

F
636.084
R449

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS
ESCOLA NACIONAL DE AGRONOMIA

Alimentação dos Bovinos

Eng. Agrônomo Alceno Reveilleau

Técnico da Divisão de Fomento da Produção Animal

(Separata do "Boletim da Soc. Bras.
de Agronomia" — Vol. 6 — N.º 3
— setembro de 1943 — pags. 215 a 243)



1944

SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AGRÍCOLA
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
RIO DE JANEIRO
BRASIL

ALIMENTAÇÃO DOS BOVINOS

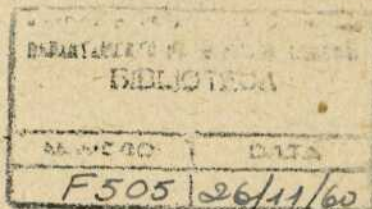
ALCENO REVEILLEAU
Engenheiro agrônomo

Técnico da Divisão de Fomento da Pro-
dução Animal do Ministério da
Agricultura

*Trabalho apresentado na XLV Disciplina, Zootecnia especia-
lizada: criação e alimentação, dos Cursos de Aperfeiçoamento e
Especialização, em dezembro de 1942.*

SUMÁRIO

- I — Introdução.
- II — Exigências alimentares dos bovinos.
- III — Determinação das exigências de manutenção :
 - a) Métodos;
 - b) As exigências de manutenção não são proporcionais ao peso vivo;
 - c) Contrôlo da temperatura do corpo;
 - d) Energia requerida para as funções vitais;
 - e) P.A.D.T. necessários para manutenção;
 - f) Proteínas necessárias para manutenção;
 - g) Sais minerais e vitaminas necessárias para manutenção.
- IV — Exigências alimentares para produção :
 - a) Produção de leite;
 - b) Proteínas necessárias para produção;
 - c) Exigências de P.A.D.T.;
 - d) Exigências de gordura;
 - e) Exigências em sais minerais;
 - f) Exigências em vitaminas.
- V — Arraçoamento econômico :
 - a) Estudo crítico dos métodos correntes;
 - b) Método de PETERSEN e a determinação de suas constantes;
 - c) Organização das tabelas de constantes;
 - d) Aplicação do método.
- VI — Bibliografia.



I — INTRODUÇÃO

A alimentação racional dos animais domésticos constitui um dos fatores mais importantes na exploração de uma fazenda, quer seja de gado leiteiro quer seja de gado de corte e podemos dizer que é um dos fatores que mais concorre para o bom êxito da exploração. Não obstante essa importância, não recebe ela a devida atenção dos fazendeiros, que a relegam a um plano secundário donde muitas vezes o fracasso e conseqüente desânimo e abandono da exploração. Tal desinteresse por um assunto de tanta magnitude e que é, em parte, o responsável pelo bom ou mau êxito da exploração, só podemos atribuir à ignorância dos nossos fazendeiros a êsse respeito e para quem a simples ingestão de capim é o suficiente para uma boa produção ou engorda dos animais.

Atribuem uma grande importância ao fator raça, mas descuidam por completo da alimentação adequada, sem a qual a melhor raça pouco produz, tornando-se mesmo os seus representantes, quando mal alimentados, mais anti-econômicos do que os de raça comum, os quais, com o pouco que comem, satisfazem perfeitamente as exigências de sua baixa produção e vivem sempre com saúde e em bom estado. De nada valerá, pois, dispor-se de um rebanho de boa produção, se o arraçoamento não for feito de acôrdo com a sua capacidade produtiva; à alimentação inadequada deve-se a mais das vezes, atribuir-se a má produção e não à raça.

O que em geral se observa nas fazendas é a sub ou supernutrição, ambas prejudiciais, a primeira por não permitir que o animal atinja sua capacidade máxima de produção, em virtude da ração ser deficiente em P.A.D.T.; a segunda por ser anti-econômica, pois o animal, recebendo um excesso de P.A.D.T. e não tendo capacidade de transformar êsse excesso em leite, torna-se um animal anti-econômico, visto a sua produção não compensar as despesas de sua alimentação. Além desses prejuízos uma e outra são prejudiciais à saúde dos animais.

Devido à ignorância desses fatos, são, muitas vezes, vacas boas produtoras abandonadas ou vendidas como más produtoras, sem realmente o serem, sendo a sua baixa produção uma conseqüência da sua alimentação inadequada.

Uma alimentação calculada de acôrdo com a capacidade produtiva de uma vaca, além de proporcionar maiores lucros, conforme veremos mais adiante, citando fatos verificados experimentalmente nos EE. UU., nos fornece um meio de selecionar e assim constituir um ótimo rebanho leiteiro, pois só mediante uma alimentação racional é que se pode saber quais as boas ou más produtoras, isto é, aquelas que são capazes de transformação máxima do alimento em leite e aquelas que não possuem essa capacidade por isso transformam o alimento em gordura em vez de leite.

Não só, porém os animais adultos e já em produção devem ser alimentados com rações balanceadas, de modo a atender às exigências de manutenção e de produção; os animais em crescimento, tanto quanto os adultos, devem ser alimentados de modo adequado, pois que não os alimentando de modo racional arrisca-se a prejudicar o seu desenvolvimento e a sua capacidade produtiva e, às vezes, de modo irremediável, conforme a deficiência das rações e sua continuidade.

A título de comprovação do que vimos afirmando vamos citar um fato verificado experimentalmente nos EE. UU. e pelo qual bem se pode avaliar a importância de uma alimentação racional e quanto esta influi na produção e nos lucros da exploração.

A Estação Experimental de Indiana, com o fim de verificar a influência da alimentação no rendimento leiteiro das vacas, adquiriu vários animais em produção e em diversas fazendas daquela localidade.

Estas vacas, que eram mal alimentadas, isto é, não recebiam rações qualitativa e quantitativamente de acôrdo com sua capacidade produtiva, produziam uma média anual de 2.300 kg de leite e 92 kg de gordura, custando a alimentação cerca de Cr\$ 870,00. O valor médio do leite produzido era de Cr\$ 2.420,00, sendo o lucro líquido sobre o custo da alimentação em média de Cr\$ 1.550,00. Estas mesmas vacas levadas para a Estação Experimental e alimentadas com rações balanceadas deram em média 3.933 kg de leite e 143 kg de gordura. Houve, pois, resultante da melhor alimentação e cuidado, um excesso de produção tanto de leite como de gordura. A quantidade a mais de leite produzido foi de 1.633 kg e de gordura foi de 51 kg. O custo médio da alimentação foi de Cr\$ 1.440,00, isto é, Cr\$ 570,00 mais, em compensação, porém, o valor médio do

leite produzido foi de Cr\$ 4.140,00, deixando um lucro líquido sobre o custo do alimento de Cr\$ 2.700,00. Nas fazendas as vacas davam, pois, um lucro de Cr\$ 1.550,00 e na Estação Experimental um lucro de Cr\$ 2.700,00, isto é, Cr\$ 1.500,00 mais, embora na Estação Experimental o custo da alimentação fosse Cr\$ 570,00 mais caro. Conclui-se, pois, que o aumento na produção de leite e de gordura compensou com sobra o aumento na despesa com a alimentação.

II — EXIGÊNCIAS ALIMENTARES DOS BOVINOS

Todo ser vivo, a fim de que possa se manter com saúde deve primeiramente dispor de suficiente alimento para sua manutenção, isto é, alimento para produção de calor, a fim de manter constante a temperatura do corpo; alimento fornecedor de energia para o desempenho das suas funções vitais, isto é, mastigação, digestão, assimilação e passagem do alimento através do tubo digestivo; secreção glandular, circulação sanguínea, respiração, atividade muscular normal e expulsão dos produtos de excreção, etc., proteína para reparo de pequenas perdas contínuas e diárias dos seus tecidos; minerais para substituição das perdas pequenas e constantes; vitaminas; ar e água.

Só depois de atendidas estas exigências para sua manutenção e que absorvem cerca de 47% a 50% da ração é que o animal utiliza o restante na produção de carne, leite, ovos, lã ou trabalho.

Haecker, em experiências na Estação de Minnesota, verificou que uma vaca leiteira de tamanho médio, produzindo cerca de 1/2 kg de gordura por dia, transformava cerca de 29% dos P.A. do alimento em leite, utilizando aproximadamente 47% em sua manutenção e 24% no trabalho de conversão dos P.A. do alimento em leite.

Depreende-se, pois, deste fato, não só a necessidade de um mínimo de P.A. destinados a simples manutenção, como também a necessidade de uma quantidade adicional de alimento, além do mínimo para manutenção e que se destina a produção.

Se as exigências de manutenção não forem atendidas, a parte disponível para produção ficará reduzida, e, conseqüentemente, dimi-

nuida a produção e se as deficiências forem muito grandes e contínuas o animal terá seu peso diminuído e sua saúde abalada, pois será forçado a utilizar as reservas do organismo em benefício da produção.

Segundo experiências feitas nos EE. UU. os animais domésticos digerem e utilizam o alimento mais completamente quando alimentados com uma ração parca do que quando alimentados liberalmente, sendo que a diferença é maior justamente na porcentagem de utilização da parte digerida. A diferença na digestibilidade entre uma ração parca e uma ração liberal atinge até 10% em favor da primeira. Por esta razão ao calcularmos uma ração para vacas em produção devemos ser o mais liberal possível, pois do contrário disporá o animal de menos P.A. do que se supõe.

Poderá parecer, à primeira vista, em virtude deste fato, que uma ração parca seja mais eficiente do que uma ração liberal. Tal, porém, não ocorre, pois sabemos que um animal utiliza para produção de leite, carne ou trabalho somente os P.A. consumidos em excesso sobre a quantidade necessária para manutenção.

Assim uma boa leiteira, bem alimentada, necessita para sua manutenção cerca de 1/2 da ração, utilizando a outra metade para produção de leite; se esta leiteira, porém, for alimentada com uma ração parca, isto é, tanto quanto 2/3 da ração calculada, ela digerirá e utilizará esta ração melhor e satisfará perfeitamente as exigências de sua manutenção, mas disporá de uma quantidade de P.A. aquém da necessária, cerca de 30% ou menos, para produção, a qual por esse fato decairá.

Vê-se, pois, que há vantagem em alimentar-se um animal em produção de modo liberal e que a maior digestibilidade e porcentagem de utilização de uma ração parca não compensa o decréscimo da produção.

As exigências alimentares de manutenção dos animais diferem qualitativa e quantitativamente de acordo com a espécie, raça, idade, sexo, peso, estação do ano, temperamento do indivíduo e liberalidade da ração e as de produção ainda com o produto fornecido e a quantidade deste.

III — DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS DE MANUTENÇÃO

a) Métodos

Vários métodos têm sido utilizados para se determinar as exigências de manutenção dos animais domésticos, entre os quais podemos citar como principais os dois seguintes:

- 1 — Metabolismo de jejum ou metabolismo basal.
- 2 — Método experimental.

O metabolismo basal ou metabolismo de jejum é o método usado como base para se determinar as exigências de manutenção dos animais de sangue quente. Sabemos que os animais, não só exigem alimento para produção de carne, leite, trabalho, ovos e lã, mas, também, para o desempenho de várias funções essenciais à vida, as quais já foram citadas linhas atrás. Dessa forma, o animal conservado em jejum, isto é, não recebendo alimento para suprir os P.A. necessários ao desempenho das funções normais do organismo, é obrigado a recorrer às suas reservas, ou por outro a queimar os seus tecidos, com o fim de obter a energia indispensável à execução das funções vitais.

