

Planeamento da produção leiteira - técnicas de modelação na tomada de decisão para a produção de silagem de qualidade

Planning of milk production – modelling aiding decision making for silage production

Ivandro Api¹, Thomas Newton Martin², Fernando Kuss¹, Magnos Fernando Ziech¹, Patricia Bertonecelli³, Jessica Deolinda Leivas Stecca², Nathalia Vasconcelos Nunes², Rodrigo Luiz Ludwig²

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, PR, 85660-000, Brasil. E-mails: ivandroapi@hotmail.com; fernandokuss@utfpr.edu.br; mfziech@hotmail.com

² Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, 97110-560, Brasil. E-mails: martin.ufsm@gmail.com, author for correspondence; rodrigoluiludwig@yahoo.com.br, jeka_stecca@yahoo.com.br; nathaliavasconcelosnunes@gmail.com

³ Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Paulo Gama, 110 - Farroupilhas, Porto Alegre - RS, 90040-060, Brasil. E-mail: pb.zootecnia@hotmail.com

Recebido/Received: 2014.05.21

Aceite/Accepted: 2014.09.11

RESUMO

A bovinocultura de leite apresenta grande importância económica para várias regiões do Brasil e nos últimos anos houve mudanças significativas no setor. O presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão da utilização da modelação para a determinação de genótipos de milho mais indicados para a produção de silagem e, por conseguinte, produção de leite. Com a utilização de técnicas como o uso de modelos matemáticos e *softwares*, é possível planejar as atividades da propriedade rural de forma rápida, minimizando esforços e possibilitando a redução de tempo para a tomada de decisão. Uma dessas formas é a utilização de folhas de cálculo que permitem a estimativa de produção de leite a partir de parâmetros bromatológicos e da produção de milho para silagem. Essa ferramenta é importante, pois no Brasil a dinâmica de produção de milho faz com que exista uma grande quantidade de genótipos disponíveis no mercado.

Palavras-chave: cultivares, planeamento, produtividade, qualidade de forragem.

ABSTRACT

The dairy cattle present great economic importance for many regions in Brazil and in recent years there have been significant changes in the industry. This paper aims to review the use of modelling for the determination of maize genotypes more suitable for silage production and hence milk production. With the use of techniques, such as mathematical models and software, is possible to plan the activities of the rural property quickly, minimizing effort and time for decision making. One of these ways is to use spreadsheets which allow estimates of milk production based on parameters of production and nutritional qualities of maize for silage. This tool is important because in Brazil the production dynamics of maize genotypes means that there is a large amount of genotypes available in the market.

Keywords: forage quality, cultivars, planning, productivity, profitability.

Introdução

A média de produção de leite brasileira é de 1213 litros por animal (Volpi e Diovani, 2008), todavia a Região Sudoeste do Paraná apresenta uma média significativamente superior, sendo de 2152 litros por animal e por ano (Andreta, 2007). Essa produção é condicionada a fatores como: genética dos animais (Costa, 2005), manejo (Oliveira *et al.*, 2006), alimentação (Matos, 2006), com controle do vazio forrageiro (Oliveira *et al.*, 2008) e qualidade da água fornecida (Campos, 2006), além da gestão adequada da propriedade rural (Marion e Segatti, 2006). A região é formada na sua maioria por pequenas propriedades e possui mão de obra, disponibilidade de recursos financeiros e assistência técnica favorável ao crescimento significativo de produção de leite (Kirchner *et al.*, 2006).

O uso de novas tecnologias, adaptação às exigências do mercado e o planejamento do sistema de produção possibilitam que as propriedades da Região Sudoeste do Paraná se destaquem em relação às demais (Pedreira *et al.*, 2005) e desta forma apresentem resultados satisfatórios de rentabilidade e produtividade (Grossi e Freitas, 2002). Como ponto central para bons índices produtivos nestas propriedades temos a interação do homem com o manejo dos animais, juntamente com o clima favorável, a disponibilidade de pastagens, vacas em lactação, instalações e equipamentos básicos (Schaefer *et al.*, 2009).

O produtor deve estar preparado para alimentar os seus animais em dois períodos críticos, onde ocorre redução ou até mesmo escassez de alimento, caracterizado pelo vazio forrageiro (Oliveira *et al.*, 2008), o qual é dado pela diminuição da disponibilidade e valor nutritivo das forrageiras (Almeida *et al.*, 2003). A silagem é utilizada nesse período, pois devido às suas características permite armazenar grandes volumes de alimento, mantendo ou aumentando a densidade de ocupação de animais no campo, podendo assim aumentar a produção de carne ou leite e diminuir a utilização de outros produtos que elevam o custo da alimentação dos animais (Bernardes *et al.*, 2005).

