Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Centro de Energia Nuclear na Agricultura

Frangos e Galinhas agroflorestais: desenvolvimento de um sistema de criação de aves em agrofloresta

Nina Publio Camarero

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba 2023

Nina Publio Camarero Engenheira Agrônoma

Frangos e Galinhas agroflorestais: desenvolvimento de um sistema de criação de aves em agrofloresta

versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. CIRO ABBUD RIGHI

Dissertação apresentada para obtenção do título Mestre em Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Camarero, Nina Publio

Frangos e Galinhas agroflorestais: desenvolvimento de um sistema de criação de aves em agrofloresta. / Nina Publio Camarero. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2023.

161 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

1. Sistemas Silvipastoris 2. Avicultura alternativa 3. Qualidade de carne 4. Pastejo rotacionado 5. Sistemas de produção 7. Criação de aves soltas. I. Título.

AGRADECIMENTOS

A realização desta pesquisa contou com várias "mãos", sem as quais seria impossível concretizar este experimento.

Agradeço em primeiro lugar ao meu professor (des)orientador Dr. Ciro Abbud Righi, o maior entusiasta desta ideia. A sua colaboração e orientação foram imprescindíveis. O incentivo e as boas gargalhadas tornam a missão mais leve e divertida! Agradeço a ele por ter me mostrado a importância da Ciência e o compromisso com ela.

Aproveito para agradecer aos professores coorientadores que foram grandes parceiros neste trabalho. Ao Prof. Dr. José Fernando Menten, por sempre nos apoiar e colaborar com o seu vasto conhecimento sobre a Avicultura. Ao Prof. Dr. Carlos Armênio Khathounian, um conselheiro de grande importância, agradeço por poder contar com os seus saberes relacionados à Agroecologia.

Um agradecimento especial aos demais professores especializados nas diferentes áreas do conhecimento que tangem esta pesquisa: a Profa. Dra. Carmen Contreras Castillo e toda a equipe do laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes da ESALQ/USP, ao Prof. Dr. Iran da Silva, da área de Bem-Estar dos Animais de produção e ao Prof. O Dr. Hilton Thadeu Zarete Couto que foi primordial na realização das análises estatísticas da pesquisa. Ao Prof. Dr. Carlos Labate, que cedeu o aviário do departamento da Genética para a execução das experiências, ao Dr. Luís Fernando Macchiori que colaborou para a realização do plantio de grãos na fazenda Areão e ao Prof. Dr. Lindolpho Cappelari por auxiliar na identificação botânica das plantas do seringal.

Desejo expressar meus profundos agradecimentos a todos os funcionários que também colaboraram fortemente nesse estudo com o conhecimento técnico, além das boas prosas. Meu agradecimento especial ao Donizete Sabino, por suas tantas histórias, bom humor e parceria na execução de serviços que eu jamais conseguiria sem a sua ajuda! Ao Tirolês do Dep.de Genética, especialista na criação de aves, ao Carlão da fábrica de ração, ao Eduardo da Hidráulica, que auxiliou fortemente para levar água aos piquetes, ao Seu Zé da fazenda Areão, que se dispôs a me ajudar em todas as etapas de plantio e cuidados com a lavoura de grãos e a todos que se envolveram indiretamente e me incentivaram a continuar o meu trabalho.

Sou muito grata a todos os meus amigos, estagiárias e estagiários que colaboraram nas práticas rotineiras de cuidado com os animais, além da força de trabalho para realização da colheita. São muitos os nomes que aqui são representados neste agradecimento. Foi muito gratificante compartilhar aprendizados deste processo com outros estudantes, que certamente levarão esta experiência para as suas vidas profissionais. Agradeço o apoio imprescindível da Eloá Ruffini Sabadin e do Gabriel Galvani, que dedicaram muitas horas na observação comportamental das aves.

Um agradecimento muito especial ao apoio financeiro da Fazenda Ecológica, especialmente ao meu amigo de infância Leonardo Vidal, que investiu na construção dos galinheiros móveis, e ao Flávio Baracho que investiu e colaborou com a instalação do sistema de cerca elétrica nos piquetes. Sem o apoio destes parceiros, não seria possível conseguir todo o recurso demandado pelo projeto. Serei sempre muito agradecida pela confiança deles no meu trabalho.

A todos os meus familiares e amigos que também me incentivaram com o apoio através da "rifa das galinhas agroflorestais", uma das alternativas de arrecadar fundos para o projeto. Agradeço também o apoio da diretoria da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e ao diretor Durval Dourado Neto pelo recurso para o plantio da lavoura de grãos.

Ao meu pai João, por sempre acreditar em mim, aos meus irmãos Mariana e Artur e ao meu padrasto Nildo por todo o amor e apoio no meu processo de formação. Agradeço ao Bruno, que me apoiou em diversos momentos.

Ao meu avô João Antônio Camarero, que foi um agrônomo inspirador e apaixonado pela gloriosa ESALQ. Às minhas avós Martha e Maria Glicia por quem tenho grande admiração, elas são as minhas raízes.

À minha mãe, que sempre foi e sempre será a minha maior fã. A ela dedico esta vitória de me tornar Mestre em Ciências. Obrigada por todo o seu amor e alegria que me fortalece sempre.

Oração de São Francisco

Senhor,

Fazei de mim um instrumento de vossa Paz.

Onde houver Ódio, que eu leve o Amor,

Onde houver Ofensa, que eu leve o Perdão.

Onde houver Discórdia, que eu leve a União.

Onde houver Dúvida, que eu leve a Fé.

Onde houver Erro, que eu leve a Verdade.

Onde houver Desespero, que eu leve a Esperança.

Onde houver Tristeza, que eu leve a Alegria.

Onde houver Trevas, que eu leve a Luz!

Ó Mestre,

fazei que eu procure mais:
consolar, que ser consolado;
compreender, que ser compreendido;
amar, que ser amado.
Pois é dando, que se recebe.
Perdoando, que se é perdoado e
é morrendo, que se vive para a vida eterna!

Amém

São Francisco Por: J. Borges, mestre artesão do sertão pernambucano.



Dedico esta dissertação a todas as galinhas e frangos que ainda vivem presos em gaiolas ou galpões apertados...

Que este trabalho seja um passo para um mundo onde estas aves sejam criadas soltas, na sombra das árvores, espojadas na terra e ciscando o chão da floresta!



SUMÁRIO

RE	SUN	10	10		
AB	STR	ACT	11		
1.	INT	RODUÇÃO	13		
RE	FER	ÊNCIAS	16		
2.	RE	VISÃO BIBLIOGRÁFICA	17		
1 1 1 1 1	.1. .2. .3. .4. .5. .6. .7.	A GALINHA DOMÉSTICA — ORIGEM, DOMESTICAÇÃO E COMPORTAMENTO	18 19 20 21		
3.	ОВ	JETIVOS	29		
3	.1. .2.	Objetivo Geral	29		
	PILOTO31				
RE	SUN	1O	31		
AB	STR	ACT	32		
4.1	11	NTRODUÇÃO	33		
4.2	. N	IATERIAIS E MÉTODOS	35		
4 4 4 4		O SISTEMA DE CONFINAMENTO EM GALPÃO	37 37 38 39		
4.3	R	ESULTADOS E DISCUSSÃO			
4 4	.3.1 .3.2 .3.3	BEM-ESTAR ANIMAL	47 52		
		ONCLUSÕES			
RE	FER	ÊNCIAS	59		
5.	CR	IAÇÃO DE FRANGOS LABEL ROUGE SOB DIFERENTES DIETAS NTARES EM SISTEMA SILVIPASTORIL E EM CONFINAMENTO			

RES	UMO	64
ABS	TRACT	65
5.2.	INTRODUÇÃO	66
5.3.	MATERIAIS E MÉTODOS	68
5.4	1.1. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	68
5.4	I.2. A ESCOLHA DAS AVES	70
	3. DEFINIÇÃO DOS TRATAMENTOS	
	4.4. SISTEMA SILVIPASTORIL ROTACIONADO	
	I-5. GALINHEIRO MÓVELI-6. GALPÃO	
	I.7. ALIMENTAÇÃO DAS AVES	
5.4	I.8. PASTAGEM DO SISTEMA SILVIPASTORIL	76 76
	9.9. INFLUÊNCIA DO SISTEMA PRODUTIVO SOBRE O CRESCIMENTO DOS FRANGOS	
	.10. MICROCLIMA DOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO	
5.4	11. Análises estatísticas	
5.4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
	5.1. GALINHEIROS MÓVEIS MODELO ESALQ Nº 2	
	5.2. AVALIAÇÃO DA PASTAGEM EM SILVIPASTORIL COM FRANGOS DE CORTE	
	5.2. DESEMPENHO ANIMAL DOS FRANGOS DE CORTE	
	5.3. MICROCLIMA NO AMBIENTE SILVIPASTORIL E NO GALPÃO	
5.5.	CONCLUSÕES	100
REFI	ERÊNCIAS	101
SILV	QUALIDADE DE CARNE DE FRANGO CRIADOS EM SISTEMA IPASTORIL SOB DIFERENTES DIETAS ALIMENTARES EM COMPARA RIAÇÃO EM CONFINAMENTO	
RES	UMO	105
ABS ¹	TRACT	106
6.2.	INTRODUÇÃO	107
6.3.	MATERIAIS E MÉTODOS	
AN I)	ÁLISE ESTATÍSTICA DIMENSÕES E PESAGEM DOS CORTES E VÍSCERAS	
II)	PH	
, III)		
IV)		112
V)	PERDA DE ÁGUA POR COCÇÃO (PAC)	112
VI)	,	
6.4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	113
I)	DIMENSÕES E PESAGEM DOS CORTES E VÍSCERAS	113
lĺ)	PH	120
III)		
IV)	FORÇA DE CISALHAMENTO (FC)PERDA DE ÁGUA POR COZIMENTO (PAC)	126 127
V) VI)		
v 1 <i>)</i>	CALACIDADE DE RETERIÇÃO DE AGOA (OTA)	,20