As transformações ou reações que se dão nos tecidos do organismo animal durante o jejum, sendo o animal conservado em repouso, com o fim de fornecer a energia indispensável à vida, se manifestam por desprendimento de calor e é este calor que constitui o metabolismo basal, cuja mensuração é feita por um aparelho especial, chamado calorímetro, que se toma por base para se determinar as exigências essenciais à manutenção de vida. Esta mensuração deve ser feita muitas horas após a última refeição, a fim de que o calor desprendido durante a digestão e assimilação não seja também medido, porque, neste caso, o metabolismo determinado não será o metabolismo de jejum, mas sim o metabolismo de repouso, o qual pode ser muito mais alto do que o primeiro. Em experiências em New Hampshire, o calor desprendido por vacas secas, com uma ração de manutenção, foi 50-60% mais alto do que no segundo dia de jejum. O metabolismo basal não representa, porém, a quantidade total de P.A.

requerida para manutenção, mas sim a quantidade mínima de energia despendida pelo animal quando em jejum e em repouso.

A esta quantidade, deve ser adicionada a energia consumida no “trabalho de digestão” e nos movimentos normais do organismo. Uma vez medido o calor desprendido, por meio de outras operações e cálculos, determinam-se, então, as exigências de manutenção. Brody e seus assistentes, segundo seus estudos na Estação de Missouri, concluíram que as exigências de manutenção dos animais adultos em temperaturas acima da temperatura crítica são cerca de 2 vezes o metabolismo basal. Em temperaturas mais baixas, as exigências são maiores. Estes cientistas em seus estudos utilizaram animais de vários tamanhos, desde o rato até o elefante, e analisando os resultados obtidos relativos ao metabolismo basal, chegaram à conclusão de que este último, dentro desses limites, tende a variar com a potência $0,734$ do peso vivo. A equação geral que indica a relação entre o metabolismo basal em calorias (Q) e o peso vivo (M) foi achado ser $Q = 70,5M^{0,734}$. Smuts, juntamente com Mitchell, mediu o metabolismo basal e a eliminação do azoto endógeno de várias espécies, e achou que num animal adulto 2 miligramas de azoto foram eliminadas do corpo por cada caloria de calor basal.

Desde que 2 miligramas de azoto são aproximadamente equivalentes a 12,5 miligramas de proteína (azoto $\times 6,25$, pois 16% de proteína são azoto — $100 \div 16 = 6,25$) é possível calcular, partindo do calor basal, a quantidade de proteína catabolizada pelo organismo, equivalente à perda de azoto endógeno. Existem vários tipos de calorímetros, sendo que o mais completo consiste em uma câmara estanque ao ar onde é colocado o animal, o qual pode ficar em repouso ou desempenhar trabalho. É equipado de tal forma que todo o ar que entra ou sai do aparelho pode ser rigorosamente medido. Todos os alimentos, fezes e urina também são medidos e analisados. Desta forma a quantidade de carbono e azoto que o corpo do animal armazena ou perde, durante a experiência, pode ser determinada e daí a possibilidade de se determinar a gordura ou a proteína perdida ou ganha pelo animal, e semelhantemente a perda ou ganho de energia. Assim, suponhamos que um novilho alimentado com uma ração normal de engorda, receba durante as 24 horas de experiência 0,3375 kg de azoto e elimine pelas fezes e urina, durante o mesmo espaço de

tempo, 0,306 kg de azoto. Com êsses dados, por simples subtração, verifica-se que o novilho armazenou em seu corpo 0,0315 kg de azoto na forma de tecido proteínoso.

Multiplicando esta quantidade pelo fator 6,25, verifica-se que o animal durante a experiência incorporou ao organismo cêrca de 0,1968 kg de proteína. Da mesma forma, se a ração continha 6,048 kg de carbono e o animal eliminou durante as 24 horas 5,7195 kg de carbono nas fezes, urina, gás carbônico e metana, êle reteve em seu corpo 0,3285 kg de carbono. Sabendo-se a quantidade média de carbono contida na proteína do corpo, pode-se determinar a quantidade dêste elemento encerrado nos 0,1968 kg de proteína que o animal armazenou durante a experiência e por simples subtração, determinar-se a quantidade de carbono incorporada sob a forma de gordura, pois que, praticamente, todo carbono restante representa gordura, visto que, em geral, o teor em glicose e glicogênio do corpo não se modifica de modo apreciável de um dia para outro.

Pelo método experimental, determina-se a quantidade mínima de uma adequada ração, suficiente para manter um animal adulto, em repouso, durante um longo período de tempo em bom estado de saúde e sem perder ou ganhar pêso. Uma tal ração deve conter quantidades adequadas de proteína, sais minerais e vitaminas, e deve ser experimentada por um longo período de tempo e com um grande número de animais, pois do contrário, os resultados carecem de exatidão, por isso que os animais, devido a um aumento compensador de água, podem não acusar diferença de pêso, embora possa haver uma perda de proteína e gordura.

Os resultados obtidos através da experimentação direta diferem bastante dos obtidos por meio do calorímetro ou outros processos, mas, segundo afirma Morrison, os resultados fornecidos pelas experiências de alimentação são mais exatos, pois estas conforme o mesmo autor, são meio mais seguro para se obter dados sôbre as exigências de alimentação e relativos aos vários P.A.

Autores há que calculam as exigências de manutenção de várias espécies de animais como uma simples função do pêso do corpo, contudo fatores há, tais como atividade, sexo, raça e ambiente, os quais afetam a manutenção econômica, que não podem ser avaliados como função da mesma potência do pêso do corpo. Assim, Jaines

e outros afirmam que as exigências de manutenção de vaca leiteira são função de primeira potência ou são diretamente proporcionais ao pêso do corpo, enquanto Morrison adota a potência 0,87 do pêso do corpo.

Verifica-se, pois, que até o presente momento, só a experimentação direta, realizada com vários animais por bastante tempo e sob condições práticas, nos fornece dados exatos sôbre as exigências de manutenção.

b) As exigências de manutenção não são proporcionais ao pêso vivo

Contrariamente ao que se acreditava até recentemente, admite-se hoje que as exigências de manutenção não são proporcionais ao pêso vivo e sim à superfície do corpo, a qual é proporcional ao pêso vivo elevado à potência $2/3$ ou a raiz cúbica do quadrado do pêso vivo. Assim, para uma vaca de 800 kg, as exigências de manutenção não são tanto como duas vêzes as de uma vaca de 400 kg, tal como as de uma vaca de 400 kg, não são iguais a oito vêzes as de um carneiro de 50 kg. Êste fato é devido a 2 fatores: 1) a principal perda de calor do corpo se dá por irradiação e condução da superfície do corpo e por isso esta perda é proporcional à superfície. Além disso, os corpos grandes ou volumosos têm menor superfície por unidade de pêso de que os corpos pequenos. Assim, uma vaca de 700 kg tem menor superfície do que duas de 350 kg; 2) conforme Brody e outros verificaram, o pêso dos tecidos mais ativos do organismo (órgãos internos, glândulas, etc) nos animais de diversos tamanhos é mais proporcional à superfície do corpo do que ao pêso vivo. Assim sendo, em uma vaca de 800 kg, o pêso dos seus tecidos mais ativos não é tanto como duas vêzes o de uma de 400 kg. Brody, segundo seus estudos, verificou que entre a superfície do corpo e o pêso existe uma relação que pode ser expressa por meio de uma fórmula matemática, donde, segundo o mesmo autor, a possibilidade de se calcular as exigências médias de manutenção dos bovinos de qualquer pêso. Brody calculou mesmo uma tabela usando a seguinte fórmula: $Q = 70,5 M^{0,734}$, na qual Q é o número de calorías por dia e M é o pêso do corpo em quilogramas.

Acredita-se, que a superfície do corpo é uma função do peso elevado a uma potência que varia de $2/3$ a $3/4$. Uma conferência dos pesquisadores do Conselho Nacional de Pesquisa recomendou, como base de referência, para computação da produção de calor no metabolismo de jejum e no metabolismo do azoto endógeno, o peso do corpo elevado à potência 0,73.

c) Contrôlo da temperatura do corpo

Vimos linhas atrás que, entre as exigências de manutenção, estão aquelas necessárias para o contrôlo da temperatura do corpo. Os animais domésticos são animais de sangue quente e por isso devem manter a temperatura do corpo dentro de limites muito estreitos.

A temperatura média dos grandes animais domésticos varia de 38°C para os cavalos até 39°C para os carneiros e a temperatura normal de todos os animais domésticos é usualmente mais alta do que a do meio ambiente, de modo que um contínuo suprimento de calor deve ser produzido pelo corpo a fim de mantê-lo aquecido. Este calor é produzido pelas oxidações que se dão no interior do organismo e tanto pode ser produzido pelo alimento ainda no interior do tubo digestivo como pelos P.A. dos músculos ou de outros tecidos. Toda energia utilizada nas várias formas de trabalho interno transforma-se finalmente em calor, o qual concorre também para manter a temperatura do corpo. Durante os dias quentes de verão a temperatura ambiente pode aproximar-se ou mesmo ser superior à temperatura do corpo e nesse caso então menor calor deve ser produzido pelo corpo; no inverno, pelo contrário, mais calor e conseqüentemente mais alimento são necessários para manter a temperatura do corpo. Verifica-se, pois, que não só bastante calor deve ser produzido pelo corpo, segundo as circunstâncias, mas também, que a temperatura deve ser conservada constante, embora variem as condições externas e o poder calorífico dos alimentos, que diariamente são fornecidos aos animais.

Assim sendo, devem os animais dispor de meios de regular a sua temperatura, e de fato dispõem de dois meios que são chamados de "regulação física" e "regulação química". Pela regulação física, evita o animal, nos dias muito quentes, que a temperatura do seu corpo

vá além da temperatura normal, o que é conseguido por vários modos. Pela regulação química, nos dias muito frios, pelo aumento das oxidações dos P.A. dos seus tecidos, evita que a temperatura baixe além da normal, conservando-a por isso dentro dos limites toleráveis.

Os principais meios pelos quais o calor se desprende do corpo e deste modo mantém constante a sua temperatura são a irradiação, condutibilidade, convecção e evaporação da água da superfície da pele através do suor, e pela respiração, na qual se perde calor devido a evaporação da água expirada no ar.

Esta perda de calor pode ser aumentada ou diminuída ativando-se a circulação sanguínea perto da superfície do corpo, de modo a facilitar ou retardar a perda do calor e a evaporação da água.

Se a temperatura ambiente continua a elevar-se até um ponto em que a regulação física não é suficiente para prevenir o aquecimento excessivo do corpo, então, há um aumento no metabolismo do corpo. Ritzman e Benedect, de seus estudos com vacas leiteiras na Estação de New Hampshire, concluíram que estas vacas eliminaram o excesso de calor do seu corpo, através de uma insensível transpiração devido a alta pressão do metabolismo. Esta temperatura é conhecida como ponto de elevação hipertermal. Quando a temperatura do ar decresce muito, o que acontece nos dias muito frios, o calor produzido pelo corpo é suficiente para mantê-lo aquecido sem aumento do metabolismo, somente até uma determinada temperatura. Esta temperatura mínima abaixo da qual o animal precisa aumentar as oxidações em seu corpo, para manter-se aquecido, é o que se denomina temperatura crítica para este animal. A variação de temperatura entre o ponto de elevação hipertermal e a temperatura crítica é conhecida como zona de neutralidade termal e representa a temperatura favorável, na qual o ritmo do metabolismo e a produção de calor são constantes. O alimento, tanto para produção como para manutenção, é utilizado com mais eficiência quando a temperatura se conserva dentro da zona neutra.