O conhecimento de técnicas como o uso de modelos matemáticos, programas de softwares e planejamento das atividades são ferramentas importantes para o gestão das propriedades. Dessa forma, o objetivo desta revisão é abordar alguns aspectos relativos à utilização de um modelo matemático para a estimativa de produtividade de leite a partir de parâmetros bromatológicos e fitotécnicos da cultura do milho para produção de silagem.

Desenvolvimento

O segmento da pecuária leiteira nacional passou por grandes alterações e tem muito a crescer devido ao alto potencial que o Brasil possui para aumentar a sua produção, suprimindo a demanda interna e ampliando as exportações. Os avanços no setor tornaram o país um dos maiores produtores mundiais. No ano de 2008, a produção de leite posicionou o Brasil como sexto maior produtor mundial, favorecendo os investimentos na atividade (FAO, 2009). Em 2007, a produção foi de 25,4 bilhões de litros de leite com produtividade de 1213 litros vaca⁻¹ ano⁻¹, representando um acréscimo de 3,4%, (Volpi e Diovani, 2008).

O setor agropecuário possui participação significativa na balança comercial brasileira, que, mesmo passando por dificuldades, se apresenta positiva devido aos produtos agropecuários. Dentre os produtos mais importantes, o leite destaca-se superando produtos tradicionais como o arroz e o café beneficiado. Por meio da produção de leite e dos seus derivados, o agronegócio de produtos lácteos desempenha uma função importante na alimentação e também na criação de emprego e rendimento. No ano de 2002, o valor bruto da produção agropecuária foi de 103,5 bilhões de reais, com cerca de 41 milhões de produtos agropecuários, tendo o leite representado 16% do valor bruto e superado os valores da carne bovina e de frango (EMBRAPA, 2002).

A maior bacia leiteira do Brasil encontra-se na Região Sul, mais especificamente na Mesorregião Noroeste Rio-grandense (Quadro 1), que no ano de 2007 teve uma produção de mais de 1850 bilhões de litros, ultrapassando a Região do Triângulo Mineiro com 1,76 bilhões. A Região Oeste Paranaense apresenta-se entre as maiores produtoras, com aumento de 246% entre o período de 1990 a 2007, chegando a 787 milhões de litros (Gomes, 2009). A produção nacional e estadual referente a 2006 indicou que o Paraná alcançou a segunda posição no ranking nacional, com um acréscimo de 7,3% em relação ao ano anterior, chegando a 2,7 bilhões de litros e uma produtividade média de 1954 litros animal⁻¹ ano⁻¹, o que representa 10% da produção nacional e produtividade de 61% acima da média nacional (Volpi e Diovani, 2008).

Comparado às demais regiões, a modernização da agricultura ocorreu de forma mais lenta no Sudoeste, decorrente da base produtiva ser apoiada pela produção de alimentos desenvolvida em pequenas propriedades e em virtude do declive acentuado da região (Mondardo, 2007). Dessa maneira, a agricultura familiar domina o cenário da Região Sudoeste,

já que mais de 90% das propriedades possuem área inferior a 50 ha, o que corresponde a 58,1% da área total (IPARDES, 2004). Com 42 municípios pertencentes à região sudoeste do Paraná, a média de produção de leite é de 2152 litros animal⁻¹ ano⁻¹, com alguns municípios acima de 3000 litros animal⁻¹ ano⁻¹, superando a média nacional de produção (Volpi e Diovani, 2008). As características genéticas relacionadas com a produção de leite são de alta heratibilidade e devem ser utilizadas para aumentar a produtividade do rebanho para as futuras gerações (Verneque *et al.*, 2000). O uso de reprodutores com boas características leiteiras utilizados no acasalamento das fêmeas de menor potencial melhorou a base genética dos animais de aptidão leiteira e tende a ser ainda maior para aperfeiçoar a produção em menor área com menor custo (Costa, 2005).

A alimentação dos animais define a maior parte dos custos de produção e também possibilita aumentar a produtividade de acordo com o sistema de produção leiteiro utilizado. Quando confinados, os animais possuem dieta de melhor qualidade, composta basicamente por concentrado, que certamente aumentará o custo, mas terá como benefício a maior produtividade de leite (Álvares, 1997). No sistema de criação a pasto, o custo poderá ser menor, em consequência do fornecimento de alimentos volumosos que são oferecidos principalmente a animais de menor produtividade, que no final poderão resultar em lucros semelhantes ou até mesmo superiores ao sistema confinado (Matos, 2006).

McCall *et al.* (1999) desenvolveram um modelo de

programação linear para observar a margem bruta por área, utilizando o sistema a pasto nos Estados Unidos e na Nova Zelândia. Nos Estados Unidos houve uma correlação positiva entre o custo de produção e o preço do leite, indicando que para as propriedades que recebessem menos que US\$ 0,23 por litro, o produtor devia priorizar o sistema de produção a pasto.

