

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NECESSIDADES ENERGÉTICAS E CURVA DE
CRESCIMENTO DE GATOS E EFEITOS DA ISOFLAVONA
SOBRE A INGESTÃO ENERGÉTICA APÓS A CASTRAÇÃO

Autor: Mônica Estela Zambon Merenda
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março- 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NECESSIDADES ENERGÉTICAS E CURVA DE
CRESCIMENTO DE GATOS E EFEITOS DA ISOFLAVONA
SOBRE A INGESTÃO ENERGÉTICA APÓS A CASTRAÇÃO

Autora: Mônica Estela Zambon Merenda
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março- 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

M559n Merenda, Mônica Estela Zambon
Necessidades energéticas e curva de crescimento de gatos e efeitos da isoflavona sobre a ingestão energética após a castração / Mônica Estela Zambon Merenda. -- Maringá, 2017.
60 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2017.

1. Gatos - Necessidades energéticas. 2. Gatos - Curva de crescimento. 3. Gatos - Ingestão energética. 4. Gatos - Castração. 5. Energia metabolizável. 6. Fitoestrógeno. I. Vasconcellos, Ricardo Souza, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed.636.8

ECSL




UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**NECESSIDADES ENERGÉTICAS E CURVA DE
CRESCIMENTO DE GATOS E EFEITOS DA
ISOFLAVONA SOBRE A INGESTÃO ENERGÉTICA
APÓS A CASTRAÇÃO**

Autora: Mônica Estela Zambon Merenda
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 10 de março de 2017.


Prof. Dr. Luciano Trevisan


Prof.^a Dr.^a Simara Márcia Marcato


Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos
(Orientador)

Aos
meus pais, Inês e Devanir que foram o início de tudo e são meu maior exemplo de vida.

À
minha irmã, pelo estímulo, companheirismo, amor e amizade.

Ao
meu namorado, pelo carinho, por todo apoio, compreensão, ajuda e a força que me
transmitiu em todos os momentos.

Obrigada por acreditarem nos meus sonhos e me ajudar a torná-los reais.

Amo todos e sei que sem vocês ao meu lado isso não seria possível.

Muito obrigado por tudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, pelo dom da vida e sabedoria, por me iluminar durante esta jornada e por tudo que consegui conquistar. Obrigada pela proteção constante e por colocar em minha vida pessoas tão especiais, como as que encontrei ao longo deste caminho.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado concluir o curso de Zootecnia e à Pós-graduação, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao querido Prof^o Dr. Ricardo Souza Vasconcellos, pela dedicada orientação, ensinamentos acadêmicos e de vida, estímulo e amizade, sem dúvida um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido.

Aos amigos de todas as horas, Joyce Sato, Aline Uemoto, Mateus Pereira, pois sem a ajuda deles, com certeza, a realização deste trabalho não teria sido possível e gratificante.

Aos colegas do grupo de pesquisa CEENUFEL, estagiários e pós graduandos, por toda a ajuda durante a condução dos experimentos.

Ao professor Dr. Diogo Rossoni, pela grande colaboração nas análises estatísticas.

A todos os professores e funcionários, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para minha formação. Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial aos do setor de nutrição de gatos, Cido e Luiz.

À empresa Manfrin, pelo apoio financeiro à pesquisa. Às empresas Alltech, Ajinomoto, Auster e Cargill, pela concessão dos ingredientes para a produção das rações. À Universidade Estadual Paulista UNESP- Jaboticabal, em especial ao grupo LabNutri e à fábrica de ração, pelo apoio no processamento das dietas.

Aos meus pais, que mesmo longe, sempre estão me ajudando e me motivando a continuar a estudar. Vocês sempre foram o meu apoio nas horas mais difíceis e os maiores aplausos nas vitórias. Nunca mediram esforços e fizeram tudo que estava ao alcance para que eu realizasse o meu maior sonho. Obrigada por todo tempo dedicado a mim. Sem dúvida, vocês são os melhores pais do mundo!

À minha irmã, que foi uma das maiores incentivadoras para que eu prosseguisse na formação acadêmica, pelo carinho, amor e amizade, paciência, ajuda incondicional e disponibilidade, mesmo quando estava cheia de trabalho. À toda minha família, ao meu namorado e à sua família, pelo amor, paciência e conselhos.

Aos gatos: Andi, Bacon, Batgirl, Cabeçudo, Cacau, Cérebro, Cookie, Chun-li, Denis, Farofa, Félix, Fumiga, Gambit, Gohan, Harry, Juma, Kim, Kira, Lara, Luana, Mingau, Molie, Niki, Nikita, Nina, Osama, Panceta, Paçoca, Pandora, Panthro, Pink, Pirulito, Raquel, Richard, Ruth, Sara, Sirene, Tonho, Xuleta, Zarak, Zaroio, por tornarem meus dias mais felizes e o trabalho mais gratificante. Foi tudo por vocês!

Meus eternos agradecimentos!

BIOGRAFIA

MÔNICA ESTELA ZAMBON MERENDA, filha de Devanir Merenda e Inês Maria Zambon Merenda, nasceu em Promissão, Estado de São Paulo, Brasil, no dia 20 de outubro de 1989.

Em fevereiro de 2009, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Maringá, onde se diplomou em dezembro de 2013.

Em março de 2015, iniciou no programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, atuando na área de “Nutrição de cães e gatos”.

ÍNDICE

	Páginas
TABELAS DO APÊNDICE.....	vii
FIGURAS DO APÊNDICE.....	viii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO.....	4
1. Curva de crescimento.....	5
1.2 Energia.....	9
1.3 Necessidade energética de gatos.....	12
1.4 Isoflavona.....	16
1.5 Citações bibliográficas.....	20
OBJETIVOS GERAIS.....	25
NECESSIDADES ENERGÉTICAS E CURVA DE CRESCIMENTO DE GATOS E EFEITOS DA ISOFLAVONA SOBRE A INGESTÃO ENERGÉTICA APÓS A CASTRACÃO.....	26
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS.....	45

TABELAS DO APÊNDICE

Páginas

Tabela 1. Composição química analisada das dietas experimentais (dados na matéria seca) fornecida aos animais durante os três períodos. 46

Tabela 2. Necessidades energéticas estimadas de gatos machos e fêmeas segundo o percentual de peso adulto estimado. 46

Tabela 3. Consumo de matéria seca (MS), energia metabolizável (EM) e o peso de gatos machos e fêmeas pré e pós castração. 47

Tabela 4. Consumo de Energia Metabolizável e o peso dos gatos castrados, com comparação entre as dietas, durante os 60 dias. 48

FIGURAS DO APÊNDICE

	Páginas
Figura 1. Representação gráfica da curva de crescimento de gatos machos e fêmeas, em meses de idade.	49
Figura 2. Necessidade energética de gatas em crescimento.	49
Figura 3. Necessidade energética de gatos em crescimento.	50

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram determinar as necessidades energéticas e projetar a curva de crescimento de gatos, machos e fêmeas, entre os cinco e 12 meses de idade e avaliar o efeito da castração sobre as necessidades energéticas de gatos adultos jovens, suplementados ou não com isoflavona (fitoestrógenos). Foram utilizados 18 gatos, acompanhados por pesagens quinzenais durante toda a fase de crescimento. Os gatos foram alimentados, de acordo com as suas necessidades energéticas e a quantidade de alimento corrigida, de acordo com o escore de condição corporal. Ao atingirem 12 meses, todos os gatos foram castrados e divididos em dois grupos, os quais passaram a receber um alimento para gatos adultos (grupo controle, n=12) ou este mesmo alimento suplementado com 1% de isoflavona (n=6). Todos os alimentos utilizados no estudo tiveram a energia metabolizável determinada pelo método de coleta total de fezes e urina. O modelo que melhor se ajustou para predição da curva de crescimento dos animais foi o esférico, sendo estimada a estabilidade do peso adulto aos 12 meses para fêmeas e, aos 15 meses, para machos. Os dados deste estudo permitiram formular equações para predizer as necessidades energéticas dos gatos durante a fase de crescimento sendo $EM/kg = 166,86 e^{(-0,044.t)}$ para fêmeas e $EM/kg = 176,27.e^{(-0,037.t)}$ para machos. Após 60 dias da castração, houve uma redução nas necessidades energéticas (P= 0,01). O consumo animal não foi afetado pela inclusão de isoflavona assim como não houve diferença em relação ao peso (P=0,01). Os resultados deste estudo mostram que o gênero e o estado sexual impactam diretamente nas necessidades energéticas de gatos em crescimento e adultos jovens devendo ser considerado.

Palavras-chave: consumo, energia metabolizável, peso, gênero, fitoestrógeno.

ABSTRACT

The purposes of this study were to determine the energy requirements and to design the growth curve of cats, males and females, between five and 12 months of age and to evaluate the effect of neutering on the energetic requirements of young adult cats supplemented or not with isoflavone (Phytoestrogens). Eighteen cats were used, followed by biweekly weighing throughout the growth phase. The cats were fed according to their energy needs and the amount of food corrected according to the body condition score. After reaching 12 months, all cats were castrated and divided into two groups, which were fed either adult cat food (control group, n = 12) or supplemented with 1% isoflavone (n = 6). All the foods used in the study had the metabolizable energy determined by the total collection method of feces and urine. The model that best fit the prediction of the growth curve of the animals was the spherical one, being estimated the stability of the adult weight at 12 months for females and at 15 months for males. The data from this study allowed us to formulate equations to predict the energetic needs of cats during the growth phase, with $ME / kg = 166,86 e^{(-0,044.t)}$ for females and $ME / kg = 176,27.e^{(-0,037.t)}$ for males. After 60 days of castration, there was a reduction in energy needs (P = 0.01). Animal intake was not affected by the inclusion of isoflavone as there was no difference in weight (P = 0.01). The results of this study show that gender and sexual status directly impact the energy needs of growing cats and young adults should be considered.

Keywords: intake, metabolizable energy, castration, weight, gender, phytoestrogens.

INTRODUÇÃO

No Brasil, há uma estimativa de que hajam cerca de 52,2 milhões de cães e 22,1 milhões de gatos (IBEGE, 2013), o que faz o país um dos principais em número de animais de companhia, conseqüentemente, um dos maiores produtores e consumidores de produtos relacionados aos pets, tanto com relação à alimentação, quanto a cuidados clínicos e gerais. Este crescimento se deve a uma modificação na estrutura familiar e no perfil dos proprietários, caracterizado principalmente pelo aumento de jovens casais que não pretendem ter filhos, famílias com menor número de indivíduos e maior população de idosos (ABINPET, 2016).

O interesse em fornecer alimento adequado e balanceado tem levado os proprietários a buscarem uma melhor alimentação para seus animais, com o objetivo de promover a saúde e a qualidade de vida. Com isso, há constante melhora na formulação e produção de alimentos mais seguros. Neste sentido, o mercado visa atender essa demanda e investe em pesquisas, que atendam as necessidades dos animais e a boa relação com os custos de produção.

Estudos com exigências energéticas possuem algumas limitações, quando estudados em cães e gatos, como o fato de pertencerem a diversas raças, e isso implica em diferenças de tamanho corporal, faixa etária e sexo variáveis que devem ser levadas em consideração nestes estudos (Birmingham et al., 2010).

As necessidades energéticas são variadas conforme avançar da idade, porém, também é possível que fatores como gênero e a castração tenham influência direta nas necessidades energéticas dos animais. Com relação ao gênero, é conhecida a diferença

nas necessidades energéticas entre machos e fêmeas em diversas espécies, incluindo humanos (Bell e Zucker, 1971; Harper, 1998; Helmink et al., 2000; Kienzle et al., 2006; Bermingham et al., 2010). Porém, para gatos não se considera o sexo nas equações de necessidade energética.

Com relação à castração, este é um fator que predispõe os felinos ao sobrepeso e obesidade (Nguyen et al., 2004; Zhang et al., 2009; Alexander et al., 2011). De maneira geral, após a castração, ocorre diminuição na taxa metabólica basal, aumento da ingestão de alimentos e os animais tendem a reduzir o gasto energético. Por isto, uma das alternativas que tem sido estudada, tanto em animais, quanto em humanos, é o uso da isoflavona em dietas sobre as necessidades energéticas, incluída com o objetivo de controlar o ganho de peso a partir da ação fitoestrogênica nos adipócitos e hepatócitos (Zhan e Ho, 2005).

Nesse sentido, a busca do conhecimento da necessidade de nutrientes e do conteúdo de energia necessário para atender a uma categoria animal é fundamental.

O objetivo deste trabalho foi determinar as necessidades energéticas de gatos machos e fêmeas durante o crescimento e jovens adultos; verificar os efeitos da castração sobre as necessidades energéticas de gatos adultos jovens; elaborar curvas de crescimento para gatos, obtendo, desta forma, a idade em que os animais se tornam maduros; investigar os efeitos da inclusão de isoflavona da soja na dieta de gatos castrados para manutenção do peso corporal, efeito sobre o consumo alimentar e sobre as necessidades energéticas dos gatos.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Curva de crescimento

É um fato bem conhecido que a composição química do corpo de animal não é fixa e constante, mas muda ao longo da vida desde a concepção até à morte. Durante a fase de crescimento, as exigências e porcentagem de gordura, proteína e água variam consideravelmente.

As curvas de crescimento são expressões gráficas do ganho de peso ideal do filhote ao longo do tempo, utilizadas para descrever mudanças de tamanho com a idade,

de modo que o potencial genético dos animais para o crescimento pode ser avaliado e a nutrição combinada com o possível crescimento (López et al., 2000).

