimento, a amostra colhida deve ser representativa

do todo e a alíquota necessária para a análise é dependente do equipamento de secagem que será usado, e pode variar de cerca de 100 a 500 g.

Há uma variedade de equipamentos que podem ser usados para secar alimentos, cada qual com vantagens e desvantagens para ser utilizado na fazenda, e entre os equipamentos mais comuns estão: Estufa de ventilação forçada, Koster Tester, Forno Microondas, Secador Vortex, Desidratador de Alimentos e Métodos Eletrônicos (PETERS, 2000).

Desde a década de 50, a extração da umidade em forno microondas tem sido utilizada por vários pesquisadores como técnica rápida para a determinação da matéria seca em programas de melhoramento de pastagens (RAYMOND e HARRIS, 1954, apud LACERDA et al., 2009). Em comum, as metodologias de determinação da matéria seca sugerem ciclos curtos para revirar a amostra até que ela estabilize o peso, e a colocação de um recipiente com água dentro do forno microondas para evitar que a amostra se queime, assim como evitar danos ao equipamento (OETZEL et al., 1993; UNDERSANDER et al., 1993; PETERS, 2000; SOUZA et al., 2002; VINHOLIS et al., 2008; GAY et al., 2009; LACERDA et al., 2009).

Segundo Nennich e Chase (2007), o uso do forno microondas é um meio relativamente rápido de secagem alimentos. Para estes autores, o maior desafio com o uso de um forno de microondas é a possibilidade de queima da amostra, e, devido a este risco, o material seco por este método não deve ser submetido a um laboratório para análises de nutrientes.

A utilização do forno de microondas reduz o tempo de secagem e a contaminação bacteriana, resultando em melhor aparência e qualidade do produto, sem influenciar na composição química do material vegetal (HORSTEN et al., 1999, apud LACERDA et al., 2009).

Comparando três metodologias para a determinação da matéria seca, Estufa (planta particionada), Estufa (planta ensilada) e Microondas (planta ensilada), Schena et al. (2007) concluíram que a metodologia do microondas

apresentou maior eficiência e praticidade, pois demandou menor tempo na determinação da matéria seca dentro do intervalo recomendado.

Pastorini et al. (2002) não observaram diferenças significativas entre a matéria seca de plantas de milho e de feijão, determinada por meio dos métodos de forno microondas e estufa de ar forçado, e concluíram que o método do forno microondas pode ser uma alternativa mais rápida para obtenção do teor de matéria seca e não altera os teores de carboidratos solúveis totais, açúcares redutores e aminoácidos.

Para Undersander et al. (1993), a determinação da matéria seca por meio do forno microondas é aplicável a forragens e outras amostras com baixo teor de ácido volátil. As amostras secas por este processo não são apropriado para análises de determinação de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, análise de nitrogênio insolúvel ou análise de espectrofotometria do infravermelho próximo (NIR).

Avaliando diferentes métodos para determinação de matéria seca em fazendas, Oetzel et al. (1993), estabeleceram como critérios a facilidade de utilização, tempo necessário, repetibilidade e precisão. Os métodos avaliados foram Forno Microondas, Koster e Método Eletrônico, sendo a estufa de ventilação forçada o método padrão de secagem, todos os métodos se mostraram altamente repetitivos, mas o método do forno de microondas foi o mais preciso em relação a estufa e pode ser usado para determinação de matéria seca de qualquer ingrediente alimentar.

Peters (2000) afirmou que determinar com precisão o teor de umidade de silagem de milho na fazenda é um processo difícil, e uma das limitações para isso é a disponibilidade de uma balança de precisão (+/- 1 grama). Além disso, os operadores nas fazendas precisam manter um protocolo consistente para a secagem de amostras, de modo que a umidade residual do conteúdo esteja entre 2-5% o que exige a disponibilidade de um laboratório para determinar o teor de umidade residual média das amostras secas. Para

este autor, a melhor opção é enviar amostras para um laboratório para análise de matéria seca, o que reduziria a margem de erro e forneceria um resultado mais preciso.

Para Souza et al. (2002), quando comparado ao método de estufa convencional de secagem de solos, gramíneas e silagens, o emprego do forno microondas apresentou correlação ao nível de 95% de confiança, com baixos coeficientes de variação (<2%). Quanto ao tempo necessário para determinação da matéria seca de forragens e silagens, segundo estes autores, foram necessários aproximadamente 12 horas com estufa a 105°C, 12 horas com estufa a 65 °C e 14 minutos com o forno microondas.