Independente do sistema de produção utilizado, a quantidade e qualidade do alimento fornecido deve atender as exigências diárias dos animais leiteiros. A variabilidade na composição nutricional das rações é evidente em função da matéria prima, das alterações fisiológicas das plantas e das alterações fisiológicas dos animais. O fornecimento de volumoso de qualidade, assimilado com concentrado na dieta, pode assegurar a produção de leite em alto nível, com maior retorno financeiro ao produtor (Damasceno *et al.*, 2003).

O planejamento forrageiro para disponibilizar aos animais qualidade e quantidade de alimento durante o ano pode assegurar a produção de leite, não havendo declínio em épocas em que os fatores climáticos (temperatura e humidade) interferem negativamente no crescimento das plantas (Fontanelli, 2008). O armazenamento do excedente de pastagens para posterior utilização diminui o vazio forrageiro aos animais, melhorando os índices produtivos da propriedade (Oliveira *et al.*, 2008).

O processo de ensilagem é definido como a utilização da forrageira verde e succulenta que fica armazenada em silos, sem a presença de ar para que ocorra

Quadro 1 – Produção de Leite nas Principais Mesorregiões Produtoras de Leite do Brasil, período de 1990 – 2007.

Mesorregiões	Produção de Leite (1000 L)		
	1990	2007	Var %
1 Noroeste Rio-grandense – RS	610548	1853343	204
2 Triângulo Mineiro – MG	941388	1766897	88
3 Oeste Catarinense – SC	274798	1348291	391
4 Sul Goiano – GO	544618	1301837	139
5 Sul/Sudeste de Minas – MG	812158	1234277	52
6 Oeste Paranaense – PR	226492	783177	246
7 Zona da Mata – MG	525316	728497	39
8 Centro Goiano – GO	29576	688014	133
9 Leste Rondoniense – RO	147969	631078	327
10 Oeste de Minas – MG	350215	604145	73

Fonte: Gomes (2009).

a fermentação realizada pelas bactérias lácticas. Este processo, quando bem feito, conserva os valores nutritivos da forragem verde, sendo um alimento volumoso, usado principalmente para alimentação de bovinos (Souza *et al.*, 2000; Bernardes *et al.*, 2005; Colet *et al.*, 2008; Deminicis *et al.*, 2009). Em países com a pecuária desenvolvida, a utilização de silagem na alimentação do gado é prática rotineira, sem dúvida um bom alimento, barato e de qualidade nutritiva para suplementar o rebanho, não só em períodos de escassez, mas também na forma de complementação alimentar durante todo o ano. Vacas em lactação necessitam de forragem de boa qualidade na dieta, para a maximização da sua produção, manutenção da saúde e sustentação de um ambiente ruminal estável (Leite, 2006).

As principais vantagens da produção de silagem são: i) produção de 30 a 50% mais de nutrientes em comparação com a produção de grãos; ii) a manutenção do valor nutritivo quando a biomassa é ensilada adequadamente; iii) requer menor espaço de armazenagem por unidade de matéria seca; iv) alta aceitabilidade da silagem pelos animais; v) menor custo comparado com a fenação; vi) o processo de ensilagem é totalmente mecanizado. Isso permite garantir alimento aos animais em períodos de escassez impedindo que ocorra queda na produtividade animal. Apresenta algumas desvantagens tais como alta humidade significando grande quantidade de água transportada e armazenada, tem custo elevado em relação ao custo das pastagens e necessita de estrutura especial de armazenagem (Colet *et al.*, 2008).

O milho possui um papel de destaque entre as plantas forrageiras. Dentre as características que qualificam a cultura destacam-se a facilidade de cultivo, alto rendimento de massa verde por hectare, facilidade de fermentação dentro do silo, boas qualidades nutricionais para a alimentação dos animais, possibilitando que estes mantenham a produtividade o ano todo, além da boa aceitação/palatabilidade pelos mesmos. O uso de cultivares de milho modernas, produtivas e adaptadas às condições locais tem sido apontado como responsável pelos maiores incrementos obtidos em produtividade (Mello *et al.*, 2004). Porém, alguns conceitos são distorcidos, principalmente na escolha das cultivares, nos esquemas culturais e durante o processo de silagem, onde a qualidade do produto final não é prioritária (Nussio *et al.*, 2001).

No Brasil são várias as instituições públicas e privadas que trabalham no melhoramento de plantas, procurando identificar e desenvolver recomendações de genótipos de milho que associem o poten-

cial de produtividade com as características nutricionais desejáveis. Quando colocados a competir em vários ambientes torna-se difícil a identificação dos genótipos que apresentam melhores características produtivas.