A temperatura crítica varia conforme a espécie, e não é constante para a mesma espécie, pois pode variar segundo várias circunstâncias.

Diferenças no temperamento e atividades também produzem marcada diferença nas exigências de manutenção. O estado de gordura também modifica as exigências de manutenção. Os animais gordos exigem mais alimento por unidade de peso do que os animais magros. Assim Mc Candlish e Gaessler verificaram que os animais gordos exigiam diariamente, em média, para manutenção, 0,279 kg de proteína bruta, digestível, e 3,001 kg de carboidrato digestível por 450 kg de peso vivo, enquanto que os animais magros exigiam diariamente em média, por 450 kg de peso vivo, 0,775 de proteína bruta digestível e 2,264 de hidrato de carbono digestível. O tempo também influi e desse modo as exigências de manutenção no inverno são maiores do que no verão a menos que os animais sejam conservados em estábulo aquecido. Com os animais expostos às chuvas frias maiores ainda as exigências de manutenção, pois a unidade do corpo deve ser aquecida e evaporada através do calor gerado pela combustão dos P.A. do alimento.

f) Proteínas necessárias para manutenção

Antes de entrarmos no estudo propriamente dito das exigências de proteína para manutenção, achamos conveniente dar alguns esclarecimentos e definições à guisa de introdução.

Proteína — Este princípio alimentício que é o constituinte de um dos grupos químicos indispensáveis à vida é um corpo complexo formado de um grande número de diferentes amino ácidos e de outros componentes. Atualmente, pelo menos 22 amino ácidos têm sido identificados quimicamente e destes vinte e dois, dez têm sido indicados como essenciais para o crescimento. Amino ácidos essenciais são aqueles de que o corpo necessita em determinada fase do seu metabolismo, mas que não podem ser sintetizados pelo organismo, isto é, o corpo animal não tem habilidade de manufaturá-los de outros compostos e por isso precisam ser fornecidos pela proteína. Aquêles amino ácidos que podem ser sintetizados pelo organismo ou que não são por este exigidos são chamados então de não essenciais. O valor biológico da proteína, por isso, é avaliado pelo seu teor em amino ácidos essenciais. Quanto maior a proporção e variedade destes, tanto melhor a proteína que é, então, denominada de proteína de boa qualidade. Quando se fala, pois, em exigências de proteína para manu-

tenção, crescimento ou produção, não é propriamente de proteína que se quer falar, mas sim de amino ácidos. Como, porém, até a presente data poucos conhecimentos se possuem relativamente às exigências de amino ácidos, mesmo quanto ao crescimento, cujo estudo tem sido o mais investigado, é-se obrigado a citar as exigências em proteínas e não em amino ácidos. Sendo formadas as proteínas de amino ácidos essenciais e não essenciais, é de muita importância, pois, ao fornecer-se aos animais este P.A., levar-se em consideração não só a quantidade, mas também a qualidade de proteína, isto é, se ela é de boa ou de má qualidade.

As necessidades do corpo para produção de calor e energia podem ser encontradas através dos hidratos de carbono e gordura, contudo uma abundância destes P.A. não evita a miséria orgânica e daí a necessidade de um suprimento de proteína para substituição das perdas diárias de proteína dos tecidos. Além disso, a proteína deve ser fornecida para o desenvolvimento dos pêlos, lã, pele e cascos, etc., que são principalmente compostos de proteína. Uma deficiência de proteína causa sérias perturbações, tais como lesões intestinais, falta de crescimento, etc., donde se verifica a importância de se suprir este P.A. em quantidade e qualidade adequadas nas rações, contudo, quando a ração é rica em carboidratos e matéria gorda, a quantidade de proteína necessária fica muito reduzida, pois estes P.A., quando fornecidos de modo liberal, têm um efeito especial de poupança sobre a proteína. Supõe-se que este efeito seja devido a capacidade do corpo em sintetizar certos amino ácidos. Efeito contrário se verifica quando a ração é deficiente em carboidratos e graxa, pois então parte dos amino ácidos é utilizada como fonte de energia e calor com a conseqüente perda da molécula nitrogenada, que é excretada na urina.

Estes fatores são importantes e devem ser considerados ao determinar-se as quantidades de proteína exigidas para manutenção e produção assim como tem aplicação prática, na feitura de rações.

Sendo em geral os alimentos ricos em proteína mais caros que os ricos em hidratos de carbono, é de grande importância econômica saber-se a quantidade mínima de proteína necessária para manter os animais com saúde. Em caso contrário, isto é, quando os alimentos proteicos são mais baratos que os carboidratados, não há incon-

veniente nenhum para a saúde do animal em dar-se uma quantidade de proteína além da máxima indicada, o inverso é que causa inconveniente, pois, em uma ração pobre em proteína há uma depressão da digestibilidade.

Determinação das exigências de proteína — Na determinação das exigências de proteína dois métodos têm sido utilizados. Um deles consiste em determinar-se o mínimo, por meio do catabolismo de jejum, no qual a proteína exigida para manutenção é determinada pela quantidade de nitrogênio excretado na urina dos animais em jejum, ou alimentados com uma ração sem proteína. O outro método consiste em determinar-se o mínimo através das experiências de alimentação. Diferem bastante os resultados indicados pelos pesquisadores, consoante os métodos empregados. Merecem contudo maior crédito os obtidos mediante as experiências de alimentação, não só por diferirem pouco uns dos outros mas também por serem obtidos em condições mais práticas, nem sempre encontradas nos outros processos, cujos resultados carecem de confirmação experimental. Assim Brody, Mitchell e outros baseiam os seus resultados sobre a exigência mínima de proteína, na quantidade de azoto endógeno secretado pelo animal alimentado com uma ração adequada, mas isenta de proteína. Brody aconselha uma quantidade equivalente a quatro vezes a proteína da urina, enquanto que Mitchell, duas vezes a mesma quantidade.

Morrison baseia suas normas de alimentação, quanto a proteína, nos resultados mais convenientes obtidos pela experimentação. As quantidades indicadas por Morrison e Brody são muito superiores às indicadas por Mitchell, sendo as de Morrison inferiores às de Brody.

Morrison acha as quantidades indicadas nas normas de Mitchell muito diminutas, chegando o mesmo a dizer que enquanto não fôr confirmado pela experiência que os animais podem ser mantidos com saúde com tão pequena quantidade, ele não adotará tais quantidades em suas normas de alimentação.

Acredita-se que a área da superfície do corpo varia com o peso do corpo elevado a uma potência que varia dos $\frac{2}{3}$ aos $\frac{3}{4}$ ou com a raiz cúbica do quadrado do peso vivo e que o metabolismo basal varia com a área da superfície. Partindo destes dados, Brody apresenta a seguinte equação indicadora da relação entre o azoto endó-

geno e o peso do corpo: $N = 1,46 M^{0,72}$ no qual N representa em miligramas o azoto endógeno diário e M o peso do corpo em quilos. Multiplicando-se a quantidade de nitrogênio achada, após efetuadas as operações, pelo fator 6,25 obtém-se a quantidade exigida em proteína para manutenção.

Smuts, na suposição de que a proteína é utilizada com uma eficiência de 50% e substituindo na equação de Brody, que indica a dependência entre o metabolismo basal expresso em calorías e o peso do corpo ($Q = 70,5 M^{0,734}$), a relação entre o azoto endógeno excretado e o basal metabolismo, por ele determinado juntamente com Mitchell (2 mm de azoto perdido por cada caloría), chega a seguinte equação para se determinar a quantidade diária de proteína necessária para manutenção dos animais adultos: $P = 0,88 M^{0,734}$, onde P é a exigência diária de proteína expressa em gramas. Por meio desta fórmula, a quantidade de proteína exigida por um animal de 454 kg, será realizando-se os cálculos: $P = 0,88 \times 450^{0,734} = 0,88 (\log 450 \times 0,734) = 0,88 (2,657056 \times 0,734) = 0,88 \times 89,19 = 78,49$ g, e multiplicando por 2 como aconselha Smuts temos 157 g; para um, de 681 quilos, seriam precisos ± 212 g.

Estas quantidades são, pois, muito inferiores às indicadas por outros padrões de alimentação.

Vejamos agora os resultados obtidos mediante as experiências de alimentação. Com um amplo suprimento de carboidratos e gordura que tem o efeito de reduzir a quantidade de proteína, vacas e novilhas com o peso de 450 quilos têm sido mantidas sem perda de proteína do corpo, com uma quantidade diária de proteína digestível de 0,940 kg a 0,121 kg Armsby, que muito estudou este assunto, contudo, considera estes resultados excepcionais e relata que em outros ensaios similares feitos por vários investigadores de 0,193 kg a 0,337 kg diariamente de proteína digestível por 454 kg de peso vivo foram exigidas para manutenção de bovinos com uma média de 0,247. Baseado nestes estudos, Armsby recomenda 0,270 kg de proteína digestível ou 0,225 kg de verdadeira proteína digestível diariamente por 454 kg para manutenção.

Segundo Hills, que fez muitas investigações na Estação de Vermont com vacas leiteiras, 0,272 kg de proteína digestível diariamente

por 454 kg de pêso vivo são suficientes para manutenção de vacas sêcas não prenhes. Experiências na Estação de Ohio e na Alemanha também indicam que esta quantidade é suficiente para manutenção de vacas sêcas não grávidas.

As vacas prenhes exigem maior quantidade, pelo menos durante os 3 últimos meses de gestação, quando o feto tem um desenvolvimento mais rápido. Os cavalos exigem mais ou menos a mesma quantidade que os bovinos, mas os carneiros exigem um pouco mais devido a lã, assim como os suínos.

g) Sais minerais e vitaminas necessárias para manutenção

Os sais minerais e as vitaminas desempenham um papel muito importante na economia animal, daí a necessidade de considerar-se tais elementos na composição das rações. Embora concorrendo com apenas 3 a 5 % do pêso vivo, os elementos inorgânicos fazem parte de tôdas as células, tecidos, órgãos e líquidos e têm primordial função no arcabouço ósseo, pois 80% da matéria mineral do corpo estão nos ossos. Entre os minerais ocupam o 1.º lugar a cal e o ácido fosfórico que entram numa proporção de 4/5 o quinto restante sendo formado de potássio, soda, magnésio, silício, cloro, ferro, iodo, etc.

A necessidade dos minerais nas rações de manutenção ficou demonstrada por uma experiência na qual os animais foram alimentados com uma ração liberal, rica em proteínas, hidratos de carbono e gordura, mas isentas, tanto quanto possível, de sais minerais. Estes animais, embora a liberalidade e riqueza da ração nos citados P. A., morreram, devido à falta de minerais na ração, tendo a morte ocorrido em um prazo menor do que aquêle que ocorreria se nenhum alimento tivesse sido dado. Os animais adultos que estão sendo simplesmente mantidos, isto é, que não estão trabalhando ou dando qualquer outro produto, exigem para sua manutenção pouca matéria mineral em relação com as exigências para o crescimento ou produção de leite. Poucas informações, porém, se possuem relativamente às exigências de minerais para manutenção; somente o sal comum ou de cozinha deve ser fornecido ao gado, mesmo quando não estão em produção, assim como pequenas quantidades de cal e fósforo. Os outros minerais, em

geral, são fornecidos pelas forragens. A quantidade de sal comum a ser dada aos bovinos depende do seu pêso vivo, e assim uma quantidade de 46 g por 1.000 quilos de pêso vivo pode ser dada.