6.5. CONCLUSÕES	130
REFERÊNCIAS	132
7. BEM-ESTAR ANIMAL DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENT SISTEMA SILVIPASTORIL E EM CONFINAMENTO	
RESUMO	137
ABSTRACT	138
7.2. INTRODUÇÃO	139
7.3. MATERIAIS E MÉTODOS	141
Análise estatística	143
7.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	145
7.5. CONCLUSÕES	153
REFERÊNCIAS	154
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	157
9. CONCLUSÕES GERAIS	161

RESUMO

Frangos e Galinhas Agroflorestais: desenvolvimento de um sistema de criação de aves em agrofloresta

Atualmente, a carne de frango e os ovos estão entre as fontes proteicas mais consumidas. Nos últimos quarenta anos este foi o setor produtivo que mais cresceu em comparação aos demais produtos de origem animal. Contudo, a avicultura em escala industrial tem sido desaprovada pelos consumidores mais exigentes no que diz respeito ao bem-estar dos animais. Por outro lado, é possível pensar em aliar a criação destas aves às áreas agrícolas e florestais para desenvolver um novo sistema de criação livre, que gere empregos, renda e melhorias de vida para as aves, atendendo a demanda do mercado atual por produtos mais éticos e sustentáveis. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema diferenciado para a avicultura, aproximando as aves de seu ambiente original, inserindo-as em um sistema silvipastoril (SSP), cuja estrutura se assemelha a uma floresta. Um seringal da ESALQ-USP, com ervas espontâneas tolerantes ao sombreamento, foi utilizado para este experimento. Avaliou-se a contribuição do consumo de pasto na alimentação das aves, como forma complementar à ração (que equivale a ~70% do custo final na criação de aves) e os efeitos do suprimento de grãos inteiros aos animais, prática habitual entre os produtores familiares para reduzir os gastos com a criação. Com este propósito, foram determinados quatro tratamentos: três com acesso aos piquetes agroflorestais diferindo-se pela dieta fornecida (ração, grãos inteiros de milho ou de sorgo) e, como testemunha, aves confinadas em galpão e alimentadas com ração farelada. O manejo empregado foi o de pastejo rotacionado e galinheiro móvel. Cada tratamento contava com 25 aves da linhagem Pescoço Pelado (Label Rouge) e cinco piquetes para a rotação do pasto. Avaliou-se o consumo da pastagem, desempenho zootécnico, bem-estar animal e qualidade de carne em duas criações. Nesta dissertação também está relatado o experimento piloto com galinhas poedeiras em sistema silvipastoril. O consumo das forrageiras pelas aves teve maior impacto na oferta de pasto no inverno do que na primavera. Estimou-se que o consumo médio semanal de matéria seca de folha no inverno foi de 19,3 g/m² e na primavera 6,7g/m², diferindo as estações estatisticamente (p<0,05). Em termos de produção de carne, houve diferenças significativas no peso vivo final (valores médios: 2,70 kg - SSP+ração, 2,68 kg - SSP+1/2 ração e ½ grãos de milho, 2,62 kg - SSP+½ ração e ½ grãos de sorgo e 2,76 kg -Confinamento) ganho de peso, conversão e eficiência alimentar para as aves alimentadas parcialmente com grãos de sorgo (T3), que apresentaram o pior desempenho em relação aos demais (p< 0,05). Entretanto, os pesos médios da carcaça limpa (rendimento com ossos ~73%), coxa e sobrecoxa não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (p<0,05). O comportamento natural e mais ativo foi estatisticamente superior para as aves criadas em SSP. Os frangos alimentados com grãos de milho (T2) "ciscaram" significativamente mais (p<0,001) que nos demais tratamentos, com 34% das observações realizadas. No ambiente confinado (T4), o comportamento "ciscar" representou apenas 9,2% das observações. A qualidade da carne foi impactada pelos diferentes sistemas de criação e pela alimentação. O consumo de grãos inteiros de milho em SSP proporcionou um maior desenvolvimento da moela (p<0.001) e uma pigmentação mais amarelada (b*) para todas as peças de carne avaliadas (p<0,001). Com isso, fica evidente que a criação de aves em sistema silvipastoril pode ser viável em termos de produtividade, melhorias nas condições de bem-estar animal e ganhos em qualidade diferenciada do produto, gerando um maior valor agregado. Soma-se a isso os ganhos com o seringal, intensificando o uso da terra de modo complementar. Para que os agricultores possam usufruir dessa, e outras possibilidades, são necessários estudos adicionais de modo a fornecer a segurança necessária aos criadores, tanto técnica como econômica.

Palavras-chave: Sistemas Silvipastoris; Avicultura alternativa; Qualidade de carne; Pastejo rotacionado; Sistema de produção; Criação de aves soltas

ABSTRACT

Agroforestry chickens and hens: development of a poultry silvopastoral system

Currently, chicken meat and eggs are among the most consumed protein sources. In the last forty years this was the productive sector that grew the most compared to other products of animal origin. However, industrial-scale poultry farming has been disapproved by the most demanding consumers about animal welfare. On the other hand, it is possible to think of combining the creation of these birds with agricultural and forestry areas to develop a new system of free breeding, which generates jobs, income, and improvements in the lives of chickens, meeting the current market demand for more ethical products, and sustainable. The objective of this work was to develop a differentiated system for aviculture, bringing these birds closer to their original environment, inserting them in a silvopastoral system (SSP), whose structure resembles a forest. A rubber plantation from ESALQ-USP, with shading-tolerant weeds, was used for this experiment. It was evaluated the contribution of pasture consumption in the feeding of the chickens, as a complementary way to the feed (which is equivalent to ~70% of the final cost in the creation of birds) and the effects of the supply of whole grains to the animals, usual practice among the familiar farmers to reduce breeding costs. For this purpose, four treatments were determined: three with access to agroforestry paddocks differing by the diet provided (feed, whole grains of corn or sorghum) and, as a control, birds confined in a shed and fed with mash feed. The management used was rotational grazing and mobile chicken coop. Each treatment had 25 Pescoço Pelado (Label Rouge) lineage birds and five paddocks for pasture rotation. Pasture consumption, zootechnical performance, animal welfare and meat quality were evaluated. This dissertation also reports the pilot experiment with laying hens in a silvopastoral system. Forage consumption by birds had a greater impact on pasture supply in winter than in spring. It was estimated that the average weekly consumption of dry leaf matter in winter was 19.3 g/m² and in spring 6.7 g/m², differing statistically between seasons (p<0.05). In terms of meat production, there were significant differences in final live weight (average values: 2,70 kg - SSP+feed; 2,68 kg - SSP+1/2 feed and 1/2 corn grains; 2,62 -SSP+½ feed and ½ sorghum grains and 2,76 kg - Confinement), weight gain, conversion and feed efficiency for birds fed partially with sorghum grains (T3), which presented the worst performance in relation to the others (p< 0, 05). However, the weight of the clean carcass (carcass yield with bones ~73%), thigh and drumstick showed no statistical differences between treatments (p<0.05). The natural and more active behavior was statistically superior for birds raised in SSP. The chickens fed corn grains (T2) "scratched" significantly more (p<0.001) than the other treatments, with 34% of the observations. In the confined environment (T4), the "scratch" behavior represented only 9.2% of the observations. Meat quality was impacted by different rearing systems and food. The consumption of whole corn grains in SSP provided a greater development of the gizzard (p<0.001) and an accentuated yellow pigmentation (b*) for all pieces of meat evaluated (p<0.001). With this, it is evident that raising birds in a silvopastoral system can be viable in terms of productivity, improvements in animal welfare conditions and gains in differentiated product quality, thus adding value to the final products. Added to this are the gains from the rubber plantations, intensifying the use of lands in a complementary way. For farmers to take advantage of this, and other possibilities, additional studies are needed in order to provide the necessary technique and economic security to breeders.