O método do forno microondas fornece resultados de matéria seca de forrageiras razoavelmente precisos em um tempo relativamente curto. Embora este método precise de cerca de 20 minutos para se completar, a concentração da umidade medida é muito mais precisa do que no método dos testadores eletrônicos de umidade (GAY et al., 2009; GARTHE e ZUMMO, 2012).

Lacerda et al. (2009) avaliaram dois métodos de determinação de matéria seca em amostras de três espécies forrageiras (*Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria ruziziensis* e silagem de milho). O primeiro tratamento consistiu na obtenção da MS pelo método convencional (65 °C por 48h) e o segundo utilizando forno microondas, sendo que após a obtenção da MS, as amostras foram moídas e tiveram seus teores de Proteína Bruta (PB) e Fibra Bruta (FB) determinados. Segundo estes autores, não houve diferença significativa entre os métodos avaliados para a determinação da MS das três espécies forrageiras testadas. A secagem no forno microondas proporcionou teores mais elevados de PB na silagem de milho, porém não foi detectada diferença para os teores de FB na amostra em questão. Os autores concluíram que a técnica de secagem de forrageiras em forno microondas é uma alternativa mais rápida para obtenção de MS das forragens, mostrando eficiência semelhante ao método de secagem em

estufa com circulação de ar.

Uma explicação para o teor de PB mais elevado encontrado por Lacerda et al. (2009) é apresentada por Narasimhalu et al. (1982 apud LACERDA et al. 2009). Segundo estes autores, a secagem em estufa favorece o aumento de contaminação bacteriana devido ao maior tempo de secagem podendo favorecer a volatilização de ácidos orgânicos e amônio. Isto induz a diversas mudanças bioquímicas na composição do material (PASTORINI et al. 2002, apud LACERDA et al. 2009).

Segundo Nennich e Chase (2007) e Gay et al. (2009), o Koster Tester é um aparelho elétrico que sopra ar aquecido através de uma tela em que o alimento é colocado. Trata-se de um meio relativamente rápido (25 a 50 minutos) e barato de secagem de alimentos, embora alguma perda da amostra possa ocorrer, o que pode aumentar a probabilidade de erros. Nennich e Chase (2007) relataram ainda que algumas fazendas usam temporizadores para desligar o testador Koster.

Conhecer o teor de matéria seca dos alimentos é importante, e os resultados das análises laboratoriais nem sempre estão disponíveis no tempo demandado pelos produtores e técnicos; além disso o uso de técnicas viáveis de serem executadas em propriedades rurais pode suprir esta demanda. Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho identificar e avaliar uma metodologia para determinação do teor de matéria seca em alimentos de uso animal, viável de ser adotada em fazendas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Agropecuária Tucaninha, município de São João Batista do Glória, região Sudoeste do Estado de Minas Gerais, no período de 02 a 25 de julho de 2012. O município está situado na Região de Planejamento III, Sul de Minas, e na microrregião de Passos, entre os paralelos 20°33' e 20°43' Sul, e entre os meridianos 46° 26' e 46°16' Oeste.

A altitude na sede da fazenda é de 695 m acima do nível do mar. A temperatura registrada

varia entre a média máxima de 28,5 °C e a média mínima de 14,6 °C, com média anual de 20,7 °C. Entretanto, são registradas temperaturas acima dos 30 °C, bem como próximas a zero, ou mesmo negativas, nos períodos de maior intensidade de calor e frio, respectivamente.

O período de chuvas do município guarda as mesmas características da região Sul/Sudoeste do Estado, com índices pluviométricos marcantes entre os meses de outubro a março. Segundo o IBGE, o índice médio pluviométrico anual do município é de 1.426,3 mm.

As amostras de alimentos para bovinos foram tomadas e analisadas na própria fazenda, que dispõe de local adequado para este fim, onde usualmente já são realizadas as análises de MS, frações da dieta por meio do Separador de Partículas *Pen State*, Contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e Hematócrito.

Foram testados três métodos de determinação de matéria seca, sendo: Koster, Microondas sem água e Microondas com água. Foram utilizadas amostras de silagem de grão úmido de milho, dieta completa oferecida aos animais e silagem de milho planta inteira, ambos produzidos na fazenda. Foram realizadas sete repetições totalizando 63 amostras (3 x 3 x 7 = 63 amostras), ficando os tratamentos assim dispostos:

T1 - Koster

T2 - Forno Microondas sem água

T3 - Forno Microondas com água

Uma amostra composta de aproximadamente 10 kg foi coletada em um único ponto diretamente na carreta cheia com silagem de milho planta inteira, outra amostra composta do grão úmido de milho diretamente do material armazenado em uma pilha, ambos dispostos na praça de preparo da dieta a ser oferecido aos animais. A amostra composta da dieta completa, foi coletada diretamente no cocho dos animais, logo após o oferecimento, em 10 pontos de coleta numa extensão de cocho de 80 metros.