O cálcio e o fósforo são, dentre os vários minerais exigidos pelo animal, aqueles cuja falta pode ocorrer com mais freqüência, exceto o sal comum. A deficiência de um ou de outro, bem como a desproporção entre êles, ocasionam sérios distúrbios no organismo animal, tais como: raquitismo, osteomalácia, etc. A relação cálcio fósforo ideal, segundo Morrison, é de 2 — 1, isto é, 2 de cálcio para 1 de fósforo, ou uma relação variando de 1 — 1 até 2 — 1.

Huffman e associados, como resultado de suas investigações na Estação de Michigan, recomendam, para manutenção de vacas leiteiras, 22 g de fósforo por dia por 1.000 quilos de pêso vivo, sendo que no período anterior ao parto aconselham não dar-se menos de 17 g, diariamente. Uma deficiência de fósforo se manifesta por vários sintomas, e entre êstes podemos citar a depravação do apetite, o animal procura comer ossos, lã, pêlos, terra etc., podendo, em consequência do fato de roer ossos, os quais podem ser portadores de germes, adquirir moléstias graves.

Vitaminas — Poucas informações se possuem relativamente às exigências de vitaminas para manutenção, em vista da maior parte das investigações terem sido feitas com o fim de se determinar as necessidades dêstes elementos para produção de leite, ovos e o crescimento. Sabe-se contudo que os animais adultos podem ser mantidos com saúde com quantidades muito menores do que as exigidas para os em crescimento ou para os adultos em produção. Deve-se, não obstante, a fim de evitar males ao organismo, providenciar para que as rações de manutenção supram êstes fatores nutritivos, especialmente as vitaminas A e D. A vitamina D é muito necessária, pois que sem ela a assimilação do cálcio e do fósforo pelo organismo não pode ser realizada.

Esta vitamina é fornecida não só pelo alimento que os animais comem como pelos raios de luz do sol ou de outra fonte que contenha raios ultra-violetas. A vitamina A é encontrada em alta dose por tôdas as partes verdes das plantas em crescimento.

IV — EXIGÊNCIAS ALIMENTARES PARA PRODUÇÃO

a) Produção de leite

É do conhecimento de todos que os animais domésticos quando fornecendo qualquer produto além de exigirem alimento para sua manutenção, exigem também para a produção, e para isso uma ração de produção deve suprir os P.A. necessários à manutenção mais uma quantidade adicional destinada à fabricação do produto fornecido. Sobre as exigências para manutenção já falamos linhas atrás; falemos agora sobre as de produção, mas somente em relação ao leite, que é um assunto por si só complexo e extenso.

A ração de manutenção na prática, pode ser aumentada ou diminuída em proporção ao peso do corpo, contudo para animais muito grandes ou muito pequenos a ração de manutenção deve variar não em proporção direta ao peso vivo mas sim um pouco menos, ado-

tando-se para o cálculo da ração a seguinte fórmula: $X = M \left(\frac{W}{1.000} \right)$

e na qual X é a incógnita ou a exigência a ser determinada, M a exigência de uma vaca de 1.000 quilos, W o peso da vaca em quilos cuja manutenção se quer determinar; e um expoente sobre cujo valor divergem os investigadores, mas que varia de 0,63 a 0,87. As exigências de produção diferem muito, de acordo com o produto fornecido: isto é, carne, leite, trabalho, lã e ovos. Assim as exigências de produção do gado leiteiro diferem das do gado de corte.

Para produção de leite as exigências são função ou dependem de 2 variáveis: quantidade de leite produzido e riqueza em gordura do leite fornecido. Acreditava-se outrora que a quantidade dos vários P.A. necessários para produção de leite dependiam somente da quantidade de leite produzido. Heacker descobriu, porém, e a sua descoberta hoje é universalmente aceita, que o teor de leite em gordura, tanto quanto a quantidade, tem decisiva influência na determinação quantitativa dos vários P.A. Dêsse modo um quilo de leite rico em matéria graxa exige maior quantidade de cada P.A. do que um quilo de leite pobre em gordura. O leite rico em gordura é mais rico em proteína do que o leite pobre e por isso mais P.A.D.T. e

mais proteína são requeridos para um quilo de leite gordo do que para um quilo de leite magro. O ritmo de aumento de proteína para cada aumento de matéria graxa é bastante regular, a proteína aumentando de 0,42% para cada 1% no aumento de gordura. Desta regularidade na variação de um e de outro, surge a possibilidade de nas normas de arraçãoamento indicar-se exatamente as quantidades de P.A.D.T. e proteína digestível necessárias para a produção de cada quilo de leite de várias porcentagens de gordura. De fato o teor do leite em gordura pode ser tomado não só como uma indicação mais ou menos precisa de seu valor como alimento, quanto à proteína e energia, mas também quanto às exigências de proteína e energia para sua produção.

O teor em proteína e gordura do leite de vaca é variável; em condições anormais esta variação pode se dar independentemente uma da outra, mas em geral há uma relação mais ou menos constante entre elas.

Na América do Norte, fizeram-se 3 séries de análises do leite de vaca com o fim de se determinar a relação entre a gordura, proteína e valor energético. A primeira série foi realizada por Haecker, na universidade de Minnesota que determinou a concentração de gordura, proteína e carboidratos com 543 amostras de leite de vaca. Os resultados por ele obtidos foram tomados como base para o cálculo de várias normas de alimentação de vacas leiteiras. As normas de Haecker foram as primeiras, nas quais se considerou a composição do leite para o cálculo das rações das vacas em lactação. Armsby calculou o valor energético total das amostras analisadas por Haecker tomando 1 g de gordura como equivalente a 9,23 calorias, 1 de proteína a 5,7 e 1 de lactose a 4,1 e Gaines indicou a relação entre a proteína e a gordura destas amostras pela seguinte equação: % de proteína de leite = 1,46 + 0,4 da % de gordura. A II série de análises foi feita na Universidade de Illinois, por Overman, Sanmann e Wright que determinaram a concentração de gordura, carboidrato e proteína de 1.999 amostras de leite. Mitchell expressou a relação entre a gordura e a proteína destas amostras pela seguinte equação: % de proteína no leite = 2 + 0,4 da % de gordura. Segundo os valores achados pelas fórmulas citadas Overman e Gaines concluíram que o valor energético do leite com 4% de gordura é aproximada-

mente de 750 calorias por quilo. O leite com percentagens várias de gordura difere muito no seu valor energético por unidade de pêso. Por isso para se comparar o valor energético de várias amostras de leite que diferem pela sua riqueza em gordura torna-se preciso reduzi-los a um valor uniforme, tomado como base. Isto pode ser feito convertendo as várias produções a uma quantidade equivalente de leite da mesma percentagem de gordura e por isso com o mesmo teor em energia. A fórmula dada por Gaines e Overman para se fazer essa conversão é a seguinte: 0,4 do pêso do leite produzido mais 15 vezes seu conteúdo em gordura expressando em % ou $0,4 \times \text{leite} + 15 \times \text{gordura}$. Após a análise de muitas centenas de amostras de leite os pesquisadores da Estação Experimental de Agricultura de Ohio concluíram que em amostras de leite contendo 2,78 de gordura, a percentagem de gordura e proteína aumenta aproximadamente de 0,42 vezes a quantidade de gordura, excedente. Esta relação é representada pela seguinte equação: % de proteína = $2,78 + 0,42$ (% de gordura que excede a 2,78). Exemplificando: O leite com 3% de matéria gorda terá, pela fórmula de Mitchell, a seguinte percentagem de proteína: % de proteína = $2 + 0,4 \times \%$ de gordura = $2 + 0,4 \times 3 = 2 \times 1,2 = 3,20$ enquanto que a % achada foi de 3,07. Pela fórmula de Haecker a quantidade calculada será: $1,46 + 0,4 \times 3 = 1,46 + 1,2 = 2,66$, enquanto que a quantidade achada foi de 2,68. Pela fórmula de Ohio a % de proteína será $2,78 + 0,42 \times (3,00 - 2,78)$ $2,78 + 0,42 \times 0,22 = 2,78 + 0,09 = 2,87$.

Para um leite com 3,5% de gordura as percentagens de proteína serão respectivamente — % achada 3,39 — calculada pela fórmula de Mitchell 3,39 — % achada 2,81 — calculada pela fórmula de Haecker 2,86 — calculada pela fórmula de Ohio 3,08.

Para calcularmos a energia destes leites com 3% e 3,5% de gordura temos primeiramente que reduzi-los a fim de que possam ser comparados, ao pêso do leite de 4% de gordura equivalente em valor energético. Para isto basta aplicarmos a fórmula sugerida por Gaines: Pêso do leite 4 % de gordura equivalente em energia = 0,4 do leite considerado + 15 vezes sua percentagem de gordura, isto é, $0,4 \times \times 100 + 15 \times 3 = 40 + 45 = 85$. Como a energia do leite com

4 % de gordura é aproximadamente 750 calorias por quilo, temos $85 \times 750 = 6,375$ que é o número de calorias.

Com o leite com 3,5% de gordura teríamos: $0,4 \times 100 + 15 \times \times 3,5 = 40 + 52,5 = 92,5$. Esta quantidade multiplicada por 750 dá o número de calorias $750 \times 92,5 = 6,976$.

Verifica-se pelos dados acima, que, embora o teor em gordura possa ser tomado como índice da quantidade de proteína e valor energético do leite, que as percentagens de proteína do leite analisado por Haecker são muito mais baixas do que as percentagens achadas no leite analisado por Overman, Sammann e Wright embora o teor em gordura seja o mesmo. Esta diferença para o mesmo teor em gordura é em média de 0,54% e dêsse modo se o leite analisado por Overman, Sammann e Wright acusa 3,99 %, o analisado por Haecker, com a mesma riqueza em gordura, acusaria 3,45. Esta diferença se reflete não só no valor nutritivo calculado do leite, em 9 — 18% mas também no cálculo das exigências de proteína de vaca. Os resultados obtidos pela fórmula de Ohio são intermediários.

Os valores energéticos do leite dados linhas atrás, representam a energia total que o leite produziria se completamente queimado em um calorímetro; por isso êsses valores não representam a energia metabolizável do leite, pois o leite quando oxidado no calorímetro produz cerca de 5,7 calorias por grama, enquanto que no corpo animal produz somente cerca de 4,1 calorias por grama.

b) Proteínas necessárias para produção

É grande o número de compostos químicos que os animais necessitam para se conservarem com saúde. A maior parte deles, porém, é necessária em pequena quantidade e se encontra nos alimentos naturais em porções variáveis. Devido a isso os animais que recebem tais alimentos não sofrem de moléstias causadas por deficiências nutritivas para a maior parte dos compostos; em condições mais comuns, somente a deficiência de proteína, gordura, vitamina A, cálcio, fósforo e iodo tem causado efeitos patológicos nas vacas de leite.

