

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

GANHO GENÉTICO REALIZADO PARA PESO CORPORAL EM *ESCARGOTS*
(*Cornu aspersum maximum*) CRIADOS SOB CONFINAMENTO TOTAL

São João Del Rei
Dezembro de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES

CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

GANHO GENÉTICO REALIZADO PARA PESO CORPORAL EM *ESCARGOTS*
(*Cornu aspersum maximum*) CRIADOS SOB CONFINAMENTO TOTAL

Rui Macieira Figueiredo Silva

GANHO GENÉTICO REALIZADO PARA PESO CORPORAL EM *ESCARGOTS*
(*Cornu aspersum maximum*) CRIADOS SOB CONFINAMENTO TOTAL

RUI MACIEIRA FIGUEIREDO SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal de São João Del Rei - *Campus* Tancredo de Almeida Neves, como parte das exigências para a obtenção do diploma de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: _____(UFSJ/CTAN)

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F475g Figueiredo, Rui Macieira .
GANHO GENÉTICO REALIZADO PARA PESO CORPORAL EM
ESCARGOTS (Cornu aspersum maximum) CRIADOS SOB
CONFINAMENTO TOTAL / Rui Macieira Figueiredo ;
orientadora Leila de Genova Gaya. -- São João del
Rei, 2019.
41 p.

Trabalho de Conclusão (Graduação - Zootecnia) --
Universidade Federal de São João del-Rei, 2019.

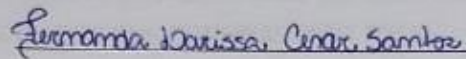
1. helicicultura. 2. melhoramento genético
animal. 3. progresso genético. 4. gros-gris. 5.
caracóis. I. Gaya, Leila de Genova, orient. II. Título.

Rui Macieira Figueiredo Silva

GANHO GENÉTICO REALIZADO PARA PESO CORPORAL EM *ESCARGOTS*
(*Cornu aspersum maximum*) CRIADOS SOB CONFINAMENTO TOTAL.

Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em: 11 / 12 / 2019

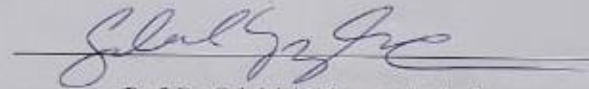
Comissão Examinadora:



Fernanda Larissa Cesar Santos

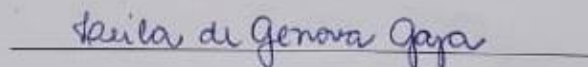
Mestranda

Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. Gabriel de Menezes Yazbeck

Universidade Federal de São João del-Rei



Prof. Dr. Leila de Genova Gaya

Universidade Federal de São João del-Rei

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo avaliar o ganho genético realizado para peso corporal aos 60, 90 e 120 dias de idade, em duas linhagens de escargots da subespécie *Cornu aspersum maximum*. Bem como comparar o ganho genético realizado com o ganho genético esperado para as mesmas variáveis, propor recomendações sobre a estrutura de coleta de dados e estratégias no protocolo de seleção aplicado nessas populações. Os dados foram coletados no setor de Helicicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei, onde os animais foram mantidos em sistema de confinamento total. As características avaliadas foram peso corporal individual aos 60, 90 e 120 dias de idade. A base de dados se dividiu em duas linhagens da subespécie *Cornu aspersum maximum*, foram utilizadas no estudo duas gerações de seleção para a linhagem 1 e uma geração de seleção para a linhagem 2. Por meio da equação do progresso genético foi possível a obtenção dos ganhos genéticos esperados, que comparados com os ganhos genéticos realizados, elucidaram que o protocolo de manejo utilizado na segunda parte do experimento deve ser mantido durante as próximas gerações das duas linhagens. Recomenda-se a continuação das coletas de dados, para aumento da robustez da base de dados, além do acompanhamento do progresso genético para possível tomadas de decisões.

Palavras chave: helicicultura, melhoramento genético animal, progresso genético, gros-gris, caracóis

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the genetic gain of body weight at 60, 90 and 120 days of age, in two lineages of escargots of the subspecies *Cornu aspersum maximum*. As well as to compare the obtained genetic gain with the expected of for the same variables, and propose recommendations on data collection structure and strategies for the selection protocol applied in these farming.

Data were collected from the Heliciculture study sector, a part of the Department of Zootecnia at Federal University of São João del Rei, where the animals were kept in a total confinement system,.the characteristics evaluated were: individual body weight at 60, 90 and 120 days of age. The database was divided into two parentage of the *Cornu aspersum maximum* subspecies. Two generation selection were used in the study for the lineage 1 and one generation for the lineage 2. Through the equation of genetic progress, it was possible to obtain the expected genetic gains, which compared to the genetic gains achieved, elucidated that the management protocol used in the second part of the experiment should be maintained during the next generations of the two lineages. Continuity data collection is recommended in order to increase database robustness alongside with the genetic progress tracking for possible decision making.

Keywords: Animal genetic gain, genetic progress, gros-gris, heliciculture, snails.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ambiente interno do Setor de Helicicultura da UFSJ.....	15
Figura 2	Caixa pré-manejo.....	16
Figura 3	Caixa pós-manejo.....	16
Figura 4	Pesagem individual.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Número de observações (N), média (M), desvio padrão (DP), mínimo (MIN) e máximo (MAX) das características analisadas na linhagem 1.....	18
Tabela 2 -	Número de observações (N), média (M), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo (MIN) e máximo (MAX) das características analisadas na linhagem 2.....	19
Tabela 3 -	Ganho genético esperado e ganho genético realizado para a primeira geração de seleção, avaliada na linhagem 1.....	19
Tabela 4 -	Ganho genético esperado e ganho genético realizado para a segunda geração de seleção, avaliada na linhagem 1.....	20
Tabela 5 -	Ganho genético esperado e ganho genético realizado para a primeira geração de seleção, avaliada na linhagem 2.....	21

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

$\Delta\text{Ge}/\text{DIA}$	Ganho genético esperado diário
$\Delta\text{Ge}/\text{ANO}$	Ganho genético esperado anual
$\Delta\text{Ge}/\text{Ger}$	Ganho genético esperado
$\Delta\text{G real}/\text{Ger}$	Ganho genético real
G	Gramas
P60	Peso corporal aos 60 dias de idade
P90	Peso corporal aos 90 dias de idade
P120	Peso corporal aos 120 dias de idade

