

Documentos

ISSN 0103-9865
Outubro, 2011

145

Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras





ISSN 0103-9865
Outubro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 145

Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras

Ana Karina Dias Salman
Elisa Köhler Osmari
Márcio Gregório Rojas dos Santos

Porto Velho, RO
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

BR 364 km 5,5, Caixa Postal 127, CEP 76815-800, Porto Velho, RO
Telefones: (69) 3901-2510, 3225-9387, Fax: (69) 3222-0409
www.cpafrro.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Cléber de Freitas Fernandes*

Secretária: *Marly de Souza Medeiros*

Membros:

Marília Locatelli

Rodrigo Barros Rocha

José Nilton Medeiros Costa

Ana Karina Dias Salman

Maurício Reginaldo Alves dos Santos

Fábio da Silva Barbieri

Normalização: *Daniela Maciel*

Editoração eletrônica: *Marly de Souza Medeiros*

Revisão gramatical: *Wilma Inês de França Araújo*

1ª edição

1ª impressão (2011): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Rondônia

Salman, Ana Karina Dias.

Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras / Ana Karina Dias Salman, Elisa Köhler Osmari, Márcio Gregório Rojas dos Santos. -- Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2011.

24 p. (Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865, 145).

1. Nutrição animal. 2. Rebanho leiteiro. 3. Ração - produção. I. Osmari, Elisa Köhler. II. Santos, Márcio Gregório Rojas dos. III. Título. IV. Série.

CDD(21.ed.) 636.085

© Embrapa - 2011

Autores

Ana Karina Dias Salman

Zootecnista, D.Sc. em Nutrição e Produção Animal, pesquisadora da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, aksalman@cpafro.embrapa.br

Elisa Köhler Osmari

Zootecnista, M.Sc. em Produção Animal, analista da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, elisa@cpafro.embrapa.br

Márcio Gregório Rojas dos Santos

Graduando de Zootecnia, Faculdades Integradas Aparício Carvalho (FIMCA), estagiário da Embrapa Rondônia, Bolsista IC-CNPq, marcio_rojas@zootecnista.com.br

Sumário

Introdução	7
Conceitos básicos de nutrição	7
Nutrição	7
Alimento	8
Alimentação	8
Nutrientes	8
Nutriente essencial	8
Nutriente digestível	8
Metabolismo	8
Digestão	8
Digestibilidade	9
Absorção	9
Dieta	9
Ração	9
Ração concentrada ou mistura concentrada ou concentrado	9
Dieta completa	9
Dieta x ração	9
Ração balanceada	10
Principais nutrientes	10
Classificação dos alimentos	11
Caracterização dos alimentos	14
Exigência nutricional de vacas leiteiras	15
Métodos práticos para formulação de ração concentrada	16
Cuidados com a mistura da ração	23
Agradecimentos	23
Literatura citada e consultada	24

Manual prático para formulação de ração para vacas leiteiras

Ana Karina Dias Salman

Elisa Köhler Osmari

Márcio Gregório Rojas dos Santos

Introdução

Para tornar a pecuária leiteira rondoniense mais competitiva tanto em relação aos demais sistemas produtivos como em relação aos demais estados brasileiros, esforços devem ser feitos para aplicação de tecnologias para a intensificação da mesma. Esse processo de intensificação dos sistemas de produção visando à redução de área e maximização dos lucros depende estritamente do manejo adotado para a alimentação do rebanho, já que os custos com a alimentação representam de 40% a 60% ou até mais do custo total de produção. Logo, o planejamento adequado do manejo nutricional do rebanho evita gastos desnecessários e favorece os lucros com a atividade. O planejamento alimentar, no entanto, depende de conhecimentos sobre o potencial nutricional dos alimentos disponíveis para a alimentação do rebanho, das exigências nutricionais da categoria animal e de conhecimentos básicos para formulação de ração.

A formulação de ração é uma ferramenta de grande importância para técnicos e produtores de animais domésticos, independente da espécie, já que as exigências nutricionais dos animais devem ser atendidas para que os mesmos possam apresentar um bom desempenho produtivo e reprodutivo, o que está diretamente relacionado com a viabilidade técnica e econômica do sistema de produção animal.

O processo de formulação da ração para a alimentação dos animais é basicamente dividido em três etapas: estimativa das exigências nutricionais dos animais, cálculo dos nutrientes fornecidos pelos alimentos e modelagem do problema para a obtenção de uma combinação de alimentos (ração) que possa aperfeiçoar o desempenho animal a um custo mínimo.

Esse trabalho objetivou sumarizar os princípios básicos de nutrição animal, fornecer informações sobre as características nutricionais dos principais alimentos utilizados em dietas para ruminantes, bem como sobre exigências nutricionais e métodos práticos de formulação de ração, com ênfase em bovinos leiteiros. Dessa forma, as informações aqui contidas podem servir como um guia básico, prático e em linguagem acessível para estudantes e técnicos interessados em formular ração visando à suplementação de bovinos leiteiros.

Conceitos básicos de nutrição animal

Nutrição

É a ciência que estuda os fenômenos bioquímicos e fisiológicos mediante os quais os alimentos ingeridos pelos animais são digeridos e os produtos da digestão são absorvidos e metabolizados para atender suas exigências de manutenção e produção. Compreende os

mecanismos pelos quais os seres vivos recebem e utilizam os nutrientes necessários à vida. É o processo de dar às células do corpo as condições químicas necessárias para o bom desenvolvimento das reações metabólicas.

Alimento

Substância que quando consumida por um indivíduo é capaz de contribuir para assegurar o ciclo regular de sua vida e a sobrevivência da espécie à qual pertence, pois é aproveitada e fornece nutrientes para a manutenção e desenvolvimento dos tecidos que compõem o corpo dos animais.

Alimentação

Ramo da nutrição que estuda os alimentos e os nutrientes que estes contêm. É o processo de fornecimento do alimento ao animal, na forma mais adaptada às suas preferências e condições fisiológicas, onde se deve garantir que os animais consumam, transformem, assimilem e utilizem os nutrientes contidos nos alimentos de acordo com suas necessidades. Abrange desde a escolha dos alimentos (volumosos, concentrados), o preparo dos mesmos (processamento) e o fornecimento aos animais.