Cada amostra composta, de cada alimento e da dieta, após mistura visando a uniformização para fracionamento, foi subdividida em amostras

parciais de 150 g para a realização de sete repetições das análises para determinação da matéria seca, ou seja, para cada amostra composta de um alimento estudado, sete foram submetidas a metodologia do forno microondas com recipiente com água, outras sete foram submetidas a metodologia do forno microondas sem recipiente com água, e sete à metodologia do medidor de umidade Koster. As amostras parciais foram armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados e armazenados sob refrigeração, a fim de evitar perda de umidade para o ambiente. A amostra da silagem de milho planta inteira, foi submetida apenas aos testes com o Koster e forno microondas sem água.

Para a pesagem das amostras parciais, utilizou-se uma balança de precisão Coleman, modelo BN 1200, com precisão de 0,1g. O forno microondas utilizado foi da marca Dako modelo MD – 17 AMB e o equipamento Koster foi o "Koster Moisture Tester Model C", produzido pela Koster Crop Tester Inc.

Nos três métodos, o valor da matéria seca, foi calculado pela razão entre o peso final e inicial, multiplicado por 100, obtendo-se o resultado em percentagem (OETZEL et al., 1993; UNDERSANDER et al., 1993; PETERS, 2000; SOUZA et al., 2002; VINHOLIS et al., 2008; GAY et al., 2009; LACERDA et al., 2009).

### **Metodologia do forno microondas sem o recipiente com água**

Não foi encontrada na literatura uma metodologia para determinação da matéria seca em alimentos utilizando o forno microondas sem o uso de um recipiente com água no interior do equipamento. A metodologia descrita e utilizada a seguir é uma adaptação das metodologias publicadas e que preconizam a utilização do recipiente com água, como a descrita por Lacerda et al. (2009).

Uma observação importante quanto a metodologia do forno microondas sem água, é a não utilização do copo de água no interior do equipamento e deixar o centro do recipiente com a amostra sem material (Figura 1), local este, onde

invariavelmente ocorre a combustão se não for monitorado satisfatoriamente. Os tempos a que as amostras foram submetidas à irradiação pelo forno microondas, por esta metodologia, também estão sendo testados para serem validados, já que não foi encontrada na literatura respaldo para isso.

*Silagem de milho planta inteira e dieta completa:* as amostras de 150 g foram colocadas em um recipiente de material acrílico e submetidas individualmente à irradiação inicial de cinco minutos no forno microondas doméstico, na potência máxima do aparelho, e após este tempo inicial o material foi retirado do forno microondas e revolvido para que não aderisse no fundo do recipiente. Em seguida, retornava-se a amostra ao forno microondas por dez minutos; após este tempo retirava-se do forno microondas e revolvia-se novamente o material, deixando o centro do recipiente sem material da amostra, colocava no microondas novamente por um minuto; após este tempo retirava-se o material do forno microondas, pesando a amostra e retornando-a para o recipiente de acrílico, deixando o centro sem material, colocando a amostra novamente no forno microondas por mais um minuto, repetindo este procedimento até que a massa seca se estabilizasse.

*Silagem de Grão Úmido de Milho:* as amostras de 150 g foram colocadas em um recipiente de material acrílico e submetidas individualmente à irradiação inicial de três minutos no forno microondas doméstico, na potência máxima do aparelho, e após este tempo inicial o material foi retirado do forno microondas e revolvido para que não aderisse no fundo do recipiente. Em seguida, retornava-se a amostra ao forno microondas por três minutos, após este tempo retirava-se do forno microondas e revolvia-se novamente o material, deixando o centro do recipiente sem material da amostra; colocava no microondas novamente por um minuto e, após este tempo, retirava o material do forno microondas, pesava a amostra retornando-a para o recipiente de acrílico deixando o centro sem material (Figura 1), colocando a amostra

novamente no forno microondas por mais um minuto, repetindo este procedimento até que a massa seca se estabilizasse.