LISTA DE SÍMBOLOS

°C Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Aspectos gerais da Helicicultura	2
2.2 Histórico e Biologia	3
2.3 Sistemas de produção zootécnica de <i>escargots</i>	6
2.4 Melhoramento animal e ganho genético.....	8
2.5 Equação do ganho genético.....	9
2.5.1 Diferencial de seleção.....	11
2.5.2 Desvio padrão fenotípico.....	11
2.5.3 Intensidade de seleção.....	12
2.5.4 Herdabilidade.....	12
2.5.5 Intervalo de gerações.....	13
3 OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivos específicos.....	14
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 Origem dos dados.....	14
4.2 Ganho genético esperado.....	17
4.3 Ganho genético realizado.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6 CONCLUSÃO.....	22
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

O caracol de jardim, *Cornu aspersum maximum* ou escargot é um invertebrado da família Helicidae muito consumido em países da Europa, principalmente na França. No Brasil, devido aos preços elevados, pouca disponibilidade no mercado e também por atender um nicho muito específico de consumidor, a carne de escargot acaba sendo muito pouco consumida. Contudo, com o avanço das ferramentas de comunicação e o estímulo midiático, a busca por experiências diferentes na gastronomia passaram a ser mais corriqueiras. Por ser um alimento de requinte, o *escargot* passa, portanto, a ser procurado com maior frequência pelos consumidores, aumentando consideravelmente o seu potencial de mercado.

A produção desse invertebrado exige pouco espaço e um investimento modesto para aquisição inicial das matrizes. Entretanto, o conhecimento sobre os aspectos zootécnicos da espécie é escasso, sendo que esses animais possuem características biológicas peculiares, fragilidade do animal, produtividade relativamente baixa e alta sensibilidade a variações termohigrométricas. O peso ideal para comércio dos escargots varia de 13 a 16 gramas por animal e para alcançar essa média de peso dependerá do sistema de criação adotado, destacando que quanto maior tempo para alcançar essa média de peso, maiores serão os custos na produção. Nesse sentido se faz necessário a utilização de ferramentas para que a produção desses animais seja mais eficiente possível, e que os mesmos alcancem os pesos para comercialização de forma mais rápida.

Entre as ferramentas que podem auxiliar o aumento dos ganhos de peso de uma atividade zootécnica, o melhoramento genético está entre as mais utilizadas. Sabe-se que em escargots já se utiliza a seleção fenotípica para aumentar os ganhos de produção, contudo essa seleção é realizada empiricamente, sendo desprovida dos valores genéticos

reais para as características de interesse. Percebe-se, portanto, a necessidade de realizar uma seleção fenotípica mais criteriosa, que consiga estimar os componentes de variância das características de interesse.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da Helicicultura

A helicicultura, que consiste na cultura de caracóis (*escargots*) da subespécie *Cornu aspersum maximum*, antigamente denominada *Helix aspersa maximum*, é considerada uma cultura zootécnica não convencional (Hayashi et al., 2004). O *escargot* é um animal invertebrado muito consumido na culinária do continente europeu, sendo símbolo da gastronomia francesa e considerado iguaria em países da Europa. Nos anos de 2010 e 2011, registou-se um consumo de cerca de 400 mil toneladas de caracóis (representando 10 bilhões de euros em negócio), dos quais apenas 55 mil toneladas foram produzidas em helicicultura (Toader, 2012; Krsnik, 2017). Os principais países consumidores e importadores desse produto são França, Itália e Espanha e os principais exportadores são Iugoslávia, Turquia e Marrocos (Martínez et al., 2013).

Para a produção animal, em geral, é necessária uma série de investimentos, porém, em *escargots* há menos exigência financeira do produtor (Palhares et al., 2004). Entretanto, para Hanssen (1989), o investimento em conhecimento deve ser amplo, exigindo-se domínio da biologia da espécie criada, sendo um dos maiores empecilhos o oferecimento de *escargots* de qualidade, com peso ideal e em quantidade expressiva para o mercado.

No Brasil, o consumo do invertebrado tem sido baixo devido à falta de informações sobre a qualidade e propriedades dessa carne (Pacheco e Martins, 1998), e o

alto preço do produto (Mendes et al., 2012), sendo os moluscos marinhos os mais apreciados, provavelmente por serem mais conhecidos e pesquisados (Barboza et al., 2005). Com o passar dos anos, novas informações relacionadas às características da carne do *escargot*, como alto valor proteico e baixo teor gordura (Aragón et al., 2016), podem ter corroborado para uma maior valorização da sua carne, tornando a atividade ainda mais promissora e aumentando demanda. Outro fator que pode estar relacionado a esse aumento é o estímulo midiático e a crescente procura por experiências gastronômicas, que, por um contato atípico, pode despertar novos hábitos alimentares e consumidores em potencial dessa culinária (Barrilari, 2018).

O mercado consumidor desses animais tem suas restrições e preferências. O peso ideal para comércio varia em média de 13 a 16g, como também são observadas características de coloração da carne, pois carnes com cores mais claras tem maior aceitação no mercado (Williams, 2011).

Pensando na produção de *escargots* de origem europeia no Brasil, o Sul seria a região que mais se adequa a essa cultura, apresentando faixas de temperatura ideais, entretanto não impede que outras regiões de clima tropical sejam utilizadas.

2.2 Histórico e Biologia

O caracol de jardim, *Cornu aspersum* (Müller, 1774) é uma espécie originária da região do Mediterrâneo e da Europa Ocidental, do noroeste da África e da Península Ibérica até à Ásia Menor (Morei, 2012). Apresenta corpo mole e viscoso, possui uma concha essencialmente constituída de cálcio e realiza respiração cutânea e pulmonar. Na maior parte das espécies de caracóis, a concha é responsável por um terço do peso corporal (Mendes et al., 2012). Cerca de 90% do seu corpo é formado por água e o restante

distribui-se entre as proporções de sais minerais, proteínas e lipídeos, segundo os mesmos autores.