Keywords: Silvopastoral Systems; Alternative poultry farming; Meat quality; Rotated grazing; Production system; Free-range

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade selecionou seus animais de criação para às mais variadas necessidades. As galinhas ancestrais (*Gallus gallus*) passaram pelo mesmo processo de coevolução com as antigas civilizações e desta forma, originouse a subespécie de aves domésticas (*Gallus gallus domesticus*) que conhecemos nos dias de hoje. O centro de origem destas aves ainda é um assunto bastante debatido por arqueólogos e biólogos especialistas na área. Supõe-se que entre as aves, as galinhas foram as primeiras a passar pela domesticação, com início no sudeste asiático há mais de 8.000 anos (GESSULI,1999). Questões culturais, como as conhecidas "brigas de galo", suscitaram a difusão da galinha doméstica pelo planeta. De acordo com Coelho et al. (2008), com o passar do tempo, indianos, gregos e, posteriormente, os romanos iniciaram o processo de seleção de aves para postura e corte e, dessa forma, as raças começaram a se espalhar pelo mundo.

De acordo com a carta de Pero Vaz de Caminha enviada ao rei de Portugal, as primeiras galinhas domésticas no Brasil foram trazidas pelos portugueses (GESSULI, 1999). A partir do século XX, a criação de aves no país passou por diferentes fases: a princípio, estas aves eram criadas livremente e sem especificações para produção, passando num momento seguinte à criação mais voltada à ornamentação e adornos. A criação de aves com dupla aptidão (carne e ovos), foi iniciada somente após a severa escassez de comida devido a segunda guerra mundial. Aproximadamente na década de 1960 se inicia o período de especialização das raças e assim, frangos e galinhas passaram a ser confinadas em galpões, instaurando-se o sistema industrial vigente (HELLMEISTER FILHO, 2002).

Nas granjas brasileiras da atualidade, as revoluções tecnológicas em genética, manejo e ambiência sustentaram saltos em produtividade que colocaram o país entre os três maiores produtores de carne de frango do mundo, com quase 14 mil toneladas anuais (ABPA, 2020.). Da produção total, se exportou mais 4 mil toneladas no ano de 2020 (~31%), fazendo do Brasil o líder mundial de exportações (Embrapa Suínos e Aves, 2019, ABPA, 2020.). O consumo nacional de carne de frango no mesmo ano foi de 45 kg/habitante e no sistema integrado de produção, aproximadamente 130 mil famílias proprietárias de pequenos aviários estão vinculadas às grandes indústrias de carne de frango no Brasil (ABPA,2018/2020).

A grande proporção da avicultura industrial faz com que o setor seja o principal consumidor de milho e soja do mercado. Com isso, aproximadamente 70% dos custos de produção estão atrelados à alimentação fazendo com que os preços dos produtos avícolas flutuem de acordo com a variação do preço das grandes *commodities*, base da alimentação destas aves. Para o período de fev/2019 a Embrapa Suínos e Aves estimou que o custo da avicultura de corte era de R\$ 2,79 por quilo de carne. É importante destacar que, como apontado por Righi (2019 e 2016), estes custos de produção não incluem as despesas e depreciação dos enormes galpões e demais instalações e maquinários necessários à criação destas aves, sendo, dessa forma, subestimados. Estes são custos externalizados aos criadores que arcam com os custos financeiros por anos. Acresce-se a isso o fato deste ser um mercado bastante competitivo com uma margem de lucro bastante estreita, sendo vulnerável principalmente a casos de problemas sanitários e problemas de fornecimento de alimentos e tratos aos animais.

Apesar da criação destas aves ser uma atividade econômica mundialmente instituída, a avicultura em escala industrial é um setor que apresenta enormes desafios sob uma abordagem sistêmica, para além da perspectiva produtiva (VIEIRA, 2005). As economias de escala reduzem custos, porém, adotam a tendência de considerar os animais como máquinas produtivas de carne e ovos, além de gerar externalidades ambientais e sociais não computadas pelas empresas (APPLEBY, 2004).

No mercado atual, existe uma demanda crescente por produtos de qualidade diferenciada e que considerem questões importantes como o bem-estar animal e a necessidade de sistemas de criação mais éticos e menos impactantes. Há assim uma grande pressão para que sejam desenvolvidos sistemas mais holísticos e que gerem produtos de qualidade diferenciada, empregos e distribuição de renda.

Desta forma, neste trabalho científico foi avaliada a inserção de frangos de corte em um sistema silvipastoril (SSP), considerando-se os aspectos biológicos, comportamentais e o nicho ecológico dessas aves. Durante a pesquisa, foi desenvolvido um sistema de pastagens rotacionadas (sistema Voisin) de modo a fornecer uma alimentação mais fresca e diversificada (plantas forrageiras espontâneas tolerantes ao sombreamento) que pode complementar a dieta dos animais e favorecer a diferenciação da qualidade dos produtos avícolas. Esperamos

oferecer às aves opções de escolha de seu alimento e melhorar suas condições de vida por recriar seu ambiente de origem. Neste estudo foram avaliados comparativamente a influência dos sistemas de criação (Sistema Silvipastoril e Confinamento) e de diferentes sistemas de alimentação (ração e grãos integrais) quanto ao desempenho dos frangos, o consumo da pastagem, o bem-estar das aves mediante a avaliação de seu comportamento e a influências desses fatores na qualidade dos produtos cárneos.

Além da pesquisa com frangos de corte, está relatada a experiência de um estudo piloto realizado nos anos de 2019 e 2020 com galinhas poedeiras criadas em sistema agroflorestal em comparação com aves criadas em sistema confinado.

REFERÊNCIAS

- APPLEBY, M.C.; MENCH, J.A.; HUGHES, B.O. Poultry behaviour and welfare. CABI, 2004.
- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf. Relatório Anual 2018. Acesso em 13 de agosto de 2019.
- COELHO, A.A.; SAVINO, V. J.; ROSÁRIO, M.F. Frango Feliz. Piracicaba: FEALQ, 2008.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Estatísticas Mundo Frango de Corte. Central de inteligência de aves e suínos. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo. Acesso em: 14/04/2022.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Estatísticas Brasil Ovos. Central de inteligência de aves e suínos. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas. Acesso em: 14/04/2022.
- GESSULLI, O.P. Avicultura Alternativa "Caipira". Porto Feliz-SP: OPG, 1999.
- HELLMEISTER FILHO, P. Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira. Tese de doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz" USP. 77p. Piracicaba, SP. 2002.
- VIEIRA, N.M.; DIAS, R.S., Cadeias agroindustriais. Uma abordagem sistêmica da avicultura de corte na economia brasileira. In: NEVES, M. F.; BIALOSKORSKI, S.; SCARE, RF CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 2005.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. A galinha doméstica – Origem, domesticação e comportamento.

A galinha doméstica (*Gallus gallus domesticus*; Linnaeus,1758) evoluiu de um ancestral comum, a galinha vermelha selvagem (Bankiva), cujas formas modernas vivem até hoje nas selvas do Sudeste Asiático (JOHNSGARD, 1986; CRAWFORD, 1990). Seus ancestrais compartilhavam características biológicas e comportamentais comuns que permitiram sua domesticação (APPLEBY, 2004). Originárias de florestas tropicais e subtropicais exploravam a biodiversidade da flora e da fauna locais como fonte de sobrevivência e o território para a expressão do seu repertório comportamental natural (THEAR, 1997; SALES, 2012).

Algumas características úteis à domesticação foram o fato de os pintinhos não necessitarem da mãe para comer, como observado em outras espécies de aves, respostas favoráveis à presença dos humanos, além da flexibilidade em requerimentos alimentares, como forrageadoras onívoras (APPLEBY, 2004). O comportamento das aves teve grande influência em vários aspectos de sua domesticação, mas a motivação principal foi o entretenimento proporcionado pelas brigas de galo (APPLEBY, 2004). Estima-se que a domesticação dessas aves ocorreu há cerca de 9.000 - 6.000 anos atrás (CRAWFORD, 1990), e a partir daí as galinhas se envolveram na vida dos humanos de diversas maneiras (VAARST, 2004).

A difusão da criação destas aves se deu provavelmente por contatos militares e comerciais entre os povos do mundo antigo (ESCOBAR, 2008). As galinhas domésticas modernas compartilham com suas ancestrais características similares e o estilo de vida livre natural (DUNCAN, 1969; THEAR, 1997). Com uma grande variabilidade genética, sua preferência por ambientes biodiversos e estratificados é clara (SALES, 2012), assim como a opção por passar a maior parte do seu tempo diurno em atividades de forrageio (COLLIAN e COLLIANS, 1967; DAWKINS, 1989).

Assim sendo, o desenho de um sistema integrado com galinhas deve ter o cuidado em localizar adequadamente o animal em relação aos demais elementos que compõem o sistema, tendo como base, as características intrínsecas da espécie, suas necessidades básicas, seus comportamentos naturais, os produtos, as saídas e os serviços que as galinhas podem prestar (SALES, 2012).

1.2. Os diferentes sistemas de produção avícola

Com a modernização da agricultura, a produção avícola industrial se torna a grande novidade, divergindo das práticas de manejo tradicional de criação de aves, mas por outro lado oferecendo produtos baratos e acessíveis à maioria da população. O melhoramento genético, a verticalização entre a indústria e os criadores e o aperfeiçoamento do manejo convergiram para um progresso tecnológico acelerado e ganhos em produtividade nas últimas décadas (HAVEINSTEN, 2003).