Nutrientes

Compostos químicos orgânicos e inorgânicos presentes nos alimentos e que são aproveitados pelo organismo animal preenchendo alguma fração nutricional e que participam diretamente dos processos metabólicos dos animais. Isto é, são utilizados na síntese de algum composto do organismo animal ou queimados para a produção de energia.

Nutriente essencial

Nutriente que não é sintetizado pelo organismo ou é, mas em quantidade insuficiente.

Nutriente digestível

É a fração possível de ser digerida pelo animal e que pode ser aproveitada para a produção de energia e manutenção ou crescimento dos tecidos. Na prática, é a diferença entre quantidade do nutriente ingerida menos a excretada nas fezes do animal.

Metabolismo

Conjunto de reações catabólicas e anabólicas que permitem o funcionamento normal das células e conseqüentemente da vida do animal.

Digestão

Compreende os processos químicos e físicos que são responsáveis pela transformação do alimento em seus nutrientes, e os mecanismos de transporte (absorção) até as células do intestino.

Digestibilidade

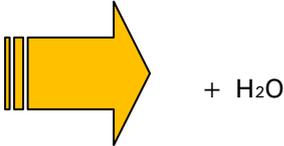
É a fração do alimento aparentemente aproveitada pelo animal, ou seja, a diferença entre a quantidade ingerida e aquela excretada nas fezes. A determinação da digestibilidade pode ser feita através de ensaios de digestibilidade in vivo ou através de técnicas aproximativas como a digestibilidade in vitro e, ou in situ.

Absorção

Envolve os processos químicos e físicos relacionados com o transporte dos nutrientes pela membrana do intestino e seu transporte até a circulação sanguínea ou linfática.

Dieta

Ingredientes ou misturas de ingredientes, incluindo a água, consumidos pelos animais num período de 24 horas. Enumeração de todos os alimentos consumidos pelo animal:

- Capim
 - Cana-de-açúcar
 - Milho moído
 - Grão de soja
 - Fosfato bicálcico
 - Sal comum
- 

Ração

É a quantidade total de alimento que um animal recebe em um período de 24 horas. Para fins de registro de produto, de acordo com a Instrução Normativa 13, 2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2004), ração é a mistura composta por ingredientes e aditivos, destinada à alimentação de animais de produção, que constitua um produto de pronto fornecimento e capaz de atender às exigências nutricionais dos animais a que se destine.

Ração concentrada ou mistura concentrada ou concentrado

É uma mistura de alimentos na forma farelada, homogênea, com o teor de umidade inferior a 13%. Sua composição deve conter de 18% a 20% de proteína bruta (PB) e aproximadamente 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Dieta completa

Mistura de volumosos (silagem, feno, capim verde picado) com concentrados (energéticos e proteicos), minerais e vitaminas. Possui a vantagem de evitar que os animais consumam uma quantidade muito grande de concentrado de uma única vez, o que pode causar problemas de acidose ruminal.

Dieta x ração

Em nutrição, dieta é sinônimo de ração: tudo que um animal consome num período de 24 horas. No entanto, a dieta de ruminantes inclui alimentos volumosos (forragens) e concentrados, os quais devem ser misturados em uma proporção ótima para que a resposta do animal em termos de desempenho produtivo e reprodutivo garanta a eficiência econômica do sistema.

Ração balanceada

Total de alimento que um animal consome em 24 horas e que deve atender as suas exigências nutricionais. Na prática, é a quantidade de alimentos calculada para atender as exigências nutricionais para manutenção e produção, isto é, de acordo com diferentes categorias animais nas diferentes fases de vida. A ração balanceada deve conter todos os nutrientes exigidos pelo animal para satisfazer um determinado requerimento fisiológico e suprir as necessidades nutricionais tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo. Normalmente, a ração balanceada é preparada para um grupo de animais com necessidades semelhantes.

Principais nutrientes

Os nutrientes presentes nos alimentos podem ser divididos em macronutrientes (proteínas, carboidratos e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas e minerais), conforme descrito a seguir:

Proteínas

Estão presentes em todas as células e são formadas por aminoácidos interligados por ligações peptídicas. Podem ser citados como exemplos de aminoácidos: alanina, arginina, ácido aspártico, citrulina, cistina, cisteína, glicina, ácido glutâmico, hidróxi-prolina, ornitina, prolina, taurina, tirosina.

Os aminoácidos que não são sintetizados pelo organismo do animal, mas que são necessários para seu funcionamento e, por essa razão, devem estar contidos na dieta são denominados de essenciais. Podem ser citados como exemplos: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina.

Carboidratos

Também são chamados de glicídios e são formados por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O₂), cuja fórmula geral é C_n(H₂O)_n.

Exemplo de carboidratos: amido, celulose, hemicelulose, lignina, açúcares simples (di e monossacarídios), sacarose, lactose, celobiose, glicose, frutose, manose, galactose, etc.

Lipídios

É um conjunto de substâncias químicas com alta solubilidade em solventes orgânicos e baixa solubilidade em água. Os ácidos graxos fazem parte do grupo mais abundante de lipídeos nos seres vivos. Os ácidos graxos também podem ser classificados como saturados ou insaturados, dependendo da ausência ou presença de ligações duplas carbono-carbono. Ex. Oleico (18C), Linoleico (18C), Linolênico (18C), Araquidônico (20).

Vitaminas

São essenciais a diversas reações metabólicas do organismo. Encontram-se em pequenas quantidades em alimentos naturais e o consumo insuficiente ou exagerado de certas vitaminas pode ocasionar distúrbios nutricionais. As vitaminas são classificadas em dois grupos:

- Lipossolúveis: A, D, E, K
- Hidrossolúveis: tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, piridoxina, ácido fólico, cianocobalamina (B12), colina, biotina, inositol, ácido ascórbico, ubiquinona, ácido orótico, etc.