O corpo divide-se em cabeça, pé e massa visceral. A cabeça não é bem definida e suporta dois pares de tentáculos retráteis, em um dos quais um se situa os olhos funcionando como sensores de luz e o outro par funciona como sensores tácteis e olfativas (Cobbinah et al., 2008). Na boca, possui o órgão mastigador característico, a rádula, semelhante a uma língua com várias fileiras de pequenos dentículos, que raspam os alimentos, produzindo partículas menores com o objetivo de facilitar a ingestão (Ribas, 1986).

O pé é o órgão de locomoção e sua localidade também não é bem definida. O caracol move-se contraindo o seu pé e produzindo um muco, por meio das células epiteliais, que diminui o atrito e facilita a locomoção (White-McLean, 2011).

A massa visceral, em forma de crista, encontra-se alojada na concha. Ela contém os órgãos digestivo, circulatório, urinário, reprodutivo e respiratório. O sistema nervoso está distribuído por todo o corpo. O hepatopâncreas, presente na massa visceral, produz enzimas digestivas e possui também células que acumulam reservas de glicogênio, de gorduras e de cálcio (Garcia, 2016).

Hermafrodita de fertilização cruzada, apresenta alta prolificidade (Santos et al., 2000). Possuem os dois aparelhos reprodutivos (masculino e feminino), porém, necessitam sempre de outro indivíduo para que ocorra fecundação. A cópula ocorre quando os pênis de ambos os caracóis são inseridos no canal vaginal dos parceiros. Em seguida os espermatozoides são liberados juntamente com o plasma seminal e seguem para o órgão feminino do parceiro. Após a transferência, os espermatozoides são armazenados antes de serem utilizados para a fertilização dos óvulos. O espermatozoide pode ser armazenado por até 4 anos neste órgão (Koene et al., 2006).

Os *escargots* tem o período de cópula peculiar, levando de duas a doze horas de duração. A postura é realizada cerca de 10 a 15 dias após a cópula, levando cerca de dez horas, totalizando uma média de 130 ovos a cada ovoposição, que podem ser realizadas até 3 vezes por ano (Espinoza, 2004). Aos 115 dias de idade, os mesmos atingem a maturidade sexual (Freitas et al., 2019). Isso pode ser notado visivelmente pelo surgimento do perístoma, onde o crescimento da concha se inverte e o animal cessa o seu crescimento. Isso implica que, os animais devem chegar ao peso de abate próximo a essa data, já que, após a maturidade sexual, os animais diminuem o seu crescimento (Février, 2009).

Varia de 15 a 20°C a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento dos mesmos (Hayashi et al., 2004). Por outro lado, estudos mais recentes de Guidolin e Ferrari (2013) indicam que as condições mais favoráveis para a criação são de temperaturas variando entre 16 e 25°C e umidade relativa do ar entre 80 a 95%.

Outro fator que deve ser observado é o período de atividade do caracol, que está intimamente relacionado ao fotoperíodo. O animal fica ativo a partir do pôr do sol, durante um tempo médio de 6 horas, com o principal objetivo de se alimentar, locomover e reproduzir; nas 18 horas seguintes vai manifestar pouca atividade (AgroServices/APIA, 2004). Uma das estratégias que explica o sucesso ecológico do caracol é a capacidade de alterarem seu metabolismo e permanecerem por longos períodos inativos. A estivação e hibernação são respostas endógenas a fatores ambientais como a temperatura e o fotoperíodo (AgroServices/APIA, 2004; Perea et al., 2006). Nesses estados de inatividade existe a formação de uma substância mucosa, segregada pelo próprio caracol, que sela o orifício da concha para se proteger das condições adversas (Haddad, 2004). Temperaturas abaixo dos 6 °C, o gastrópode entra em hibernação, e a temperaturas inferiores a -5 °C acabará por falecer (Haddad, 2004; Pearce e Örstan, 2006;

Ansart et al., 2008). Diante disso para o crescimento e reprodução da espécie em cativeiro necessita-se de um conjunto de condições ecológicas e ambientais que estão sujeitos a variações sazonais. Caso essas variações resultarem em estivação ou hibernação, os animais não irão se alimentar regularmente, refletindo em perdas e diminuição dos índices zootécnicos.

2.3 Sistemas de produção zootécnica de *escargots*

A criação de caracóis pode ser realizada em 3 sistemas de produção, basicamente: extensivo, onde os animais são criados ao ar livre, semi-intensivo em que a incubação e eclosão dos ovos ocorre em ambiente controlado; ou intensivo (confinamento total) onde os animais são criados em cativeiro em ambiente controlado (Cobbinah et al., 2008). Segundo os mesmos autores, as áreas de produção devem estar de acordo com a fase de crescimento dos caracóis (recém-nascidos, juvenis, reprodutores, ou adultos, engordados para consumo).

Nos três sistemas a alimentação se diferencia. No sistema extensivo, os caracóis alimentam-se, exclusivamente, de vegetação plantada no local em que se encontram, especificamente para este objetivo, ou seja, nos recintos com cercados e de criação em liberdade (Cobbinah et al., 2008).

Num sistema de criação semi-intensiva, fornece-se alimento concentrado aos recém-nascidos, aos juvenis e possivelmente aos caracóis reprodutores que se encontram nas caixas de criação ou num sistema de gaiolas afixadas no solo (Cobbinah et al., 2008).

Num sistema de confinamento total, fornece-se alimento balanceado concentrado e água a todos os caracóis, qualquer que seja a fase de crescimento em que se encontrem. O alimento concentrado é formulado de maneira a fornecer em cada fase de desenvolvimento todas as proteínas, hidratos de carbono, minerais e vitaminas requeridas

para um crescimento ótimo (Cobbinah et al., 2008). Esse sistema controla as condições termohigrométricas, melhora a utilização da área disponível para o cultivo e facilita o abrigo dos animais (Guidolin e Ferrari, 2013).

Nesse sistema é importante considerar as densidades de lotação das caixas, pois em densidades elevadas *escargots* têm o crescimento prejudicado, pela ocorrência de maior competição pelo alimento, além da alta lotação favorecer a disseminação de patógenos. Nesse sentido o manejo sanitário e controle de doenças é de fundamental importância para essa atividade, já que esses animais podem ser parasitados por ácaros, que se alimentam da hemolinfa do pulmão, diminuindo os índices de produção (Garcia, 2016). Também podem ser parasitados pela bactéria *Pseudomonas sp.*, causadora da pseudomonose (Koleva et al., 2015).