O desenvolvimento da curva de crescimento, normalmente, é ajustado por polinômios descritos por funções logarítmicas e é dividido em três fases: a primeira ocorre logo quando o animal nasce conhecida como fase exponencial, pois, neste período, a alteração do peso é extremamente rápida e responsável por quase todo o crescimento do animal. A segunda fase é conhecida como estacionária ou platô, quando o crescimento rápido perde força até o animal atingir seu peso adulto. O ponto de intersecção é o momento no qual o animal atingiu sua maturidade de crescimento e a última fase é a descendente ou fase senil (Mignon-Grasteau e Beaumont, 2000; Tholon e Queiroz, 2009).

Em sistemas de produção, as curvas de crescimento são amplamente utilizadas pois fornecem estimativas das necessidades diárias de alimentos para o crescimento, além de possibilitarem avaliar populações com características mais desejáveis, como ganho de peso em menor tempo de produção. Isso representa maiores ganhos genéticos, e também pode prever a idade ótima ao abate, em função da taxa máxima de crescimento, além de possibilitar a avaliação individual, como por exemplo, o desempenho entre os sexos, sendo úteis para programas de melhoramento genético (Tholon e Queiroz, 2009). Entretanto, alguns fatores são importantes fontes de variação do padrão da curva de crescimento, além da idade e do peso adulto do animal, como por exemplo: espécie, sistema de criação, gênero e suas interações.

Sabe-se que animais de raça de pequeno porte apresentam taxa de crescimento mais acelerada, muitas atingem a maturidade antes de completarem um ano de vida, isso porque, os filhotes das raças de pequeno porte, ao nascerem, já apresentam um peso mais próximo do peso adulto o que não acontece com os filhotes de cães de raças grandes e, com isso, demoram mais para crescer. Assim, a curva de crescimento será mais prolongada (Mignon-Grasteau e Beaumont, 2000; Dobenecker et al., 2011).

No estudo de cães e de gatos, o desafio em desenvolver curva padrão de crescimento deve-se à diversidade de raças. A variação fenotípica é grande entre um Chihuahua, que pesa aproximadamente 1 kg, em comparação a um São Bernardo, que pode pesar mais de 100 kg. Cães muito pequenos atingem a maturidade entre 8 e 12

meses, enquanto que raças maiores atingem seu peso adulto em até 24 meses (German, 2016).

Acredita-se que o crescimento animal é influenciado de 5 a 10% pelos efeitos relacionados ao gênero do animal. Nas espécies em que a fêmea é mais leve do que o macho, por exemplo, em frangos de corte, os valores da velocidade de crescimento inicial, ponto de inflexão e o peso adulto, são menores e o ponto de maturação é alcançado mais rápido (Barbato e Vasilatos-Younken, 1991).

Um crescimento que desvie do padrão pode levar a uma má nutrição e até distúrbio de desenvolvimento subjacente, como crescimento muito acelerado na fase errada pode levar a acúmulo de peso ou a alguma outra doença associada (German, 2016).

Dados de cães machos e fêmeas das raças Pastor alemão e Labrador retriever, foram analisados desde o nascimento até os 18 meses de idade, para descrever uma curva de crescimento, utilizando a função Gompertz na forma de $W_t = W_{\max} \exp(-e[-(t-c)/b])$. As estimativas para o peso corporal adulto foram 24,4 kg e 29,1 kg para fêmeas e machos de Pastor alemão e 26,8 kg e 31,4 kg para fêmeas e machos de Labrador retriever, respectivamente. Não houve diferença na duração do crescimento, entre as raças, porém a estimativa para machos foi 16 dias mais longo que para fêmeas da raça Labrador retriever. A estimativa de idade no ponto de inflexão foi de 84 e 86,6 dias para fêmeas e machos, respectivamente, na raça Pastor alemão e 82,7 e 87,4 dias para fêmeas e machos, respectivamente, da raça Labrador retriever, ou seja, as fêmeas atingem a maturidade antes que os machos, independente da raça (Helmink et al., 2000).

Hall e Pierce Jr. (1934) observaram a taxa de crescimento de gatos desde o primeiro dia de nascimento até cinquenta dias de vida e através desses dados elaboraram uma curva de crescimento, fazendo pesagens a cada cinco dias, eles relataram que, nesta primeira fase de vida, o crescimento é altamente exponencial e caracteriza-se por uma linha reta ao longo deste período, com uma aceleração significativa nos últimos 15 dias. Segundo os autores, os gatos menores crescem um pouco mais rápido que os demais nos primeiros 25 dias de vida, mas esse ganho não é suficiente para compensar o ganho dos animais mais pesados nos próximos dias.

Em outro estudo, observou-se que gatas apresentam o peso médio mais alto do nascimento até às primeiras nove semanas, depois deste período os gatos ficam

ligeiramente mais pesados, sendo os dados avaliados até a 13ª semana de vida (Latimer e Ibsen, 1932).

Os modelos matemáticos utilizados para descrever os fenômenos biológicos, como a curva de crescimento, podem ser classificados de várias maneiras, como determinísticos ou estocásticos, no qual modelos determinísticos são aqueles que possuem uma única resposta e, em modelo estocástico, as possíveis respostas dependem de uma distribuição de probabilidade, sendo a distribuição normal a mais empregada. Também podem ser classificados quanto a resolução matemática, chamados de modelos lineares e não lineares. Um modelo linear é assim considerado quando todos os parâmetros estão dispostos linearmente e o oposto se aplica a modelo não linear (Tholon e Queiroz, 2009).

Existem vários modelos matemáticos que descrevem esta relação de crescimento. As mais aplicadas são aquelas derivadas das equações de Richards, como Brody, Von Bertalanffy, Gompertz, Logística. Por serem derivados de uma mesma equação, possuem muitos parâmetros em comum e a diferença consiste na variação do parâmetro de inflexão (m). Esse parâmetro determina o ponto de inflexão da curva (Mignon-Grasteau e Beaumont, 2000). Os modelos Brody, Von Bertalanffy e Logístico apresentam parâmetros de inflexão (m) iguais a zero, $2/3$ e dois respectivamente, e no modelo de Gompertz, esse parâmetro tende a um (Tholon e Queiroz, 2009).

O modelo de Richards é representado pela seguinte equação: $Y=A.(1- B. e^{-K.t})^m$ no qual, o parâmetro “ Y ” é o peso corporal na idade “ t ”, “ A ” representa o peso assintótico ou peso adulto, normalmente, é uma estimativa do peso à maturidade. O índice de maturidade ou o nível de precocidade é representado pelo parâmetro, “ K ”, e ele é responsável por determinar a eficiência do crescimento do animal, e, quanto maior for esse valor, mais precoce é o animal. O parâmetro “ B ” é denominado de parâmetro de integração ou interceptação com o eixo- y e não possui interpretação biológica e t a expressão da idade (Silva et al., 2001).

O modelo de Von Bertalanffy é expresso por $Y=A.(1- B. e^{-K.t})^3$, o modelo Brody por $Y=A.(1- B. e^{-K.t})$, o modelo de Gompertz $Y=A.e^{-B.e^{-Kt}}$ e o modelo Logístico é $Y=A.(1+ B.e^{-K.t})^{-1}$ (Mignon-Grasteau e Beaumont, 2000). Como estes modelos são amplamente utilizados para animais de produção, já existe uma padronização dos parâmetros relacionados, como: peso ao abate, idade a maturidade. Então é mais fácil

fazer a estimação dos outros parâmetros, entretanto não é para todas as espécies animais que se encontram esses parâmetros preditos, como é o caso de animais de companhia, nestes casos, é possível fazer o uso de outros modelos matemáticos não convencionais para descrever a curva de crescimento.

Três modelos não lineares (Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico) foram utilizados para descrever a curva de crescimento em suínos, com o intuito de selecionar os animais com o peso de abate mais adequado. Dados de 275 animais, do nascimento até 250 dias de idade, foram alisados, os autores relatam que a curva apresentou um padrão em forma de “S”, com um rápido crescimento dos 150 aos 190 dias, com diminuição gradativa. O ponto de inflexão foi aos 193,4 dias e os animais estavam com peso de 62,5 kg, e o modelo que melhor representou foi o de Von Bertalanffy, segundo critérios de ajuste (R^2). Além disso, estimaram que o peso de abate mais adequado foi de 62,5 a 74,9 kg com base na curva de crescimento (Luo et al., 2015).

O modelo de curva de crescimento Gompertz foi utilizado para descrever a curva de um grupo de cães machos e fêmeas das raças Beagle, Labrador retriever e Spaniel bretão, acompanhados durante 2 anos. Os animais ganharam peso até aproximadamente aos seis meses de vida, sendo que até a 18ª semana, os Beagles, Labradores e Spaniels tinham ganhado 48, 55 e 43% de peso, respectivamente. A curva caracterizou-se por ser linear até atingir o platô. Houve diferença entre os gêneros, pois os machos atingiram a maturidade mais tardiamente que as fêmeas, conseqüentemente mais pesados (Allard et al., 1988).

1.2 Energia

A energia, como se sabe, não é propriamente um nutriente, mas resultante da metabolização de carboidratos, lipídeos e proteínas no organismo. A energia é tão necessária como se fosse um nutriente, pois é exigido pelo organismo para o crescimento normal, manutenção, desempenho reprodutivo e trabalho físico, assim como para a síntese de ATP e produção de calor. Logo, o atendimento da demanda energética se faz necessário, uma vez que quando insuficiente, ocorre a perda de peso e, quando em excesso, acarreta outros problemas de saúde como diabetes, problemas articulares e cardíacos. De fato, o conteúdo de energia é determinante para a

concentração dos nutrientes em uma dieta formulada, com isso, devem estar em equilíbrio com a energia (Case et al., 2011).

Os valores energéticos dos alimentos podem ser obtidos por métodos diretos e indiretos. O método indireto abrange o uso de equações de predição dos valores energéticos. São modelos matemáticos ajustados para estimar o valor energético de um alimento a partir da composição química da dieta, como as concentrações analisadas de carboidratos, gordura e proteína. As fórmulas usadas para analisar os alimentos de cães e gatos incluem constantes que justificam as perdas de energia fecais e urinárias (NRC, 2006).

O método direto consiste de uma técnica que requer a utilização de um calorímetro (ou também conhecida como bomba calorimétrica) e realização de ensaios metabólicos. O calorímetro é um aparelho no qual o alimento a ser testado passa por uma combustão completa (oxidação da matéria orgânica), a energia liberada é expressa em caloria ou joule. Essa é medida como a quantidade de calor necessária para aquecer um grama de água de 14,5 °C para 15,5°C, o que torna possível a medição da variação da temperatura para calcular a quantidade de calor produzido. A combustão de um alimento na bomba calorimétrica permite a estimativa da energia bruta (EB), mas nem toda a energia contida no alimento será utilizada pelo animal (Sakomura e Rostagno, 2007).

A EB pode ser fornecida na dieta através dos lipídeos, carboidratos e proteínas, na ausência de níveis adequados, o organismo se utilizará dos aminoácidos e os lipídeos endógenos para gerar a energia requerida. Por isso, a energia deve ser o primeiro fator a ser atendido em uma dieta, uma vez que as necessidades energéticas sejam satisfeitas, os nutrientes se tornam disponíveis para outras funções metabólicas (Case et al., 2011).

O ensaio de metabolismo, como o próprio nome diz, é um método no qual é possível determinar o quanto da EB foi utilizada pelo animal, e esse aproveitamento pode ser determinado pela energia digestível (ED) e pela energia metabolizável aparente (EMa). A ED é representada pela energia absorvida pelo animal após o processo de digestão, determinada através da diferença da EB do alimento e a EB das fezes. Enquanto que a EM é a diferença da EB do alimento menos a EB das fezes e EB da urina (Sakomura e Rostagno, 2007).

Os valores energéticos dos ingredientes utilizados nas formulações de dietas para gatos podem ser obtidos de tabelas de composição de alimentos como as do National Research Council (NRC, 2006), ou estimadas a partir da composição dos alimentos, na qual inúmeras fontes podem ser consultadas: Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), entre outras, além dos próprios trabalhos acadêmicos que muitas vezes apresentam valores para ingredientes não convencionais.

Os estudos de alimentação são os métodos mais comuns para analisar as necessidades energéticas, contudo, existem outras técnicas que podem ser aplicadas como a calorimetria indireta ou estudos com água duplamente marcada.

Basicamente, a técnica de água marcada consiste em medir o gasto energético total de indivíduos fora de condições de confinamento. Normalmente, se aplica óxido de deutério (^2H) e também oxigênio marcado ^{18}O (Scagluisi e Lancha Jr, 2005). A mensuração é feita através da diferença entre as taxas de eliminação corrigida pelo conjunto de água corporal, isso porque o deutério é eliminado como água, enquanto que o ^{18}O é eliminado como água e gás carbônico, por meio da equação de calorimetria indireta. Essa é convertida ao gasto energético total (GET), $r\text{CO}_2 = \text{N}/2 \times (\text{ko} - \text{kd})$ e $\text{GET} = (3,044 \times \text{QR} + 1,104) \times r\text{CO}_2$, sendo que “ $r\text{CO}_2$ ” é a taxa de fluxo de CO_2 , “ N ” conjunto de água corporal, “ ko ” é a taxa de eliminação de ^{18}O e “ kd ” é a taxa de eliminação de deutério e “ QR ” é o quociente respiratório (Scagluisi e Lancha Jr, 2005).