A interação genótipo x ambiente é responsável pela variação do desempenho de cada genótipo, visto que o ambiente disponibiliza para a planta as condições climáticas, principais limitantes do crescimento (Santi *et al.*, 2006). Ensaio de cultivares de milho adaptados às diferentes regiões são realizadas para assegurar a interação positiva do genótipo com o ambiente, garantindo ao produtor a produtividade final de qualidade e quantidade satisfatórias. A análise de determinado genótipo ocorre por períodos prolongados, iniciando-se com os trabalhos de campo, coleta de dados e discussão dos resultados obtidos. Existe a possibilidade de, no momento de utilizar os resultados, o genótipo utilizado já não estar disponível no mercado, devido à grande alteração nos objetivos de cada época de utilização (Cargnelli Filho *et al.*, 2003).

A agricultura familiar está sustentada num conjunto de fatores, e no direcionamento das atividades que são realizadas pelo próprio produtor, tendo, na sua maioria, a posse dos meios de produção e sendo a maior parte do trabalho realizado pela própria família. Para o fortalecimento dos agricultores na cadeia do agronegócio, a adoção de práticas e técnicas de gestão da propriedade e tecnologias de informação é necessária. Os programas computacionais fazem parte dos instrumentos que auxiliam na modernização e ganho da produtividade da propriedade rural (Buainain *et al.*, 2007). Apesar de ocorrerem mudanças no ramo de trabalho da agricultura familiar, a modernização do setor é ainda desfasada se comparada ao processo que acontece na agricultura brasileira. Mesmo não havendo indicadores do uso de softwares nesta área, o uso de máquinas e assistência técnica são reduzidos na agricultura familiar (Guanzioli e Cardim, 2000).

No intuito de se tornar mais eficiente, competitivo e sustentável no mercado, o agricultor tende a aumentar a sua qualificação e administrar de forma eficaz a sua propriedade. Para isso, deve-se adaptar ao complexo cada vez mais interligado, exigindo o uso e aquisição de habilidades na gestão e planejamento, e o acesso às informações das melhores condições técnicas e ambientais da produção (Buainain *et al.*, 2007).

Para Gurgel e Grossi (2004), o meio rural é o espaço da produção econômica que por meio do uso de tecnologias indispensáveis alcança o crescimento no agronegócio. A informática com o auxílio de *softwa-*

re é uma considerável ferramenta com potencial de aumentar os rendimentos dos recursos produtivos e auxílio no suporte de formação de banco de dados para a tomada de decisões. Oliveira e Silva (2005) consideram que o uso de modelos matemáticos é uma técnica utilizada apenas nas propriedades que utilizam a agricultura de precisão, mas passará a auxiliar também a agricultura familiar no processo de desenvolvimento rural.

De acordo com Gomes (2008), o modelo de CCR publicado por Abraham Charles, William Cooper e Edward Rholes, representou o início da utilização de modelos de análise de dados (Data Envelopment Analysis – DEA), através da qual é possível determinar a eficiência de uma unidade produtiva comparando as demais, considerando os inúmeros recursos disponíveis. A utilização desses modelos mostra potencialidades na área agrícola, tanto na avaliação de desempenho de agricultores, propriedades, cooperativas e centro de pesquisa agropecuária, como de regiões geográficas.

Na bovinocultura de leite, os principais modelos matemáticos são relacionados com a produção de leite, considerando as características genéticas dos animais para identificação dos melhores animais para posterior uso em cruzamentos e melhoria do rebanho, sendo necessário o conhecimento da direção e magnitude das correlações entre as características de interesse a serem selecionadas (Cobuci *et al.*, 2001). A possibilidade de simulação de cenários a partir de dados que consideram fatores mutáveis de um sistema de produção contribui no processo da tomada de decisão, onde os modelos matemáticos podem ser considerados modelos de simulação que simplificam uma realidade. O uso de modelos é uma forma mais rápida de obter sistemas de produção economicamente viáveis, quer para uma propriedade rural quer a nível de pesquisa. O desenvolvimento de modelos matemáticos para uso em propriedades rurais ocorre pela criação e acumulação de informações científicas e desenvolvimento da informática (Fontoura Junior *et al.*, 2007).

É importante quantificar a produtividade e a eficiência econômica dos sistemas de alimentação de bovinos, utilizando as variações do nível de produção e os componentes da alimentação. Como é difícil a quantificação do custo/benefício da produção de forragem de qualidade, desenvolveu-se a folha de cálculo Milk90 (Undersander *et al.*, 1993), com o objetivo de combinar a produção e a qualidade da forragem num único termo. A utilização da folha de cálculo Milk90 passou por melhorias e formação de novas folhas de cálculo ano após ano, até chegar à última versão como Milk2006. Todas as alterações

surgiram pela grande importância que o programa possui, fazendo com que cada versão lançada melhorasse a otimização dos dados e a obtenção de resultados economicamente mais significativos.