Ou seja, para a criação zootécnica de *escargots*, é necessário nutrição, ambiência, sanidade, assim como aspectos da genética voltada para o potencial produtivo dos animais. Em criações comerciais, pratica-se normalmente a seleção fenotípica das matrizes (Czarnecki et al., 2008; Guidolin & Ferrari, 2013), de acordo com tamanho e qualidade da concha. Contudo, essa seleção é empírica, não existindo estudos envolvendo o melhoramento genético da espécie, especialmente em se tratando da seleção para peso corporal.

O peso vivo está relacionado com produção de carne, influenciando diretamente na produtividade, devido baixa viabilidade dos *escargots* e o alto volume de produção torna-se necessário para tornar a atividade mais competitiva aumentar a eficiência de produção. Nesse sentido, o melhoramento genético pode se tornar uma ferramenta imprescindível para a heliocultura.

Destaca-se que o fenótipo não é o resultado somente da constituição genética do indivíduo, mas também da soma e interação dos seus genes com os vários efeitos não

genéticos ou de ambiente (Pereira, 2008). De acordo com o mesmo autor, as variâncias se dividem em:

$$\text{Fenótipo (P)} = \text{Herança (H)} + \text{Meio (M)} + \text{Herança-Meio (HM)}$$

Onde: P representa a variância fenotípica, H a variância devido às diferenças hereditárias ou genéticas, M a variância devido às diferenças de meio ambiente e HM variância devido à interação entre genética e meio ambiente. Portanto, há uma relação interdependente, onde é fundamental um ambiente adequado para expressar o máximo da característica.

2.4 Melhoramento animal e ganho genético

No âmbito do melhoramento animal, muitos países empregam o melhoramento genético como importante ferramenta de entendimento dos processos biológicos e aumento significativo na produção animal. Quanto ao melhoramento em *escargots*, a literatura ainda é escassa, destacando-se alguns trabalhos na área de exigência nutricional, preferência alimentar e desempenho de carcaça (Hayashi et al., 2005; Silva, 2019).

Programas de melhoramento realizados para espécies convencionais têm alcançado ganhos genéticos progressivos, atrelados a tecnologias de utilização de banco de dados juntamente com análises genético-estatísticas e suporte computacional (Ferraz et al., 2010).

Observa-se, portanto, que é possível o aumento considerável dos índices zootécnicos das espécies, por meio da mudança das frequências genicas dentro da população (Eler, 2015).

As mudanças das frequências gênicas em uma população podem ocorrer por meio do processo de seleção, se baseando na escolha de indivíduos que serão utilizados para

reprodução. Por meio desse processo a frequência de genes favoráveis será potencializada, resultando no aumento da média da característica de interesse naquela população (Eler, 2012). Partindo-se desse princípio, torna-se necessária a elaboração de um protocolo de seleção, lembrando que as decisões serão tomadas individualmente de acordo com os objetivos traçados pelo produtor/indústria/consumidor.

Para que um protocolo de seleção seja implementado corretamente, necessita-se de escrituração zootécnica, regulamento de manejo e coleta de informações eficiente. A identificação individual e as informações de parentesco também são de suma importância, pois vão contribuir para uma seleção mais precisa, desde que as condições de criação sejam padronizadas (Eler, 2015).

É importante destacar que para a subespécie *Cornu aspersum maximum* a seleção é mais laboriosa. Isso acontece devido aos animais armazenarem esperma de parceiros que tenham realizado cópula, de modo que numa simples postura é possível ter descendentes paternos múltiplos, lembrando que os espermatozoides dos parceiros podem ser armazenados por anos (Diaz, 2007).

2.5 Equação do ganho genético

Em vista das possibilidades que podem ser alcançadas a partir da seleção, torna-se possível lançar mão de estratégias para aumento da eficiência produtiva e econômica da atividade. Diante disso, uma possibilidade é o uso do progresso genético para mensurar o ganho genético por geração, de seleção e determinar a fração selecionada que deve ser utilizada na população para uma determinada variável.

Em situações onde se tem o valor da herdabilidade e intensidade de seleção, é possível fazer uma predição desses valores, onde o progresso genético da característica poderá ser estimado antes do nascimento da próxima geração (Eler, 2015).

Para estimar o progresso genético ou resposta a seleção de uma característica, utiliza-se a diferença entre a geração F1 e a média da geração parental selecionada (Eler, 2012). Em alguns casos, a utilização dos fenótipos observáveis para avaliar os ganhos nas características de interesse econômico já é satisfatória para avaliar a evolução entre as gerações.

A equação do ganho genético é dada por (Eler, 2015):

$$\Delta G = \frac{DS \times h^2}{L}$$

Onde:

ΔG = ganho genético por geração

DS = diferencial de seleção

h^2 = herdabilidade

L = intervalo de gerações

Uma vez que $DS = \sigma_p \times i$, tem-se que:

$$\Delta G = \frac{\sigma_p \times i \times h^2}{L}$$

Onde:

ΔG = ganho genético por geração

σ_p = desvio padrão fenotípico

i = intensidade de seleção

h^2 = herdabilidade da variável

L = intervalo de gerações

2.5.1 Diferencial de seleção

O diferencial de seleção é a medida de intensidade ou vigor na seleção, ou a diferença entre a média da população selecionada e a média da população original (Lopes, 2005).

Quanto mais intensa for a seleção maior será o diferencial de seleção (Pereira, 2008). Segundo o mesmo autor o DS depende da relação entre a proporção selecionada em função da taxa de reposição e da variação existente na população (Desvio padrão fenotípico). O diferencial de seleção expresso em termos do desvio padrão fenotípico é chamado de Intensidade de Seleção (i) (mais utilizado). Isso implica que quanto mais intensa for a seleção maior será o diferencial de seleção.

2.5.2 Desvio padrão fenotípico

É notável que diferenças biológicas dentro de uma população precisam ser conhecidas, as quais podem ser denominadas variabilidade fenotípica. O desvio padrão fenotípico pode ser calculado conforme a equação:

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

Onde:

s = Desvio fenotípico

n = Número de observações

(n - 1) = Grau de liberdade

$(\sum x^2)$ = Somatório do quadrado dos fenótipos

$(\sum x)^2$ = Somatório dos fenótipos elevado ao quadrado

2.5.3 Intensidade de seleção

A intensidade de seleção depende apenas da proporção de indivíduos selecionados (fração selecionada). Ela representa o número de desvios-padrão que a média dos indivíduos selecionados excederá a média da população, antes da seleção (Lopes, 2005). Portanto quanto maior a intensidade de seleção, mais rápido será o progresso genético. Entende-se, assim, que a utilização de uma intensidade de seleção mais rigorosa ou diminuição do intervalo de gerações torna possível o aumento considerável dos ganhos genéticos.