Muitos estudos têm sido realizados com o fim de se determinar as exigências de proteína da vaca de leite, contudo, os resultados obti-

dos são discordantes. As normas de arraçoamento antigas, recomendavam uma quantidade de proteína muito mais alta do que a necessárias, segundo os estudos mais recentes. Assim é que a normas de Wolff — Lehmann, aconselhavam 1,589 kg de proteína digestível diariamente e uma relação nutritiva de 1: 4,5 para vacas produzindo 12,485 kg de leite. Esta ração fornecia, além das exigências de manutenção, quase 3 vezes a quantidade de proteína contida no leite. As normas de Haecker recomendavam uma quantidade de proteína por cada quilo de leite 20 % menos do que a indicada nas normas de Savage e Morrison, para boas leiteiras em condições usuais aconselha 7% menos proteína para manutenção e cerca de 25% menos para cada quilo de leite do que a recomendada por Savage e em certas condições, nas quais os alimentos proteinosos são muito caros, ainda menores quantidades são recomendadas.

As normas de Savage recomendam 317,8 g de proteína bruta digestível para a manutenção de uma vaca de 454 quilos e em adição, cerca de 2 vezes a quantidade de proteína contida no leite, para produção. Outros autores recomendam para a vaca em lactação, pesando 454 quilos somente a quantidade contida no leite, para produção.

Assim Haecker, que realizou estudos neste sentido na Estação de Minnesota, recomendava além dos 315 g de proteína digestível necessária para manutenção cerca de 1,75 vezes a quantidade de proteína contida no leite. Verificou-se por estudos posteriores que a quantidade de proteína achada por Haecker no leite por ele analisado era menor do que a realmente existente, de modo que o fator 1,75 fica reduzido a 1,5, isto é, a quantidade de proteína deve ser multiplicada por 1,5 e não 1,75.

Cary estudou, por longo tempo, com boas leiteiras, o efeito sobre a produção de leite de uma ração contendo as várias quantidades de proteína acima indicadas. Usou nesta experiência duas vacas, sendo que ambas recebiam 10% mais P.A.D.T. do que a indicada nas normas de Savage. Os resultados observados foram os seguintes: Quando passava de uma ração alta em proteína para uma de baixo teor, no início do período seco, uma das vacas no período de lactação imediato produziu 50 % menos leite e gordura. A outra vaca man-

teve seu nível de produção por quase 8 meses, mas perdeu cerca de 45 quilos de peso. No fim do oitavo mês a produção de leite e percentagem de gordura decaiu rapidamente. Na outra lactação imediata esta mesma vaca, com uma ração pobre de proteína deu 22% menos leite e 15% da gordura, produzida com uma ração rica em proteína e secou em 5 meses. Esta vaca, quando, depois, alimentada com uma ração alta em proteína, readquiriu seu nível normal de produção tanto de leite como de gordura. Conclui-se destes resultados que as vacas não reagem da mesma forma, quando alimentadas com uma ração deficiente em proteína, pois enquanto algumas reduzem imediatamente sua produção, outras só o fazem após vários meses. Em todos os casos tanto a produção de leite como a percentagem de gordura são muito reduzidas.

Não ficam as vacas permanentemente prejudicadas e readquirem as mesmas, sua produção normal tão logo sejam alimentadas com uma ração adequada em proteína.

Conclui-se ainda destes resultados que uma ração contendo 227 gramas de proteína para manutenção e mais 1,25 vezes a quantidade deste P.A. contida no leite, não supre uma quantidade suficiente de proteína para uma vaca em produção com o peso de 454 quilos, pois a quantidade destinada à manutenção é muito pequena.

Ultimamente os estudos sobre as exigências de proteína da vaca leiteira têm sido mais intensivos do que para qualquer outra classe de gado. Entre os estudos de grande interesse estão os realizados nas Estações de Cornell, Ohio, Vermont, Virgínia, Wisconsin, Wyoming, o Instituto de Nutrição Animal de Pensilvânia e a Seção de Indústria Leiteira do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Na Alemanha, Dinamarca e Suécia, também, vários pesquisadores têm se dedicado a este assunto chegando, porém, a resultados diferentes dos indicados pelos autores americanos.

As normas de alimentação de Armsby, Eckles, Mollgaard e Hansson indicam as exigências de proteína sob a denominação de verdadeira proteína e por isso para serem comparadas com as normas de Savage, Haecker, Wolff Lehman precisam ser transformadas em proteína bruta. O termo proteína bruta compreende todos compostos nitrogenados dos alimentos, isto é, proteínas propriamente ditas e

amidas. A proteína pròpriamente dita é então denominada de proteína verdadeira. Feita esta transformação verifica-se que as normas de Haecker e Armsby pouco diferem, enquanto que as normas de Hansson, Mollgaard, Eckler, Ellet, Holdaway e Harris recomendam quantidades um pouco maiores de proteína.

Conclui-se de tôdas experiências realizadas, que uma boa produção de leite pode ser obtida, quando as vacas além da quantidade de proteína para manutenção, isto é, 318 g recebem para produção uma quantidade de proteína equivalente a 1,25 vêzes a quantidade de P.A. contida no leite. Contudo vacas de alta capacidade produtiva, podem produzir um pouco mais de leite e gordura quando recebem na ração uma quantidade maior de proteína do que a indicada linhas atrás. Quando a quantidade de proteína fornecida é maior do que 1,60 vêzes a quantidade contida no leite, além da exigida para manutenção, o aumento não é apreciável.

Segundo afirma Edward B. Meighs, chefe da Divisão de Nutrição e Fisiologia da Seção de Indústria Leiteira do Departamento de Agricultura dos EE. UU., a determinação da quantidade de proteína requerida para a produção de leite é um problema muito complexo e que em rigor, não se pode dizer que há uma regra geral para se determinar as exigências de proteína de uma vaca leiteira. Diz o referido autor que as proteínas resultam de uma combinação de compostos mais simples denominados amino-ácidos. Vários destes amino-ácidos são ditos ou chamados essenciais porque os animais não podem manufacturá-los de outros compostos e por isso para se manterem com saúde e secretarem leite, devem obter êstes amino-ácidos essenciais da própria proteína fornecida pelo alimento. Algumas proteínas não contêm alguns dos amino-ácidos essenciais ou então os contêm em quantidades muito pequenas e todos amino-ácidos essenciais são exigidos em grandes quantidades para formação da proteína do leite. Os alimentos proteinosos diferem, por isso, na sua capacidade de manterem a secreção de leite, segundo seu teor em amino-ácidos, e não é possível dizer-se exatamente quanta proteína é requerida para uma determinada quantidade de leite sem primeiro saber-se que espécie de proteína é fornecida ao animal. Além disso, afirma o mesmo autor, nas experiências comuns sôbre o equilíbrio de nitrogênio, sômente a quantidade total de azoto ingerida e eliminada pela

vaca é determinada e a proteína armazenada e eliminada é calculada dos dados obtidos para o nitrogênio. O fato de um animal não estar perdendo azoto do seu corpo, o que é tomado como um sinal de que êle está recebendo uma quantidade adequada de proteína, não indica necessariamente que êle não está perdendo um ou mais dos amino-ácidos essenciais. Tal perda pode ser oculta pela armazenagem ou reserva de uma pequena quantidade de azoto sob a forma de qualquer outro amido-ácido. Assim, pois o problema das exigências de proteína para a produção de leite, está ainda longe de ser resolvido com qualquer exatidão. Em vista dêste e outros muitos resultados, que indicam a necessidade de uma alimentação liberal de proteína para alta produção de leite, parece prudente dar-se tanta proteína quanto a indicada pelas normas de Savage quando se deseja a máxima produção de leite. Em experiência continuada por muito tempo, vacas têm sido alimentadas com 30 — 100% mais proteína do que as recomendadas nas normas de Savage.

Os resultados indicam que as vacas podem comer pelo menos 30% mais proteína do que a recomendada por Savage sem dano para a saúde ou para sua produção. Em todos os casos, porém, achamos que o melhor critério a seguir é o de Morisson, que aconselha para as boas leiteiras e sob condições comuns, além de 273 g para manutenção, uma quantidade máxima de proteína igual 1,5 vêzes à contida no leite e uma mínima representada pela mesma quantidade para manutenção mais um equivalente a 1,25 vêzes a contida no leite. Em condições outras, isto é, quando os alimentos ricos em proteína são muito caros, há vantagem econômica mesmo com as boas produtoras em dar-se a quantidade mínima.

c) Exigências de P.A.D.T.

Ao estudarmos as exigências em P.A.D.T. ou energia para a produção de leite julgamos útil darmos antes algumas definições.

Os P.A.D.T. ou princípios alimentícios digestivos totais de um alimento são calculados somando os pesos dos carboidratos, da graxa multiplicado por 2,25 e da proteína. As exigências em energia para o gado são expressadas em quilos ou frações de quilos de P.A.D.T. os quais suprirão a energia para as várias funções do corpo: Segundo

êste sistema o quilo é a unidade usada para indicar as exigências em energia do gado ou o valor energético dos alimentos. O animal retira a energia necessária para suas funções, do alimento que êle consome. A energia bruta de qualquer alimento, que é a energia total que o alimento fornece quando queimado, não mede, porém, seu valor nutritivo para um animal porque alimentos que produzem o mesmo número de unidades caloríficas, no calorímetro, podem diferir na quantidade de energia que fornecem ao corpo animal, e isto porque certa quantidade de energia bruta é perdida através dos seguintes meios:

- 1 — Uma parte do alimento passa através do tubo digestivo sem ser digerida;
- 2 — Os carboidratos, especialmente matéria fibrosa, sofrem fermentações nos intestinos e pança, em virtude das quais se formam gases combustíveis principalmente metano, os quais nenhum valor como combustível têm para os animais;
- 3 — Quando as substâncias proteínicas do organismo são desdobradas elas formam a uréia e outros compostos nitrogenados, os quais são eliminados pelos rins. Tais substâncias têm valor como combustível mas pelo fato de serem eliminadas pelo corpo não são utilizadas pelo mesmo. A energia restante que é a energia utilizada pelo corpo é então denominada de energia metabolizável; é, pois, a energia que resta depois de deduzidas da energia bruta as 3 perdas seguintes:
1) energia perdida nas fezes — 2) energia perdida na urina — 3) energia perdida nos gases combustíveis.

A energia metabolizável de um elemento mede o valor para a produção de calor mas não representa o verdadeiro valor para outros fins, pois, parte da energia metabolizável do alimento é empregada na mastigação, digestão e assimilação do alimento, movimentos do tubo digestivo, aumento de trabalho do coração e pulmões durante o processo digestivo, etc. A energia consumida nestes processos toma tôda ela a forma de calor e dêsse modo auxilia o aquecimento do corpo, contudo não podem ser utilizadas pelo corpo para outros fins, visto não possuir o organismo animal capacidade para converter calor em outras fontes de energia. Além destas perdas ocorrem outras, tam-

bém sob a forma de calor. Tôdas estas perdas de energia na forma de calor são reunidas sob a denominação de trabalho de digestão ou aumento de calor, pois, são devidas a um incremento na produção de calor em consequência do consumo de alimento. Deduzidas estas perdas de energia metabolizável, resta então uma quantidade de energia denominada de energia útil, que é a energia que fica depois de subtraída da enérgia metabolizável a energia perdida no chamado "trabalho de digestão ou aumento de calor". Esta energia é utilizada primeiramente, para atender às exigências diárias de manutenção, isto é, as várias funções do organismo. O animal, mesmo em repouso e não consumindo alimentos, necessita energia para o trabalho do coração, pulmões e outros órgãos. Uma certa quantidade de energia útil, pois, é utilizada para atender as exigências diárias de manutenção e a que resta depois de atendidas estas exigências é então utilizada na produção do crescimento, gordura, leite, lã ou trabalho externo. Assim sendo, designando a energia bruta por Eb; a energia metabolizável por Em; a energia útil por Eu e a energia perdida nas fezes, urina e gases combustíveis por Ep e por Ep a energia perdida no trabalho de digestão temos: $Em = Eb - Ep$; $Eu = Em - Ep$ $Eb = Eu - (Ep + Ep)$. As unidades usadas para medir o calor ou energia são a grande caloria indicada por um C maiúsculo e a terma indicada por um T maiúsculo. Uma terma contém 1000 C e a caloria contém 1000 c ou 1000 pequenas calorias indicadas por um c minúsculo.