Entretanto, consumidores mais exigentes, demandantes de produtos de qualidade diferenciada geram outros nichos de mercado fazendo com que, a partir da década de noventa, normativas federais brasileiras reconheçam e institucionalizem outras aviculturas comerciais de acordo com a classificação comercial internacional vigente (SALES, 2012; SILVA e SILVA, 2008.). Porém, nenhum dos sistemas institucionalizados leva em consideração a função social e ecológica das aves. Por outro lado, os sistemas tradicionais de criação continuam a considerar a biologia das aves como sendo altamente eficientes e resilientes (SALES, 2005). Como principais mudanças na estrutura do sistema de criação originalmente praticado, podemos destacar a substituição das raças tradicionais por linhagens de alta produtividade, de alimentos locais por ração industrial externa, a mudança da criação livre para a confinada e a exploração em pequenos lotes para o alojamento em aviários de grande escala (SALES, 2012).

1.3. Bem-Estar Animal

Recentemente, o conceito de bem-estar animal tem ocupado espaço nas pesquisas e investigações científicas e configura um dos assuntos mais debatidos na produção animal da atualidade (SILVA e SILVA, 2008). Este campo do conhecimento está baseado no preceito de que os animais são sensíveis, ou seja, seres sencientes. Portanto, necessitam ser respeitados e tratados de forma a poupá-los ao máximo do sofrimento desnecessário (WSPA, 2009; SILVA e SILVA, 2008).

A princípio, a concepção de bem-estar animal restringia-se a reduzir o sofrimento dos animais. Porém nos últimos anos, pesquisadores especializados nesta área expandiram o conceito com ênfase na promoção de estados positivos, ou seja, proporcionar momentos estimulantes e prazerosos ao longo de suas vidas (MELLOR

e BEAUSOLEIL, 2015; DUNCAN, 1998). Para estruturar a definição de bem-estar animal, foi desenvolvido um modelo com os cinco domínios básicos para avaliar um sistema de produção quanto à qualidade de vida dos animais envolvidos. Os domínios estão divididos em físicos/funcionais (relacionados a fatores de sobrevivência) e os de experiência afetiva (referentes ao estado de saúde mental dos animais). Os domínios (1) "Nutrição", (2) "Saúde" e (3) "Ambiente" são categorizados no que se refere aos domínios físicos, enquanto (4) "Comportamento" e (5) "Estado Mental" relacionam-se às experiências afetivas (MELLOR, 2017). Os domínios estão interligados e afetam-se constantemente. Para aumentar os índices de bem-estar animal de um sistema produtivo devemos considerar e avaliar as condições referentes aos cinco domínios apresentados e classificá-los de acordo com seus efeitos positivos ou negativos em diferentes intensidades.

Para aos animais de produção, proporcionar um ambiente semelhante ao seu habitat original, como por exemplo, os sistemas silvipastoris que são estruturalmente próximos a uma floresta, amplia o repertório de comportamentos naturais e oferece, ao mesmo tempo, uma maior diversidade alimentar. Com isso, há enormes ganhos para as aves no quesito de bem-estar (RIGHI, 2016, BROOM, 2017; BRACKE e HOPSTER, 2005). A melhoria do ambiente de criação é uma forma de amenizar o estresse sofrido pelas aves e consequentemente reduzir a ocorrência de comportamentos anômalos e outras consequências negativas decorrentes do estado mental e físico destes animais.

1.4. Os Sistemas Agroflorestais – SAFs

Sistema Agroflorestal é um nome relativamente novo para um conjunto de práticas culturais antigas (NAIR, 1989; HUXLEY, 1999) que envolvem a integração de culturas arbóreas com outras agrícolas perenes ou anuais e/ou animais, simultaneamente ou sequencialmente, dadas às interações ecológicas e econômicas na mesma unidade de terra, gerando múltiplos produtos e serviços e respeitando o modo de vida das pessoas locais (NAIR, 1989). Para HUXLEY (1999) a agrofloresta é uma forma sensata de utilização da área com potencial para aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo conservar a terra, sendo esta uma questão a ser explorada pela ciência de forma multidisciplinar. Segundo PAULA e PAULA (2003) os Sistemas Agroflorestais podem ser divididos em três categorias: 1. Sistemas Agrossilviculturais: integram cultivos agrícolas e arbóreos (englobando arbustos e

trepadeiras); 2. Sistemas Silvipastoris: associação de pastagens (ou animais) e o plantio de árvores e; 3. Sistemas Agrossilvipastoris: caracterizam-se por culturas agrícolas, pastagens (ou animais) e árvores. Trabalhos de vários pesquisadores demonstraram que os Sistemas Agroflorestais - SAFs têm potencial para melhorar a fertilidade do solo, reduzir a erosão, melhorar a qualidade da água e do ar, aumentar a biodiversidade, melhorar a estética paisagística e sequestrar carbono (JOSE, 2009).

Assim, os SAFs são sistemas fornecedores de serviços ecossistêmicos, benefícios ambientais e produtos comercializáveis pelo uso multifuncional da terra (JOSE, 2009) e pela presença do componente arbóreo de longa duração (RIGHI, 2014).

1.5. Sistema Silvipastoril

Sendo a floresta o habitat natural dos ancestrais da galinha doméstica, vários estudos demonstraram os benefícios da integração dessas aves aos SAFs nas zonas temperadas da União Europeia e outras regiões temperadas do Chile, América do Norte e Nova Zelândia (YATES, 2007; GORDON e NEWMAN, 1997; SHARROW, 1999; JONES, 2006; DAWKINS, 2003). BROWNLOW (2000) justifica a inserção das aves nesses sistemas com base nos seguintes fatores: 1. Crescimento significativo de empreendimentos com galinhas soltas e consequentes demandas sobre os recursos da terra; 2. Custos reduzidos com a alimentação das aves; 3. Cobertura arbórea como fator de promoção de microclima e bem-estar animal com consequente recompensa no preço dos produtos certificados; 4. Potencial da exploração de mercados para galinhas agroflorestais; e 5. Demandas dos manejadores de floresta por novos usos para os recursos florestais e métodos alternativos para o tratamento silvicultural.

YATES (2007) e RIGHI (2016) destacam que um benefício importante da criação de galinhas em SAFs é permitir o ingresso econômico adicional aos agricultores que plantam árvores. A formação de uma estrutura florestal gera um habitat mais adequado aos animais proporcionando condições para sua criação. O ciclo curto e a agregação de valor ao produto avícola amortizam os custos de implantação das culturas arbóreas que normalmente têm um longo período de retorno. Além disso, a criação de aves nas propriedades rurais contempla a satisfação das necessidades básicas de alimentação das pessoas, proporcionando segurança

alimentar (proteína de carne e ovos) como também segurança econômica pela venda destes produtos (RIGHI, 2016; SALES, 2015).

Embora haja a necessidade de sistemas e produtos alternativos aos industriais para o mercado, a criação de aves em SAFs somente será amplamente adotada pelos agricultores quando se provar sua viabilidade econômica (RIGHI, 2016).

Assim, mais pesquisas precisam ser realizadas para melhor compreensão das interações microclima, forrageio, os benefícios ao bem-estar animal proporcionado pelo sistema e a qualidade dos produtos. Deste modo poderemos caminhar para o desenvolvimento de um sistema holístico de produção e mais integrador.

1.6. Consumo e tendências de mercado

Nos últimos 20 anos, o Brasil se tornou um dos maiores produtores de carne de frango do mundo. Em 2022, alcançou o segundo lugar no ranking mundial com 14.750 mil toneladas, superado apenas pelos Estados Unidos que produz atualmente 20.712 mil toneladas (EMBRAPA Suínos e Aves, 2022). A produção de ovos também cresce a cada ano no país e chegou a 53.533 milhões de ovos produzidos em 2020. Desta produção, 99,69% são comercializados internamente e apenas 0,31% é exportada (EMBRAPA Suínos e Aves, 2020).

Apesar da grande escala de produção avícola, a preocupação de consumidores ao redor do mundo com o trato dado aos animais tem levado ao aumento de sistemas de produção certificados que incluem indicadores de bem-estar animal, sendo este um mercado potencial a ser desenvolvido no Brasil (SOUZA e MOLENTO, 2015). As novas gerações de consumidores estão cada vez mais exigentes em relação à qualidade dos produtos, elevando a taxa de consumo de alimentos e bebidas mais saudáveis e produzidos de forma ética e sustentável (SILVA, 2019).