2.5.4 Herdabilidade

O coeficiente de herdabilidade de uma variável mensura o quanto a superioridade dos pais será passada para seus descendentes. Os valores da herdabilidade podem variar entre 0 e 1, de modo que herdabilidades acima de 0,30 já são consideradas elevadas (Pereira, 2008). Segundo Eler (2015):

Herdabilidade mede também o grau de semelhança entre os desempenhos fenotípicos dos filhos e dos pais. Se a herdabilidade é alta, os animais com desempenho elevado tendem a produzir filhos igualmente bons e os animais com baixo desempenho tendem a produzir filhos ruins. Se a herdabilidade é baixa, o desempenho dos pais revela muito pouco sobre o desempenho da progênie. A herdabilidade expressa, assim, quanto da variabilidade de uma característica é de origem genética. (Eler 2015, p. 225)

O cálculo da mesma pode ser feito com base nos componentes de variância estimados, por meio da fração de variância genética aditiva dividida pela variância fenotípica total (Falconer, 1981), conforme a equação:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_r^2 + \sigma_a^2}$$

onde:

h_a^2 = herdabilidade da variável

σ_a^2 = variância genética aditiva

σ_r^2 = variância não aditiva

2.5.5 Intervalo de gerações

O intervalo de geração é o intervalo de tempo entre os estádios correspondentes do ciclo de vida em gerações sucessivas. Pode ser calculado como a média de idade dos pais, quando nascem os descendentes que são destinados a se tornarem os pais na próxima geração (Lopes, 2005).

O intervalo de gerações pode aumentar por baixa fertilidade ou atraso na maturidade sexual, destacando-se que se o intervalo de gerações aumenta, o progresso genético diminui (Eler, 2015).

Percebe-se, portanto, que estimativas de parâmetros genéticos são de suma importância para o melhoramento em *escargots*. Funcionando como ferramentas de auxílio na produção, seja por meio do intervalo de geração, onde animais mais precoces podem ser selecionados ou pela intensidade de seleção, que ao diminuir a fração selecionada também se torna possível modificar o ganho genético.

3 OBJETIVO

- Avaliar o ganho genético realizado para peso corporal aos 60, 90 e 120 dias de idade, em duas linhagens de escargots da subespécie *Cornu aspersum maximum*, sob seleção fenotípica em confinamento total.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o ganho genético realizado com o ganho genético esperado para as variáveis de peso aos 60, 90 e 120 dias, nessas linhagens de escargots.
- Propor recomendações sobre a estrutura de coleta de dados e estratégias no protocolo de seleção aplicado nessas populações.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Origem dos dados

Os dados foram coletados no Setor de Helicicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei, campus Tancredo Neves, em São João del-Rei, MG, nos anos de 2018 e 2019, onde foram mantidas matrizes da espécie *Cornu aspersum maximum* em reprodução.

O sistema de criação adotado no setor foi o de confinamento total (**Figura 1**), com ciclo de luz natural, além de registro diário de umidade e temperatura, utilizando sistema de umidificação, como também o borrifar manual, se necessário, além de restrição de acesso. A temperatura média no período experimental foi de 21,3°C e a umidade relativa média foi de 87,7%.

Figura 1 – Ambiente interno do Setor de Helicicultura da UFSJ



Fonte: Elaborada pelo autor.

As matrizes eram identificadas individualmente para controle genealógico da população. A postura foi realizada em terra não argilosa, com pH entre 6,5 e 7,5. Após a eclosão, os filhotes foram contados e transferidos para uma caixa plástica de polipropileno com tampa de tela mosquicida em *nylon* e mantida em estante, registrando-se todas as informações de escrituração zootécnica dos indivíduos, numerando-se cada caixa, que continha as informações dos pais e a data de nascimento.

A alimentação foi padronizada e composta de ração farelada balanceada, seguindo-se a composição nutricional recomendada para a espécie em condições comerciais de criação. A limpeza das caixas (**Figura 2**) e (**Figura 3**), com troca da ração, foi realizada diariamente, evitando-se a manipulação dos animais para que não houvesse eventual rompimento do epifragma, buscando-se reduzir a ocorrência de estresse por manejo. Foi oferecida água em abundância em cochos, sendo que, quando necessário, os animais foram borrifados manualmente para manter a umidade no microambiente da caixa.

Figura 2 – Caixa pré-manejo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 3 – Caixa pós-manejo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os *escargots* no período inicial da fase de crescimento até os 60 dias de idade foram alocados em caixas denominadas “de juvenis”, e ao chegarem aos 60 dias de idade, receberam marcação individual com combinação de duas cores de esmalte, e foram alocados em caixas denominadas “de adultos” (**Figura 4**). Foram mantidos em caixas com lotações de 20 a 55 animais e seus pesos corporais foram coletados mensalmente a partir dos 60 dias de idade.

As características avaliadas nesse trabalho foram:

- Peso corporal individual dos *escargots* aos 60 dias de idade, aproximadamente (P60);
- Peso corporal individual dos *escargots* aos 90 dias de idade, aproximadamente (P90);
- Peso corporal individual dos *escargots* aos 120 dias de idade, aproximadamente (P120).

Figura 4 – Pesagem individual



Fonte: Elaborada pelo autor.

A base de dados se dividiu em duas linhagens da subespécie *Cornu aspersum maximum*, com 4 gerações cada. Gerações de seleção com perdas expressivas de fenótipo, inconsistência dos dados e ausência de parentesco foram descartadas das análises, de maneira a serem utilizadas nesse estudo duas gerações de seleção para a linhagem 1 e somente uma geração de seleção para a linhagem 2.