Minerais

São elementos que desempenham diversas funções essenciais no organismo, tanto como íons dissolvidos em líquidos orgânicos como constituintes de compostos essenciais. São classificados em dois grandes grupos:

- Macrominerais: Ca, P, Mg, Na, Cl, S, K
- Microminerais: Co, Cu, Fe, I, Mn, Zn, Mo, Se, F (expressos em ppm, ppb)

Os microminerais são utilizados pelo organismo animal em menores quantidades e estão relacionados ao crescimento dos tecidos, funções reprodutivas, sinergia no aproveitamento de outros nutrientes, etc. Os macrominerais são aqueles mais requeridos pelos animais.

Regra básica: Relação Ca:P na dieta de bovinos deve ser de pelo menos 2:1, para evitar problemas metabólicos, afinal são os principais constituintes dos ossos. As forragens podem ser boas fontes de cálcio, especialmente as leguminosas. Os grãos de cereais costumam ter maiores teores de P e K.

Classificação dos alimentos

Para o registro de produtos para alimentação animal no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2004), são adotadas as seguintes classificações:

Ingrediente ou matéria-prima

É o componente ou constituinte de qualquer combinação ou mistura utilizado na alimentação animal, que tenha ou não valor nutricional, podendo ser de origem vegetal, animal, mineral, além de outras substâncias orgânicas e inorgânicas.

Aditivo

Existe a definição de aditivo para produtos destinados à alimentação animal como substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.

Dentro dos aditivos podemos citar como exemplos:

- Promotores de crescimento, como antibióticos, hormônios, probióticos;
- Conservadores da qualidade: antioxidantes, antifúngicos, sequestrantes.
- Melhoradores da qualidade física do alimento: melação, aglutinantes, flavorizantes, aromatizantes, acidificantes.

Os aditivos, de acordo com suas funções e propriedades, e os procedimentos estabelecidos no MAPA deverão incluir-se em uma ou mais das seguintes categorias:

Aditivos tecnológicos

Qualquer substância adicionada ao produto destinado à alimentação animal com fins tecnológicos; incluem os seguintes grupos funcionais:

- a. Adsorvente: substância capaz de fixar moléculas.
- b. Aglomerante: substância que possibilita às partículas individuais de um alimento aderirem-se umas às outras.
- c. Antiaglomerante: substância que reduz a tendência das partículas individuais de um alimento a aderirem-se umas às outras.
- d. Antioxidante: substâncias que prolongam o período de conservação dos alimentos e das matérias-primas para alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação.
- e. Antiemectante: substância capaz de reduzir as características higroscópicas dos alimentos.
- f. Conservante: substância, incluindo os auxiliares de fermentação de silagem ou, nesse caso, os microrganismos que prolongam o período de conservação dos alimentos e as matérias-primas para alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada por microrganismos.
- g. Emulsificante: substância que possibilita a formação ou a manutenção de uma mistura homogênea de duas ou mais fases não miscíveis nos alimentos.
- h. Estabilizante: substância que possibilita a manutenção do estado físico dos alimentos;
- i. Espessantes: substância que aumenta a viscosidade dos alimentos.
- j. Gelificantes: substância que dá textura a um alimento mediante a formação de um gel.
- k. Regulador da acidez: substância que regula a acidez ou alcalinidade dos alimentos.
- l. Umectante: substância capaz de evitar a perda da umidade dos alimentos.

Aditivos sensoriais

Qualquer substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas destes ou as características visuais dos produtos; incluem os seguintes grupos funcionais:

- a. Corante e pigmentante: substância que confere ou intensifica a cor aos alimentos.
- b. Aromatizante: substância que confere ou intensifica o aroma dos alimentos.
- c. Palatabilizante: produto natural obtido mediante processos físicos, químicos, enzimáticos ou microbiológicos apropriados a partir de materiais de origem vegetal ou animal, ou de substâncias definidas quimicamente, cuja adição aos alimentos aumenta sua palatabilidade e aceitabilidade.

Aditivos nutricionais

Toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto, incluem os seguintes grupos funcionais:

- a. Vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definidas de efeitos similares.
- b. Oligoelementos ou compostos de oligoelementos.
- c. Aminoácidos, seus sais e análogos.
- d. Ureia e seus derivados.

Aditivos zootécnicos

Toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais, incluem os seguintes grupos funcionais:

- a. Digestivo: substância que facilita a digestão dos alimentos ingeridos, atuando sobre determinadas matérias-primas destinadas à fabricação de produtos para a alimentação animal.
- b. Equilibradores da flora: microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que têm um efeito positivo sobre a flora do trato digestório.
- c. Melhoradores de desempenho: substâncias definidas quimicamente que melhoram os parâmetros de produtividade.

Anticoccidianos

Substância destinada a eliminar ou inibir protozoários.

Suplemento

É a mistura composta por ingredientes ou aditivos, podendo conter veículo ou excipiente, que deve ser fornecida diretamente aos animais para melhorar o balanço nutricional; quando se tratar de suplementos minerais destinados à alimentação de ruminantes, estes também poderão ser indicados para diluição.

Exemplos: minerais, vitaminas, aminoácidos

Premix

É a pré-mistura de aditivos e veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, e não pode ser fornecida diretamente aos animais.

Núcleo

É a pré-mistura composta por aditivos e macrominerais contendo ou não veículo ou excipiente, que facilita a dispersão em grandes misturas, e não pode ser fornecido diretamente aos animais.

Concentrado

É a mistura composta por macrominerais, ingredientes ou aditivos que, associada a outros ingredientes, em proporções adequadas e devidamente especificadas pelo seu fabricante, constitui uma ração.

Considerando os principais alimentos que compõem a dieta de ruminantes, os mesmos podem ser classificados em:

- 1) **Concentrados:** em termos nutricionais, os alimentos concentrados podem ser definidos como um alimento com nível de fibra inferior a 18% na matéria seca. E os concentrados podem ser classificados como:

- Proteico: com 20% ou mais de proteína bruta (PB) na matéria seca.

Exemplos: farelo de soja e torta desengordurada de castanha-do-brasil.

- Energético: com menos de 20% de proteína bruta (PB) na matéria seca.