Dados de Souza e Molento (2015) mostram que os esquemas de certificação com indicadores de bem-estar para frangos de corte no país ainda são escassos, sendo encontradas apenas duas certificadoras atuantes em 2,1% das granjas de frango de corte. No Brasil, o baixo número de granjas de frango de corte certificadas em bem-estar animal indica que a causa principal da baixa demanda dos

consumidores brasileiros por esses produtos é a falta de conhecimento sobre os sistemas de produção e as necessidades dos animais (BONAMIGO, 2012; SOUZA e MOLENTO, 2015). Estima-se que no caso de galinhas poedeiras, os sistemas de criação alternativos ao convencional (caipira, livre de gaiola, orgânico, *free-range*, entre outros) representem apenas 5% da produção total de ovos, sendo os outros 95% oriundos de galinhas presas em gaiolas (SILVA, 2019).

A preocupação com o bem-estar das aves também tem influenciado grandes empresas do setor alimentício. Em outubro de 2018, a controladora do McDonald's na América Latina, anunciou que a partir de 2025 comprará somente ovos de galinhas livres de gaiola. Na mesma linha, a controladora da rede Burguer King anunciou que deveriam entrar em operação, também até o final de 2025, 480 pontos de venda no Brasil com as medidas de bem-estar para seus produtos de origem animal. No ano de 2016, a marca Sadia da BRF lançou, em parceria com o chef e ativista britânico Jamie Oliver, um frango criado solto com melhores condições de bem-estar animal, seguindo uma tendência mundial (ESTADÃO, 2016).

O caminho para a sustentabilidade do negócio avícola passará pela adoção de tecnologias que aumentem a produtividade e/ou reduzam os custos, concomitantemente ao desenvolvimento e adoção de práticas que garantam a sanidade da produção, levando em consideração o bem-estar dos animais e o impacto ao meio ambiente.

1.7. A alimentação das aves em sistemas de criação livre

A criação de aves em sistemas livres proporciona uma grande diversidade de alimentos locais (ervas, insetos, minhocas e outros pequenos invertebrados). Geralmente, a criação em sistema caipira se baseia nos alimentos oferecidos no ambiente acrescida do fornecimento diário de grãos de milho.

A ração comercial é precisamente formulada para suprir as demandas nutricionais de frangos e galinhas, porém o elevado preço deste produto, muitas vezes, é um impedimento para que pequenos e médios agricultores mantenham suas criações de aves. Diante disso, é comum que estes produtores misturem uma parte da ração com grãos inteiros, especialmente de milho, para amortizar os custos. Muitas vezes, estes grãos são cultivados na propriedade, reduzindo assim os gastos com

insumos de origem externa e com outras despesas no processamento da ração (ABDOLLAHI et al. 2018; GABRIEL, 2008, SINGH, 2014.).

Estudos atuais revelam que o consumo de grãos inteiros pode influenciar positivamente o desempenho das galinhas e frangos devido a maior expansão e funcionalidade da moela. Este importante órgão é responsável pela "digestão física", quebrando os alimentos em partículas menores, regulando a secreção de sucos digestivos e a passagem do bolo alimentar (SVIHUS, 2010; GABRIEL, 2008; BOLELI e THIMOTHEO, 2017). Estas aves são preparadas anatomicamente para o consumo de grãos e outros alimentos mais rígidos. Por isso, possuem o papo para armazenar, hidratar e amolecer o alimento, e a moela para moer e processar as partículas ingeridas. CUMMING (1992) e LIU (2015) afirmam que o consumo de alimentos de maior granulometria melhora a saúde do trato digestivo pois influencia na ecologia da microflora intestinal, favorecendo a prevalência da micro-organismos benéficos e reduzindo a população de organismos patogênicos, como por exemplo, a diminuição na ocorrência de coccidiose. O fornecimento de ração, triturada previamente, elimina a função da moela e pesquisas indicam como consequência o atrofiamento deste órgão (ABDOLLAHI, 2018).

Em países do norte europeu, Austrália e Canadá, o uso de grãos integrais na alimentação de aves tem ganhado força por ser mais condizente com a preferência alimentar natural destes animais, além de reduzir os custos com ração. (GABRIEL, 2008; SINGH, 2014). As xantofilas conservadas nos grãos também resultam numa coloração amarela mais intensa da gema, da pele e carne dos animais, o que é reconhecido positivamente pelos consumidores de frangos de criação tradicional (OLIVIER et al. 2005). A presença de grãos inteiros na alimentação pode aumentar o bem-estar das aves, a eficiência na conversão alimentar e a redução nas taxas de mortalidade (LIU, 2013; GABRIEL, 2008, SINGH, 2014).

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M.R., ZAEFARIAN, F., RAVIDRAN, V. Feed intake response of broilers: impact of feed processing. Animal Feed Science and Technology. Massey University. New Zeland. 2018.
- APPLEBY, M.C.; MENCH, J.A.; HUGHES, B.O. Poultry behaviour and welfare. CABI, 2004.
- BOLELI, I.C. e THIMOTEO, M. Capítulo 5: Estrutura Funcional do Trato Gastrintestinal: da percepção à absorção. Fisiologia das aves comerciais. MACARI, M. e MIORKA, A. Jaboticabal. FACTA, 2017.
- BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C.B.S.S.; MOLENTO, C.F.M. Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 41, n. 4, p. 1044-1050, 2012.
- BRACKE, M.B.M. e HOPSTER, H. Assessing the importance of animal behavior for animal welfare. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 19:77–89. DOI 10.1007/s10806-005-4493-7. 2005.
- BROOM D.M., "Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems." Rev. Bras. Zootec., 46, 683-688. doi.org/10.1590/S1806-92902017000800009. 2017.
- COLLIAS, N.E.; COLLIAS, E.C. A field study of the red jungle fowl in north-central India. The Condor, v. 69, n. 4, p. 360-386, 1967.
- CRAWFORD, R.D. Origin and history of poultry. Poultry breeding and genetics, 1990.
- CUMMING, R.B. Mechanisms of biological control of coccidiosis in chickens. Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium 4, 46–51. 1992.
- DAWKINS, M.S. Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. Applied Animal Behaviour Science, v. 24, n. 1, p. 77-80, 1989.
- DAWKINS, M.S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. Zoology, v. 106, n. 4, p. 383-387, 2003.
- DUNCAN, I.J. Vídeo: "Cluck The life of an egg-laying chicken". Produzido por: BC SPCA Speaking for Animals. 2011. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=P318VywVAxk&ab_channel=IanCameron.

- DUNCAN, I.J. Behaviour and behavioral needs. Poultry Science. Volume 77, Issue 12, Pages 1766-1772. https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1766. Department of animal and Poultry Science and Col. K. L. Campbell Centre for the Study of Animal Welfare, University of Guelph, Ontario, Canada. 1998.
- ESCOBAR, P.F.C. Paisaje Cultural Rural Avícola. Generación de Metodología y Estudio de Casos en Afunalhue, Villarrica, Región de La Araucanía. Revista brasileira de agroecologia, v. 4, n. 2, 2009.
- ESTADÃO. Jornal O Estado de São Paulo http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,controladora-domcdonalds-no-brasil-so-comprara-ovos-de-galinhas-livres-de-gaiola-apartir-de-2025,10000081892). Acesso em 16 de outubro de 2016.
- GABRIEL, I., MALLET, S., TRAVEL, A. Effects of whole wheat feeding on the development of digestive tract of broiler chickens. Animal Feed Science and Technology. 2008.
- GORDON, A.M.; NEWMAN, S.M. Temperate agroforestry systems. Cab international, 1997.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Estatísticas Mundo Frango de Corte. Central de inteligência de aves e suínos. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo. Acesso em: 14/04/2022.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Estatísticas Brasil Ovos. Central de inteligência de aves e suínos. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas. Acesso em: 14/04/2022.
- HAVENSTEIN, G.B., FERKET, P. R. e QURESHI, M. A., Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 Versus 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. Poultry Science, 2003. HUXLEY, P. Tropical agroforestry. Blackwell Science, 1999.
- HUXLEY, P. Tropical Agroforestry. Oxford: Blackwell Science, pp. 371, ISBN 0-632-04047-5. Experimental Agriculture, 36(4), 519-519. doi:10.1017/S0014479700261085. 1999.
- JOHNSGARD, P.A.; JONES, H. The pheasants of the world. New York: Oxford University Press, 1986.

- JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry systems, v. 76, n. 1, p. 1-10, 2009.
- JONES, T.; FEBER, R.; HEMERY, G.; COOK, P.; JAMES, K.; LAMBERTH, C.; DAWKINS, M. Welfare and environmental benefits of integrating commercially viable free-range broiler chickens into newly planted woodland: A UK case study. Agricultural systems, v. 94, n. 2, p. 177-188, 2006.
- LIU, S.Y. Whole-grain feeding for chicken-meat production: possible mechanisms driving enhanced energy utilization and feed conversion. Animal Production Science. University of Sidney, Austrália. 2015.
- MELLOR, D.J., BEAUSOLEIL, N.J. Extending the 'Five Domains' model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. Universities Federation for Animal Welfare. The Old School, Brewhouse Hill, UK, 2015.
- MELLOR, D.J., Operational Details of the Five Domains Model and Its Key Applications to the Assessment and Management of Animal Welfare. Animals. Massey University, New Zeland. 2017.
- NAIR, P.K. Ramachandran. Agroforestry systems in the tropics. Kluwer Academic Publishers, 1989.
- OLIVIER, L. et al.; Evaluation de la perception de la qualite du poulet jaune pigmente par le consommateur français la place de la couleur. Sixiemes Journèes de la Recherche Avicole, St Maio, 30 et 31 mars 2005.
- PAULA, R.C; PAULA, N.F. Sistemas Agroflorestais. Disponível em: http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=2009:recrusos:valer i-eal-2003-saf.pdf>. Acesso em: 21 de Mar. 2015.
- RIGHI, C.A. O uso da terra e os sistemas agroflorestais: uma abordagem histórica e do desenvolvimento nos trópicos. In: L.D. Silva; A.R. Higa (orgs.) Sustentabilidade de sistemas de produção florestal: estudos de casos. 1 ed., 2014, p.1.
- RIGHI, C.A. Galinhas agroflorestais: mudando o modo de se fazer. X. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: aprendizados, desafios, perspectivas. Out//2016. Cuiabá-MT. 2016. 1p.
- SALES, M.N.G. Criação de galinhas em sistemas agroecológicos. Vitória: Incaper, 2005.

- SALES, M.N.G. Expresiones de la avicultura familiar capixaba: sacando de la invisibilidad la crianza a pequeña escala y sus agentes. 2012. Tese de Doutorado. Córdoba, Universidad de Córdoba, 2012.
- SALES, M.N.G. Diálogo de saberes para o desenvolvimento da avicultura caipira. IX Congresso Brasileiro de Agroecologia. Cadernos de Agroecologia ISSN 2236-7934 Vol 10, Nº 3 de 2015. Acesso em 08/08/2020. Disponível em: https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2612/1/BRTdialogodesab eresparaodesenvolvimentodaavicultura-guelber.pdf. 2015.
- SHARROW, S.H. Silvopastoralism: competition and facilitation between trees, livestock, and improved grass-clover pastures on temperate rainfed lands. Agroforestry in sustainable agricultural systems, p. 111-130, 1999.
- SINGH, Y., AMERAH, A.M., RAVIDRAN, V. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilization of poultry. Animal Feed Science and Technology. Masseu University, New Zeland. 2015. p 1-18.
- SILVA, I.J.O. e SILVA, K.O.; Impactos do Bem-Estar na produção de ovos. VI Congresso de Produção e Comercialização e Consumo de Ovos, APA março 2008.Disponível:http://www.nupea.esalq.usp.br/admin/modSite/arquivos/imagens/b05d4e889b262efdc020182a8ee65f32.pdf. Acesso em: 23/06/2020.
- SILVA, I.J.O., Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil. Diálogos União Européia Brasil. Relatório: "Alinhamento da estratégia nacional de bem-estar dos animais de produção, adotando o conceito proposto pela OIE ("one world, one health, one welfare")". MAPA e UE, 2019.
- SVIHUS, B. et al., Nutrient utilization and functionality of the anterior digestive tract caused by intermittent feeding and inclusion of whole wheat in diets for broiler chickens. Poultry Science. p 1-9, 2010.
- SOUZA, A.P.O.; MOLENTO, C.F.M. The Contribution of Broiler Chicken Welfare Certification at Farm Level to Enhancing Overall Animal Welfare: The Case of Brazil. J. Agric. Environ. Ethics (2015) 28: 1033. doi:10.1007/s10806-015-9576-5. 2015.
- THEAR, K. Free-range poultry. Ed. 2. 1997.
- VAARST, M.; RODERICK, M.; LUND, V.; LOCKERETZ, W. (Ed.). Animal health and welfare in organic agriculture. CABI, 2004.

- YATES, C.; DORWARD, P.; HEMERY, G.; COOK, P. The economic viability and potential of a novel poultry agroforestry system. Agroforestry Systems, v. 69, n. 1, p. 13-28, 2007.
- WSPA Sociedade Mundial de Proteção Animal. Documentário: Animais Seres Senscientes,2009. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rF1wXCVMDE0&ab_channel=Prote%C3%A7%C3%A3oAnimalMundial.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de pastejo rotacionado (sistema Voisin) com frangos de corte em sistema silvipastoril e assim estabelecer parâmetros para sua adoção. Avaliar a influência do sistema na qualidade do produto final e no bem-estar dos animais.

Avaliar a adaptação de galinhas poedeiras em SSP como um estudo preliminar ao experimento com aves de corte.

Intensificar o uso da terra em propriedades rurais através das técnicas e conceitos dos sistemas agroflorestais que consistem em adotar o componente arbóreo nos sistemas agrícolas e/ou de criação animal. Usufruindo assim, de todos os benefícios ambientais, sociais e econômicos que a presença de árvores pode nos proporcionar.

Ampliar e gerar o conhecimento para todos aqueles que buscam adotar sistemas de criação avícolas que atendam a demanda por produtos de origem animal mais sustentáveis, associados às melhorias no bem-estar de galinhas e frangos e com a qualidade diferenciada (mercado *gourmet*).

3.2. Objetivos específicos

Identificar, monitorar e caracterizar:

- Os efeitos da alimentação (pastagem, ração e/ou grãos inteiros) no crescimento das aves e vice-versa;
- O impacto da presença das aves sobre a vegetação forrageira do seringal, procurando determinar as bases do consumo de plantas e o período de rotação entre os piquetes;
- Verificar a qualidade do produto carne e ovos;
- O bem-estar destas aves quando criadas em SSP em comparação à criação confinada;

4. GALINHAS POEDEIRAS EM SISTEMA SILVIPASTORIL – Experimento Piloto

Resumo

A utilização de ovos está presente na culinária ao redor do mundo. No Brasil, o consumo anual de ovos per capta chegou a 257 unidades em 2021 (ABPA,2020) com a tendência de expansão deste mercado. Entretanto, a avicultura convencional vem sendo questionada quanto ao tratamento dado à estas importantes aves. Neste sistema, as galinhas poedeiras são mantidas em gaiolas empilhadas durante toda sua curta vida. O apelo de consumidores por produtos que prezam pelo bem-estar animal tem encontrado eco ao redor do mundo. Mais recentemente grandes empresas como McDonalds, Walmart, Burguer King e a Sadia da BRF anunciaram que dentre alguns anos, os produtos comercializados de origem animal serão certificados de acordo com as medidas que asseguram o bemestar animal. Antecipando este movimento, desde 2009 vem sendo desenvolvido projetos de pesquisa para a criação de aves livres na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) sob a coordenação do Prof. Ciro Abbud Righi. Este trabalho trata do desenvolvimento de um sistema inovador na avicultura que preza por aproximar as aves de seu habitat de origem, inserindo-as em um sistema silvipastoril estruturalmente semelhante a uma floresta. Apesar de já terem sido realizadas algumas experiências existem grandes lacunas do conhecimento que permitam o desenvolvimento de sistemas que subsidiem sua adoção pelos produtores. Para tanto, utilizamos uma área de um seringal existente na ESALQ/USP, onde se construiu um cercado de tela ao redor de um galinheiro suspenso. Neste experimento esperamos verificar a adaptação de galinhas poedeiras e sua interação ao sistema silvipastoril. Como testemunha, criamos aves em sistema confinado em galpão (livres de gaiola). A mesma alimentação (ração convencional) foi fornecida para ambos os tratamentos. Todos os tratamentos continham 21 aves. Os indicadores de bem-estar animal foram levantados por etogramas e observações semanais das galinhas. Também foram realizadas avaliações de qualidade de ovos durante o período de postura. Espera-se com isso desenvolver um novo modo de criação de aves, com respeitando as exigências naturais dos animais. Deste modo poderemos avançar no desenvolvimento de um sistema de criação alternativo para que agricultores aproveitem áreas de sub-bosque normalmente ociosas. Estaremos assim contribuindo ao mesmo tempo com a melhoria do bem-estar animal e o aumento de renda dos produtores com a melhoria do uso dos recursos produtivos.

Palavras-chave: Avicultura alternativa, Sistemas Silvipastoris, Bem-estar animal e Qualidade de ovos.

Abstract

The use of eggs is present in cuisine around the world. In Brazil, the annual consumption of eggs per capita reached 257 units in 2021 (ABPA, 2020) with the trend of expanding this market. However, conventional poultry farming has been questioned regarding the treatment given to these important birds. In this system, laying hens are kept in stacked cages throughout their short lives. The appeal of consumers for products that value animal welfare has been echoed around the world. More recently, large companies such as McDonalds, Walmart, Burguer King and Sadia from BRF announced that within a few years products sold of animal origin will be certified in accordance with measures that ensure animal welfare. Anticipating this movement, since 2009 research projects have been developed for the creation of free birds at the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) under the coordination of Prof. Ciro Abbud Righi. This work deals with the development of an innovative system in aviculture that aims to bring birds closer to their habitat of origin, inserting them in a silvopastoral system structurally like a forest. Although some experiments have already been carried out, there are large gaps in knowledge that allow the development of systems that support their adoption by producers. For that, we used an area of an existing rubber plantation at ESALQ/USP, where a screen fence was built around a suspended chicken coop. In this experiment we hope to verify the adaptation of laying hens and their interaction with the silvopastoral system. As a witness, we raised birds in a confined shed system (cage-free). The same feed (conventional ration) was provided for both treatments. All treatments contained 21 birds. The animal welfare indicators were raised by ethograms and weekly observations of the hens. Egg quality assessments were also carried out during the laying period. With this, it is expected to develop a new way of raising birds, respecting the natural requirements of the animals. In this way, we will be able to advance in the development of an alternative breeding system for farmers to take advantage of normally idle understory areas. In this way, we will be contributing at the same time to improving animal welfare and increasing the income of producers by improving the use of productive resources.