A calorimetria indireta começou a ser estudada devido à respiração ser um processo análogo à combustão, pois para a oxidação dos nutrientes é necessário a presença de oxigênio. Esse processo produz água, gás carbônico, energia química armazenada nas ligações de adenosina trifosfato (ATP) e calor que é dissipado para o meio ambiente. Neste processo, admite-se que todo o oxigênio será utilizado para oxidar os substratos energéticos e todo o gás carbônico eliminado pela respiração foi produzido pelo mesmo processo. Com isso, é possível calcular a quantidade total de energia produzida (Diener, 1997). Essa técnica então consiste em determinar as necessidades nutricionais a partir do consumo de oxigênio e produção de gás carbônico, e, para isso, é preciso que o indivíduo, ou no caso o animal, seja alojado em uma câmara para quantificar essa diferença, (Scagluisi e Lancha Jr, 2005). Para os animais de companhia, todas as técnicas descritas à cima são utilizadas, porém a maneira mais comum é através de ensaios alimentares.

1.3 Necessidade energética de gatos

A busca pelo conhecimento das exigências energéticas em animais de companhia tem sido estudada há vários anos, e, os primeiros pesquisadores utilizavam os pequenos felinos como base científica para a nutrição de outros felinos, como por exemplo, leões e cheetah (Allen et al., 1995) e com isso vários dados puderam ser descobertos.

Estimativas e necessidades de energia de manutenção também foram feitas por extrapolação a partir de dados publicados com cães ou então por comparações entre as taxas metabólicas basal de outras espécies, por exemplo, suínos. Alguns pesquisadores também demonstram várias equações matemáticas, derivadas de outras espécies, que relacionam a massa do corpo às exigências de energia, podendo assim serem usadas, se passarem por pequenas adaptações, para validar a exigência energética nos animais de companhia.

Hashimoto et al. (1995) obtiveram uma resposta significativa entre a exigência de EM e a exigência de proteína (nitrogênio) para gatos; em seu estudo, relataram que esta relação tem uma significância de 98% e a expressão usada é $EM = ED - 0,62 \times PBd$, no qual, “PBd” é a proteína bruta digestível, e 0,62 é a média da energia na urina (Nitrogênio urinário x 6,25).

Trabalho proposto por Earle e Smith (1991) propuseram uma relação da ED e massa corporal pela seguinte equação: $Y = 571 \times PC^{0,40}$, no qual Y é a ED (kj) e PC é o peso corporal, segundo os autores, esta relação não poderia ser explicada pelas equações clássicas, e ainda, a exigência energética tende a diminuir quanto mais pesado o animal ficar.

As exigências energéticas para gatos são calculadas utilizando-se equações preconizadas pelo NRC, em sua publicação específica para cães e gatos (NRC, 2006), para gatos não há exigências distintas entre machos e fêmeas, castrados ou não castrados ou até mesmo por faixa etária. As equações são apenas para filhotes de dois a 12 meses de idade, adultos (acima de 12 meses) e fêmeas em gestação e lactação. Entretanto, sabe-se que estas fases podem ainda ser subdivididas de acordo com o gênero, raça, faixa etária, estado sexual (castração), entre outros, havendo a necessidade de mais estudos para melhorar a exatidão destas equações.

Vários pesquisadores colaboraram para que o NRC (2006) pudesse determinar qual a melhor maneira de se obter as exigências nutricionais e energéticas para cães e

gatos. Segundo esses trabalhos, a necessidade energética de gatos filhotes pode ser dividida em duas fases, sendo a primeira, usada para recém nascidos, aos quais devem ser fornecidas de 20 a 25 kcal a cada 100g de ganho de peso. Na segunda fase, após o desmame, a necessidade energética passa a ser calculada através de uma equação, que considera o peso atual (PCa) do filhote e o peso adulto esperado (PCe), representada por $EM \text{ (kcal)} = 100 \times PCa^{0,67} \times 6,7 \times [e^{(-0,189 \times PCa/PCe)} - 0,66]$, na qual e é a base natural do log (2,718). Entretanto, sabe-se que a população de gatos hoje em dia tem condições corporais das mais variadas formas e existem características que não se aplicam a todos os animais, com isso identificar qual o provável peso de um animal adulto pode ser um problema, podendo subestimar as exigências reais.

Na primeira fase de crescimento, toda a energia necessária deve ser provida pelo leite, ou seja, a gata deve ser alimentada de maneira adequada para atender as suas próprias necessidades nutricionais e também para produzir o leite adequado a seus filhotes. A fase lactente dura em média oito semanas, porém a partir da quarta semana já é adequado fazer a introdução de um alimento semisólido/sólido aos filhotes (Munday e Earle, 1991).

Segundo Burger (1994) como o animal está numa fase de grandes mudanças corporais é inevitável que durante o crescimento ocorra um aumento na exigência energética para a deposição de tecidos novos, mas por ser um processo dinâmico, a medida que o animal cresce e se aproxima da maturidade, ocorre uma declividade natural nas exigências. A exigência inicial é aproximadamente três vezes mais que a exigência de manutenção do adulto.

A ingestão de ED para gatos em crescimento variou em 1588 kcal/kg PC entre a 9ª e a 32ª semanas de idade, no início os animais consumiram 2857 kcal/kg PC e na última semana a ingestão foi de 1265 kcal/kg PC, os autores também relataram que os animais ganharam peso ($2,20 \pm 0,74$ kg), mas não houve diferença significativa nas alterações médias, ou seja, o crescimento foi contínuo durante o experimento (Harper e Turner, 2000).

Para gatos adultos o NRC (2006) preconiza que as exigências possam ser calculadas através de duas equações: $EM \text{ kcal/dia} = 100 \text{ kcal/kg PC}^{0,67}$ para animais com peso normal e $EM \text{ kcal/dia} = 130 \text{ kcal/kg PC}^{0,4}$ para gatos obesos, porém sabe-se que considerar apenas o peso corporal pode subestimar as exigências, é preciso considerar o efeito do gênero, castração e idade.

Dados de uma meta análise realizada por Bermingham e colaboradores (2010) mostram que a exigência energética média para gatos adultos (entre 2 e 7 anos) foi de 55 kcal/kg PC, computando dados de 42 trabalhos entre os anos de 1933 a 2009. Os autores ainda identificaram a presença de três equações para descrever as necessidades energéticas com base no PC, sendo $53,7 \text{ kcal/kg PC}^{-1,061}$ para gatos leves, $46,8 \text{ kcal/kg PC}^{-1,115}$ para gatos considerados normais (de 3 a 5,5 kg) e $131,8 \text{ kcal/kg PC}^{-0,366}$ para animais obesos, equações bem diferentes daqueles preconizados pelo NRC (2006). Nesse estudo, eles separaram as informações quanto a animais inteiros e castrados. Machos inteiros precisam de 280 kcal /dia e tenderam a ter maiores exigências de energia do que as fêmeas inteiras, que foi de 215 kcal/dia. De uma maneira geral, os gatos castrados precisaram de 10,4% menos de energia que os animais inteiros.

Laflamme e Ballam (2001) acompanharam as modificações de 113 gatos com idade entre 2 e 17 anos, a média da energia de manutenção foi de 53 kcal/kg PC. Segundo os autores, a EM/kg PC diminuiu significativamente até os 11 anos de idade e, após 13 anos, a exigência aumentou.

Essas informações corroboram as encontradas por Kienzle et al. (2006), a exigência energética de gatos jovens, até 2 anos foi maior que a dos gatos mais velhos. A exigência média de gatos adultos foi de 60 kcal EM/kg PC, com o aumento do peso, as exigências diminuíram: os gatos com até 3 kg apresentam exigência diária de 76 kcal EM/kg PC, enquanto que os gatos com mais de 5 kg precisaram de 49 kcal EM/kg PC. Com relação aos animais castrados, os machos inteiros apresentaram maiores exigências de $\text{EM/kgPC}^{0,40}$ do que os gatos castrados e as fêmeas castradas apresentam exigência menor que os machos também castrados.

É possível observar que há uma tendência: conforme avança a idade e aumenta o peso corporal, os animais tendem a exigir menos energia. Esta é influenciada pelo teor de gordura corporal presente em menor concentração em gatos mais jovens (Taylor et al., 1995; Martin et al., 2001)

O que se tem observado é que, nos animais de companhia, a obesidade tem aumentado e isso pode estar relacionado à raça, sexo, idade, castração, fatores genéticos, à maior oferta de alimentos altamente palatáveis, ricos em energia e baratos, somados aos hábitos de vida sedentários (Carciofi et al., 2005; German, 2006).

A castração em animais de companhia é um procedimento normal para o controle populacional, no entanto, aumenta o risco para o desenvolvimento da

obesidade. Gatos machos apresentam 3,4 vezes mais probabilidade de se tornarem obesos depois da castração, entretanto, a necessidade energética de manutenção (NEM) para estes animais não está claramente definida.

O mecanismo pelo qual a castração predispõe à obesidade tem sido investigado e acredita-se que isso ocorra devido às alterações na taxa metabólica e no padrão alimentar. Após a castração, há uma perda na capacidade regulatória do apetite e, como consequência, há um aumento no consumo de ração levando ao um acúmulo de gordura corporal e ganho de peso (Kanchuck et al., 2003).

Além disto, nos animais castrados o gasto energético fica reduzido, devido à menor atividade física e a redução da taxa metabólica, ocasionada por fatores como perda de massa muscular, entre outros. Fettman e colaboradores (1998) observaram mais de 20% de aumento na ingestão alimentar em gatos castrados, quando comparados aos gatos não castrados. Por outro lado, o gasto energético pode ficar reduzido em até 30% nos animais castrados (Root et al., 1996). Na prática, significa que animais castrados, para conseguir manter o peso, devem reduzir consideravelmente sua ingestão energética.

O grande desafio atualmente é desenvolver alimentos que sejam capazes de promover maior saciedade nos animais, visando desta forma, o controle do peso, pois apesar da redução nas necessidades energéticas, os animais apresentam apetite aumentado, um paradoxo.

Uma dieta, com baixo teor de energia e gordura, foi avaliada com o objetivo de demonstrar como a energia da dieta interfere no ganho de peso após a castração. A probabilidade de os animais terem sobrepeso foi 4,1 vezes maior para os gatos no grupo controle. Os gatos alimentados com a dieta experimental tiveram uma incidência significativamente reduzida de sobrepeso, seis meses após a castração (Spofford et al., 2014).

Para avaliar o efeito que a dieta exerce sobre o ganho de peso e escore corporal de gatas após a castração, Mitsuhashi e colaboradores (2011) alimentaram 22 gatas adultas com a mesma dieta antes e após a castração, com duração de 11 semanas. Os autores observaram que durante esse período, todas as gatas ganharam peso, então, a partir da 12^a semana, eles aplicaram um regime para perda de peso nas gatas. Embora a composição da dieta tenha sido constante, tanto antes como depois da cirurgia, a necessidade energética de manutenção média após a perda de peso foi de 75 kcal/PC^{0,67},

25% menor do que a recomendação atual do NRC e menor do que a necessidade de gatas antes da cirurgia.

A condição corporal e ingestão de energia foram avaliadas em gatos machos e fêmeas pré e pós castração. A ingestão de EM foi maior nos machos, tanto antes da castração, quanto depois. Entretanto, após a castração, não houve mudança significativa entre os sexos. A ingestão variou, pois na última semana pós castração, a ingestão média de EM foi 163% a mais do que no período pré castração. Com relação ao peso, os machos eram mais pesados que as fêmeas e os pesos médios aumentaram em 9,6% e 3,8% para machos e fêmeas respectivamente. Segundo os autores, a castração afeta muito mais a ingestão de EM e o ganho de peso que a dieta rica em gordura (Backus et al., 2007).

1.4 Isoflavona

Dentre as alternativas alimentares para controlar o ganho de peso em cães e gatos, tem-se explorado o uso dos fitoquímicos, visto o grande benefício proporcionado à saúde como melhora na manutenção da massa óssea pós-menopausa, controle do peso corporal, redução da hipercolesterolemia sérica. Segundo Kim et al. (2006), os fitoquímicos podem reduzir a camada subcutânea de gordura em ratas, além de promoverem melhora no metabolismo lipídico, redução no risco de câncer, e benefício na saúde de maneira geral (Zhang e Ho, 2005).

Os fitoquímicos são encontrados em uma ampla variedade de plantas, caracterizam-se por serem metabólitos secundários, de baixo peso molecular, responsáveis muitas vezes por auxiliarem as plantas em suas defesas contra predadores e patógenos. Compostos como flavonóides, ácidos fenólicos, glicosinolatos, saponinas e compostos cianogênicos, fazem parte destes fitoquímicos (Genovese e Lajolo, 2001).

Os flavonóides (fitoestrógenos) foram identificados em mais de 800 vegetais, incluindo sementes de girassol, gergelim, nozes, framboesa, amora, brócolis, alho e cravo. A isoflavona pertence ao grupo de flavonóides e é predominantemente encontrada em leguminosas e sendo a soja a sua principal fonte, ocorre tanto nos grãos, em concentrações abundantes, quanto na maioria dos seus coprodutos, por exemplo, farinha de soja – 5000 µg/g de proteína, soja tostada – 2661 µg/g de proteína, proteína isolada de soja – 987 µg/g de proteína, tofu - 532 µg/g de proteína e bebida de soja 28 µg/g de proteína (Bhathena e Velasques, 2002).