Exemplos: farelo de arroz e milho

2) **Volumosos:** alimentos com nível de fibra igual ou superior a 18%. São alimentos fibrosos utilizados basicamente na alimentação de ruminantes, pois são fundamentais para o perfeito funcionamento do aparelho digestivo, e normalmente fornecem nutrientes de forma mais econômica que os concentrados. Podem ser:

- Volumosos secos: feno, palhadas, cascas de grãos, etc.
- Volumosos aquosos: silagens e pastagens.

Caracterização dos alimentos

O primeiro passo do processo de balanceamento de dietas para animais é conhecer os alimentos disponíveis. Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas algumas características de alimentos volumosos e concentrados, além de alguns subprodutos da agroindústria e que são normalmente utilizados na alimentação de bovinos (DAMASCENO, 2002). Foram incluídas apenas informações referentes aos teores de energia (NDT) e proteína dos alimentos porque estas serão referenciais no momento de cálculo das proporções nas rações balanceadas para atender às exigências dos animais.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS, %), nutrientes digestíveis totais (NDT, % MS), proteína bruta (PB, % MS) e fibra em detergente neutro (FDN, % MS) em algumas gramíneas e leguminosas forrageiras.

Forrageira		MS	NDT	PB	FDN
<i>Gramíneas</i>					
Brachiarias	brizantha	36,71	49,29	7,36	79,16
	decumbens	31,00	58,19	6,72	74,64
	humidicola	27,50	-----	6,66	75,09
	plantaginea	-----	-----	9,00	-----
Cynodon	estrela	-----	-----	11,34	69,57
	coast-cross	-----	70,41	17,89	64,73
	Tifton 85	43,14	69,10	8,12	77,46
Panicum	colonião	30,19	-----	6,40	77,02
	tanzânia	27,35	53,02	8,35	75,33
	mombaça	-----	-----	9,87	75,58
Pennisetum	capim-elefante	26,67	47,00	6,60	74,40
	milheto	21,00	61,00	8,50	74,78
Cana-de-çúcar	planta inteira	28,09	63,62	2,56	55,87
	ponta	28,54	-----	5,10	74,64
Silagem	milho	30,86	61,91	7,26	55,68
	sorgo	30,65	53,50	7,01	61,73
<i>Leguminosas</i>					
Estilosantes		91,60	53,70	9,80	63,70
Guandu		90,21	-----	17,79	64,18
Leucena		91,00	52,12	20,55	54,24
Centrosema		91,08	-----	20,23	-----
Sirato		24,03	70,07	16,50	-----
		90,21	-----	17,79	64,18

Fonte: Cappelle et al. (2001); Campos (1995); Nutrição... (2011); Lana (2000); Valadares Filho et al. (2002).

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS, %), nutrientes digestíveis totais (NDT, % MS), proteína bruta (PB, % MS) e fibra em detergente neutro (FDN, % MS) em concentrados energéticos e proteicos.

Alimento	Tipo	MS	NDT	PB	FDN
<i>Concentrados energéticos</i>					
Arroz	Farelo	88,07	79,50	14,41	34,65
Arroz	Farelo desengordurado	89,33	-----	17,41	26,65
Cupuaçu*	Farelo	93,52	-----	13,47	46,48
Girassol	Semente	92,39	-----	18,98	28,56
Laranja	Polpa seca	87,51	78,00*	7,06	25,15
Laranja	Bagaço silagem	13,97	78,00*	8,48	24,58
Mandioca	Farinha de varredura	91,51	70,64	2,38	12,20
Mandioca	Silagem de raiz	70,29	-----	2,85	-----
Mandioca	Raiz dessecada	43,85	-----	2,40	-----
Mandioca	Raspa	86,96	-----	3,27	10,38
<i>Concentrados energéticos</i>					
Mandioca	Raspa residual	88,15	-----	2,40	-----
Melaço		73,71	69,62	3,36	-----
Milho	Grão inteiro	88,88	76,37	14,05	18,08
Milho	Grão moído	91,60	86,40	9,82	20,73
Milho	MDPS	87,84	68,24	8,09	38,94
Milho	Gérmen	88,98	86,10	9,13	32,90
Milho	Silagem de grão úmido	69,90	-----	7,90	12,41
Milho	Floculado	91,69	-----	8,75	10,70
Pupunha*	Farinha	94,35	-----	3,96	59,81
Sorgo	Grão	87,65	78,43	9,61	13,16
Sorgo	Silagem de grão úmido	77,55	-----	8,05	9,42
<i>Concentrados proteicos</i>					
Algodão	Caroço	90,78	82,86	23,13	44,98
Algodão	Farelo (torta)	89,75	65,77	35,65	43,68
Castanha*	Farinha (torta)	95,32	-----	33,15	48,51
Cervejaria	Resíduo úmido	16,13	76,82	29,20	47,74
Girassol	Farelo	90,51	74,00*	36,99	
Levedura	Seca	92,52	-----	31,29	-----
Levedura	Álcool	90	83,41	33,88	-----
Milho	Farelo de glúten	87,46	73,45	23,18	39,53
Soja	Extrusada	90,4	-----	40,66	13,1
Soja	Farelo	88,56	81,04	47,64	14,81
Soja	Grão	90,76	91,00*	38,73	13,96
Amiréia		90,98	-----	53,08	27,47

Fonte: Cappelle et al. (2001); Campos (1995); Nutrição...(2011); Lana (2000); Valadares Filho et. al. (2002), National... (1988).
*Fonte: Dados dos autores

Exigência nutricional de vacas leiteiras

Pode-se conceituar “exigência nutricional” como sendo a quantidade de cada nutriente necessária para manutenção, crescimento, reprodução e produção de uma determinada espécie ou categoria animal. Logo, as exigências diárias em nutrientes e energia são estimadas com base no nível de produção, peso corporal e estágio fisiológico.

A Tabela 4 apresenta informações acerca das exigências em energia e proteína pelos animais segundo a categoria e nível de produção propostas pelo conselho americano de pesquisas (NATIONAL..., 1988). É importante lembrar-se de acrescentar 20% nas exigências de vacas primíparas, isto é, na primeira lactação, pois as mesmas ainda estão na fase de crescimento, isto é, ainda precisam ganhar mais peso além de produzirem leite,

logo são os animais de maior exigência nutricional no rebanho, especialmente no início da lactação. Na Tabela 5 são apresentados valores referenciais de consumo de matéria seca por vacas leiteiras, segundo o peso corporal e nível de produção de leite, considerando as exigências apresentadas na Tabela 3 (DAMASCENO et al., 2002).