A folha de cálculo utiliza informações nutricionais e económicas, como a produção de matéria seca da pastagem por hectare, produção de leite, custo de produção da forragem, qualidade da forragem, preço do leite e demais variáveis onde o programa possibilita simular um animal consumindo o máximo de forragem, aproximando a sua dieta a uma ração balanceada de acordo com a qualidade dos ingredientes utilizados. O uso de software é utilizado por diversos autores no desenvolvimento de estudos que fornecem dados importantes para a comparação de diferentes génotipos de milho para produção de silagem em relação à capacidade de produção de leite.

Parâmetros de entrada (input) e saída do modelo (output)

Pode-se ter acesso à folha de cálculo em <http://corn.agronomy.wisc.edu/Season/DSS/Milk1995.xls> (Undersander *et al.*, 1993) e a partir do link inicial pode-se ter acesso a outras folhas de cálculo mais atuais. Porém, as versões mais atuais não dão acesso ao conjunto de equações utilizadas para a realização das estimativas. A folha de cálculo pode ser subdividida em duas partes, onde a primeira parte estima a produção de leite por tonelada de forragem fornecida e a produção de leite por hectare. Na segunda parte são estimados os custos da produção. Neste texto só serão discutidos itens que se referem à produção de leite.

Como parâmetros de entrada no modelo, devem ser considerados: a massa corporal da vaca (PV), produção de leite (PL), percentual de gordura no leite (PGL), estágio de lactação (EL), percentual de perdas na silagem, fibra detergente neutro da silagem (FDN), digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS), produção de matéria seca da forrageira (PFMS). Deve-se considerar que as variáveis de entrada devem ser fornecidas em libra (unidade americana) e que uma libra equivale a 0,45359237 kg.

Os parâmetros PV, PL, PGL, FDN e DIVMS devem ser estimados conforme as características ou as condições de cada propriedade. Pelo processo de modelação inicialmente estima-se a digestibilidade “in vitro” da matéria seca ajustada em função dos nutrientes totais digestíveis (DIVMSaj), conforme as equações que se seguem e o fluxograma apresentado na Figura 1.

$$\text{DIVMSaj} = (\text{DIVMS} - 7,9) / 100 \quad (1)$$

Na sequência é estimada a proporção máxima de forragem (MaxF) dada por:

$$\text{MaxF} = \text{PFMS} * \text{PV} / (\text{FDN} * 0,01) \quad (2)$$

Onde a percentagem da matéria seca da dieta (PFMS, %) é obtida pela relação:

$$\text{Se MaxF} * \text{NDTms} > \text{NDTreq}, \text{ usa-se } \text{FDNF} / (\text{FDN} * 0,01) / \text{MSI}, \quad (3)$$

caso contrário:

$$\text{Se MaxF} * \text{NDTms} < \text{NDTreq}, \text{ usa-se } \text{MaxF} / (1 - \text{PS} * 0,01) \quad (4)$$

Onde NDTms = nutrientes digestíveis totais da matéria seca, %; NDTreq = requerimento de nutrientes digestíveis totais, %; FDNF = fibra detergente neutro da forragem, %; MSI = matéria seca ingerida, lb.

Já a percentagem mínima de forragem em relação ao peso vivo (PMFPV, %) do animal é obtida por:

$$\text{PMFPV} = \text{MSI} * 0,21 / \text{PV} \quad (5)$$

E a percentagem do FDN do peso vivo da vaca (PFDNPV, %) é:

$$\text{PFDNPV} = 0,00925 * \text{PV} / \text{PV} \quad (6)$$

Em que se deve considerar a seguinte relação:

$$\text{Se PMFPV} < \text{PFDNPV}, \text{ usa-se } \text{PFDNPV}, \quad (7)$$

caso contrário:

$$\text{Se PMFPV} > \text{PFDNPV}, \text{ usa-se } \text{PMFPV} \quad (8)$$

A estimativa da matéria seca ingerida (MSI, lb) é dada por meio da seguinte equação:

$$\text{MSI} = [(\text{PV} * 0,01641 + 0,1713 * \text{PL} + \text{PL} * \text{PGL} * 0,01 * 4,534) * 0,658 + 14,5] * \text{ELaj} \quad (9)$$

Onde MSI = matéria seca ingerida, em lb (considerando 1 lb = 0,45359237 kg);