Keywords: Alternative poultry farming, Silvipastoral Systems, Animal welfare and Egg quality.

4.1 Introdução

As galinhas ancestrais às formas domésticas que conhecemos hoje, habitavam as florestas tropicais e subtropicais do Sudeste asiático (JOHNSGARD, 1986; CRAWFORD, 1990). Seu comportamento natural está diretamente relacionado ao seu habitat de origem, sendo assim, exploravam o chão das selvas em busca de alimentos durante o dia e se abrigavam empoleiradas no topo das árvores para se manter longe dos predadores noturnos (THEAR, 1997; SALES, 2012).

Algumas características favoráveis proporcionaram a sua associação com os seres humanos, dando início ao processo de domesticação. De acordo com Gessuli (1999), estima-se que as galinhas participam da nossa história a cerca de 8.000 anos. Desde então, a criação de avícola passou por diversas transformações e ainda hoje, estes animais são reconhecidos pelo seu valor cultural, religioso e principalmente, no aspecto da segurança alimentar de milhares de famílias ao redor do mundo (VAARST, 2004).

Os ovos estão entre os alimentos de origem animal mais consumidos na atualidade. No Brasil, a demanda cresce exponencialmente e hoje estima-se que cada brasileiro consuma cerca de 257 unidades ao ano (EMBRAPA AVES e SUÍNOS, 2021). A razão para isso está diretamente relacionada à queda de preços devido ao aumento na escala de produção. A partir da década de 1960, desencadeada pela chamada "Revolução Verde", a avicultura tomou proporções industriais (HELLMEISTER FILHO, 2002). Grandes saltos em produtividade, melhoramento genético e tecnificação fizeram com que o plantel nacional de poedeiras fosse de cerca de 60 milhões em 1987 para quase 180 milhões de aves no ano de 2022 (IBGE,2022).

Diante deste processo, a criação de "fundo de quintal", com as aves soltas em terreiros foi gradualmente sendo substituída por sistemas mais semelhantes a grandes "fábricas" de ovos e carne. No caso da produção de ovos, adotou-se o sistema de bateria de gaiolas, em que as aves passam a vida presas em pequenos espaços compartilhados com outras galinhas. Um ambiente estressante e que priva a expressão etológica, afetando diretamente o bem-estar destes respeitáveis animais.

Diante desta realidade, existem muitas críticas e cobranças por parte dos consumidores preocupados com a qualidade de vida dos animais de produção. Na União Europeia, a criação de poedeiras em gaiolas é proibida desde 2012 e, seguindo

este movimento, algumas empresas multinacionais já têm se posicionado para obter produtos avícolas com certificação que garanta o bem-estar animal. Há assim uma grande pressão para que sejam desenvolvidos sistemas mais holísticos e que gerem produtos de qualidade diferenciada, empregos e distribuição de renda.

Desta forma, é necessário refletir sobre as características intrínsecas da espécie, seu comportamento natural e suas necessidades básicas para desenvolver um sistema integrador, no qual estas aves componham adequadamente o agroecossistema no qual foram inseridas. Assim será possível obter produtos avícolas diferenciados e aproveitar outros serviços que as galinhas podem prestar como o controle do mato, insetos, fertilização do solo por meio das excretas entre outros (SALES,2012).

Para aos animais de produção, proporcionar um ambiente semelhante ao seu habitat original, como por exemplo, os sistemas silvipastoris, estruturalmente próximos a uma floresta, amplia o repertório de comportamentos naturais e oferece, ao mesmo tempo, uma maior variedade de alimentos. A preferência destas aves por ambientes estratificados e com maior biodiversidade é nítida (SALES,2012). Com isso, há enormes ganhos para as aves no quesito de bem-estar, reduzindo o estresse e proporcionando estados físicos e mentais positivos a partir da melhoria do ambiente de criação (RIGHI, 2016, BROOM, 2007; BRACKE e HOPSTER, 2005).

Desta maneira, neste estudo piloto foi proposto o desenvolvimento de um sistema silvipastoril (SSP) com galinhas poedeiras, levando em conta características biológicas, comportamentais e o nicho ecológico dessas aves. Assim, pudemos verificar adequação da criação de galinhas a este sistema de criação livre, com diferentes plantas herbáceas espontâneas, pequenos invertebrados, sementes entre outras fontes alimentícias, oferecendo às aves a opção de escolha de seu alimento a partir de recursos locais. Para isso, avaliou-se a produção de ovos, bem-estar animal e qualidade dos produtos obtidos na criação em SSP comparando a um tratamento testemunha de aves confinadas em galpão.

4.2. Materiais e Métodos

No ano de 2019 iniciamos um estudo piloto com a criação galinhas poedeiras em sistema silvipastoril. As aves foram criadas em um piquete fixo em uma área de seringal descrita no item 2.1., onde se construiu um cercado de tela ao redor de um galinheiro suspenso. Neste experimento esperávamos verificar a adaptação de galinhas poedeiras e sua interação com sistema silvipastoril. Como testemunha, criamos aves em confinamento no galpão (livres de gaiola). A mesma alimentação (ração convencional) foi fornecida para ambos os tratamentos. Cada lote continha 21 aves.

4.2.1. O Sistema Silvipastoril com poedeiras

O sistema foi instalado na área de um seringal convencional (8m x 2,5m) pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) localizada no município de Piracicaba – SP. Segundo os dados da Estação Experimental da Universidade (SVEE-ESALQ), a ESALQ está situada nas coordenadas geográficas: Lat. 22°42' S Long. 47°38' W. O clima da região é Cfa em transição para Cwa (Köppen). A temperatura média anual é de 22°C, com uma média das mínimas do mês mais frio de 4°C e 35°C para a média das máximas do mês mais quente. A precipitação anual é de 1275 mm ao ano. O seringal está situado em uma área de nitossolo.

As aves criadas em sistema silvipastoril (Tratamento 1) ficavam soltas em espaço de passeio delimitado por uma cerca em uma plantação de seringueiras. Os mourões eram de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus* Munro) e seguravam a tela de galinheiro em uma altura de 1,5 m (Figura 1). A área externo ao abrigo situava-se entre duas linhas de seringueiras com 210 m², com uma densidade equivalente à 10 m²/ave. O chão era recoberto por uma camada grossa de serapilheira e algumas ervas espontâneas.

Neste local estava o galinheiro suspenso, onde as aves se abrigavam durante a noite, se alimentavam, bebiam água e utilizavam os ninhos para a postura dos ovos. O galinheiro é desmontável Modelo ESALQ № I (Figura 2) dispõe uma área de 3m², contando com doze ninhos, um poleiro e uma escada para o uso das aves. A densidade do lote de poedeiras foi baseada nas dimensões do Modelo ESALQ № I já existente e nas recomendações para assegurar o conforto e o bem-estar das galinhas

dentro do abrigo. A ocupação do espaço interno foi de 7 aves por m², respeitando a Norma Técnica ABNT NBR 16437:2016 para produção de ovos caipiras (BECK, 2017), o que resultou em um lote de 21 aves.



Figura 1. Sistema silvipastoril com galinhas poedeiras e o galinheiro suspenso e desmontável Modelo ESALQ № 1. Piracicaba - SP, dezembro de 2019. Acervo pessoal.

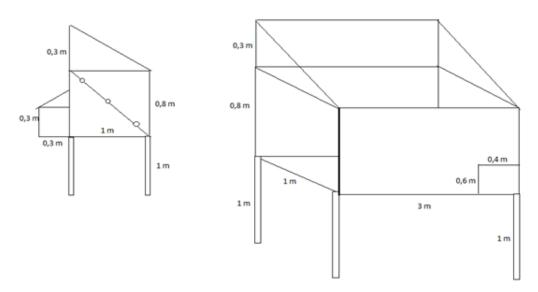


Figura 2. Planta do galinheiro suspenso e desmontável Modelo ESALQ № 1 elaborado pelo prof. Dr. Ciro Abbud Righi e pela Eng. Agrônoma Thaís Tomazella.