Tabela 3. Exigências em energia metabolizável (EM), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), cálcio (Ca) e fósforo (P) para manutenção e produção de leite de vacas com diferentes pesos vivos.

Manutenção de vacas em lactação					
Peso vivo (kg)	Energia		PB (kg)	Minerais	
	Em (Mcal)	NDT (kg)		Ca (kg)	P (kg)
400	12,01	3,13	0,318	0,0160	0,0110
450	13,12	3,42	0,341	0,0180	0,0130
500	14,20	3,70	0,364	0,0200	0,0140
550	15,25	3,97	0,386	0,0220	0,0160
600	16,28	4,24	0,406	0,0240	0,0170
650	17,29	4,51	0,428	0,0260	0,0190
700	18,28	4,76	0,449	0,0280	0,0200
Manutenção de vacas secas em final de gestação					
(kg)	Em (Mcal)	NDT (kg)	(kg)	Ca (kg)	P (kg)
400	15,26	4,15	0,890	0,0260	0,0160
450	16,66	4,53	0,973	0,0300	0,0180
500	18,04	4,90	1,053	0,0330	0,0200
550	19,37	5,27	1,131	0,0360	0,0220
600	20,68	5,62	1,207	0,0390	0,0240
650	21,96	5,97	1,281	0,0430	0,0260
700	23,21	6,31	1,355	0,0460	0,0280
Produção de leite (kg Nutrientes/Kg de leite)					
(% gordura)	Em (Mcal/kg)	NDT (kg)	PB (kg)	Ca (kg)	P (kg)
3,00	1,07	0,280	0,078	0,00273	0,0017
3,50	1,15	0,301	0,084	0,00297	0,0018
4,00	1,24	0,322	0,090	0,00321	0,0020
4,50	1,32	0,343	0,096	0,00345	0,0021
5,00	1,40	0,364	0,101	0,00369	0,0023

Fonte: National... (1988).

Tabela 4. Consumo de matéria seca para suprir as exigências nutricionais de manutenção, produção e ganho de peso de vacas durante a fase intermediária e final de lactação.

Produção de leite (4% de gordura)	% Peso vivo (kg)		
	400	500	600
10	2,7	2,4	2,2
15	3,2	2,8	2,6
20	3,6	3,2	2,9
25	4,0	3,5	3,2
30	4,4	3,9	3,5

Fonte: National... (1988).

Métodos práticos para formulação de ração concentrada

De maneira geral, as seguintes etapas devem ser seguidas para o balanceamento de rações:

- 1) Caracterizar os animais para os quais se deseja balancear a ração.
- 2) Verificar as exigências dos nutrientes dos animais de acordo com o item anterior.
- 3) Levantar e quantificar os alimentos disponíveis.

- 4) Relacionar a composição química e o valor energético dos alimentos a serem utilizados, considerando-se os nutrientes de interesse.
- 5) Proceder ao balanceamento da ração para a proteína bruta e energia.
- 6) Depois de concluído o cálculo da ração, verificar se todas as exigências foram atendidas.

Existem diversos métodos para elaboração e cálculo de rações, sendo os mais práticos aqueles realizados por softwares ou planilhas em microcomputadores, pela rapidez, precisão e economia. No entanto, existem métodos manuais que também podem ser utilizados para obtenção das proporções dos alimentos na ração com qualidade próxima da ideal. Com o intuito de facilitar o entendimento dos diferentes métodos, os mesmos serão descritos com exemplos práticos dando ênfase aos bovinos leiteiros.

Método algébrico

É um método que permite a mistura de dois ou mais ingredientes e consiste em formar um sistema de equações simultâneas, sendo as incógnitas os ingredientes a serem utilizados na ração. Este método torna-se gradativamente mais complexo à medida que se aumenta o número de ingredientes e de nutrientes considerados.

Exemplo 1: Ração concentrada com 18% de Proteína Bruta (PB) constituída de farelo de algodão e grão de milho.

Se considerarmos o farelo de algodão igual a X e o milho grão como Y em 100 kg de uma ração concentrada, temos a equação:

$$\text{Equação (1): } X + Y = 100$$

$$\text{Isolando Y, obtém-se a Equação (2): } Y = 100 - X$$

$$\text{Substituindo a equação (2) na equação (1), obtém-se a equação (3): } X + (100 - X) = 100$$

Considerando os teores de PB da ração (18%), do farelo de algodão (35,65%) e do milho grão (14,5%) (Tabela 2) na equação (3), tem-se:

$$35,65(X) + 14,5(100 - X) = 18(100)$$

Onde:

$$35,65X + 1450 - 14,5X = 1800$$

$$21,15X = 350$$

$$X = 350 \div 21,15 = 16,55\%$$

Substituindo o valor de X na equação (2), encontramos a quantidade de milho (Y) na ração:

$$Y = 100 - 16,55 = 83,45\%.$$

Portanto, a ração será constituída de 16,55% de farelo de algodão e 83,45% de milho.

Exemplo 2: Concentrado para suplementação dos nutrientes de uma pastagem

A seguir, é mostrado um cálculo de uma mistura para suplementação de gado leiteiro, tomando por base uma vaca de 400 kg, com média de produção diária de leite de 10 kg, consumindo diariamente 2,7% do seu peso corporal em matéria seca (Tabela 4), ou seja, um consumo de 10,8 kg de MS de forragem por dia. A pastagem é de capim Marandu (*Braquiaria brizantha*) que corresponde aos seguintes níveis nutritivos (Tabela 1): 49,29% de NDT e 7,36% de PB.