A isoflavona é um fitoestrógeno, com estrutura química semelhante à dos estrógenos, composta de glicosídeos, predominantemente daidzeína, glicitina e genisteína, porém estes são compostos inativos e precisam passar por uma hidrólise bacteriana (bactérias intestinais β -glucosidases) para serem absorvidos. Posteriormente, serão convertidos em agliconas bioativas (Genovese e Lajolo, 2001). Ocorre uma fermentação adicional no duodeno com posterior absorção pelo trato gastrointestinal e serão conjugadas principalmente no fígado como glucurônides, por ação de enzimas glucoronil-transferases e sulfotransferases. Estes compostos serão re-excretados através da bile e reabsorvidas por reciclagem entero-hepática ou excretadas nas fezes (Skafianos et al., 1997; Bhathena e Velasques, 2002; Garrido et al., 2003).

A isoflavona possui uma estrutura química semelhante à do estrogênio endógeno (Figura 1), tais como o 17 β -estradiol, e, com isso, atua como moduladores seletivos do receptor de estrogênio, exercendo um efeito agonístico e antagonístico sobre os estrogênios endógenos (Anderson et al., 1995). Compete pela ligação à proteína do receptor de estrogênio intranuclear para modular a transcrição do gene, possibilitando um efeito anti-estrogênico (Bhathena e Velasquez, 2002; Peixoto et al., 2011). Pelo menos dois receptores distintos de estrogênio já foram descritos e verificados como sendo expressos em vários tecidos, incluindo tecido adiposo. Receptores do tipo α e β . O primeiro receptor é o responsável pela modulação da

O tecido adiposo responde a estímulos do estrogênio e, com isso, expressa lipogênese e diminui a ação da lipoproteína lipase, ou seja, a estimulação deste provoca a redução no acúmulo de gordura. Por isso, quando fornecida a isoflavona, ocorre um estímulo à produção dos receptores de estrogênio, diminuindo o tamanho e acúmulo do tecido adiposo. (Naaz et al., 2003; Cook, 1998).

Genisteína e daidzeína também atuam sobre os receptores β -estrogênicos no fígado, e, como consequência, melhoram o perfil lipídico pois promovem uma modificação no número de receptores hepáticos de colesterol LDL, favorecendo seu metabolismo, que leva à inibição da lipase hepática, que está envolvida no metabolismo de colesterol HDL, ocasionando seu incremento (Anderson et al., 1995; Szkudelska et al., 2000).

O uso da isoflavona tem sido bastante explorado em animais de laboratório (camundongos) e em mulheres pós-menopausa devido à deficiência de estrogênio, o que

causa acúmulo de gordura corporal e perda óssea. Wu et al. (2004) observaram diferença significativa na porcentagem de gordura corporal em ratas ovariectomizadas ao serem alimentadas com dietas com isoflavona de soja, quando comparadas às fêmeas castradas, mas que não receberam esta dietas, porém não foi observada diferença no peso corporal dos dois grupos. Quando combinado o consumo de isoflavona com a prática de exercícios físicos, foi notado que houve redução na porcentagem de gordura corporal e aumento da massa magra corporal, chegando a atingir os mesmos níveis apresentados pelos animais que não foram castrados.

Para várias espécies animais, é relatado que a castração provoca um aumento no peso corporal e deposição de gordura, parcialmente provocada por um aumento na ingestão de alimentos, e também pela queda nas concentrações de estrogênio endógeno e o uso de isoflavona tem se mostrado efetivo contra estas variações.

Ao avaliar o efeito do tempo de ingestão e a concentração de isoflavona, no consumo, ganho de peso e composição corporal em camundongas ovariectomizadas, Kim et al. (2006), observaram que durante todo o período experimental (21 dias), a ingestão de 150 mg/kg de genisteína não foi alterada, porém quando fornecido 1500 mg/kg ocorreu uma redução de 14% no consumo. O peso corporal foi diferente entre os tratamentos, a partir do oitavo dia, os animais que receberam a dieta com maiores concentrações de genisteína passaram a perder peso. Houve redução na camada de gordura (19%) de camundongos alimentados com 1500 mg/kg de genisteína, em comparação com os animais do grupo controle.

A ingestão de alimento também foi menor no grupo de animais que consumiram altas concentrações de isoflavona adicionadas à dieta (206 mg/kg PC- 3600 ppm). Ratas ovariectomizadas receberam seis dietas diferentes, sendo três delas compostas com concentrações diferentes de isoflavona, durante quatro semanas. Comparadas ao grupo controle, as ratas com alta ingestão de isoflavona, perderam 12,7% do seu peso e houve uma redução na camada de gordura abdominal, 23,7% no grupo de médio inclusão e 27,6% no grupo de alta inclusão de isoflavona (Zhang et al., 2009). Em resumo, este estudos tem demonstrado que o consumo de isoflavonas influencia no ganho de peso de forma eficiente e tende a alterar o comportamento de ingestão.

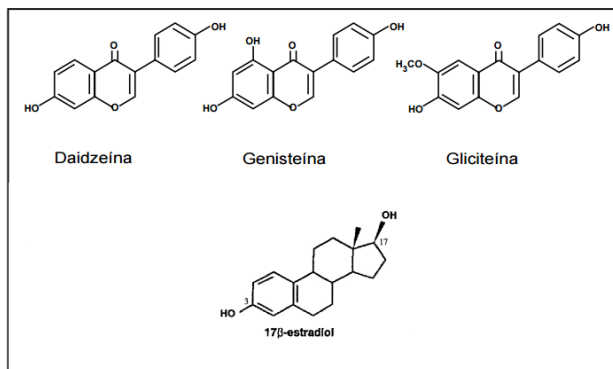


Figura 1. Estrutura química dos componentes da isoflavona de soja e do 17 β -estradiol. Adaptado de Garrido et al., (2003) e Kayath (1999).

Em busca de maior rentabilidade e qualidade do produto final para animais de produção, o uso de isoflavona de soja pode favorecer o acúmulo de carne magra e reduzir o teor de gordura nas carcaças através da sua ação anti-estrogênica. Payne et al. (2001 a, b) em dois estudos observaram aumento na taxa de crescimento da carcaça em teor de massa magra, mas o teor de gordura não foi afetado, isso tanto para suínos quanto para aves.

Dados experimentais e clínicos têm mostrado que as isoflavonas também representam uma alternativa promissora na prevenção e/ou tratamento do câncer, através da ação inibidora de enzimas como tiroxina quinase (PTK). Esta enzima é responsável pela transdução de sinais, como a regulação da expressão gênica. As PTKs estão relacionadas a diversos processos fundamentais, como a proliferação, diferenciação, sobrevivência ou morte celular, ou seja, controlam o crescimento celular.

Para se obter os efeitos desejados, é possível se alimentar de soja em grão, que contém altas concentrações de fitoestrógenos, mas existem várias maneiras de se extrair a isoflavona da soja. Contudo, os dados obtidos na literatura são conflitantes, pois alguns autores relatam que este processamento pode interferir na quantidade e qualidade da isoflavona extraída, enquanto outros obtiveram resultados satisfatórios na extração e recuperação, mas sabe-se que ocorre interferência do pH e temperatura (Barnes et al., 1994; Coward et al., 1998). O procedimento comumente utilizado é através da extração com metanol 80% e ácido clorídrico 1N (Barnes et al., 1994; Coward et al., 1998) ou acetonitrila (CH_3CN) (Wang e Murphy, 1994).

São muitas as evidências no benefício do uso da isoflavona de soja, tanto na alimentação humana, quanto na alimentação animal, porém ainda não é totalmente conhecido quais são seus mecanismos de ação, assim como os riscos à saúde que decorrem do uso crônico destas substâncias ou da super dosagem. Porém, os achados científicos até então fazem com que sejam importantes mais estudos de aplicabilidade. Conhecer os efeitos em animais de companhia é fundamental para o seu uso, especialmente em animais castrados em que podem ser obtidos efeitos relacionados ao metabolismo hormonal que repercutem em controle de peso após a castração.

1.5 Citações bibliográficas

ABINPET- Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, 2016: Mercado Brasileiro. Disponível em:< <http://abinpet.org.br/site/setor-pet-deve-encerrar-2016-com-57-de-crescimento-em-faturamento-menor-indice-desde-2010/>>. Acesso em dez 2016.

Allard, R. L.; Douglass, G. M.; Kerr, W. W., 1988: The effects of breed and sex on dog growth. *Companion Animal Practice* **2**, 15–19.

Alexander, L. G.; Salt, C.; Thomas, G.; Butterwicket, R., 2011: Effects of neutering on food intake, body weight and body composition in growing female kittens. *British Journal of Nutrition* **106**, 19–23.

Allen, M. E.; Oftedal, O. T.; Earle, K. E.; Seidensticker, J.; Vilarin, L., 1995: Do Maintenance Energy Requirements of Felids Reflect their Feeding Strategies? *Proceedings of the 1st Annual Conference of the Nutrition Advisory Group*, 97-103.

Anderson, J. W.; Johnstone, B. M.; Cook-Newell, M. E., 1995: Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *The New England Journal of Medicine* **5**, 276-282.

Backus, R. C.; Cave, N. J.; Keisler, D. H., 2007: Gonadectomy and high dietary fat but not high dietary carbohydrate induce gains in body weight and fat of domestic cats. *British Journal of Nutrition* **98**, 641–650.

Barbato, G.F.; Vasilatos-Younken, R., 1991: Sex-linked and maternal effects on growth in chickens. *Poultry Science* **4**, 709-718.

Barnes, S.; Kirk, M.; Coward, L., 1994: Isoflavones and their conjugates in soy foods: extraction conditions and analysis by HPLC-mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **42**, 2466-2474.

Bhathena, S. J.; Velasquez, M. T., 2002: Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition* **76**, 1191-1201.

Bell, D.D.; Zucker, I., 1971: Sex Differences in body weight and eating: organization and activation by gonadal hormones in the rat. *Physiology and Behavior* **7**, 27-34.

Birmingham, E. N.; Thomas, D. G.; Morris, P. J.; Hawthorne, A. J., 2010 : Energy requirements of adult cats. *British Journal of Nutrition* **103**, 1083–1093.

Burger, I. H., 1994: Energy needs of companion animals: matching food intakes to requirements throughout the life cycle. *The Journal of Nutrition* **22**, 2584 -2593.

Carciofi, A. C.; Gonçalves, K. N. V.; Vasconcellos, R. S.; Bazolli, R. S.; Brunetto, M. A.; Prada, F., 2005: A weight loss protocol and owners participation in the treatment of canine obesity. *Ciência Rural* **6**, 1331-1338.

Case, L. P.; Daristotle, L.; Hayek, M. G.; Raasch, M. F., 2011: Canine and feline nutrition, 3^aed. Mosby, Inc. an affiliate of Elsevier Inc., Missouri, USA.

Cook, D. R., 1998: The effect of dietary soybean isoflavones on the rate and efficiency of growth and carcass muscle content in pigs and rats. *Retrospective Theses and Dissertations*.

Coward, L.; Smith, M.; Kirk, M.; Barnes, S., 1998: Chemical modification of isoflavones in soyfoods during cooking and processing. *The American Journal of Clinical Nutrition* **68**, 1486-1491.

Diener, J. R. C., 1997: Calorimetria indireta. *Revista da Associação Médica do Brasil* **3**, 245-253.

Dobenecker, B.; Endres, V.; Kienzle, E., 2011: Energy requirements of puppies of two different breeds for ideal growth from weaning to 28 weeks of age. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **97**, 190–196.

Earle, K. E.; Smith, P. M., 1991: Digestible energy requirements of adult cats at maintenance. *The Journal of Nutrition* **121**, 45-46.

Fettman, M. J.; Stanton, C. A.; Banks, L. L.; Johnson, D. E.; Hamar, D. W.; Hegstad, R. L.; Johnston, S., 1998: Effects of weight gain and loss on metabolic rate, glucose tolerance, and serum lipids in domestic cats. *Veterinary Science* **1**, 11-16.

Garrido, A. G.; La Maza, M. P. C.; Valladares, L. B., 2003: Fitoestrógenos dietarios y sus potenciales beneficios en la salud del adulto humano. *Revista Médica Chile* **131**, 1321-1328.

Genovese, M. I.; Lajolo, F. M., 2001: Determinação de isoflavonas em derivados de soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **21**, 86-93.

German, A. J., 2006: The growing problem of obesity in dogs and cats. *The Journal of Nutrition* **7**, 1940-1946.

German, A. J., 2016: Plenary: Promoting healthy growth in pets. *WALTHAM International Nutritional Sciences Symposium*, 58-60.

Hall, V. E.; Pierce JR, G. N., 1934: Litter size, birth weight and growth to weaning in the cat. *The Anatomical Record* **1**, 111-124.

Harper, E. J., 1998: Changing perspectives on aging and energy requirements: aging, body weight and body composition in humans, dogs and cats. *The Journal of Nutrition* **12**, 2627-2631.

Harper, E. J.; Turner, C. L., 2000: Age-related changes in apparent digestibility in growing kittens. *Reproduction Nutrition Development* **40**, 249–260.

Hashimoto, M.; Funaba, M.; Ohshima, S.; Matanobu, A. B. E., 1995: Characteristic relation between dietary metabolizable energy content and digestible energy content in laboratory cats. *Experimental Animals* **1**, 23-28.

Helmink, S. K.; Shanks, R. D.; Leighton, E. A., 2000: Breed and sex differences in growth curves for two breeds of dog guides. *Journal of Animal Science* **78**, 27–32.

IBEGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013: Pesquisa nacional de saúde: acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências. Rio de Janeiro, Brasil.

Kanchuk, M. L.; Backus, R. C.; Calvert, C. C.; Morris, J. G.; Rogers, Q. R., 2003: Weight gain in gonadectomized normal and lipoprotein lipase-deficient male domestic cats results from increased food intake and not decreased energy expenditure. *The Journal of Nutrition* **6**, 1866–1874.

Kayath, M. J., 1999: Raloxifeno e osteoporose: revisão de um novo modulador seletivo do receptor de estrógeno. *Arquivo Brasileiro Endocrinologia e Metabologia* **6**, 433-441.

Kienzle, E.; Edtstadtler-Pietsch, G.; Rudnick, R., 2006: Retrospective study on the energy requirements of adult colony cats. *The Journal of nutrition* **136**, 1973–1975.

Kim, H. K.; Nelson, C. D.; Della-Fera, M. A.; Yang, J. Y.; Zhang, W.; Duan, J.; Hartzell, D.L.; Hamrick, M.W. ; Baile, C. A., 2006: Genistein decreases food intake, body weight, and fat pad weight and causes adipose tissue apoptosis in ovariectomized female mice. *The Journal of Nutrition* **136**, 409–414.

Laflamme D.P.; Ballam, J.M.; 2001: Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats. *The Purina Nutrition Forum*, 3.

Latimer, H. B.; Ibsen, H. L., 1932 :The postnatal growth in body weight of the cat. *The Anatomical Record* **1**, 1-5.

- López, S.; France, J.; Gerrits, W. J. J.; Dhanoa, M. S.; Humphries, D. J.; Dijkstra, J. 2000: A generalized Michaelis-Menten equation for the analysis of growth. *Journal Animal Science* **78**, 1816–1828.
- Luo, J.; Lei, H.; Shen, L.; Yang, R.; Pu, Q.; Zhu, K.; Li, M.; Tang, G.; Li, X.; Zhang, S.; Zhu, L., 2015: Estimation of growth curves and suitable slaughter weight of the liangshan pig. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* **9**, 1252-1258.
- Martin, L.; Siliart, B.; Dumon, H.; Backus, R.; Biourge, V.; Nguyen, P., 2001: Leptin, body fat content and energy expenditure in intact and gonadectomized adult cats: a preliminary study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **85**, 195-199.
- Mignon-Grasteau, S.; Beaumont, C., 2000: Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRA Production Animal* **13**, 337-348.
- Mitsuhashi, Y.; Chamberlin, A. J.; Bigley, K. E.; Bauer, J. E., 2011: Maintenance energy requirement determination of cats after spaying. *British Journal of Nutrition* **S1**, 135–138.
- Munday, H. S.; Earle, K. E., 1991: Energy requirements of the queen during lactation and kittens from birth to 12 weeks. *The Journal of Nutrition* **123**, 43-44.
- Naaz, A.; Yellayi, S.; Zakroczymski, M. A.; Bunick, D.; Doerge, D. R.; Lubahn, D. B.; Helferich, W. G.; Cooke, P. S., 2003: The soy isoflavone genistein decreases adipose deposition in mice. *Endocrinology* **8**, 3315–3320.
- Nguyen, P. G.; Dumon, H. J.; Siliart, B. S.; Martin, L. J.; Sergheraert, R.; Biourge, V. C., 2004. Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. *American Journal of Veterinary Research* **12**, 1708-1713.
- NRC - National Research Council, 2006: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academy Press, Washington, USA.
- Payne, R.L.; Bidner, T.D.; Southern, L. L.; McMillin, K. W., 2001: Dietary effects of soy isoflavones on growth and carcass traits of commercial broilers. *Poultry Science* **80**, 1201–1207a.
- Payne, R.L.; Bidner, T. D.; Southern, L. L.; Geaghan, J. P., 2001: Effects of dietary soy isoflavones on growth, carcass traits, and meat quality in growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* **79**, 1230–1239b.
- Peixoto, J. C.; Feijó, Â. P.; Teixeira, A. B. S.; Louzada, S. R. N., 2011: Benefícios da soja no controle da obesidade. *Revista Eletrônica Novo Enfoque* **12**, 47 – 67.
- Root, M. V.; Johnston, S. D.; Olson, P. N., 1996: The effect of prepuberal and postpuberal gonadectomy on radial physeal closure in male and female domestic cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound* **1**, 42-47.
- Rostagno, H. S., 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 3ª ed. UFV, Viçosa, Brasil.

Sakomura, N.K.; Rostagno, H.S., 2007: Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, Brasil.

Skafianos, J.; Coward, L.; Kirk, M.; Barnes, S., 1997: Intestinal uptake and biliary excretion of the isoflavone genistein in rats. *The Journal of Nutrition* **127**, 1260-1280.

Scagliusi, F. B.; Lancha Junior, A. H., 2005: Estudo do gasto energético por meio da água duplamente marcada: fundamentos, utilização e aplicações. *Revista de Nutrição* **4**, 541-551.

Silva, F. F.; Aquino, L. H.; Oliveira, A. I. G., 2001: Influência de fatores genéticos e ambientais sobre as estimativas dos parâmetros das funções de crescimento em gado nelore. *Ciência e Agrotecnologia* **5**, 1195-1205.

Spofford, N.; Mougeot, V.; Elliott, D. A.; Addleman, A.; Lefebvre, S. L.; Wang, M.; Yang, M.; Feugier, A.; Biourge, V.; Lund, E.M., 2014: A moderate fat, low-energy dry expanded diet reduces gain in body condition score when fed as part of a post neutering weight-control regimen in growing pet cats. *Journal of Nutritional Science* **40**, 1- 5.

Szkudelska, K.; Nogowski, L.; Szkudelski, T., 2000: Genistein affects lipogenesis and lipolysis in isolated rat adipocytes. *The Journal of Steroid Biochemistry and molecular biology* **4**, 265-271.

Taylor, E. J.; Adams, C.; Neville, R., 1995 : Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats. *The Nutrition Society* **54**, 645-656.

Tholon, P.; Queiroz, S. A., 2009: Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicados ao melhoramento genético animal. *Ciência Rural* **7**, 2261-2269.

Zhan, S.; Ho, S.C., 2005: Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *The American Journal of Clinical Nutrition* **81**, 397-408.

Zhang, Y.; Na, X.; Zhang, Y. ; Li, L.; Zhao, X.; Cui, H., 2009: Isoflavone reduces body weight by decreasing food intake in ovariectomized rats. *Annals of Nutrition and Metabolism* **54**, 163–170.

Wang, H.; Murphy, P. A., 1994: Isoflavone content in commercial soybean foods. *The Journal of Agricultural and Food Chemistry* **42**, 1666-1673.

Wu, J.; Wang, X.; Chiba, H.; Higuchi, M.; Nakatani, T.; Ezaki, O.; Cui, H.; Yamada, K.; Ishimi, Y., 2004: Combined intervention of soy isoflavone and moderate exercise prevents body fat elevation and bone loss in ovariectomized mice. *Metabolism* **7**, 942-948.

OBJETIVOS GERAIS

- Elaborar modelos de predição para curva de crescimento de gatos machos e fêmeas;
- Determinar as necessidades energéticas de gatos machos e fêmeas durante o crescimento e jovens adultos, entre cinco e 18 meses de idade;
- Verificar os efeitos da castração sobre as necessidades energéticas de gatos adultos jovens entre 12 e 18 meses de idade;
- Avaliar o efeito da suplementação com isoflavona sobre as necessidades energéticas de gatos castrados, machos e fêmeas.

NECESSIDADES ENERGÉTICAS E CURVA DE CRESCIMENTO DE GATOS E EFEITOS DA ISOFLAVONA SOBRE A INGESTÃO ENERGÉTICA APÓS A CASTRAÇÃO

Resumo – Os objetivos do trabalho foram acompanhar as mudanças nos requerimentos energéticos de gatos domésticos, durante treze meses, desde o período de crescimento até jovens adultos; desenvolver uma curva de crescimento para estes animais e avaliar o efeito da castração e o uso da isoflavona sobre a necessidade energética de gatos adultos. Foram utilizados 18 gatos, sem raça definida, entre 5 a 18 meses de idade. O consumo de energia foi avaliado durante todo o período de crescimento e também durante a fase adulta. Aos 12 meses, os gatos foram castrados e 30 dias após, foram divididos em dois grupos: um consumiu a dieta comercial controle e, o outro, com a inclusão de 1% de isoflavona, adicionada por cobertura, após a extrusão. A digestibilidade das dietas foi realizada conforme protocolo da AAFCO (2011) com coleta total de fezes e urina. Baseado nos dados de pesagens dos animais ao longo de todo o período, a curva de crescimento foi feita através da derivação de três expressões matemáticas e selecionadas pelo melhor critério de Akaike (AIC). O modelo que melhor representa biologicamente a curva de crescimento foi o esférico. Conclui-se que os machos estabilizam o peso adulto aos 15 meses de idade, enquanto que fêmeas estabilizam aos 12 meses, pesando 3,92 kg e 3,18 kg respectivamente. Gatos precisam de menos energia quando castrados, machos apresentam maior necessidade calórica que as fêmeas. Os gatos que receberam a dieta contendo isoflavona tiveram maior ingestão energética sem aumento de peso corporal.

Palavras-chave: consumo; energia metabolizável; esterilização; peso; gênero; fitoestrógeno.

ENERGY REQUIREMENTS AND CATS GROWTH CURVE AND EFFECTS OF ISOFLAVONE ON ENERGY INGESTION AFTER NEUTERING

Abstract- The purposes of the study were to follow the changes in the energy requirements of domestic cats for thirteen months, from the growing period to young adults; To develop a growth curve for these animals and to evaluate the effect of castration and the use of isoflavone on the energetic need of adult cats. Eighteen cats were used, with no defined breed, between 5 and 18 months of age. Energy consumption was assessed throughout the growth period and also during adulthood. At 12 months the cats were castrated and 30 days later, they were divided in two groups, one consumed the commercial control diet and the other with the inclusion of 1% isoflavone, added by coverage, after extrusion. The digestibility of the diets was performed according to the protocol of AAFCO (2011) with total collection of feces and urine. Based on the animal weighing data over the whole period, the growth curve was made by deriving three mathematical expressions and selected by the best Akaike criterion (AIC). The model that best represents the biological growth curve was the spherical one. It was concluded that males stabilize adult weight at 15 months of age, while females stabilize at 12 months, weighing 3.92 kg and 3.18 kg respectively. Cats need less energy when castrated, males exhibit greater caloric need than females. Cats receiving the isoflavone diet had higher energy intakes without gaining body weight.

Keywords: intake, metabolizable energy, castration, weight, gender, phytoestrogens.

INTRODUÇÃO

Curvas de crescimento são representações gráficas do ganho de peso ideal do filhote em função do tempo e é dividida em duas fases. A primeira, ocorre logo quando o animal nasce, e é conhecida como fase exponencial, pois nesse período, a alteração do peso é extremamente rápida e responsável por quase todo o crescimento do animal. A segunda fase, ou platô, é aquela estacionária, uma vez que o crescimento rápido perde força até o animal atingir seu peso adulto (Spray e Widdowson, 1950; Tholon e Queiroz, 2009).

Segundo as recomendações da Federação Européia da Indústria Pet Food (FEDIAF, 2016), a necessidade energética durante a fase exponencial do crescimento é de 2-2,5 vezes a recomendação para animais adultos, até os 4 meses de idade e entre 1,75-2,0 vezes dos 4 aos 9 meses de idade e, durante a fase estacionária, de aproximadamente 1,5 vezes, ela vai dos 9 aos 12 meses de idade, quando os gatos atingem a idade adulta.

Por outro lado, ao invés da idade, a equação para gatos em crescimento preconizada pelo NRC (2006), considera o peso do animal atual em relação ao peso adulto como fator para a fase de crescimento. Uma vez que o principal fator destas equações é a fase do crescimento na qual o animal se encontra, o estabelecimento de uma curva de crescimento para gatos é importante, mas estes dados na literatura são escassos (Latimer e Ibsen, 1932; Hall e Pierce Jr., 1934; López et al., 2000)

Além das alterações normais das necessidades energéticas na fase de crescimento, é possível que fatores como gênero e a castração tenham influência direta nas necessidades energéticas dos animais. Com relação ao gênero, é conhecida a diferença nas necessidades energéticas entre machos e fêmeas em diversas espécies, incluindo humanos (Bell e Zucker, 1971; Harper, 1998; Helmink et al., 2000; Kienzle et

al., 2006; Bermingham et al., 2010). Porém, para gatos, não se considera o gênero nas equações de necessidade energética e também não se conhece se estas diferenças estão presentes nas fases de crescimento.

Com relação à castração, esta é uma medida necessária no controle populacional em cães e gatos, entretanto é um fator que predispõe os felinos ao sobrepeso e obesidade (Nguyen et al., 2004; Zhang et al., 2009; Alexander et al., 2011). De maneira geral, após a castração, ocorre diminuição na taxa metabólica basal, aumento da ingestão de alimentos e os animais tendem a reduzir a atividade física. Ao avaliar o efeito da castração sobre os gastos calóricos, Root et al. (1996) observaram que gatos machos e fêmeas após a cirurgia apresentam redução nas necessidades energéticas de 28% e 33%, respectivamente. Por isso, há uma procura por ingredientes e intervenções no manejo nutricional que possam controlar a ingestão sem deixar de atender às exigências nutricionais dos animais após a castração.