4.2 Ganho genético esperado

Foi estimado a partir da equação do progresso genético supramencionado. Os desvios padrão fenotípicos (σ_p) das variáveis na população foram obtidos a partir das estáticas descritivas de cada linhagem. As faixas de intensidades de seleção variaram de acordo com as frações selecionadas (FS) e se dividiram em três categorias:

- FS1, entre 1 e 5% com respectivas intensidades de seleção entre 2,06 e 2,76
- FS2, entre 5% e 40% com respectivas intensidades de seleção entre 1,16 e 1,76
- FS3 entre 40% e 100% com respectivas intensidades de seleção entre 0,97 e 0

As herdabilidades utilizadas para o cálculo do progresso genético foram estimadas por Freitas (2019) utilizando modelo bi-característico para as variáveis de peso corporal em escargots da espécie *Cornu aspersum maximum* aos 60, 90 e 120 dias de idade (P60, P90 e P120), as herdabilidades foram 0,43; 0,59 e 0,75 respectivamente.

O intervalo de gerações foi calculado por meio da diferença entre a data de nascimento da matriz e a data de nascimento da progênie da mesma, apresentando valor médio para linhagem 1 de 181,88 dias e para linhagem 2 de 212,83 dias.

4.3 Ganho genético realizado

Calculado pela diferença entre a média da população dos pais selecionados e média das progênies para cada uma das variáveis, por geração de seleção.

5 Resultados e Discussão

5.1 Estatísticas descritivas

As estatísticas descritivas das características de peso avaliadas, após a exclusão de dados inconsistentes, são apresentadas nas **Tabelas 1 e 2**.

Tabela 1. Número de observações (N), média (M), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo (MIN) e máximo (MAX) das características analisadas na linhagem 1

Variável	N	M	DP	CV	MIN	MÁX
P60	748	1,95	0,98	50,34	0,18	7,95
P90	731	5,45	2,80	51,43	0,33	14,17
P120	694	8,60	4,01	46,58	1,66	2,79

P60, P90 e P120 = Peso corporal individual dos *escargots* aos 60, 90 e 120 dias de idade respectivamente

Tabela 2. Número de observações (N), média (M), desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), mínimo (MIN) e máximo (MAX) das características analisadas na linhagem 2

Variável	N	M	DP	CV	MIN	MÁX
P60	364	1,59	0,95	59,36	0,08	7,77
P90	355	5,34	2,59	48,57	0,28	15,56
P120	338	8,78	3,28	37,39	1,09	19,05

P60, P90 e P120 = Peso corporal individual dos *escargots* aos 60, 90 e 120 dias de idade respectivamente

É possível observar nas Tabelas 1 e 2 altos coeficientes de variação para as características de peso corporal, o que pode ser explicado por diversos efeitos e fontes de variações ambientais, que exercem influência direta nas características P60, P90 e P120. Entre esses efeitos, estão número de animais por caixa, oscilações termohigrométricas, respostas endógenas a fatores ambientais (estivação), entre outros (AgroServices/APIA, 2004; Perea et al., 2006). Essas influências foram observadas ao longo do período experimental no setor estudado.

Podem ser observados nas Tabelas 3 e 4 os ganhos esperados e ganhos realizados para a linhagem 1 e, na Tabela 5, para a linhagem 2.

Tabela 3. Ganho genético esperado e ganho genético realizado para a primeira geração de seleção, avaliada na linhagem 1

Variável	$\Delta Ge/DIA$	$\Delta Ge/ANO$	$\Delta Ge/Ger$	$\Delta G \text{ real/Ger}$
P60	0,002	0,837	0,417	-0,390
P90	0,012	4,204	2,095	-2,146
P120	0,021	7,563	3,768	-3,546

P60, P90 e P120 = Peso corporal individual dos *escargots* aos 60, 90 e 120 dias de idade respectivamente. Ganho genético esperado diário ($\Delta Ge/DIA$), Ganho genético esperado anual ($\Delta Ge/ANO$), ganho genético esperado por geração ($\Delta Ge/Ger$) e ganho genético realizado ($\Delta G \text{ real/Ger}$).

Tabela 4. Ganho genético esperado e ganho genético realizado para a segunda geração de seleção, avaliada na linhagem 1

Variável	$\Delta\text{Ge}/\text{DIA}$	$\Delta\text{Ge}/\text{ANO}$	$\Delta\text{Ge}/\text{Ger}$	$\Delta\text{G real}/\text{Ger}$
P60	0,002	0,737	0,367	1,08
P90	0,007	2,722	1,356	3,07
P120	0,015	5,358	2,670	3,06

P60, P90 e P120 = Peso corporal individual dos *escargots* aos 60, 90 e 120 dias de idade respectivamente. Ganho genético esperado diário ($\Delta\text{Ge}/\text{DIA}$), Ganho genético esperado anual ($\Delta\text{Ge}/\text{ANO}$), ganho genético esperado por geração ($\Delta\text{Ge}/\text{Ger}$) e ganho genético realizado ($\Delta\text{G real}/\text{Ger}$).

Para a linhagem 1, na primeira geração de seleção, os ganhos realizados foram negativos, em sentido divergente do ganho genético esperado. Já para a segunda geração de seleção, nessa mesma linhagem, os ganhos realizados foram positivos, evidenciando-se para P60, P90 e P120 um ganho genético realizado maior do que o esperado.

Embora esperado um ganho genético maior na primeira geração de seleção devido a maiores desvios padrão fenotípicos, a mesma apresentou ganhos genéticos negativos. Já a segunda geração de seleção possuiu desvios padrão fenotípicos menores, porém, apresentou ganhos genéticos positivos e acima dos ganhos esperados.

Nesse contexto, tem-se que os animais que foram selecionados no protocolo de 2018 apresentaram médias populacionais dos progenitores maior do que a média da progênie, o que pode ser resultante da variação entre os diferentes protocolos de manejo utilizados nesses dois grupos. Ou seja, os progenitores da primeira geração de seleção foram submetidos ao protocolo de manejo do ano de 2018, já a sua progênie foi mantida sob o protocolo de 2019, bem como a segunda geração de seleção, que por sua vez apresentou ganhos genéticos acima do esperado, já que foi mantida sob o mesmo protocolo de criação.

A diferença entre esses protocolos envolveu mudanças de número de animais por caixa, tipo de caixa após a seleção, retirada dos ninhos das caixas, além do manuseio de ovos após a postura (contagem, pesagem e divisão).