ELaj = estágio de lactação ajustado, onde deverá ser considerada a seguinte relação:

$$\text{Se EL} = 1, \text{ utilizar } \text{ELaj} = 1, \text{ caso contrário}$$

$$\text{Elaj} = 1,07 \quad (10)$$

A ingestão de matéria seca de forragem (IMSF, lb d⁻¹) considera a seguinte relação:

$$\text{Se MaxF} * \text{DIVMSaj} > \text{NDTreq}, \text{ usa-se } \text{NDTreq} / \text{DIVMSaj} / (1 - \text{PS} * 0,01), \quad (11)$$

caso contrário:

$$\text{NDFreq} / (1 - \text{PS} * 0,01) \quad (12)$$

Em que se deve considerar os nutrientes digestíveis totais requeridos (NDTreq) que é dado em função:

$$\text{NDTreq} = \text{PV} * 0,75 * 0,04263 + ((\text{PGL} - 2,5) * 0,042 + 0,259) * \text{PL} + \text{NDTUL} \quad (13)$$

Onde NDTreq = requerimento de nutrientes digestíveis totais, lb; NDT = nutrientes digestíveis totais, %; NDTUL = nutrientes digestíveis totais da última lactação, sendo NDTUL = PL + ELaj

O estágio de lactação ajustado (ELaj) é dado pela relação:

$$\text{Se EL} = 3, \text{ usa-se } \text{ELaj} = 2,26, \text{ caso contrário } \text{EL} < 3, \text{ usa-se } \text{ELaj} = 0 \quad (15)$$

A matéria seca final da forragem fornecida ajustada (MSFFaj, lb d⁻¹) é dada por:

$$\text{MSFFaj} = \text{MSIF} * \text{DIVMSaj} * (1 - \text{PS} * 0,01) \quad (16)$$

A produção de leite diária de forragem (PLDF, lb) é dada pela seguinte equação:

$$\text{PLDF} = (\text{DIVMS} - (\text{PV} * 0,75 * 0,04263 - \text{PBUL})) / ((\text{PGL} - 2,5) * 0,042 + 0,259) \quad (17)$$

em que PBUL considera o estágio de lactação do animal, se dois considerar zero, se três considerar 2,26.

A produção de leite por tonelada de forragem (PLTF, lb) é dada por:

$$\text{PLTF} = 2000 / \text{MSIF} / \text{PLDF} \quad (18)$$

E a produção de leite por hectare (PLha, lb) é dada por:

$$\text{PLha} = \text{PF} * \text{PLTF} \quad (19)$$

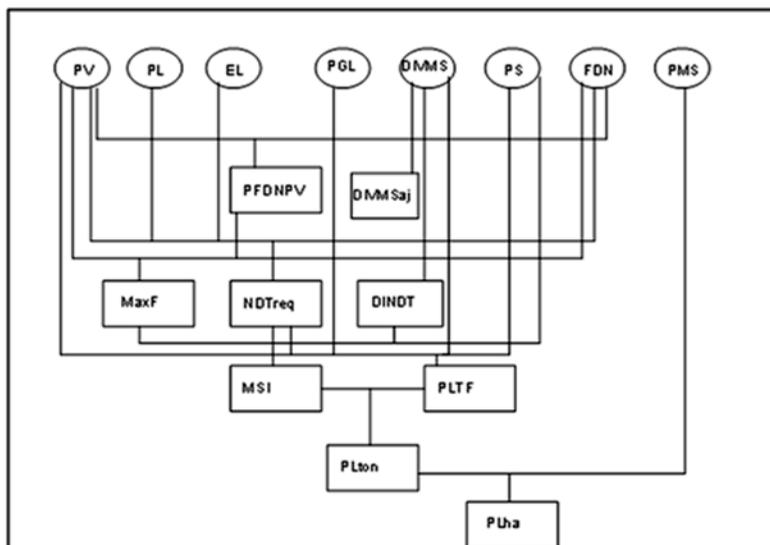


Figura 1 – Organograma que apresenta os parâmetros de entrada e as estimativas parciais para obtenção da PLton e PLha.

Deve-se considerar que o processo de melhoramento genético para a cultura do milho é dinâmico tanto nos genótipos aptos para grão, silagem e dupla aptidão. Outros benefícios são a redução do tempo necessário para a tomada de decisão, adequação a área cultivada para as necessidades de cada propriedade e qualificação técnica dos agricultores e dos técnicos, pela procura de novas informações a respeito dos genótipos de milho. O agricultor não deve necessariamente ter implantado a cultura para obter os parâmetros de entrada do modelo. Esses valores devem/podem ser requisitados no momento do planejamento da propriedade junto às empresas que comercializam as sementes.

As incorporações tecnológicas devem ser constantes para a melhoria da produtividade das propriedades rurais produtoras de leite, fazendo com que a modelação e a presente estimativa de produção de leite possam auxiliar efetivamente nesse processo. Além destas utilidades a folha de cálculo pode auxiliar no processo de ensino/aprendizagem em disciplinas específicas.