Uma das alternativas que tem sido estudada, tanto em animais quando em humanos, é o uso dos fitoestrógenos como moduladores da ingestão alimentar, por isso o interesse em avaliar a inclusão de isoflavona em dietas sobre as necessidades energéticas. A isoflavona é um flavonóide composto principalmente por daidzeína e genisteína, e estimula o metabolismo lipídico a partir da ação fitoestrogênica nos adipócitos e hepatócitos (Zhan e Ho, 2005), manutenção da massa óssea pós-menopausa em humanos, controle do peso corporal e redução na deposição de gordura em ratas (Kim et al., 2006). Este composto é encontrado em diversos vegetais, com potencial ação nutracêutica.

Desta forma, este estudo teve como objetivos: elaborar uma curva de crescimento para gatos visando estimar a idade em que os animais atingem o peso adulto; comparar as necessidades energéticas de gatos machos e fêmeas, durante as

fases de crescimento e adultos jovens; verificar os efeitos da castração sobre as necessidades energéticas de gatos adultos jovens; avaliar o efeito da inclusão de isoflavona em alimentos para gatos castrados sobre a ingestão de energia e a manutenção do peso após a castração.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da referida instituição com os seguintes protocolos nº 2339130714 e nº 4982281114.

Foram utilizados dados retrospectivos da ingestão de energia metabolizável (EM) de experimentos conduzidos no laboratório de nutrição e metabolismo de felinos domésticos da Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (FEI/UEM). Os gatos pertencem ao laboratório de nutrição e metabolismo de animais domésticos e são criados para fins de pesquisa.

Os dados foram coletados durante a condução de três experimentos entre os anos de 2014 e 2015, nos quais acompanhou-se a ingestão energética e peso corporal de gatos entre os cinco até 18 meses de idade.

Anteriormente ao estudo, até os cinco meses de idade, os animais foram alimentados com a mesma dieta, para gatos em crescimento. Dezoito gatos, sem raça definida, sendo sete machos e onze fêmeas, com idade inicial de cinco meses foram utilizados nestes estudos.

Experimento 1: Curva de crescimento

Para descrição da curva de crescimento, foi necessário realizar pesagens de todos os animais quinzenalmente, todas no período da tarde, desde o 5º até o 18º mês de vida. O escore corporal foi mantido nas condições ideais (escore corporal 5 ou 6, em uma escala de 9 pontos) (Laflamme, 1997).

Para a descrição da curva de crescimento foram adotadas três expressões matemáticas, baseadas na distribuição normal, sendo uma linear e duas não lineares, utilizando o R Statistical Software® (2011):

$$\text{Modelo quadrático: } peso = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon,$$

$$\text{Modelo Gaussiano: } peso = \tau + \sigma \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^2} \right) e$$

$$\text{Modelo Esférico: } peso = \tau + \sigma \left(1.5 \left(\frac{t}{\alpha} \right) - 0.5 \left(\frac{t}{\alpha} \right)^3 \right).$$

Estes modelos foram os adotados, pois, são com característica de apresentarem um patamar (platô), ou seja, apresentam ponto de intersecção no qual o alcance prático é definido como a distância na qual o valor do modelo é pelo menos 95% do patamar (Camargo, 1998). Neste ponto, será dado o nível de crescimento máximo.

Os parâmetros de crescimento utilizados foram: peso inicial, peso final e idade (taxa média de crescimento).

Para fazer a seleção do melhor modelo, dentre aqueles que foram ajustados, que explicam de maneira mais adequada a curva de crescimento, foi utilizado o critério de seleção Akaike (AIC), no qual, o modelo com menor AIC é o mais próximo de ser o correto. Este foi adotado, pois o conceito de coeficiente de determinação (R^2) não é aplicável a modelos não lineares.

Foram realizadas duas curvas de crescimento, uma para cada gênero e, através delas, foi possível observar qual a idade em que os animais atingiram a maturidade e o ponto de equilíbrio na ingestão energética.

Experimento 2: Mensuração das necessidades energéticas

Anteriormente ao estudo, até os cinco meses de idade, os animais foram alimentados com a mesma dieta, para gatos em crescimento.

Dezoito gatos, sem raça definida, sendo sete machos e onze fêmeas, com idade inicial de cinco meses, foram utilizados nestes estudos.

Os dados foram coletados durante 13 meses, compreendendo a fase de crescimento (FC) e fase adultos jovens (FA). No primeiro período, os animais foram alimentados com duas dietas durante a FC (FC-1 e FC-2, Tabela 1).

Os animais foram alimentados com a dieta FC-1 entre o 5º e 9º mês de vida e todos os animais receberam essa mesma dieta. A dieta FC-2 foi fornecida entre o período de 11 a 14 meses de vida e todos os animais receberam essa mesma dieta.

Todos os alimentos utilizados nesta pesquisa tiveram a energia metabolizável determinada por meio do método de coleta total de fezes e urina preconizado pela Association of American Food Control Officials (AAFCO, 2011). Para isto, os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais, de inox, com coletor separado para fezes e urina, com dimensões aproximadas de 0,50 m³ (0,50m x 1,0m x 1,0m) alojados individualmente.

A quantidade de alimento a ser fornecido foi calculada de acordo com a faixa etária, considerando o peso metabólico (kg^{0,67}) de cada animal, segundo as equações de exigências energéticas preconizadas pelo NRC (2006). Nas fases de crescimento (até 14 meses), a equação preconizada foi a: $NE \text{ (kcal/dia)} = 100 \times PCa^{0,67} \times 6,7 \times [e^{(-$

$0,189 \times (PCa/PCd) - 0,66]$. na qual PCa é o peso atual do gato, o PCd é o peso esperado do gato quando adulto e e é a base N do logaritmo natural.

Esta quantidade foi dividida em duas refeições diárias e as sobras eram pesadas ao final de cada período de 24h. A água foi oferecida à vontade durante todos os experimentos.

Fezes e urina foram coletadas integralmente, duas vezes ao dia, recolhendo toda a amostra. As fezes foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em congelador (-20°C). A urina foi coletada em garrafas plásticas identificados e colocadas sob o funil coletor da gaiola, contendo um mL de ácido clorídrico 1N para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias. Após cada coleta, foi realizada a mensuração do volume urinário, e, posteriormente, estas foram congeladas (-20 C) até a realização das análises laboratoriais.

As amostras foram avaliadas segundo as metodologias aprovadas pela Associação Internacional de Análises Químicas Oficiais (AOAC, 1995), quanto ao seu teor de umidade (MS) em estufa a 105°C (AOAC 934.01 adaptado) e proteína bruta (PB) (AOAC 968.06). A EB das dietas, fezes e urina, foi determinada na Universidade Estadual de Maringá, utilizando-se uma bomba calorimétrica isoperibólica (Parr Instrument Company, EUA, modelo 6200). Todas as análises laboratoriais foram conduzidas em duplicata. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da EB e a EM dos alimentos foram calculados de acordo com as equações descritas pela AAFCO (2011).

Experimento 3: Castração e uso de Isoflavona

Para este experimento, foram utilizados os mesmos dezoito gatos, sem raça definida, sendo sete machos e onze fêmeas e os animais foram castrados no 14º mês de vida.

Durante a fase adulta, os gatos foram alimentados com duas dietas, ambos para castrados, porém, em uma delas, houve a adição de isoflavona. A divisão dos grupos foi realizada de acordo com o gênero e escore corporal dos animais, sendo que, o primeiro grupo foi composto por 12 animais, sendo oito fêmeas e quatro machos, e, estes receberam a dieta controle (FA-C), um alimento comercial para gatos.

O segundo grupo (FA-ISO) continha seis gatos, três machos e três fêmeas, os quais receberam o alimento FA-C adicionado de 1% de isoflavona da soja, como dieta teste. O amido de milho foi incluído como inerte na FA-C, na mesma concentração da isoflavona.

A isoflavona utilizada foi extraída da soja e possuía 38,6% de daidzeína; 0,2% de genisteína e 41% de isoflavonas totais. Esta foi adicionada por aspersão manual no misturador após a extrusão juntamente com o óleo e palatilizante (2%). O óleo foi utilizado apenas para que a isoflavona pudesse aderir ao *kibble* da dieta. O amido foi incluído da mesma maneira.

O experimento ocorreu em duas etapas: nos primeiros 30 dias, foi fornecido a todos os animais a ração FA-C, com o objetivo de estabilizar o peso. A quantidade de alimentados foi calculada de acordo com a equação para gatos em manutenção, seguindo o recomendado pelo NRC (2006). Com intuito de manter o peso corporal e quando mudanças no peso foram identificadas, a quantidade de alimento dos animais era reajustada para manter o peso corporal sem variações maiores do que 5%. Neste período, foi adotada a seguinte equação: $EM \text{ (kcal/dia)} = 100 \times PC^{0,67}$.

A segunda fase, com duração de 60 dias, compreendeu o período de coleta de dados, sendo que, cada grupo passou a receber suas respectivas dietas, também em quantidade suficiente para manter o peso corporal. O ensaio neste período ocorreu exatamente da mesma maneira durante a fase de crescimento.

Ambos os estudos, fase de crescimento e fase adulto jovens tiveram, um delineamento em blocos casualizados (gênero e escore corporal), em um esquema de medidas repetidas no tempo.

Quanto aos resultados estatísticos, os dados foram inicialmente avaliados quanto à pressuposição de normalidade dos erros, pelo teste de Shapiro-Wilk e submetidos à análise de variância, considerando-se o gênero, a castração e suas interações, para os dados de ingestão energética antes e após a castração. Para a inclusão da isoflavona de soja à análise de variância, considerou-se o gênero, a castração e suas interações e o tempo de ingestão.

As comparações das médias foram realizadas dentro de cada etapa do processo e, entre as etapas pelo teste Tukey, sendo os dados de consumo agrupados quinzenalmente, utilizando o R Statistical Software® (2011). Quanto à análise de isoflavona, foi utilizado o software estatístico Minitab Statistical Software (2010).

Os efeitos de gênero na relação entre idade e época foram determinados para gerar mais dados sobre gatos machos e fêmeas para o uso em análises subsequentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os animais apresentaram boa saúde durante a execução de todos os experimentos, assim como tiveram níveis de consumo considerados satisfatórios durante todos os experimentos. Enquanto não estavam em período experimental, eles foram mantidos juntos em gatil coletivo, com área coberta e outra área com acesso ao solário e grama.

Experimento 1: Curva de crescimento

As curvas de crescimento estão representadas graficamente na Figura 1. Segundo o critério de seleção Akaike (AIC), o modelo que melhor representa a curva de

crescimento tanto para machos quanto para fêmeas, é o modelo da Equação de segundo grau, (AIC para machos 10,29 e para fêmeas 20,81). As equações que descrevem tais modelos estão mostradas abaixo, sendo t o período de tempo em meses:

Machos:

$$\text{Modelo de segundo grau: peso} = 0,225 + 0,486t - 0,013 t^2 + \varepsilon$$

$$\text{Modelo Gaussiano: peso} = 1,46 + 2,47 [1 - e^{-t/7,85}]^2 + \varepsilon$$

$$\text{Modelo Esférico: peso} = 0,93 + 2,99 [1,5 (t/15,72) - 0,5 (t/15,72)^3] + \varepsilon$$

Fêmeas:

$$\text{Modelo de segundo grau: peso} = 0,93 + 0,28t - 0,008 t^2 + \varepsilon$$

$$\text{Modelo Gaussiano: peso} = 1,81 + 2,03 [1 - e^{-t/6,77}]^2 + \varepsilon$$

$$\text{Modelo Esférico: peso} = 0,65 + 2,53 [1,5 (t/12,96) - 0,5 (t/12,96)^3] + \varepsilon$$

Apesar do melhor ajuste para o modelo de segundo grau, biologicamente este modelo não representa a realidade, pois caracteriza-se por apresentar uma curva com uma região descendente semelhante à região ascendente verificada no crescimento.

No caso de uma extrapolação dos dados por esse modelo, aos três anos (36 meses), o peso dos animais seria 0,64 kg para fêmeas e 0,87 kg para machos, ou seja, biologicamente incompatível. Por esta razão, optou-se por adotar o segundo modelo, que através do critério AIC, foi o modelo esférico.

O modelo esférico constitui-se no ajuste mais comum da Geoestatística. Ele permite visualizar a natureza da variação espacial das variáveis estudadas, explicando o comportamento de dependência espacial. A diferença entre o modelo esférico dos demais é que o esférico atinge o patamar no valor do alcance (distância a partir da qual as amostras passam a não possuir correlação espacial e a partir desse ponto tornam-se

constantes), enquanto que os outros modelos atingem o patamar apenas assintoticamente, o que não garante que o valor encontrado seja exatamente aquele que melhor expressa as variáveis estudadas (Nikkel 2014; Seidel e Oliveira, 2014).

O peso inicial estimado para machos foi de 1,52 kg, enquanto que, para fêmeas, foi de 1,13 kg. Por este modelo, foi possível estimar que os machos apresentam o crescimento estabilizado aos 15,7 meses, pesando 3,92 kg, enquanto as fêmeas atingem a maturidade mais cedo aos 12,9 meses, pesando 3,18 kg, como pode ser observado na Figura 1. Uma vez que os gatos deste estudo são relativamente pequenos e estes dados dificultarão a extrapolação para o crescimento de gatos maiores, os dados foram transformados para percentual do peso adulto baseando-se nos resultados da equação pelo modelo esférico e a Tabela 2 representa a curva de crescimento dos animais em porcentagem do peso atual, em relação ao peso final adulto.