### **Metodologia do forno microondas com recipiente com água**

Para as amostras submetidas ao forno microondas com recipiente com água em seu interior, utilizou-se a metodologia descrita por Lacerda et al. (2009). Independente do alimento, cada amostra foi submetida a três ciclos de cinco minutos, um ciclo de três minutos, um ciclo de dois minutos e um ciclo de um minuto, até ser atingido o peso constante. No interior do forno microondas foi colocado um copo com 150 mL de água a fim de umedecer o ambiente e evitar a queima das amostras, e a cada ciclo foi feita a reposição da água quente por água fria.

### **Metodologia do Koster Tester**

A metodologia utilizada foi descrita por Nennich e Chase (2007). As amostras de 150 g foram submetidas individualmente ao aquecimento e ventilação do Koster Tester por 50 minutos, quando então eram pesadas, retornadas ao equipamento por um minuto, retiradas e pesadas novamente, repetindo este processo até

que a massa seca se estabilizasse. O equipamento não dispunha de temporizador e termômetro.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso e as médias foram comparadas pelo teste Skott & Knott a 5%. As análises foram realizadas pelo software GENES (CRUZ, 2006).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As possíveis perdas de material da amostra apontadas por Nennich e Chase (2007) com o uso do Koster Tester foram observadas durante o processo de avaliação da matéria seca, ao ligar o equipamento, quando é acionado o ventilador o que provoca a suspensão de partículas da amostra no ar, e também durante a atividade de retirada e retorno da amostra para fins de pesagens, uma vez que a amostra é colocada diretamente no recipiente do Koster, o qual possui uma tela no fundo que permite a passagem de material.

Foram observados, por meio da análise de variância, que os valores de matéria seca e o tempo de secagem para grão úmido, dieta e silagem planta inteira de milho foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste F, exceto a matéria seca da silagem planta inteira de milho, que foi



Figura 1 - Amostra de Silagem de Milho sem recipiente com água.

não-significativa.

Verifica-se na Tabela 1 que os coeficientes de variação (CV%) e os desvios padrão foram baixos, referentes à matéria seca, indicando uma boa precisão dos experimentos. Para a característica tempo, tanto os coeficientes de variação e os desvios padrão, foram superiores aos da matéria seca. Os desvios padrão são explicados devido a grande diferença no tempo para a secagem entre os métodos. Já os coeficientes de variação, referentes a silagem de grão úmido de milho e dieta completa, foram influenciados pelas discrepâncias entre as repetições para o método Koster, pois os tempos variaram de 41 a 186 minutos e 81 a 141 minutos para silagem de grão úmido de milho e dieta completa, respectivamente.

Na determinação da matéria seca da silagem de grão úmido de milho, o Koster se mostrou mais preciso ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao forno microondas com ou sem recipiente com água (Tabela 1), embora o tempo para obtenção do resultado tenha sido quase sete vezes o tempo gasto no forno microondas sem recipiente com água (94,43 minutos para o método Koster e 13,71 minutos para o forno microondas sem

recipiente com água). Esta demora é compensada pela precisão, pois o resultado obtido pelo método Koster representou precisão de 6,04%, quando comparado com o método do forno microondas com recipiente com água. O fato de não utilizar o recipiente com água proporcionou precisão de 2,80% quando comparado com o método do forno microondas com o recipiente com água.

Para as amostras da dieta completa, o forno microondas sem recipiente com água mostrou-se mais preciso (45,91% MS), ou seja, extraiu mais água da amostra, seguido pelo Koster (46,33% MS) e forno microondas com recipiente com água (49,41% MS). Uma possível explicação para a menor perda de água da amostra pelo método do forno microondas com recipiente com água é a evaporação da água do recipiente, que, embora seja substituída por água fria a cada ciclo, influencia na umidade do ar dentro do forno.

Não houve diferença significativa entre os métodos Koster e forno microondas sem recipiente com água ( $p < 0,05$ ) na avaliação do teor de MS para as amostras de silagem planta inteira de milho. Resultados semelhantes foram obtidos por Oetzel et al (1993), comparando os métodos do forno microondas com recipiente

Tabela 1 - Médias de porcentagem de matéria seca (MS) e do tempo para obtenção da matéria seca (tempo em minutos) pelos métodos do Koster, microondas sem e com recipiente com água para silagem de grão úmido de milho e dieta completa; e pelas metodologias Koster e microondas sem água para silagem de planta inteira.