Conclusões

A utilização de técnicas de modelação pode facilitar a tomada de decisão para a produção de silagem de qualidade. A folha de cálculo de estimativa da produção de leite a partir de parâmetros bromatológicos e produtivos da cultura do milho pode auxiliar no planejamento de propriedades leiteiras.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica e de produtividade em pesquisa.

Referências bibliográficas

- Almeida, R.G.; Nascimento Junior, D.; Euclides, V.P.B.; Macedo, M.C.M.; Fonseca, D.M.; Brâncio, P.A. e Garcez, A.F. (2003) - Disponibilidade, composição botânica e valor nutritivo da forragem de pastos consorciados, sob três taxas de lotação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 32, n. 1, p. 6-46.
- Álvares, J.A.S. (1997) - Produção de leite a pasto no Brasil. In: *Simpósio Internacional sobre produção animal em pastejo*. UFV, p. 381-409.
- Andreta, G.M. (2007) - Valor Bruto da Produção Agropecuária Paranaense em 2005. SEAB/DERAL/DEB, vol. 2, p. 84.
- Bernardes, T. F.; Siqueira, G.R. e Reis, R.A. (2005) - *Importância do planejamento na produção e uso da silagem*. Editora UFLA, p. 121-176.
- Buainain, A.M. (2007) - *Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos*. Editora Unicamp, p.18.
- Campos, A. T. (2006) - Importância da água para bovinos de leite. *Embrapa Gado de Leite*, Juiz de Fora - MG, vol. 31, n. 2, p. 2.
- Cargnelutti Filho, A.; Storck, L.; Lucio, A.D.; Carvalho, M.P. e Santos, P.M. (2003) - A precisão experimental relacionada ao uso de bordaduras nas extremidades das fileiras em ensaios de milho. *Ciência Rural*, vol. 33, n. 4, p. 607-614.
- Cobuci, J.A.; Euclides, R.F.; Teodoro, R.L.; Verneque, R.S.; Lopes, P.S. e Silva, M.A. (2001) - Aspectos genéticos e ambientais da curva de lactação de vacas da raça guzerá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 30, n. 4, p. 1204-1211.
- Colet, M. J.; Gabuio, P.W.; Delalibera, H.C.; Sverzut, C.B. e Andrade, J.B. (2008) - Produção de silagem de planta inteira de milho conforme manejo do solo na implantação da integração agricultura-pecuária. *Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas*, vol. 2, n. 1, p. 031-036.
- Costa, N.C.; Melo, C.M.R.; Machado, C.H.C.; Freitas, A.F.; Packer, I. U. e Cobuci, J.A. (2005) - Parâmetros genéticos para a produção de leite de controles individuais de vacas da raça Gir estimados com modelos de repetibilidade e regressão aleatória. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 34, n. 5, p. 1519-1530.
- Damasceno, J.C.; Santos, G.T.; Côrtes, C. e Rego, F.C.A. (2003). Aspectos da alimentação da vaca leiteira. *Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá*, p. 21.
- Deminicis, B.B.; Vieira, H.D.; Jardim, J.G.; Araújo, S.A.C.; Chambela Neto, A.; Oliveira, V.C. e Lima, E.S. (2009) - Silagem de milho – Características agrônomicas e considerações. *Revista eletrônica de Veterinária*, vol. 10, n. 7, p.1-18.
- EMBRAPA. (2002) - *Embrapa gado de leite, sistemas de produção – Importância econômica*. p. 14.
- Fontanelli, R.S. (2008) - Planejamento de pastagens: melhor caminho para produção de leite com qualidade e menor custo. *Revista Plantio Direto*, n. 104, Ed. março/abril. Editora Aldeia Norte. p. 8.
- Fontoura Júnior, J.A.S.; Menezes, L.M.; Corrêa, M.N. e Dionello, N.J.L. (2007) - Utilização de modelos de simulação em sistemas de produção de bovinos de corte. *Revista de Veterinária e Zootecnia*, vol. 14, n. 1, p. 19-30.
- Food Agriculture Organization - FAO. 2009. *Statistical data please*, Disponível em: <http://faostat.fao.org/default.aspx> Acesso em: dez. 2009.