Os P.A.D.T. de uma ração representam a sua energia metabolizável, a qual representa a energia total que pode ser obtida através das transformações químicas sofridas pelo alimento no interior do corpo animal. As exigências de energia das vacas de leite têm sido muito estudadas no passado, quer em experiência de balanço nas quais a energia contida no alimento tem sido comparada com a energia contida no leite, quer em experiências mais longas nas quais se determina a quantidade de energia necessária para se manter vacas em lactação sem perder pêso. As modernas normas de alimentação citam as quantidades de P.A.D.T. que devem ser supridas em adição às exigências de manutenção por quilo de leite de várias porcentagens de gordura. As normas de alimentação são feitas para servirem de guia na alimentação econômica do gado de modo que quando se deseja a máxima produção, sem se olhar a despesa, as quantidades aconse-

lhadas podem ser majoradas. Uma das mais extensivas séries de experiências que muito tem contribuído para o conhecimento da utilização do alimento na produção de leite e tem influído sobre as práticas de alimentação nos EE. UU., foram realizadas por Haecker na Estação Minnesota. Ele foi o primeiro, conforme já dissemos, a estabelecer que as normas de alimentação variavam com a composição do leite. As normas de alimentação de Haecker para produção de leite recomendam uma ração que fornece energia equivalente a 1,85 vezes a energia contida no leite, tal ração, porém, supre a energia equivalente somente a 1,76 vezes a energia do leite, pois 5% deve ser deduzido do valor médio dos alimentos para cobrir a redução da digestibilidade devido a liberalidade da ração.

As normas de Savage para produção de leite recomendam uma quantidade de P.A.D.T. pouco diferente das de Haecker, sendo cerca de 1,5% mais alta. Morrison aconselha duas normas de alimentação relativamente aos P.A.D.T. para vacas em lactação, sendo uma mais liberal do que a outra. Justificando a adoção destas normas diz Morrison que muitas vezes é mais econômico dar menor quantidade de P.A.D.T. do que a que é requerida para máxima produção, porque as vacas não podem ser mantidas em sua máxima produção sem grande quantidade de concentrados e que as forragens grosseiras são às vezes tão baratas em relação aos concentrados que a quantidade a mais de leite obtido mediante maior quantidade de concentrado não compensa a despesa. Morrison aconselha dar-se a maior quantidade indicada nas suas normas para boas leiteiras e em condições usuais, acha porém mais econômico dar-se as quantidades menores por ele indicadas quando as forragens grosseiras forem muito baratas em relação aos concentrados. As quantidades mais liberais aconselhadas por Morrison são em média 7% menores do que as recomendadas por Savage, contudo as experiências, conforme diz Edwards B. Mergh, indicam que mesmo as quantidades aconselhadas por Savage não suprem bastante P.A.D.T. para conservar as vacas em sua máxima produção. Experiências levadas a efeito em Minnesota, em Missouri e na Seção de Indústria Leiteira da Estação de Beltsville, mostram que as vacas são conservadas com sua máxima produção quando recebem as quantidades de P.A.D.T. das normas

de Savage ou 5 a 10% mais. As vacas de maior produção são ao mesmo tempo as mais econômicas embora exijam maior quantidade de P.A.D.T. pois o fazendeiro obterá a maior quantidade possível de leite por unidade de peso de P.A.D.T. fornecido às vacas. Assim suponham duas vacas A e B cada uma das quais requer 3,362 kg de P.A.D.T. para manutenção. A vaca A está produzindo 18,16 kg com 4% de gordura diariamente e a vaca B 9,08 kg com a mesma percentagem de gordura. Segundo as normas de Savage a vaca A requer 6,356 kg de P.A.D.T. diariamente para cobrir a sua produção de leite, as quais somadas aos 3,362 kg para manutenção dão 9,718 kg. A vaca B requer 3,362 kg para manutenção e 3,178 kg para produção ou no total de 9,810 kg. Suponhamos ainda que a vaca B esteja consumindo exatamente a quantidade necessária enquanto que a vaca A esteja consumindo 20% mais ou seja 11,662 kg.

Verifica-se então que a vaca B consome 6,810 kg de P.A.D.T. para produzir 9,08 kg ou sejam 0,75 kg de P.A.D.T. por quilo de leite enquanto que a vaca A consome 9,118 kg de P.A.D.T. para produzir 18,16 kg ou seja 0,53 kg de P.A.D.T. por quilo de leite. Verifica-se, pois, que a vaca A é a mais econômica, embora receba um excesso de P.A.D.T.

d) Exigências de gordura

Recentes experiências indicam que a produção de leite tende a ser muito reduzida quando a quantidade de gordura, total da ração é menor do que 70% da quantidade secretada no leite. Pode-se pois dizer que as exigências de matéria gorda para máxima produção de leite são mais ou menos iguais a 70% da quantidade secretada no leite; e esta corresponde a uma mistura concentrada com 4% de gordura. Uma mistura concentrada com mais 4% de gordura produz um ligeiro aumento de modo que não se justifica uma ração concentrada com mais de 4% de gordura, se o pequeno aumento na produção de leite não compensar o aumento da despesa. As vacas alimentadas com rações baixas em matéria gorda, relativamente a máxima produção, não ficaram com a saúde abalada. O único efeito nocivo foi redução na produção de leite não tendo, porém, sido afetada a percentagem de gordura.

e) Exigências em sais minerais

As exigências de cálcio dos mamíferos estão ligadas às exigências de fósforo, pois estes 2 elementos são armazenados juntos tanto nos ossos como no leite, em proporções quase fixas. Os trabalhos experimentais indicam que as vacas dando liberais quantidades de leite devem receber rações nas quais a quantidade de cálcio deve pelo menos ser de 0,25% da matéria seca. Em geral quase todos os alimentos fornecidos ao gado contêm a quantidade mínima exigida de cálcio.

Fósforo — A deficiência de fósforo ocorre mais comumente do que a de cálcio, porque o solo em muitas partes do mundo é deficiente neste mineral. Recentes investigações indicam que as rações de gado leiteiro devem conter fósforo numa extensão de 0,25 a 0,30 % da matéria seca. Huffman e seus associados recomendam dar diariamente às vacas leiteiras 10 g de fósforo por 454 kg de peso vivo para manutenção e 1,650 g por cada quilo de leite produzido. Recomenda-se além disso, não dar menos de 17 g de fósforo diariamente durante o período de baixa produção e durante o período anterior à parição.

Sal comum — A quantidade de sal comum depende do peso vivo e da quantidade de leite produzida. Uma quantidade de 21 g por 454 kg de peso vivo com uma adição de 8,4 g por cada 4,5 kg de leite é em geral suficiente.

Iodo — Os alimentos em geral contêm iodo em quantidade suficiente para suprirem as exigências deste elemento, das vacas leiteiras. Os solos pobres em iodo produzem forragens com baixo teor deste elemento e o gado alimentado com estas forragens apresenta moléstias conhecidas com o nome de papeira. Os bezerras de vacas leiteiras alimentadas com rações deficientes em iodo são fracos e nascem mortos apresentando tumores no pescoço. Os leitões nascem pelados, daí a denominação da moléstia de "Pelada", com o pescoço muito engrossado e geralmente nascem mortos. Atribui-se a causa destas moléstias à deficiência de iodo. A sua cura se faz administrando iodeto de potássio ou de sódio em quantidades convenientes. Além de evitar estes males quando dado em quantidades suficientes, tem o iodo a propriedade, segundo experiências recentes, de aumentar não só a quantidade de leite como a percentagem de gordura. O doutor Stiner do Departamento de Saúde da Suíça comprovou pela primeira

vez esta influência e ultimamente experiências realizadas na Estação Agrícola de Ohio confirmam tais afirmativas.

Segundo essas experiências a administração de 0,16 g de iodo por dia e por animal aumenta ligeiramente a produção de leite no começo tornando-se depois notável e constante. Em uma prova controlada verificou-se que os animais que receberam iodo, tiveram sua produção de leite aumentada enquanto que os que não recebiam tiveram sua produção bastante reduzida.

Esse aumento foi de 9,4 a 12%. Além disso a ingestão de iodo facilita a assimilação de cálcio e de fósforo tal qual a vitamina D. Morrison e outros autores, contudo, afirmam que não há nenhum benefício resultante da adição de iodo à ração, a não ser quando se manifestam a Pelada ou Papeira, caso em que se torna necessário adicionar iodo.

f) Exigências em vitaminas

As vitaminas A e D são as únicas vitaminas que podem faltar nas rações comuns para o gado. As vacas leiteiras exigem muita vitamina A e também necessitam mais vitamina D do que os animais que não produzem leite. O conteúdo de vitamina A do leite depende do teor desta vitamina no alimento. Há mais probabilidade de deficiência da vitamina A nas rações do que vitamina D não só porque esta última vitamina é fornecida pelos raios de sol, mas também porque a vitamina A é destruída no feno mal curado.

V — ARRAÇOAMENTO ECONÔMICO

a) Estudo crítico dos métodos correntes

Sabemos que o valor nutritivo é um importante fator na escolha de um alimento, embora não seja o único. Os modernos padrões de alimentação ou normas de arração indicam as exigências alimentares dos animais em termos de proteína digestível e P.A.D.T. e os criadores consideram a necessidade de suprirem as quantidades mínimas destes 2 grupos de P.A. para obterem bons resultados.

É do conhecimento de todos que os alimentos variam muito em composição e preço. É também sabido que os alimentos ricos em proteína são em geral mais caros que os alimentos pobres neste P.A. e que esta diferença varia de ano para ano. Assim sendo, ao comprar-se um alimento, duas questões devem ser consideradas: I) se ele supre os P.A. exigidos; II) se ele é uma fonte razoavelmente barata destes P.A. Este problema, desde muito tempo, tem despertado a atenção dos técnicos dos EE. UU. e estudos têm sido feitos para se determinar o custo relativo dos P.A. dos diferentes alimentos. Um dos processos mais familiares consiste em calcular o custo total do alimento ou na base da proteína por ele contida ou na de P.A.D.T. e expressar o resultado em custo por libra. O inconveniente deste método é visível pois os alimentos altos em proteína contêm os P.A. não proteínicos, cujo custo deve ser considerado, embora o alimento tenha sido adquirido principalmente pelo seu teor em proteína. Semelhantemente os alimentos comprados, mais pelo seu conteúdo em P.A.D.T. contêm também proteína que deve ser considerada. O principal inconveniente deste método contudo, se verifica na avaliação dos alimentos de teor médio em proteína, onde o custo da proteína e P.A.D.T. tornam-se relativamente altos.