São poucos os relatos na literatura sobre curva de crescimento em animais de companhia. Esta informação é de relevância prática, uma vez que muitos gatos não apresentam raça definida ou são mestiços e, desta forma, a utilização deste modelo desenvolvido irá possibilitar a estimativa do peso adulto do animal a partir do peso atual de um filhote que não atenda a padrões raciais. Hall e Pierce Jr. (1934) avaliaram o crescimento de 70 gatos do 15º ao 35º dia de vida e verificaram uma curva de crescimento linear nesta fase. Após este período, o crescimento tende a ser mais acentuado. A curva de crescimento é influenciada por muitos fatores, dentre eles as características herdadas como o peso da mãe, o número de filhotes na ninhada e o peso ao nascer, mas também fatores ambientais, quais sejam nutrição, sanidade e atividade do animal.

Neste estudo foram elaboradas curvas de crescimento para machos e fêmeas, uma vez que foi evidente a diferença no peso dos animais em função do gênero desde as

fases intermediárias do crescimento. Nas primeiras oito semanas de vida, não ocorre diferenciação sexual de crescimento, porém, após este período, os machos passam a crescer mais que as fêmeas. A curva de crescimento das fêmeas apresenta um padrão mais uniforme, com menor efeito de indivíduo, conforme relatado por um antigo estudo conduzido por Latimer e Ibsen (1932). Isso também foi observado neste trabalho. Ambos os sexos apresentam um crescimento exponencial nos primeiros meses, porém os machos com uma amplitude de dados maior que as fêmeas.

Atualmente, na prática, considera-se que gatos de porte pequeno atingem a idade adulta aos 12 meses (NRC, 2006). No entanto, neste estudo foi evidenciado que esta informação é válida para fêmeas, enquanto os machos nesta fase estavam apresentando 94% do peso adulto, o qual foi estabilizado mais tardiamente, demonstrando diferenças na estabilidade do peso adulto de acordo com o gênero. Esta informação é relevante, pois permite conhecer o momento em que o animal atinge um platô de crescimento, ou seja, entram na fase de manutenção do peso.

O efeito gênero também foi observado por Allard et al. (1988), que, comparando curvas de crescimento de cães das raças Spaniel bretão, Beagles e Labrador retriever, o peso médio adulto do Labrador foi estimado em 25 kg para as fêmeas e 30 kg para machos e a duração do crescimento dos machos Labrador retrievers foi de cerca de 44 semanas ou 11 meses. Esses dados também corroboram os encontrados por Helmink et al. (2000), no qual os machos apresentam o ponto de inflexão mais tarde que as fêmeas, porém em questão de dias, e os machos também eram mais pesados que as fêmeas neste período.

Dados como este são importantes, pois através deles é possível calcular as necessidades nutricionais em cada fase de vida, monitorar a saúde dos gatos, desenvolver protocolos de manutenção do peso ideal, perda ou ganho de peso e

identificar o momento ideal para mudanças de manejo, além de observar a diferença morfológica entre os machos e fêmeas.

Experimento 2: Mensuração das necessidades energéticas

Os coeficientes de digestibilidade aparente das dietas durante o crescimento FC-1, FC-2 e durante a fase adulta (FA-C) foram, respectivamente, 82,75; 80,55 e 78,87% para a MS; 86,31; 85,66 e 86,16% para PB e a EM foi de 3848, 3934 e 3805. A ingestão energética dos animais foi satisfatória durante todo o estudo e o escore corporal foi mantido dentro do ideal para todos os animais. A composição bromatológica das dietas está representada na Tabela 1.

Para determinação de um nível adequado de ingestão energética durante o crescimento, foi gerado um modelo não linear com decaimento exponencial representado por: $EM(kg) = \lambda \cdot e^{-\alpha \cdot t}$.

Utilizando o mesmo peso metabólico preconizado pelo NRC ($kg^{0,67}$) para gatos na condição corporal ideal, a necessidade energética dos gatos em crescimento reduziu-se com o avanço da idade (Tabela 2). Machos e fêmeas apresentaram diferenças na necessidade energética em todas as fases, evidenciando a necessidade do tratamento, diferenciado dos cálculos para necessidades energéticas de acordo com o gênero. A necessidade energética dos gatos fêmeas e machos, estão representadas nas Figuras 2 e 3 respectivamente.

De maneira geral, as fêmeas apresentam uma menor necessidade energética que os machos. Para descrição das exigências, foram utilizados os seguintes modelos para machos: $EM/kg = 176,27 \cdot e^{(-0,037 \cdot t)}$ e para fêmea $EM/kg = 166,86 \cdot e^{(-0,044 \cdot t)}$.

O FEDIAF (2016) recomenda os seguintes fatores para gatos dos 4-9 meses e dos 9-12 meses, respectivamente: 1,75-2,0 vezes a necessidade energética de manutenção (NEM) e 1,5 vezes a NEM. Os dados do presente estudo, se aplicados nas equações

sugeridas, correspondem à apenas 52,1% superior à NEM aos 4 meses de idade para machos e a 39,7% superior a NEM para fêmeas também nesta idade. Aos 9 meses de idade, as necessidades energéticas de machos e fêmeas foram apenas 26,4% e 11,9% superior a NEM, respectivamente. Estes dados são divergentes dos recomendados pelo FEDIAF. No entanto, se aplicado na equação sugerida pelo NRC (2006) e utilizando os dados reais de consumo energético deste estudo, aos 5, 9 e 12 meses de idade, os gatos machos e fêmeas deveriam ingerir respectivamente 258, 269 e 266 kcal/dia, segundo o NRC, enquanto que, na realidade, consumiram 235, 247 e 229 kcal/dia, ou seja, estes valores foram próximos dos preditos neste experimento.

A ingestão energética de gatos do trabalho de Wichert et al. (2012) foi muito similar ao encontrado neste trabalho, para a mesma idade, 1,3 anos, sendo que os animais consumiram em média $EM \text{ kcal} = 101,29 \text{ kcal/kg}^{0,67}$.

Wichert et al. (2007) consideraram que a necessidade energética de gatas com 1,5 anos foi 87,3 kcal/EM/kg PC/dia, um pouco acima das necessidade encontrada neste trabalho, pois se considerarmos gatas com essa mesma idade teríamos uma necessidade de 75,1 kcal/kg^{0,67}. No entanto, as gatas utilizadas no estudo citado não eram castradas e esta pode ser a provável explicação para tais diferenças.

Experimento 3: Castração e uso de Isoflavona

Comparando os dados de ingestão de $EM/\text{kg}^{0,67}$ antes e depois da castração, para machos e fêmeas, podemos verificar que houve diferença significativa ($P < 0,05$), de acordo com a Tabela 3.

As diferenças observadas foram: antes da castração (60 dias antes da cirurgia) os animais ingeriram em média 103,4 (DP 15,1) kcal/kg^{0,67} e após 84,91 (DP 14,73) $EM/\text{kg}^{0,67}$, o que representa uma redução de 17,8% na ingestão. Quando levamos em

consideração a ingestão por sexo, os machos ingeriram em média 116,43 (DP 11,72) EM/kg^{0,67} e 98,65 (DP 9,53) EM/kg^{0,67}, antes e pós castração respectivamente, o que representa uma redução de 15,28% na ingestão, enquanto que as fêmeas 95,12 (DP 10,40) EM/kg^{0,67} e 76,16 (DP 9,99) EM/kg^{0,67}, antes e após a castração respectivamente, 19,93% menos de ingestão, ou seja: as fêmeas precisam de menos energia que os machos após a castração. Esses dados estão agrupados na Tabela 3. Os machos ingeriram significativamente mais energia que as fêmeas, cerca de 23% ($P < 0,0001$), na fase pós cirurgia.

A castração também afetou o peso corporal ($P < 0,05$), os animais apresentaram ganho de peso, sendo este mais acentuado nos machos. Durante todo o experimento, a quantidade de alimento foi calculada com base no peso dos animais, então o ganho de peso inicialmente não se deve à maior ingestão, até mesmo porque a ingestão de MS diminuiu. Isso comprova que nos gatos, após castração, o ganho de peso está relacionado a fatores fisiológicos. O consumo de MS de machos foi 32,5% maior que nas fêmeas após a cirurgia, porém, se comparar a ingestão por fases pré e pós castração, a IMS caiu em 11% para machos e 18% para fêmeas na segunda fase.

O requerimento médio de energia de gatos adultos para Kienzle et al. (2006) foi de 60 kcal de EM/kg PC, eles também observaram que quando mais pesado os animais, menor foi a exigência. Estes autores também analisaram a diferença entre animais inteiros e castrados, e, assim, como o presente trabalho, observaram que gatos machos intactos apresentaram maiores requerimentos de EM/kg PC^{0,4} do que gatos machos castrados. Fêmeas castradas tinham necessidades energéticas mais baixas do que os gatos machos castrados.

A castração, além de reduzir o gasto energético dos animais, proporciona maior consumo de energia, provavelmente devido à maior sensação de fome, quando os animais são submetidos à alimentação *ad libitum* (Wei et al., 2014).

O fato é que ainda não se conhece os mecanismos exatos pelos quais os animais tendem ao sobrepeso após a castração e aumento da ingestão. Isso pode estar relacionado a um menor gasto energético, como observado por Root et al. (1996) que verificaram menores gastos energéticos dos animais após a castração. Por outro lado, Wei et al. (2014) verificaram que nos animais castrados, o gasto energético não foi reduzido logo após a castração. Outro fato que relaciona esse ganho de peso é a perda na capacidade regulatória do apetite. A consequência disso é aumento no consumo de ração, levando ao acúmulo de gordura corporal e ganho de peso, ficando este ponto ainda a ser esclarecido (Kanchuck et al., 2003).

No presente estudo, foi fornecido aos gatos isoflavona por um período de 60 dias. Neste tempo, foi possível observar que a inclusão deste aditivo na dieta promoveu um efeito significativo ($P= 0,06$), para o consumo de MS e EM, representadas na Tabela 4. Apesar deste grupo de animais ter ingerido maior EM, esta maior ingestão não foi acompanhada de ganho de peso e este fato é importante para o uso deste alimento em dietas nas quais se busca maior estímulo de saciedade ou efeito termogênico.

Zhang et al. (2009), observaram que o grupo que consumiu a concentração de 1500 mg de isoflavona teve uma redução de 18,5% na ingestão da dieta. Os animais também ganharam peso mas, com redução na camada de gordura, quando comparado aos demais animais.

Houve redução de peso e de consumo da dieta em ratas que consumiram genisteína durante 22 dias, ou seja, afirmando que o efeito pode ser observado em curto

prazo. Também ocorreu redução percentual no tecido adiposo o que comprova o uso da isoflavona (Kim et al., 2006).

Apesar de todos os grupos de ratas terem ganhado peso após a castração, essa diferença não foi significativa, e o consumo de isoflavona quando associado à prática de atividade física, fez com que as ratas tivessem redução na camada de gordura e aumento da massa magra (Wu et al., 2004).

A aplicação subcutânea de estradiol e genisteína reduziram significativamente a ingestão de alimentos, tanto em gatos quanto nas gatas castradas, sendo que os gatos aumentaram sua ingestão nos primeiros 14 dias pós castração e as fêmeas após 20 dias de castração. Depois da castração, as gatas aumentaram de 4,3 para 4,8 kg ($p=0,005$), enquanto que os machos aumentaram de 4,5 para 5,1 kg (Cave et al., 2007).

Esses dados permitem dizer que a isoflavona possui um efeito satisfatório no controle de peso, fato importante quando se considera gatos pós-castração, que possuem uma tendência a ganhar peso.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste estudo, pode-se concluir que:

- Gatos machos e fêmeas atingem o peso adulto em diferentes idades, sendo machos aos 15,7 meses de idade e fêmeas aos 12,9 meses.

- Gatos em fase de crescimento apresentam diferentes necessidades energéticas de acordo com o gênero, sendo maiores para machos.

- A castração reduz as necessidades energéticas de machos e fêmeas para, respectivamente, 98,65 e 76,16 kcal/kg^{0,67}/dia em animais adultos jovens, resultados inferiores aos recomendados pelas tabelas nutricionais atuais.

- A isoflavona proporciona maior ingestão energética em gatos castrados sem o concomitante ganho de peso durante 60 dias.

CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

AAFCO - Association of American Food Control Officials. 2011: Dog and cat food substantiation methods. Official Publication of the Association of American Feed Control Officials Incorporated, Oxford, USA.

Allard, R. L.; Douglass, G. M.; Kerr, W. W., 1988: The effects of breed and sex on dog growth. *Companion Animal Practice* **2**, 15–19.

Alexander, L. G.; Salt, C.; Thomas, G.; Butterwick, R., 2011: Effects of neutering on food intake, body weight and body composition in growing female kittens. *British Journal of Nutrition* **106**, 19–23.

AOAC-Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1995. Official Analytical Chemists, 16th ed., Washington, DC.

Bell, D.D.; Zucker, I., 1971: Sex Differences in body weight and eating: organization and activation by gonadal hormones in the rat. *Physiology and Behavior* **7**, 27-34.

Birmingham, E. N.; Thomas, D. G.; Morris, P. J.; Hawthorne, A. J., 2010 : Energy requirements of adult cats. *British Journal of Nutrition* **103**, 1083–1093.