No protocolo de 2018, as caixas das matrizes continham ninhos com terra que permaneciam nessas caixas desde o peso aos 60 dias de idade onde ocorria a seleção. Sabendo-se que as matrizes precisam da terra para efetuar a postura, a ausência do ninho pode ter tido efeito inibitório sobre o comportamento reprodutivo das matrizes de escargots (Nicolai et al., 2010).

Na segunda geração os ganhos indicam que a implementação do novo protocolo pode ter isolado satisfatoriamente essas influências de ambiente, já que os ganhos realizados para P60 e P90 foram superiores ao esperado, bem como o P120 que também foi superior e mais se aproximou do ganho esperado.

Tabela 5. Ganho genético esperado e ganho genético realizado para a primeira geração de seleção, avaliada na linhagem 2

Variável	$\Delta Ge/DIA$	$\Delta Ge/ANO$	$\Delta Ge/Ger$	$\Delta G \text{ real}/Ger$
P60	0,003	1,234	0,719	0,33
P90	0,010	3,798	2,215	1,64
P120	0,015	5,523	3,221	-0,17

P60, P90 e P120 = Peso corporal individual dos *escargots* aos 60, 90 e 120 dias de idade respectivamente. Ganho genético esperado diário ($\Delta Ge/DIA$), Ganho genético esperado anual ($\Delta Ge/ANO$), ganho genético esperado por geração ($\Delta Ge/Ger$) e ganho genético realizado por geração ($\Delta G \text{ real}/Ger$).

Na linhagem 2, pode-se observar um ganho genético realizado menor que o ganho genético esperado para P60 e P90, apesar de serem positivos, sendo que os ganhos realizados para P120 também foram inferiores ao esperado e ainda negativos. Isso pode estar relacionado ao aumento da precocidade dos animais, já que os ganhos realizados para P60 foram positivos e para P90 se aproximou do ganho esperado. Essa mesma

precocidade pode ter alterado os ganhos em P120, já que peso tem alta correlação com maturidade sexual, isso implica que animais que atingem a maturidade sexual mais precocemente vão destinar o seu aporte energético para reprodução e diminuindo o ganho tendendo a estabilizar os ganhos de peso, ou seja, diminuindo os ganhos de peso para o P120, já que segundo Freitas (2019), esse se dá após a média de maturidade sexual dos escargots nessas condições de criação, que é entorno dos 115 dias.

Outro fator que pode explicar os ganhos realizados para a linhagem 2 são os maiores níveis de endogamia dessa linhagem, apesar de possuir desvios padrão fenotípicos maiores quando se comparados a linhagem 1, espera-se que essa linhagem ganhos menores que a linhagem 1, já que a linhagem 2 possui um histórico de seleção maior devido ao seu sistema de criação de origem, além de ser oriunda um plantel de origem relativamente menor em relação a linhagem 2.

É importante destacar que as herdabilidades utilizadas para cálculo do ganho genético esperado podem também estar divergindo das herdabilidades reais para a característica em estudo, já que o estudo supracitado avalia a população da espécie *Cornu aspersum maximum* sem divisão de linhagens.

6. CONCLUSÕES

A partir do estudo foi possível constatar que o protocolo de manejo utilizado no ano de 2019 deve ser mantido durante as próximas gerações das duas linhagens. A avaliação fenotípica das próximas gerações poderá elucidar melhor o comportamento dessa população para as características de ganho de peso e também para características de maturidade reprodutiva.

Sugere-se a avaliação das respostas correlacionadas entre peso e características reprodutivas nessa subespécie, pois podem elucidar efeitos da seleção fenotípica sobre a característica P60, P90 e P120.

Recomenda-se a continuação das coletas de dados, corroborando para aumento da robustez da base de dados, além do acompanhamento do progresso genético para possível tomadas de decisões, bem como estimação das herdabilidades das características estudadas separadamente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agro-Services / Agence de Promotion des Investissements Agricoles. Etude sectorielle: L'élevage *d'escargots* – partie monographique. TunisBelvédère: Agence de Promotion des Investissements Agricoles, Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources Hydrauliques, République Tunisienne. APIA, 2004.

ANSART, Armelle, Aulne; Pierre-Aymeric; Madec, Luc; Vernon, Philippe. 2008. Influence of temperature acclimation and gut content on the supercooling ability of the land snail *Cornu aspersum*. Comparative Biochemistry and Physiology. Elsevier. Vol. 150, pp. 20-14.

ARAGÓN, M.; ANGÓN, E.; RODRÍGUEZ, J.; BARBA, C.; PEREA, J.; LÓPEZ, M.; CABELLO, A. Viabilidad del caracol terrestre (*Cantareus aspersus*) durante la época de descanso Archivos de Zootecnia, vol. 65, núm. 251, septiembre, pp. 417-419, 2016.

BARBOZA, S. H. R.; ROMANELLI, P. F. RENDIMENTO DE CARÇAÇA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO MÚSCULO DOS MOLUSCOS ESCARGOT (*Achatina fulica*) E ARUÁ (*Pomacea lineata*). 2005

BARRILARI, F. *Escargots*. O Imparcial, 2018. Disponível em:<<http://www.oimparcialmontealto.com.br/artigos/escargots/>>. Acesso em: nov, 2019.

COBBINAH, J. R., VINK, A. & ONWUKA, B. (2008). Snail farming: Production, processing and marketing. Wageningen: Agromisa. Acedido em ago 17, 2013.

CZARNOLESKI, M.; KOZLOWSKI, J.; DUMIOT, G.; BONNET, J.C.; MALLARD, J.; DUPONT-NIVET, M. Scaling of metabolism in *Helix aspersa* snails: changes through ontogeny and response to selection for increased size. The Journal of Experimental Biology, v.211, p.391-399, 2008.

DIAZ, J. L.; AGUIRRE, J.C.; MEJIA, G.; MARTÍNEZ, G. Reproducción y genética del caracol terrestre "*Helix aspersa*". Sitio Argentino de Producción Animal, v.2, n.2, 2007.

ELER, J. P., SANTANA J. R, M. L., AND FERRAZ, J. B. S. Seleção para precocidade e produtividade da fêmea em bovinos de corte. Estudos, v.39, n.2, p.227-235. 2012.

ELER, J. P. Teorias e métodos em melhoramento genético animal – volume II – Seleção. Pirassununga: FZEA/USP, 2015.