Hayden, de Ohio, propôs um método mais exato, embora incômodo, para avaliar os alimentos. Consistia este método em estabelecer um valor por libra dos P. A. do milho, dividindo o custo pelos P.A.D.T. O valor da proteína então era calculado:

1) Procurando o "excesso de proteína" na torta de linhaça, o qual se calculava determinando todos P.A. não proteínicos, mais uma quantidade suficiente de proteína para dar a mesma composição do milho. A quantidade restante de proteína era designada como "excesso de proteína".

2) Calculando o valor da torta de linhaça, com o milho equivalente, multiplicando o número de libras pelo preço estabelecido por libra dos P.A. do milho.

3) Subtraindo o resultado do item 2 do preço da torta de linhaça.

4) Dividindo o resultado do item 3 pelo número de libras de "excesso de proteína".

Hayden designa o resultado como custo por libra do "excesso de proteína".

Nos EE. UU. acredita-se que este método dá resultados exatos, mas é excessivamente trabalhoso para uso extensivo.

b) Método de PETERSEN e a determinação de suas constantes

A fórmula apresentada por Petersen tem sido usada pelos estudantes da Universidade de Minnesota e é tida como de fácil uso e prática.

Pelo método de Petersen a avaliação é feita usando-se dois alimentos bases, que são o farelo de algodão e o milho, respectivamente as fontes mais baratas de proteína e P.A.D.T.

Para se determinar as constantes, cujo uso explicaremos mais adiante, tomam-se 100 lb de farelo de algodão com 43 % de proteína e determinam-se as quantidades de proteína digestível e P.A. não proteínicos contidos nas 100 lb. Acha-se, consultando-se uma tabela de composição dos P.A. digestíveis dos alimentos, que 100 lb de farelo de algodão, com 43 % de proteína contêm 37,6 lb de proteína digestível e 42,6 de P.A. não proteínicos. Com estes dados em mão, determina-se qual a quantidade de milho de grão n.º 2, suficiente para fornecer 42,6 lb de P.A. não proteínicos, isto é, a mesma quantidade de P.A. não proteínicos contidos em 100 lb de farelo de algodão.

Por meio de uma tabela de composição dos alimentos calcula-se, por simples proporção, qual a quantidade de milho de grão n.º 2 suficiente para fornecer 42,6 lb de P.A. não proteínicos. Acha-se assim que essa quantidade é 57,24 lb (cinquenta e sete libras e vinte e quatro centésimos de libra). As 57,24 lb de milho n.º 2 contêm, pois, 42,6 lb de P.A. não proteínicos e 4,1 lb de proteína digestível. Dessa forma 57,24 lb de milho podem ser subtraídas das 100 lb de farelo de algodão deixando um resto de 33,5 lb de proteína digestível (37,6 — 4,1 = 33,5). É razoável atribuir-se a diferença de custo, entre 100 lb de farelo de algodão e os 57,24 lb de milho, às 33,5 lb de proteína digestível a mais do farelo de algodão, pois ambas estas quantidades são do mesmo teor em P.A. não proteínicos, e assim, por

simples divisão, chegar-se-á ao valor de 1 lb de proteína digestível. Dêsse modo a fórmula para se determinar o custo de 1 lb de proteína é:

$$\frac{\text{Custo de 100 lb de farelo de algodão} - 57,24 (\text{custo de 100 lb milho})}{33,5}$$

Para se achar, o valor de uma libra de proteína subtrai-se do custo de 100 lb de farelo de algodão o custo de 57,24 lb de milho e o resultado divide-se por 33,5 libras.

Custando, por exemplo, a tonelada de farelo de algodão \$50,00 e a tonelada de milho \$25,00, o valor de uma libra de proteína será:

$$\frac{\$2,50 - (5,724 \times 1,25)}{33,5} = 5,328 \text{ cents.}$$

Achado o valor de uma libra de proteína é fácil achar-se o valor de uma libra dos P.A. não proteinosos; para isso subtrai-se do custo de 57,24 lb de milho o custo ou valor da quantidade de proteína contida nessa quantidade de milho e o resultado ou resto é dividido pela quantidade de P.A. não proteinosos, contidos nas 57,24 lb de milho. A fórmula é a seguinte para se achar o custo de 1 lb de P.A.D. não proteinosos:

$$\frac{\text{Custo de 57,24 lb de milho} - \text{valor da proteína} \times 4,1}{42,6}$$

Custando a tonelada de milho \$25,00, como no exemplo anterior e sendo o valor achado para uma libra de proteína 5,328 cents, temos, fazendo as substituições na fórmula acima:

$$\frac{\$1,25 \times 57,24 - (4,1 \times 5,328)}{42,6} = 1,167 \text{ cent. para valor}$$

de uma libra de P.A.D. não proteinosos.

Para se calcular, pois, o valor dos P.A.D. não proteinosos determina-se o valor de uma libra destes princípios alimentícios no milho, para o que basta subtrair do valor da quantidade total de milho, isto é, 57,24 lb o valor da quantidade total de proteína contida nas 57,24 lb de milho e o resto é dividido pela quantidade total de P.A.D. não proteinosos contidos em 57,24 lb de milho. É claro que a diferença, entre o custo de uma determinada quantidade de milho e o custo da proteína contida nessa quantidade, representa o preço dos P.A.D. não proteinosos. Dividindo-se essa diferença pela quantidade total de P.A.D. não proteinosos, o resultado representa o custo de uma libra-dêsses P.A.

Alguns outros alimentos poderão ser uma fonte mais barata ou de proteína ou de P.A.D. não proteinosos e tais alimentos poderão ser usados para se determinar ou o valor da proteína ou o dos P.A.D. não proteinosos. Isto, contudo, raramente é necessário, pois, usando milho e farelo de algodão como alimentos bases, outros alimentos mais baratos serão indicados, quando vendidos por menos do seu valor na base do milho e farelo de algodão.

Aplicando estas fórmulas à proteína digestível e aos P.A.D. não proteinosos de outros alimentos seus valores serão achados. É claro que, para um determinado alimento, tanto o farelo de algodão como o milho exercem uma definida influência em seus valores e por isso podem ser determinadas constantes para cada alimento as quais, aplicadas aos preços do farelo de algodão e milho darão o valor do alimento. Calculam-se os valores de um alimento com os preços do milho constante e o farelo de algodão com dois valores diferentes pode-se determinar uma constante pela qual o farelo de algodão é multiplicado, para indicar a influência sobre o preço do alimento. Da mesma forma podem ser calculadas as constantes para o milho. Assim por exemplo, usando as fórmulas já indicadas, a aveia tem um valor de \$19,61 por tonelada quando farelo de algodão custa \$40,00 a tonelada e o milho \$20,00 também a tonelada; e tem a aveia o valor de \$18,45 por tonelada quando o milho custa \$20,00 e o farelo de algodão \$30,00 por tonelada. Assim um aumento de \$10,00 no preço do farelo de algodão aumenta o preço da aveia de \$1,16.

Conservando o preço do farelo de algodão constante e aumentando o preço do milho, nós achamos que um aumento de \$10,00 no

preço do milho faz majorar o preço da aveia de \$7,49. Para qualquer preço o valor da aveia é igual $1/6 \times$ preço do farelo de algodão, mais $7,49 \times$ preço do milho.

c) Organização das tabelas de constantes

Existem tabelas com constantes calculadas, pelas quais os preços do farelo de algodão e do milho devem ser multiplicados para darem os valores dos alimentos mais comuns.

Morrison dá uma tabela com constantes para o algodão e para o milho, bem como o modo de emprêgo dessas constantes e o modo de se determinar a mistura concentrada mais econômica pelo método de Petersen. Daremos mais adiante explicações a respeito.

Determinaremos somente a título de ilustração as constantes da aveia para o milho e o algodão, usando o cruzeiro e o quilo. Para isso teremos primeiramente que determinar o preço do quilo de proteína digestível e o preço dos princípios alimentícios digestíveis não proteínicos para um determinado preço do farelo de algodão e do milho. Depois determinaremos os preços dos mesmos princípios alimentícios para o mesmo preço do milho e para um preço diferente do farelo de algodão. Achados os valores da proteína e dos princípios não proteínicos nos dois casos, multiplicamos êsses preços respectivamente pelo teor de proteína e de princípios não proteínicos da aveia. Acharemos assim dois valores para aveia e a diferença entre um e outro apresenta a constante da aveia para o algodão. Repetindo os mesmos cálculos, mas conservando constante o preço do algodão e variando o milho acharemos a constante da aveia para o milho.

Suponhamos, pois, que a tonelada de farelo de algodão custa Cr\$ 40,00 e a do milho Cr\$ 20,00.

Calculemos, pois, com êstes preços para o farelo de algodão e para o milho o preço, aplicando as fórmulas conhecidas, de 1 quilo de proteína e de 1 quilo de P.A.D. não proteínicos.

Usaremos nestes cálculos as percentagens de composição do milho n.º 2 e do farelo de algodão com 43% de proteína (not including Texas analyses) dadas nas tabelas I de Morrison, de modo que os divisores serão diferentes dos indicados por Petersen.

$$\frac{\text{Cr\$ } 4,00 - (0,5415 \times 2)}{31,3} = \frac{2,9170}{39,8} = 0,018218.$$

Cr\$ 0,093194 é, pois o preço de um quilo de proteína.

$$\frac{\text{Cr\$ } 1,0830 - (0,093194 \times 3,84)}{39,83} = \frac{0,72513504}{9,8} = 0,182118.$$

Cr\$ 0,0182118 é o preço de um quilo de P.A.D. não proteínicos.

Determinemos também o preço de um quilo de proteína e de um quilo de P.A.D. não proteínicos, custando a tonelada de farelo de algodão Cr\$ 30,00 e a tonelada de milho Cr\$ 20,00 isto é, conservamos o mesmo preço para o milho e modificamos o de farelo de algodão, diminuindo de Cr\$ 10,00.

$$\frac{\text{Cr\$ } 3,00 - (0,5415 \times 2)}{31,3} = \frac{1,9170}{31,3} = 0,061246.$$

Cr\$ 0,061246 é o preço de um quilo de proteína.

$$\frac{\text{Cr\$ } 1,0830 - (0,061246 \times 3,84)}{39,8} = \frac{0,84781536}{39,8} = 0,021308$$

Cr\$ 0,021308 é o preço de um quilo de P.A.D. não proteínicos.

A composição da aveia segundo Morrison, (Oats, not including Pacific coast states) é 9,4% de proteína digestível e 62,1% de P.A.D. não proteínicos. Com êstes dados e mais os acima achados podemos calcular o preço da quantidade total de proteína contida em uma tonelada de aveia.

Custando o quilo de proteína no I caso (Algodão Cr\$ 40,00 — milho Cr\$ 20,00) Cr\$ 0,083194 e contendo uma tonelada de aveia

94 quilos de proteína digestível, o preço da proteína contido em uma tonelada de aveia será:

$$94 \times \text{Cr\$ } 0,093194 = 8,760236.$$

Semelhantemente o preço dos P.A.D. não proteínicos em uma tonelada de aveia será: $621 \times 0,18218 = 11,313378$.