Camargo, E. C. G. 1998: Geoestatística: fundamentos e aplicações. Geoprocessamento para projetos ambientais. *INPE São José dos Campos*, 5-36.

Cave, N. J.; Backus, R. C.; Marks, S. L.; Klasing, K. C., 2007: Oestradiol and genistein reduce food intake in male and female overweight cats after gonadectomy. *New Zealand Veterinary Journal* **3**, 113-119.

FEDIAF- Federação Europeia da Indústria de alimentos para pet food. 2016: Nutritional guidelines - For complete and complementary pet food for cats and dogs. Disponível em: < <http://www.fediaf.org/self-regulation/nutrition/>>.

Hall, V. E.; Pierce JR, G. N., 1934: Litter size, birth weight and growth to weaning in the cat. *The Anatomical Record* **1**, 111-124.

Harper, E. J., 1998: Changing perspectives on aging and energy requirements: aging, body weight and body composition in humans, dogs and cats. *The Journal of Nutrition* **12**, 2627-2631.

Helmink, S. K.; Shanks, R. D.; Leighton, E. A., 2000: Breed and sex differences in growth curves for two breeds of dog guides. *Journal of Animal Science* **78**, 27–32.

Kanchuk, M. L.; Backus, R. C.; Calvert, C. C.; Morris, J. G.; Rogers, Q. R., 2003: Weight gain in gonadectomized normal and lipoprotein lipase-deficient male domestic cats results from increased food intake and not decreased energy expenditure. *The Journal of Nutrition* **6**, 1866–1874.

Kienzle, E.; Edtstadtler-Pietsch, G.; Rudnick, R., 2006: Retrospective study on the energy requirements of adult colony cats. *The Journal of nutrition* **136**, 1973–1975.

Kim, H. K.; Nelson, C. D.; Della-Fera, M. A.; Yang, J. Y.; Zhang, W.; Duan, J.; Hartzell, D.L.; Hamrick, M.W. ;Baile, C. A., 2006: Genistein decreases food intake, body weight, and fat pad weight and causes adipose tissue apoptosis in ovariectomized female mice. *The Journal of Nutrition* **136**, 409–414.

Laflamme, D.P. 1997: Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Practice, Ralston Purina Company* **22**, 10-15.

Latimer, H. B.; Ibsen, H. L., 1932 :The postnatal growth in body weight of the cat. *The Anatomical Record* **1**, 1-5.

López, S.; France, J.; Gerrits, W. J. J.; Dhanoa, M. S.; Humphries, D. J.; Dijkstra, J. 2000: A generalized Michaelis-Menten equation for the analysis of growth. *Journal Animal Science* **78**, 1816–1828.

Minitab Inc. Statistical Software Data Analysis Software, version 14. 2010.

Nikkel, M., 2014: Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e matéria orgânica entre dois pivôs centrais. Dissertação -Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins.

Nguyen, P. G.; Dumon, H. J.; Siliart, B. S.; Martin, L. J.; Sergheraert, R.; Biourge, V. C., 2004. Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. *American Journal of Veterinary Research* **12**, 1708-1713.

NRC - National Research Council, 2006: Nutrient Requirements of Dogs and Cats. The National Academy Press, Washington, USA.

R Development Core Team R. 2011. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Austria.

Root, M. V.; Johnston, S. D.; Olson, P. N., 1996: The effect of prepuberal and postpuberal gonadectomy on radial physeal closure in male and female domestic cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound* **1**, 42-47.

Seidel, E. J.; Oliveira, M. S., 2014: Novo índice geoestatístico para a mensuração da dependência espacial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **38**, 699-705.

Spray, C. M.; Widdowson, E. M., 1950: The effect of growth and development on the composition of mammals. *British Journal of Nutrition* **4**, 332-353.

Tholon, P.; Queiroz, S. A., 2009: Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicados ao melhoramento genético animal. *Ciência Rural* **7**, 2261-2269.

Zhan, S.; Ho, S.C., 2005: Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *The American Journal of Clinical Nutrition* **81**, 397-408.

Zhang, Y.; Na, X.; Zhang, Y. ; Li, L.; Zhao, X.; Cui, H., 2009: Isoflavone reduces body weight by decreasing food intake in ovariectomized rats. *Annals of Nutrition and Metabolism* **54**, 163–170.

Wei, A.; Fascetti, A. J.; Kim, K.; Lee, A.; Graham, J. L.; Havel, P. J.; Ramsey, J. J., 2014. Early effects of neutering on energy expenditure in adult male cats. *PLOS ONE* **9**, 1-8.

Wichert, B.; Muller, L.; Gebert, S.; Wenk, C.; Wanner, M., 2007: Additional data on energy requirements of young adult cats measured by indirect calorimetry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **91**, 278–281.

Wichert, B.; Trossen, J.; Uebelhart, D.; Wanner, M.; Hartnack, S., 2012: Energy requirement and food intake behaviour in young adult intactmale cats with and without predisposition to overweight. *The Scientific World Journal* 1-6.

Wu, J.; Wang, X.; Chiba, H.; Higuchi, M.; Nakatani, T.; Ezaki, O.; Cui, H.; Yamada, K.; Ishimi, Y., 2004: Combined intervention of soy isoflavone and moderate exercise prevents body fat elevation and bone loss in ovariectomized mice. *Metabolism* **7**, 942-948.

ANEXO 1. TABELAS DO APENDICE

Tabela 1. Composição química analisada das dietas experimentais fase de crescimento 1 e 2 (FC-1 e FC-2) e fase adulta controle (FA-C) (dados na matéria seca) fornecida aos animais durante os três períodos.

Nutrientes	FC-1	FC-2	FA-C
PB (g/kg)	34,3	35,5	38,6
EEHA (g/kg)	10,7	10,7	13,1
ENN (g/kg)	47,0	48,2	41,8
FB (g/kg)	0,3	1,7	1,5
MM (g/kg)	9,1	7,4	6,8
EB (kcal)	4550	4631	4966

Tabela 2. Correspondência entre o peso estimado dos gatos em crescimento, percentual do peso adulto e necessidades energéticas.

Idade (meses)	Peso estimado*		% Peso adulto		Ingestão EM (kcal/kg ^{0,67}) †	
	machos	fêmea	macho	fêmea	macho	fêmea
2	1,5	1,2	38	39	164	153
3	1,8	1,5	45	48	158	146
4	2,0	1,8	52	56	152	140
5	2,3	2,0	59	64	147	134
6	2,5	2,3	65	72	141	128
7	2,8	2,5	71	79	136	123
8	3,0	2,7	77	85	131	117
9	3,2	2,9	82	90	126	112
10	3,4	3,0	87	94	122	107
11	3,5	3,1	91	97	117	103
12	3,7	3,2	94	99	113	98
13	3,8	3,2	97	100	109	94
14	3,8		99		105	
15	3,9		100		101	
15,7	3,9		100		99	

*O peso estimado foi calculado através das equações peso = $0,93+2,99 \cdot 1,5 \cdot (t/15,72) - 0,5 \cdot (t/15,72)^3 + \varepsilon$ para machos e peso = $0,65+2,53 \cdot 1,5 \cdot (t/12,96) - 0,5 \cdot (t/12,96)^3 + \varepsilon$ para fêmeas.

† A exigência foi calculada através das equações $EM/kg = 176,27 \cdot e^{(-0,037 \cdot t)}$ e para fêmea $EM/kg = 166,86 \cdot e^{(-0,044 \cdot t)}$.

Tabela 3: Consumo de matéria seca (MS), energia metabolizável (EM) e o peso de gatos machos e fêmeas antes (50-58 semanas de idade) e após (69-77 semanas de idade) a castração.

Consumo de Matéria Seca (g/dia) †				
	Pré-castração	Pós castração	Média	P valor
Macho	70,96 ± 15,4	62,68 ± 14,3	66,8 ^a	0,01
Fêmea	51,90 ± 9,7	42,15 ± 6,4	47,0 ^b	
média	61,4 ^B	52,4 ^A		
Consumo de Energia Metabolizável (EM/kg^{0,67}) †				
Macho	116,43 ± 18,8	98,65 ± 15,3	107,5 ^a	0,01
Fêmea	95,12 ± 13,3	76,16 ± 12,8	85,6 ^b	
Média	105,8 ^B	87,4 ^A		
Peso†				
Macho	3,66 ± 0,8	3,98 ± 1,0	3,8 ^a	0,01
Fêmea	3,10 ± 0,5	3,25 ± 0,5	3,2 ^b	
Média	3,4 ^B	3,6 ^A		

*Os dados são expressos em média ± DP. Linhas e colunas com letras diferentes, diferem entre si significativamente (P < 0,05).

†Nos períodos antes e após a castração, os animais foram alimentados com quantidade de alimento para manter o peso corporal constante.

Tabela 4: Consumo de Energia Metabolizável e o peso dos gatos alimentados com a dieta para fase adulta controle (FA-C) ou suplementada com 1% de isoflavona (FA-ISO).

Consumo de Energia Metabolizável (EM/kg^{0,67}/dia)*						
	1-15 dias	16-30 dias	31-45 dias	46-60 dias	Média	P-valor
FA-C	83,32 ± 34,6	85,36 ± 41,4	85,73 ± 43,6	80,63 ± 33,9	82,8 ^b	0,06
FA- ISO	91,43 ± 28,6	91,44 ± 29,1	88,32 ± 24,6	88,44 ± 22,8	89,1 ^a	
Média	87,3	88,4	87,0	84,5		
Peso (kg)*						
FA- C	3,44 ± 1,0	3,44 ± 1,1	3,46 ± 1,1	3,48 ± 1,2	3,4	0,12
FA- ISO	3,64 ± 1,80	3,67 ± 1,8	3,69 ± 1,8	3,71 ± 1,8	3,6	

*Os dados são expressos em média ± DP. Linhas com letras diferentes, diferem entre si significativamente (P < 0,05).

ANEXO 2. FIGURAS DO APENDICE.

Figura 1. Representação gráfica da curva de crescimento de gatos machos e fêmeas, em meses de idade.

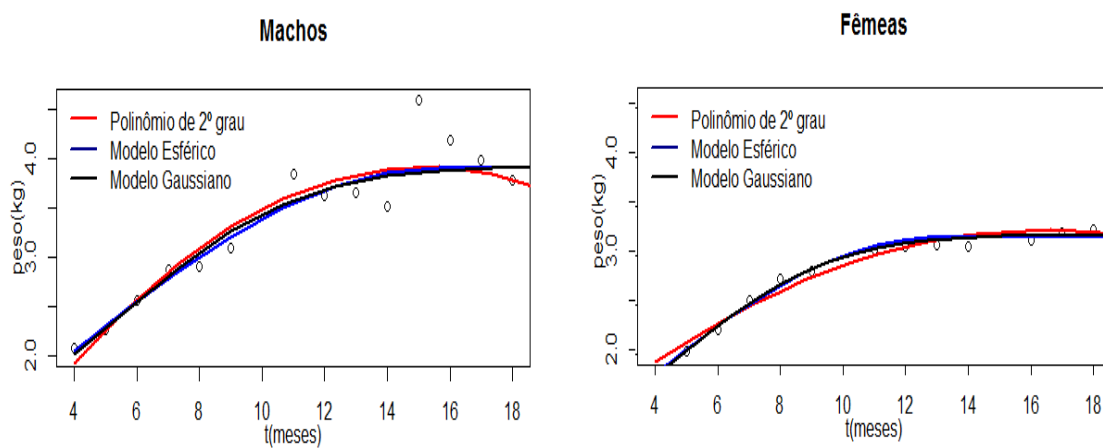


Figura 2. Necessidade energética de gatas em crescimento.

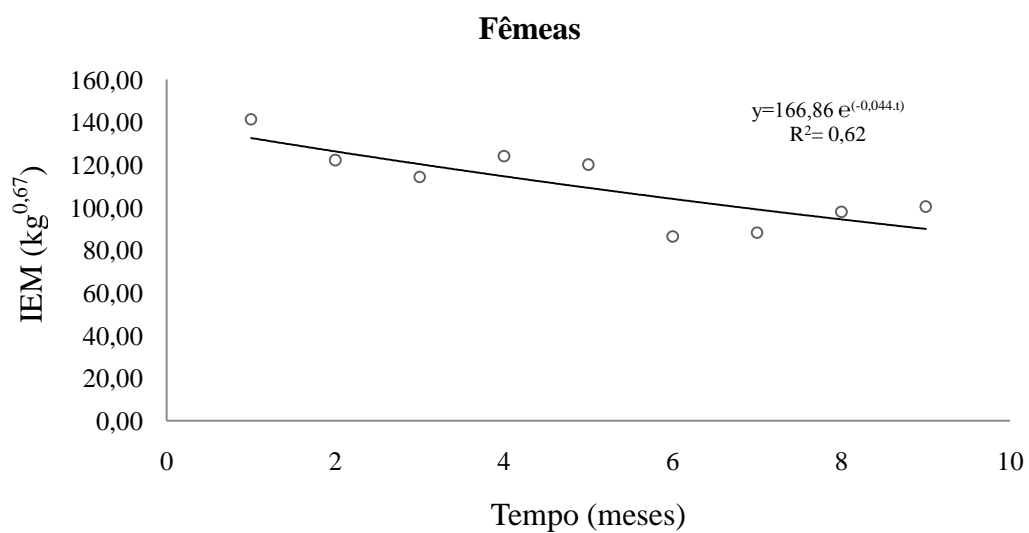


Figura 3. Necessidade energética de gatos em crescimento.