Tratamento	Grão úmido		Dieta Completa		Planta inteira de milho	
	MS	Tempo	MS	Tempo	MS	Tempo
Koster	57,90c	94,43a	46,33b	104,57a	34,76a	60,67a*
Microondas sem água	61,14b	13,71b	45,91b	18,43b	33,55a	22,60b
Microondas com água	63,94a	25,86b	49,41a	19,71b		
Média	61,00	44,67	47,21	47,57	34,15	41,63
CV (%)	2,19	67,08	4,28	28,90	13,21	14,49
Desvio padrão	3,02	43,52	1,91	49,37	1,16	26,93

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ( $P < 0,05$ ).

com água e Koster na determinação da matéria seca de silagem de milho, embora considerem que os métodos do Koster e forno microondas (com recipiente com água) tendem a superestimar o valor real de matéria seca deste alimento.

Nas amostras avaliadas, nos três diferentes tipos de material, o método do Koster foi o mais demorado ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao método do forno microondas com ou sem recipiente com água. O método do forno microondas foi o mais rápido para todas as amostras avaliadas, não havendo diferença significativa entre os métodos forno microondas com ou sem água ( $p < 0,05$ ). Entretanto, este método exige o acompanhamento constante do operador, o qual deve dedicar-se exclusivamente a avaliação, diferente do método do Koster, em que o operador pode dedicar-se a outras atividades. Observações semelhantes foram realizadas por Nennich e Chase (2007) e Oetzel et al. (1993).

O tempo despendido para realização da avaliação do teor de matéria seca nas amostras foi mais rápido nos dois métodos do forno microondas, variando entre 13,7 a 25,86 minutos por amostra, embora não tenha sido encontrado valores semelhantes aos encontrados por Nennich e Chase (2007), que relataram valores de cerca de cinco a 10 minutos para as amostras de silagem, mas foi semelhante aos encontrados por Oetzel et al. (1993). Para estes últimos autores, o forno microondas gastou entre 15 a 40 minutos para a obtenção do resultado, e o Koster de 30 a 90 minutos. Os autores apontaram ainda o forno microondas como um método mais preciso que o Koster para a determinação da matéria seca da silagem de milho planta inteira, e com valores semelhantes ao método da estufa de ventilação forçada.

## CONCLUSÕES

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o método do forno microondas como meio de obtenção do teor de matéria seca mostrou-se mais eficiente que o do Koster, sendo fácil, prático e viável seu uso em fazendas. O não uso

do recipiente com água acarretou maior precisão ao método do forno microondas nas amostras de silagem de grão úmido de milho e dieta completa, por remover mais água da amostra. A queima das amostras submetidas ao forno microondas sem recipiente com água foi evitada com o procedimento de deixar um espaço sem material no centro do recipiente com a amostra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A.L.C.C. et al. **Regulação da ingestão de alimentos**. In: Alimentação de gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 412p.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES: Estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285p.
- GARTHE, J.W.; ZUMMO, S. **Determining Forage Moisture Content With a Microwave Oven**. Penn State/College of Agricultural Sciences - Cooperative Extension. I-106. 2012. Disponível em: <http://pubs.cas.psu.edu/freepubs/pdfs/I106.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2012.
- GAY, S.W. et al. **Determining Forage Moisture Concentration**. College of Agriculture and Life Sciences. Virginia Polytechnic Institute and State University, 2009. Publication 442-106.
- LACERDA, M.J.R. et al. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, p.185-190, May/June 2009. ISSN 1981-3163.
- NENNICH, T.; CHASE, L. **Dry matter determination**. Feed Management Education Project/USDA - NRCS CIG program, 2007. Disponível em: <http://www.extension.org/pages/11315/dry-matter-determination>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- OETZEL, G.R. et al. A Comparison of On-Farm Methods for Estimating the Dry Matter Content of Feed Ingredients. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.76, p.293-299, 1993.
- PASTORINI, L.H. et al. Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, p.1252-1258,



2002.

PETERS, J. On-Farm Moisture Testing of Corn Silage. **Focus on Forage**, Madison, v.2, p.1-3, 2000.

SCHENA, T.E. et al. Comparação de três metodologias para a determinação da matéria seca de plantas de milho (*Zea mays* L.) Destinadas à produção de silagem. In.: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Laboratório de Mecanização Agrícola/Lama, 2007.

SOUZA, G.B. et al. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 33. ISSN 1516-411X

UNDERSANDER, D. et al. **Forage analyses: Procedures.** Omaha, NE.: National Forage Testing Association, 1993.

VINHOLIS, M. M.B. et al. O Uso do microondas doméstico para determinação de matéria seca e do teor de água em solos e plantas: avaliação econômica, social e ambiental. **Custos e @gronegocio on line**, Recife, v.4, p.80-97, 2008.