O balanço entre os nutrientes fornecidos pela pastagem e os nutrientes necessários apenas para a manutenção da vaca considerada é apresentado a seguir:

Fornecido pela pastagem	$(10,8 \times 49,29) \div 100 = 5,32 \text{ kg NDT}$	$(10,8 \times 7,36)/100 = 0,795 \text{ kg PB ou } 795 \text{ g PB}$
Manutenção ¹	3,13	318
Saldo	2,19	477

¹Exigência de manutenção de uma vaca de 400 kg de PV.
Fonte: National... (1988)

Este resultado indica que para a manutenção do corpo do animal, a pastagem tem um excedente de NDT e de PB, de 2,19 kg e 477 g por kg de MS, respectivamente.

Considerando as exigências para produção de 1 kg de leite com 3,5% de gordura por vaca/dia (Tabela 3), o excedente em NDT da pastagem pode proporcionar a produção de 7,3 kg de leite ($2,19 \div 0,301$). No entanto, para esta produção diária de leite haverá um requerimento de PB de 611,2 g ($7,3 \times 84$ g). O déficit de proteína, nesse caso, será de 134,2 g ($611,2 - 477$ g). Nesse caso, um concentrado proteico como o farelo de girassol com 36,99% de PB (Tabela 2) poderá ser utilizado na quantidade diária de 3,63 kg ($134,2 \div 36,99$) para suplementar o déficit de proteína da pastagem.

Exemplo 3: Ração composta por volumoso e concentrado para suplementação de vacas em lactação com peso vivo (PV) médio de 450 kg e produção diária de leite de 10 kg/dia com teor de gordura no leite de 3,8%.

Nesse caso, como os níveis de nutrientes da ração não são pré-determinados, é necessário fazer a estimativa das exigências nutricionais dos animais, antes do balanceamento da ração propriamente dita. As etapas a serem seguidas são:

» Correção da produção de leite para teor de gordura de 4%:

$$0,4 \times \text{Produção de Leite} + 15 \times \text{Produção de Leite} \times \text{Teor de Gordura}$$

$$0,4 \times 10 + 15 \times 10 \times 0,038 = 9,7 \text{ kg de leite/dia}$$

» Determinação do consumo de matéria seca (MSi)

Na Tabela 4 existem valores para estimar o consumo de MS de vacas produzindo 10 kg de leite com médias de PV igual a 400 kg e 500 kg, mas para o PV de 450 kg o valor não é citado. Nesse caso, usamos um recurso matemático chamado "interpolação", assumindo que esses níveis de consumo variam linearmente entre um peso vivo de 400 kg (peso imediatamente inferior a 450 kg) e um peso de 500 kg (imediatamente superior a 450 kg).

O procedimento é o seguinte:

Na Tabela 4, verificam-se os seguintes valores:

<u>Peso (kg)</u>	<u>% Peso Vivo</u>
400	2,7
500	2,4

Então, as diferenças são calculadas como segue:

$$\text{Peso: } 400 - 500 = 100 \text{ kg}$$

$$\%PV: 2,7 - 2,4 = 0,3\text{Kg}$$

Isto quer dizer; para uma diferença de 100 kg no peso vivo, há uma diferença correspondente de 0,3 % de PV. Como os animais considerados pesam em média 450 kg, a diferença de peso entre os dois extremos é de 50 kg e estima-se a proporcionalidade estabelecida como segue:

$$\begin{array}{r} 100 \quad \text{-----} \quad 0,3 \\ 50 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$X = (0,3 * 50) \div 100 = 0,15$$

Este valor deve ser adicionado a % de PV correspondente ao peso vivo imediatamente inferior ao de 450 kg (400 kg): $2,4 + 0,15 = 2,55 \%$ PV. Desta forma, estima-se o consumo de MS (MSi) de vacas com PV médio de 450 kg:

$$\text{MSi} = 2,55\% \text{ PV} = 0,0255 \times 450 = 11,475 \text{ kg de MS}$$

» Determinação da exigência em PB e NDT para produção de 9,7 kg (4% gordura).

Considerando as exigências para produção de 1 kg de leite com 4% de gordura (Tabela 3):

NDT

$$0,322\text{kg} \longrightarrow 1 \text{ kg de leite}$$

$$X \longrightarrow 9,7 \text{ kg de leite}$$

$$X = 0,322 \times 9,7 = 3,123 \text{ kg de NDT}$$

PB

$$0,09\text{kg} \longrightarrow 1 \text{ kg de leite}$$

$$X \longrightarrow 9,7 \text{ kg de leite}$$

$$X = 0,09 \times 9,7 = 0,873 \text{ kg de PB}$$

	PB (kg)	NDT (kg)
Manutenção ¹	0,341	3,42
Produção	0,873	3,123
Total	1,214	6,543

¹Exigência de manutenção de uma vaca de 450 kg de PV.
Fonte: National... (1988)

Considerando a MS ingerida (MSi) de 11,475 kg:

$$11,475 \text{ kg de MSi} \longrightarrow 1,214 \text{ kg de PB}$$

$$1 \text{ kg de MSi} \longrightarrow X$$

$$X = 0,106 \text{ kg de PB ou } 10,6 \% \text{ de PB}$$

$$11,475 \text{ kg de MSi} \longrightarrow 6,543 \text{ kg de NDT}$$

$$1 \text{ kg de MSi} \longrightarrow X$$

$$X = 0,570 \text{ kg de NDT ou } 57\% \text{ de NDT}$$

» Composição química e valor energético dos alimentos disponíveis (Tabelas 1 e 2):

Alimento	PB (%)	NDT (%)
Silagem de milho	7,26	61,91
Milho moído	9,82	86,40
Farelo de soja	47,64	81,04

Fonte: Elaborado pelos autores.