ESPINOZA, P. et al. Business plan: producción y exportación del caracol terrestre *Helix aspersa*. 2004.

FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: UFV, p. 279, 1987.

FERRAZ, José Bento Stermán; ELER, Joanir Pereira. Parceria público x privada no desenvolvimento de pesquisa em melhoramento genético animal. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 4, p. 216-222, 2010.

FÉVRIER, Y.; RUSSO, J.; MADEC, L. Variação intraespecífica nos traços de história de vida de um caracol terrestre após um desafio bacteriano. Journal of Zoology, v. 277, n. 2, p. 149-156, 2009.

FREITAS, F. A. et al. Ajuste bayesiano do modelo logístico para análise de crescimento de escargots (*Conu aspersum maximum*). Sigmae, v. 8, n. 2, p. 162-169, 2019.

FREITAS, F. A. O.; ESTRUTURAÇÃO DE MODELO DE AVALIAÇÃO GENÉTICA PARA PESO CORPORAL EM ESCARGOTS (*Cornu aspersum maximum*) EM DIFERENTES IDADES, SOB CONFINAMENTO TOTAL, Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Zootecnia), Universidade Federal De São João Del Rei – Campus Tancredo Neves, 2019.

GARCIA, R. E. V. Microbiología del caracol *Helix aspersa* Müller: aplicaciones biotecnológicas para su mejoramiento sanitario con impacto en su comercialización. 2016.

GUIDOLIN, F. R.; FERRARI, A. F. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas: Criação de *Escargots*. Porto Alegre: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI/RS. 4p. 2013.

HANSSEN, Joao Evaldo. Criação prática de *escargots*. NBL Editora, 1989.

HADDAD, M. H. 2004. Etude sectorielle: l'élevage d'escargots – Partie monographique. Journal Officiel de la République Tunisienne. APIA - Agence de Promotion des Investissements Agricoles, julho. Le Ministere de l'Agriculture, de l'Environnement et des ressources hydrauliques.

HAYASHI. C.; SOARES, C. M.; MATSUSHITA, M.; GALDIOLI, E. M.; IGOR CONSONI COCITO, I. C. Desempenho e características de carcaça do escargot francês (*Helix aspersa maxima*) alimentado com rações contendo diferentes óleos vegetais. Ciência Rural, v.34, n.1, p.231-237, 2004.

KOENE, J. M. Tales of two snails: sexual selection and sexual conflict in *Lymnaea stagnalis* and *Helix aspersa*. 2006.

KOLEVA, Z. V. et al. Dynamics of bacterial community in the gut of *Cornu aspersum*. Journal of BioScience & Biotechnology, v. 4, n. 3, 2015.

KRSNIK, J. Helicikultura-uzgoj kopnenih puževa (Mollusca, Gastropoda). Tese de Doutorado. University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Biology. 2017.

LOPES, P. S. Teoria do melhoramento animal. – Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2005.

MARTÍNEZ A., Javier et al. Evaluación y optimización del ciclo productivo del *Helix aspersa* Müller. 2013.

MENDES, E. A.; MACHADO, J. L. C.; FERREIRA, D. G. S.; FERREIRA, R. G. S. “Escargots- A tecnologia Correta de Criação”. Viçosa, Minas Gerais, CPT, 246 p. 2012.

Morei, V. (2012). Heliciculture – Perspective business in the context of sustainable development of rural areas. Scientific Papers Series “Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development”, 12(3), 115- 120.

NICOLAI, A. et al. Seasonally contrasting life-history strategies in the land snail *Cornu aspersum*: physiological and ecological implications. Canadian Journal of Zoology, v. 88, n. 10, p. 995-1002, 2010.

PACHECO, P.; MARTINS, M. F.; BATTERMARQUE, V. Diferentes fontes de cálcio em dietas escargot gigante africano (*Achatina fulica*) e seu efeito no crescimento e rendimento de carcaça. Higiene Alimentar, v.12, n.1, p.43-46, 1998.

PALHARES, G. L. Avaliação do desempenho de escargots das espécies *Helix aspersa maxima* (europeu) e *Achatina fulica* (africano), submetidos ao mesmo regime alimentar. Thesis, v. 1, p. 69-81, 2004.

PEARCE, T. A.; Örstan, Aydin. 2006. Chapter 23 - Rearing Terrestrial Gastropoda. The Mollusks: A Guide to Their Study, Collection, and Preservation. 1º. pp. 287-293.

PEREA, J., Martín R., Acero, R., Félix, E., Gómez, A.G., García-Mayoral, A., Peña, F., García, A. (2006). Selección de hábitat en caracoles terrestres y sus aplicaciones a la heliocultura. Arch. Zootec. 55, 1-12.

PEREIRA, Jonas Carlos Campos Melhoramento genético aplicado à produção animal / Jonas Carlos Campos Pereira. - 5. ed. - Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008.

RIBAS, J. (1986). Criação de caracóis: Nova opção económica brasileira. (4th Ed.). (9-37). São Paulo: Nobel.

SANTOS, C. A. Aproveitamento de subprodutos da Industrialização de *escargots*. Dissertação de mestrado, UFRN, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Área de concentração: Alimentos e Biotecnologia, Natal/RN, Brasil, 94 p, 2002.

SILVA, G. F. et al. Estimativa de parâmetros genéticos para ganho de peso e comprimento em *Colossoma macropomum*. In: Embrapa Pesca e Aquicultura-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 13., 2019, Salvador, BA. Anais. Salvador: SBMA, 2019.

TOADER-WILLIAMS, A.; GOLUBKINA, N. Investigation upon the edible snail's potential as source of selenium for human health and nutrition observing its food chemical

contaminant risk factor with heavy metals. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, v. 66, n. 2, 2009.

WILLIAMS, A. T.; BUICU, O. Technological and Economical Considerations for Breeding Terrestrial Snails *Cornu aspersum* (*Helix aspersa* Muller) and *Helix pomatia* as Alternative Animal Protein Source for Human Consumption towards Ecological Protection and Sustainable Development. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies, v. 68, n. 1-2, 2011.

WHITE-MCLEAN, J. A. Terrestrial mollusc tool. Center for Plant Health Science and Technology and the University of Florida. < URL: <http://idtools.org/id/mollusc>, 2011.