Dêsse modo o preço de uma tonelada de aveia, relativamente ao seu teor em proteína e P.A.D. não proteínicos, será igual ao preço de um mais o preço do outro, isto é, $\text{Cr\$ } 8,760236 + \text{Cr\$ } 11,313378 = = \text{Cr\$ } 20,073614$.

Custando o quilo de proteína e P.A.D. não proteínicos no II caso (algodão Cr\$ 30,00 — milho Cr\$ 20,00) respectivamente: Cr\$ 0,061246 e Cr\$ 0,021308, os preços da proteína e P.A.D. não proteínicos contidos em uma tonelada de aveia serão: $94 \times \text{Cr\$ } 0,061246 = \text{Cr\$ } 5,757124$ e $621 \times \text{Cr\$ } 0,0021308 = \text{Cr\$ } 13,232268$.

O preço da tonelada de aveia, neste caso, será pois igual a $\text{Cr\$ } 5,757124 + \text{Cr\$ } 13,232268 = \text{Cr\$ } 18,989392$.

A diferença entre estes preços será a constante da aveia para o farelo de algodão, pois um aumento de Cr\$ 10,00 no preço do farelo de algodão, produziu um aumento igual a essa diferença. A constante será então $= \text{Cr\$ } 20,073614 - 18,989392 = \text{Cr\$ } 01,084222 = 1,08$.

A constante da aveia para o milho calcula-se do mesmo modo, tendo, porém, o cuidado de conservar constante o preço do algodão e modificar o preço do milho. Dêsse modo, fica fácil construir-se uma tabela em constantes para os vários alimentos existentes no Brasil.

É, pois, o método de Petersen, um método de fácil aplicação e rápido. Uma vez calculadas as constantes qualquer que seja o preço do milho e do farelo de algodão, basta multiplicar essas constantes pelos preços e somar ou subtrair os resultados para se verificar qual a forragem mais econômica.

Morrison dá uma tabela de constantes e de fatores de P.A.D.T. e de energia útil para concentrados, forragens grosseiras secas, forragens grosseiras verdes, tubérculos e silagem, sendo calculadas as

constantes para a maior parte dos concentrados de acôrdo com o método de Petersen e segundo as percentagens de P.A.D.T. e de proteína digestível dadas em sua tabela I.

As constantes são calculadas de acôrdo com o método já exposto e tomando o milho de grão n.º 2 e o farelo de algodão com 43% de proteína, como alimentos básicos.

Em nosso país, pode-se, da mesma forma, tomar o milho e o algodão como alimentos padrões.

As duas primeiras colunas da tabela I dão as constantes para o milho e o algodão enquanto que a 3.ª coluna dá os fatores para P.A.D.T. e para energia útil.

Para tôdas as forragens grosseiras, bem como para alguns poucos concentrados, os quais são ricos em fibras ou de baixo valor energético, usam-se os fatores em vez das constantes, sendo estes fatores calculados em função de energia útil. Tais alimentos são marcados na tabela com um asterisco.

Quando os alimentos ricos em proteínas não são mais caros que os pobres em proteína, usam-se também os fatores em vez das constantes, mas neste caso os fatores são calculados em função do conteúdo de P.A.D.T.

A energia útil é usada para alguns concentrados e para tôdas as forragens grosseiras em vez dos P.A.D.T., porque a energia útil é mais própria do que os P.A.D.T., como base de comparação entre um concentrado e uma forragem grosseira, assim como entre um concentrado de alto grau, isto é, baixo em fibra e um concentrado de baixo grau, isto é, rico em fibra.

As constantes, como já dissemos, são usadas quando os alimentos ricos em proteínas são mais caros que os pobres em proteína, o que é o caso geral, e neste caso considera-se não só o teor em P.A.D.T. mas também o teor em proteína digestível. Em caso contrário usam-se os fatores dados na 3.ª coluna da tabela, considerando-se então somente o teor em P.A.D.T. Estes fatores indicam a quantidade de P.A.D.T. fornecida pelo alimento em comparação com o milho de grão 2, tomado 100%.

Já vimos como se calculam as constantes. Vejamos agora como se aplica o método, isto é, como se utilizam as constantes para se saber o valor de qualquer alimento, e, portanto, o mais econômico.

Determinemos para exemplo o valor do farelo de trigo, custando a tonelada de milho e a do farelo de algodão, respectivamente, Cr\$ 500,00 e Cr\$ 700,00. Devemos, para isso, multiplicar o preço da tonelada de milho pela constante do farelo de trigo para o milho, isto é, $\text{Cr\$ } 500,00 \times 0,646 = \text{Cr\$ } 323,00$. Multiplica-se também o preço da tonelada do farelo de algodão pela constante do farelo de trigo para o farelo de algodão, isto é, $\text{Cr\$ } 700,00 \times 0,243 = \text{Cr\$ } 170,00$. Somam-se os produtos e o valor total é o valor do farelo do trigo em comparação com o milho de grão 2 e o farelo de algodão nos preços supostos. Assim o valor do farelo do trigo é: $\text{Cr\$ } 323,00 + \text{Cr\$ } 170,00 = 493,00$. O valor de qualquer outro alimento é determinado da mesma forma. E para sabermos dentre vários alimentos disponíveis, qual o mais econômico, nada mais temos que fazer do que determinar, pelo modo já exposto, os seus respectivos valores, e uma vez estes determinados, subtraímos deles os respectivos preços. Achadas as diferenças, o alimento mais econômico será aquele cuja diferença entre valor e preço, além de positiva, seja maior; e o menos econômico, aquele cuja diferença, além de negativa, seja também a maior. Dessa forma sendo o preço da tonelada da aveia moída de Cr\$ 513,00 e o seu valor determinado pelo modo já exposto de Cr\$ 399,00, o preço da tonelada de cevada moída de Cr\$ 418,00 e o seu valor de Cr\$ 403,00; o preço da tonelada de feijão soja de Cr\$ 646,00 e o seu valor de Cr\$ 741,00, as diferenças entre valor e preço serão respectivamente de Cr\$ 114,00; — Cr\$ 15,00; — Cr\$ 95,00. Assim, segundo o que ficou dito, o alimento mais econômico é a farinha de soja, pois a diferença além de positiva é a maior, e o menos econômico é a aveia moída, pois a diferença, além de negativa, é maior do que a outra diferença também negativa. Um alimento será pois tanto mais econômico, quanto maior fôr o valor em relação ao preço e tanto menos econômico, quanto menor fôr o valor em relação ao preço. Quando uma constante fôr precedida do sinal menos (—), devemos subtrair os produtos em vez de somá-los. Assim, para a farinha de peixe e sua constante para o milho é negativa, isto é, — 0,516 e para o algodão é 1,458. Os produtos serão respectivamente Cr\$

$500,00 \times (-0,516) = -\text{Cr\$ } 258,00$ e $\text{Cr\$ } 700,00 \times 1,458 = \text{Cr\$ } 1.020,60$. Como uma das constantes é negativa, um dos produtos também o é. Por isso em vez de somá-los devemos subtrair um do outro e temos para valor da farinha de peixe $\text{Cr\$ } 1.020,60 - \text{Cr\$ } 258,00 = \text{Cr\$ } 726,60$. As constantes são sempre ou ambas positivas, ou uma positiva e outra negativa.

Os fatores de que já falamos linhas atrás e que são dados na 3.^a coluna da Tabela VIII, são calculados em função dos P.A.D.T. ou da energia útil e indicam a quantidade de P.A.D.T. ou de energia útil fornecida pelo alimento em comparação com 100% de milho de grão 2. Já vimos os casos em que se usam tais fatores, os quais são determinados por uma simples proporção. Assim para determinarmos o fator para a cevada, procuramos na tabela I a percentagem de P.A.D.T. do milho e da cevada, e estabelecemos a produção.

A tabela dá para a cevada a seguinte percentagem em P.A.D.T.: 78,7%; e para milho n.º 2, 80,6%. Com estes dados armamos a

$$\text{proporção: } 80,6 : 78,7 :: 100 : x = \frac{78,7 \times 100}{80,6} = 97,6.$$

Para se determinar o fator para energia útil a proporção é a mesma. Somente devemos usar os dados da tabela II. Estes fatores devem ser usados somente para os alimentos marcados com um asterisco, isto é, para alimentos ricos em fibras, forragens grosseiras ou concentradas. O fator para alfafa será dado pela seguinte proporção com os dados fornecidos pela tabela II:

$$79,2 : 41,5 :: 100 : x = \frac{41,5 \times 100}{79,2} = 52,4.$$

$$\text{O fator para cevada sendo } 97,6 \text{ o seu valor será } \frac{97,6 \times 500,00}{100} = \text{Cr\$ } 488,00.$$

d) Aplicação do método

Ao verificarmos os preços do mercado dos vários alimentos, constatamos que o preço dos mesmos nem sempre é um índice do seu valor, pois o preço varia de acôrdo com a abundância ou escassez, assim como a maior ou menor oferta e procura. Assim, em um ano pode haver uma colheita abundante de milho e uma escassa de aveia, sendo por isso baixo o preço do milho e alto o da aveia.

No ano seguinte, pode-se dar o contrário, isto é, uma farta colheita de aveia e uma escassa de milho, sendo portanto inversas as condições de venda. Dêsse modo é prático, recomendável, confrontar sempre os preços dos alimentos, e verificar suas variações, pois só assim se pode obter os lucros máximos na exploração de uma fazenda. É um hábito prejudicial e anti-econômico dar-se o mesmo alimento para o gado, ano após ano, sem verificar se os mesmos são baratos ou caros.

Sempre que o preço dos alimentos sofre baixa ou alta pronunciada, deve o fazendeiro modificar a ração de modo a tirar vantagem das novas condições.

Morrison diz que as experiências indicam que não há uma melhor ração para qualquer espécie de gado, e que por isso é possível aumentar os lucros, escolhendo em cada estação uma combinação de alimentos de modo a formar uma ração bem balanceada pelo menor preço. Quer isto dizer que o preço do alimento é em última análise o que decide da sua escolha. Dispondo-se de um método de avaliar o valor dos alimentos, em função dos seus preços que variam de ano para ano e baseado no que indicam as experiências, nada justifica que se deixe de aplicar o método, com o fim de se saber quais os alimentos mais econômicos, e daí a possibilidade de maiores lucros.

Mediante o emprêgo do método, pode o fazendeiro determinar, qual dentre os vários alimentos produzidos em sua fazenda, os mais econômicos, e dêsse modo escolher os que deve conservar para alimentação do seu rebanho, e quais os que deve vender.

Sendo grande, além de positiva, a diferença entre o valor e o preço do alimento, pode-se concluir que o seu valor é alto e baixo o seu preço, portanto o fazendeiro não deve vendê-lo, pois que só

prejuízo teria com isso. Em caso contrário, isto é, sendo grande e negativa a diferença entre o valor e o preço podemos concluir que o valor do alimento é pouco em relação ao seu alto preço, sendo por isso aconselhável a venda do produto pelo fazendeiro, caso êsse produto seja produzido na fazenda, ou então a não aquisição do mesmo.

VI — BIBLIOGRAFIA

- 1) MORRISON, Feeds and Feeding, Edição 20 — 1940.
- 2) YEARBOOK OF AGRICULTURE, Food and Life — 1939.

1944
IMPRESA NACIONAL
RIO DE JANEIRO - BRASIL