» Definição da proporção de volumoso (V) e concentrado (C) a ser utilizada:

Como a silagem de milho será o único volumoso a ser utilizado, então $V = 61,91\%$ NDT

Já no caso dos concentrados (C), serão utilizados dois alimentos:

50% de milho moído + 50% de farelo de cupuaçu

Então:

$$C = 0,5 \times 86,40 + 0,5 \times 81,04$$

$$C = 43,2 + 40,52 = 83,72 \% \text{ de NDT}$$

As equações serão definidas de acordo com os teores de NDT:

$$\text{Equação (1)} \quad 61,91 V + 83,72 C = 57$$

$$\text{Equação (2)} \quad V + C = 1$$

Para anular a variável V, multiplicam-se todas as variáveis da equação (2) por 61,91 e em seguida determinam-se as diferenças entre os valores da equação (1) dos valores da equação (2) para construir a equação (3):

$$\text{Equação (1)} \quad 61,91 V + 83,72 C = 57,00$$

$$\text{Equação (2)} \quad 61,91 V + 61,91 C = 61,91$$

$$\text{Equação (3)} \quad 0V + 21,81 C = 4,91$$

Isolando a variável C:

$$C = 4,91 \div 21,81 = 0,2251 \text{ ou } 22,51\%$$

Substituindo o valor de C na equação (2), determina-se a proporção de V:

$$V = 1 - 0,2251 = 0,7749 \text{ ou } 77,49\%$$

Arredondando os valores, obtém-se uma relação volumoso (V) : concentrado (C) de 77,5:22,5.

» Considerando o consumo de MS de 11,475 kg e a proporção de volumoso de 77,5%, o consumo de MS de silagem de milho será: $77,5\% \times 11,475 = 8,89$ kg de MS

» As quantidades de NDT e PB fornecidas pela silagem de milho serão de:

$$8,89 \text{ kg de MS} \times 7,26 \% \text{PB} = 0,645 \text{ kg de PB}$$

$$8,89 \text{ kg de MS} \times 61,91 \% \text{NDT} = 5,5 \text{ kg de NDT}$$

Déficit de nutrientes considerando o fornecimento apenas do volumoso:

Alimento	MS (kg)	PB (kg)	NDT (kg)
Silagem de milho	8,89	0,645	5,50
Exigência	-	1,214	6,54
Déficit	-	0,569	1,04

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cálculos das proporções dos concentrados com base no NDT e na PB do milho moído (Mi) e do farelo de soja (FS):

$$\text{Equação (1)} \quad 0,8640 \text{ Mi} + 0,8104 \text{ FS} = 1,04 \text{ (déficit NDT)}$$

$$\text{Equação (2)} \quad 0,0982 \text{ Mi} + 0,4764 \text{ FS} = 0,569 \text{ (déficit PB)}$$

Para anular a variável Mi, multiplicam-se todas as variáveis da equação (2) por 8,8 (0,8640 ÷ 0,0982) e em seguida determinam-se as diferenças entre os valores da equação (1) dos valores da equação (2) para construir a equação (3):

$$\text{Equação (1)} \quad 0,8640 \text{ Mi} + 0,8104 \text{ FS} = 1,04$$

$$\text{Equação (2)} \quad 0,8640 \text{ Mi} + 4,1923 \text{ FS} = 5,01$$

$$\text{Equação (3)} \quad 0 \text{ Mi} + 3,3819 \text{ FS} = 3,97$$

Isolando a variável FS:

$$\text{FS} = 3,97 \div 3,3819 = 1,17 \text{ kg de FS}$$

Substituindo o valor de FS na equação (1), determinamos a proporção de Mi:

$$0,8640 \text{ Mi} + 0,8104 \cdot (1,17) = 1,04$$

$$0,8640 \text{ Mi} = 1,04 - 0,9482$$

$$\text{Mi} = 0,092 \div 0,864$$

$$\text{Mi} = 0,12 \text{ kg}$$

Déficit de nutrientes considerando o fornecimento do volumoso + concentrados:

Alimento	MS (kg)	NDT (kg)	PB (kg)
Milho moído	0,12	$(0,12 \times 0,864) = 0,104$	$(0,12 \times 0,0982) = 0,012$
Farelo de soja	1,17	$(1,17 \times 0,81) = 0,95$	$(1,17 \times 0,48) = 0,56$
Total	1,29	1,05	0,569
Exigência	-	1,04	0,569
Déficit	-	+0,01	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

» Determinação das proporções dos alimentos na matéria original (MO):

$$8,89 \text{ kg de silagem de milho} \longrightarrow 30,86\% \text{ de MS}$$

$$X \longrightarrow 100\% \text{ de MS}$$

$$X = 28,81 \text{ kg de silagem}$$

$$0,12 \text{ kg de milho} \longrightarrow 91,60\% \text{ de MS}$$

$$X \longrightarrow 100\% \text{ de MS}$$

$$X = 0,13 \text{ kg de milho}$$

$$1,17 \text{ kg de farelo de soja} \longrightarrow 88,56\% \text{ de MS}$$

$$X \longrightarrow 100\% \text{ de MS}$$

$$X = 1,32 \text{ kg de farelo de soja}$$

Cálculo da % de cada ingrediente na ração:

$$\text{Total de ração: } 28,81 + 0,13 + 1,32 = 30,26 \text{ kg}$$

$$30,26 \text{ kg} \longrightarrow 100\%$$

$$28,81 \text{ kg} \longrightarrow X$$

$$X = 95,21\% \text{ de silagem de milho}$$

30,26 kg → 100%
 0,13 kg → X
 X = 0,42 % de milho moído

30,26 kg → 100%
 1,17 kg → X
 X = 3,86% de farelo de soja

Resumo da ração balanceada:

Ingrediente	MS (kg)	MS (%)	MO (kg)	% na ração
Silagem de milho	8,89	30,86	28,81	95,21
Milho moído	0,12	91,60	0,13	0,42
Farelo de soja	1,17	88,56	1,32	3,86

Fonte: Elaborado pelos autores

Quadrado de Pearson

O método do Quadrado de Pearson é simples e permite o cálculo das proporções de dois componentes de uma mistura, a fim de atender um nível de nutriente desejado, normalmente a proteína. Nesse método, podem ser utilizados dois alimentos ou grupos de alimentos previamente misturados. Sakomura e Rostagno (2007) citam os seguintes passos a serem seguidos para o uso do Quadrado de Pearson:

1. Desenhar um quadrado e colocar a porcentagem desejada do nutriente no centro do quadro.
2. Colocar conteúdo de nutriente (proteína) em porcentagem de cada alimento nos ângulos esquerdos do quadrado.
3. A base de referência (matéria seca ou matéria natural) deve ser a mesma para a exigência e o teor de nutrientes nos alimentos.
4. Subtrair diagonalmente no quadrado os menores números dos maiores e colocar os resultados nos ângulos direitos do quadrado.
5. É necessário que o número do centro do quadrado esteja entre os valores dos números dos ângulos esquerdos.
6. As quantidades de cada alimento devem ser expressas em porcentagem do total.