- Gomes, E.G. (2008) - *Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura*. *Engvista*, vol. 10, n. 1, p. 27-51.
- Gomes, É.J. (2009) - Dados do Censo Agropecuário confirmam concentração da atividade leiteira no Brasil. *Departamento de Estudos Sócio-econômicos Rurais*, p. 32.
- Grossi, S.F. e Freitas, M.A.R. (2002) - Eficiência reprodutiva e produtiva em rebanhos leiteiros comerciais monitorados por sistema informatizado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 31, n. 3, p. 1362-1366.
- Guanziroli, C.E.; Cardim, S.E. (2000) - Novo Retrato da Agricultura Familiar. O Brasil Redescoberto. *Convenção*, FAO/INCRA, p. 13.
- Gurgel, A. e Grossi, D. (2004). A última fronteira. *Revista Information Week*, Ed. set, p. 7.
- IPARDES. (2004) - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Sudoeste Paranaense. Disponível em: www.ub.es/geocrit/sn/sn-239.htm
- Kirchner, R.; Soares, A.B.; Sartor, L.R.; Adami, P.F.; Migliorini, F.; Fonseca, L. (2010) - Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, MG, vol.39, n.11, p.2371-2379.
- Leite, L.A.; Silva, B.O.; Reis, R.B.; Faria, B.N.; Gonçalves, L.C.; Coelho, S.G. e Saturnino, H.M. (2006) - Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 58, n. 6, p. 1192-1198.
- Marion, J.C. e Segatti, S. (2006) - Sistema de gestão de custos nas pequenas propriedades leiteiras. Custos e @gronegocio on line - vol. 2, n. 2, p. 6. Disponível em: www.custoseagronegocioonline.com.br.
- Matos, L.L. (2006) - Alimentação e manejo de vacas de alto potencial genético. *Embrapa Gado de Leite*, vol. 2, n. 47, p. 2.
- Mccall, D.G. e Clark, D.A. (1999) - Optimized dairy grazing systems in the Northeast United States and New Zeland. Model description and evolution. *Journal Dairy Science*, vol. 82, p. 1785-1807.
- Mello, R.; Nörnberg, J.L. e Rocha, M.G. (2004) - Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. *Revista Brasileira Agrociência*, vol.10, n.1, p.87-95.
- Mondardo, M.L. (2007) - Uma caracterização geral do processo de urbanização do sudoeste do Paraná – Brasil. *Revista Eletrônica de Geografia e Ciências Sociais*, vol. 11, n. 239, p. 1312-1322.
- Nussio, L.G.; Campos, F.P. e Dias, F.N. (2001) - Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: *Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. Maringá* - PR. Anais. Editores Clóves Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. – Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. 319p. v. 1, n. 3, p. 127-145.
- Oliveira, J. T.; Fontaneli, R. S. e Santos, H. P. (2008) - Produção, distribuição estacional e valor nutritivo de gramíneas anuais, para minimizar a deficiência de forragem no vazio forrageiro outonal. *Trabalhos técnico - científico*, p. 23.
- Oliveira, R.L.; barbosa, M.A.A.F.; Ladeira, M.M.; Silva, M.M.P.; Ziviani, A.C. e Bagaldo, A.R. (2006) - Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. II SIMBOI - *Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte*, p. 54.
- Oliveira, V.A. e Silva, G.N. (2005) - Modelagem Matemática e Computacional Aplicada na Agricultura de Precisão. Programa Nacional de Cooperação Acadêmica – PROCAD. p. 8.
- Pedreira, C.G.S.; Pedreira, B.C. e Tonato, F. (2005) - Quantificação da massa e da produção de forragem em pastagens. In: *Simpósio sobre manejo da pastagem*, 22, 2005, Piracicaba. FEALQ, p. 195-216.
- Santi, A.; Muniz, J.A. e Yamashita, O.M. (2006) - Avaliação de diferentes genótipos de milho nas condições edafoclimáticas de Alta Floresta – MT. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, vol.4, n.1, p.15-22.
- Schaefer, P.E.; Lovato, T.; Pizzani, R.; Ludwig, R.L. e Goulart, F.Z. (2009) - Evolução de uma propriedade leiteira submetida à assistência técnica no município de São Sepé – RS. *Revista Brasileira de Agroecologia*, vol. 4, n. 2, p. 3.
- Souza, G.A.; Flemming, J.S.; Flemming, R.; Pastore, N.S.; Benincá, L.; Gonçalves, J.A.; Simoni, L.G. e Galli, M.A. (2000) - Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem de alta qualidade. *Ciência Veterinária*, vol. 5, p. 107-110.
- Tavares, M.M. (2006) - Políticas públicas e pequenos municípios: uma avaliação do Estado do Paraná. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Paraná. p. 57.
- Undersander, D.J; Howard, W.T. e Shaver, R.D. (1993) - Milk per acre Spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *Journal Agricultural Production*, vol. 6, n. 2, p. 231-235.
- Verneque, R.S.; Martinez, M.L. e Teodoro, R.L. (2000) - Avaliação genética de vacas e touros da raça Gir com base na produção de leite em diferentes estádios de lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 29, n. 4, p. 1060-1066.
- Volpi, R. e Diovani, M.S.C. (2008) - Aspectos econômicos da produção e dados estatísticos. Boletim informativo, *FAEP – Federação da Agricultura do Estado do Paraná*. n. 997, p. 12.