Exemplo 1: Concentrado com proporção de nutrientes pré-determinada

Para balancear uma ração concentrada com 18% de PB e 80% de NDT pelo quadrado de Pearson devemos considerar os teores de proteína dos ingredientes disponíveis, no caso, o grão de milho moído e o farelo de soja (FS) com 9,82% e 47,64% de PB, respectivamente (Tabela 2). Em seguida, monta-se o esquema do quadrado com o valor do teor de PB da mistura no centro do quadrado; nas colunas da esquerda entram os valores de PB dos dois ingredientes da mistura e do lado direito a diferença numérica entre os valores dos ingredientes e o teor de PB da mistura ($18 - 9,82 = 8,18$ e $47,64 - 18 = 29,64$):

Milho: 9,82	18	29,64 (78,37%)
FS: 47,64		8,18 (21,63%)
		37,82 (100%)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, para 37,82 kg da mistura serão necessários 29,64 kg de milho e 8,18 kg de farelo de soja. Portanto, para 100 kg da mistura serão necessários 78,37 kg de milho $[(29,64 \div 37,82) \times 100]$ e 8,18 kg de farelo de soja $[(8,18 \div 37,82) \times 100]$.

Como o balanceamento foi feito com base nos valores de PB, é necessário conferir o valor de NDT da mistura. Nesse caso, deve-se considerar os valores 86,40 e 81,04 de NDT do milho e farelo de soja, respectivamente (Tabela 2) e estimar o valor total da mistura de acordo com as proporções de cada ingrediente, assim:

$$86,40 \times 0,7837 + 81,04 \times 0,2163 = 67,71 + 17,53 = 85,24 \% \text{ NDT}$$

No caso de misturas que envolvam mais de dois ingredientes é necessário um cálculo prévio para estimar o valor da combinação de ingredientes. Por exemplo, a torta de babaçu (TB) com 20,62 %PB e 46,60 %NDT (RODRIGUES FILHO et al., 1993) pode ser utilizada para substituição 50% do farelo de soja. Dessa forma, uma mistura de FS/TB, contendo 50% de FS e 50% de TB, resulta em 34,13% de PB, ou seja, $(0,50 \times 47,64) + (0,50 \times 20,62)$. Para estimar a quantidade de cada ingrediente, monta-se o quadrado da seguinte maneira:

Milho: 9,82	18	16,13 (42,65%)
FS/FB: 4,13		8,18 (57,35%)
		37,82 (100%)

Fonte: Elaborado pelos autores

A composição final de 100 Kg dessa ração será:

Ingrediente	Kg
Milho moído	42,65
Farelo de soja	28,675
Torta de babaçu	28,675
Total	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cuidados com a mistura da ração

A ração deve ser balanceada com ingredientes de custo mínimo para evitar grandes impactos no seu custo final. Deve-se conhecer a relação do valor nutritivo ou kg de nutrientes pelo preço dos alimentos disponíveis, a fim de poder compará-los e utilizar em maior quantidade os que são mais econômicos. Os alimentos contidos na ração devem estar em boas condições sanitárias, ou seja, não podem ter sofrido fermentações indesejáveis ou outras alterações que coloquem em risco a saúde dos animais. Além disso, não devem ter gorgulhos, traças ou outros insetos que atacam os grãos armazenados e muito menos urina de rato que pode conter leptospira, transmitindo para os animais e o homem a leptospirose.

A mistura dos alimentos da ração deve ser efetuada da forma mais homogênea possível a fim de evitar que os animais selecionem e consumam os ingredientes de maior aceitabilidade. A ração deve ter um preparo adequado, para que os animais possam ingerir e aproveitar com facilidade os alimentos. As sobras deixadas pelos animais nos cochos de um dia para outro, devem ser retiradas para evitar fermentação e, conseqüentemente, distúrbios gastrointestinais nos animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro do CNPq Edital MCT/CNPq/CT-Amazônia N° 055/2008 – Faixa B.

Literatura citada e consultada

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 13/04. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 01 dez. 2004, Seção 1, p. 63.
- CARVALHO, L. de A.; NOVAES, L. P.; GOMES, A. T.; MIRANDA, J. E. C. de; RIBEIRO, A. C. C. L. **Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica)**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. (Embrapa Gado de Leite. Sistemas de Produção, 1). Versão eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/index.htm>. Acesso em: 27 jul. 2011.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J. F. C. da; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n6/7313.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.
- CAMPOS, J. **Tabelas para cálculo de rações**. Viçosa, MG:UFV, 1995. 64p.
- CHALUPA, W. Dairy nutrition models: their forms and applications. Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2005.
- DAMASCENO, J. C.; SANTOS, G. T.; CÔRTEZ, C.; REGO, F. C. A. **Aspecto da alimentação da vaca leiteira**. [2002]. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/aspecto-08-03.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2011.
- LANA, R.P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. Viçosa, MG:UFV, 2000. 60p.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Nutrição animal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, D.C.). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. rev. Washington: National Academy Press, 1988. 157p.
- NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FCP-MVZ, 1998.
- NUTRIÇÃO Animal: conceitos e definições. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAAtIAJ/poligafo-nutricao-animal>>. Acesso em: 10 abr. 2011.
- PINTO, F. Importância socioeconômica da Pecuária rondoniense. In: WORKSHOP ILPF DA REGIÃO CENTRO-NORTE, 2010, Vilhena. **Anais...** Vilhena: [s.n.], 2010. (CD ROM).
- RIBEIRO, S. D. de A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318 p. il.
- RODRIGUES FILHO, J.A.; CAMARAO, A.P.; LOURENCO JUNIOR, J. de B. **Avaliação de subprodutos agroindustriais para alimentação de ruminantes**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1993. 15 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 71).
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.A. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- VALADARES FILHO, S. de C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. (Ed.). **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: UFV, DZO, DPI, 2002. 297 p.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

Embrapa

Rondônia