4.2.2. O sistema de confinamento em galpão

Para a criação das galinhas em sistema de confinamento (Tratamento 2) utilizou-se a mesma instalação já existente no Dep. de Genética da ESALQ/USP (Figura 3). O galpão abrigou todas as pintainhas na fase de cria e parte da recria. A partir da 14ª semana permaneceram confinadas apenas as aves do lote testemunha (21 aves) e do lote de reposição (20 aves) – Figura 7. As aves foram mantidas em "boxes", utilizando a mesma densidade populacional de 7 aves/m² em uma área de 3 m² (equivalente a área do galinheiro móvel) de forma a simular a densidade de criação normalmente adotada em sistemas comerciais. Foram instalados dois conjuntos de ninhos de alumínio, com quatro divisórias cada. No período de inverno, fechávamos a cortina ao anoitecer e reabríamos logo pela manhã. Após o início da postura e com o aumento da temperatura ambiente, a cortina permaneceu aberta por 24h.



Figura 3. Criação de galinhas em sistema confinado livre de gaiola (T2). Piracicaba - SP, novembro de 2019. Acervo pessoal.

4.2.3. A escolha das aves

Todas as aves eram da linhagem "Lohmann Brown Lite" selecionada pela empresa Lohmann do Brasil, que doou o lote de 101 pintainhas nascidas no dia 20/05/2019. As pintainhas permaneceram no galpão com lâmpadas de aquecimento e recebendo ração *ad libitum* até a 6ª semana de idade. Neste período ocorreram duas mortes de pintainhas que vieram cegas do incubatório. Durante uma parte do

período de recria, as aves permaneceram no galpão recebendo ração controlada conforme o indicado no manual da linhagem.

Na 14ª semana as aves utilizadas no experimento foram selecionadas por uniformidade de peso. O peso médio do lote foi de 1.283,2 g. As aves escolhidas pesavam dentro do intervalo de 6% (variação de -3% e + 3%, ou seja, de 1.240g a 1.325g).

4.2.4. O manejo das aves

- i) <u>Fase de cria (1ª a 6ª semana)</u>: Todas as pintainhas foram mantidas confinadas no galpão devido à extrema sensibilidade às variações ambientais e maior vulnerabilidade ao ataque de predadores. Os dois "boxes", com 50 aves cada, possuíam uma lâmpada para aquecimento e iluminação. Ao redor de cada lâmpada foi feito um círculo de proteção para as pintainhas. À medida que os dias foram passando e as pintainhas adquiriram maior peso e tamanho, ampliamos o local oferecido com abertura do círculo, conforme recomendado por Gessuli (1999).
- ii) <u>Fase de recria (7ª à 17ª semana)</u>: Na fase de recria as aves ocupavam o box inteiro (7m²). Na 14ª semana, foram separados os três lotes referentes às aves criadas em sistema silvipastoril (T1), aves criadas em sistema confinado (T2) e aves para reposição.

As frangas do T1, realocadas para a área do seringal, passaram duas semanas confinadas no galinheiro para se acostumarem com a nova morada. Desta forma, estariam menos suscetíveis ao ataque de predadores ou a se perderem no novo ambiente, além de reconhecerem o espaço como um local seguro para seu abrigo. Após os primeiros dias de adaptação, as frangas passaram a ter livre acesso à área de sub-bosque.

No final da tarde (18h – 18h30) as aves voltavam naturalmente para o galinheiro onde ficavam presas durante a noite. A porta do galinheiro ficava fechada para evitar a entrada de animais silvestres. O fornecimento da ração e a soltura das aves para acessar o sub-bosque do seringal eram realizados pela manhã. Havia um galão dentro do galinheiro e um na parte externa para o fornecimento constante de água para os animais.

As galinhas do galpão (T2) passavam o dia e a noite confinadas no "boxe", livres de gaiola. A ração foi fornecida no mesmo horário e quantidade que as aves do

T1, e água *ad libitum*. O peso das aves passou a ser acompanhado por meio de pesagens quinzenais.

<u>iii) Pré-Postura e Postura (a partir da 18ª semana):</u> A aparição de diferenciações morfológicas das frangas sinaliza o início da fase reprodutiva (GESSULLI,1999). Com isso, em poucos dias inicia-se a postura de ovos (Figura 4). Os ovos de ambos os sistemas foram coletados e contabilizados diariamente. O controle do fotoperíodo foi realizado em ambos os tratamentos.



Figura 4: Galinha em postura no sistema silvipastoril. Piracicaba-SP, outubro de 2019. Acervo pessoal.

4.2.5. A alimentação das galinhas

A alimentação das aves foi fornecida pelo Prof. Dr. José Fernando Menten, especialista em nutrição de aves do Depto. de Zootecnia da ESALQ/USP que também colaborou com esta pesquisa. A formulação da ração foi feita com auxílio da Enga. agrônoma Dra. Glaucia Samira Napty, de acordo com as recomendações de UFV (2017) e do Guia de Manejo da Lohmann Brasil, específico para a linhagem. A formulação da ração para as diferentes fases pode ser observada na Tabela 1.

A ração foi fabricada pelo departamento de Zootecnia com a ajuda do técnico Sr. Antônio Carlos Oliva. As aves criadas no sistema agroflorestal tiveram acesso à alimentação alternativa presente no ambiente agroflorestal para além da ração, como pequenos insetos, larvas e plantas espontâneas.

Tabela 1. Formulação da ração (kg) e atendimento às exigências nutricionais para galinhas poedeiras semi-pesadas.

Ingredientes	CRIA	RECRIA	PRÉ-POSTURA	POSTURA
	(1 a 6 sem.)	(7 a 12 sem.)	(13 a 18 sem.)	(a partir da 19 ^a sem.)
Milho	57,5144	60,2817	62,0129	46,4718
Farelo de soja 45% PB	34,9982	29,7420	24,4686	30,7140
Farelo de trigo	3,0000	6,0000	6,0000	6,0000
Fosfato bicálcico	1,7789	1,7163	1,8730	1,6971
Calcário calcítico	0,9358	0,9607	4,9627	9,3810
Óleo de soja	0,5503	0,3155		4,8320
Sal comum	0,4198	0,3950	0,3469	0,4232
DL-metionina	0,2837	0,2400	0,0759	0,2209
L-Lisina 77%	0,1699	0,0786		
Premix Vitaminico	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Cloreto de colina 70%	0,0800	0,0600	0,0600	0,0600
L-Treonina	0,0690	0,0102		
Premix Mineral	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
L-Valina				
Total	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000
Atendimento às exigências nutricionais				
Energia metabolizável Kcal/Kg	2850	2850	2750	2800
Proteína bruta %	21,2775	19,4381	17,0000	18,7000

4.2.6. A avaliação do bem-estar animal

O bem-estar das galinhas foi avaliado de acordo observações sistemáticas de comportamento dos animais submetidos a diferentes ambientes de criação. Para isso, elaborou-se o etograma descrito na Tabela 2 de forma a padronizar as observações das pessoas que realizaram as análises.

Tabela 2. Etograma de comportamentos observados para galinhas poedeiras em confinamento e sistema silvipastoril.

Sentada	Ave está com o corpo em contato com a cama ou chão. Sem realizar outro comportamento entre os listados.
Ciscando	Quando a ave explora o território com bico e pés. Ato de forragear a vegetação natural.
Comendo	Ave com o bico dentro do comedouro se alimentando de ração/grãos inteiros.
Bebendo	Consumindo água com o bico no bebedouro pendular.
Empoleirar	Ave sobre o poleiro ou outra estrutura acima do nível do solo.
Explorando penas	Explorando o empenamento com o bico. Movimento não agressivo. Caracteriza- se pela investigação e manutenção das próprias penas e de outras aves.
Movimentos de conforto	Sacudir asas e penas do mesmo lado, esticar as pernas, ruflar e sacudir as penas, levantar as asas à altura do corpo e esticar a ponta das asas.
Banho de Areia/ Espojar	Revolver o substrato e jogá-lo sobre o corpo. Neste caso, consideramos a cama de serragem ou o solo do seringal (folhas/terra).
Bicagem não agressiva	Bicar em movimentos suaves. Ocorre entre duas ou mais as aves, sem agressividade evidente. As regiões do corpo das aves que são "bicados" com maior ocorrência são: ventral, do pescoço, dorso, ponta ou base da cauda e abdômen.
Bicagem agressiva	Estabelecimento da dominância entre duas ou mais aves. Caracteriza-se por bicadas fortes e rápidas em uma segunda ave. Pode gerar reações agressivas ou defensivas. A região do corpo da ave normalmente atingida é a cabeça, próximo à crista.
Bicagem de objetos	Bicagem de objetos presentes no galinheiro ou no "boxe". Não se considera bebedouro e comedouro.
Usando o ninho	Utilização do ninho por um período ou visitas frequentes.
Outros	Aves caminhando ou paradas.

As observações a campo foram feitas por nove dias nos dois sistemas de produção, simultaneamente. Estas foram realizadas por duas horas durante a manhã e duas horas pela tarde nos seguintes horários: das 9h às 10h, 11h às 12h, 13h às 14h e das 15h às 16h. Foram utilizadas as duas metodologias SCAN e Animal focal, dois métodos sistematizados por Altmann (1974).

No método "Animal focal", cinco galinhas foram marcadas com "mochilinhas" numeradas para a observação constante de seu comportamento a cada cinco minutos intercalados por cinco minutos de pausa. Na metodologia "Scan" tirava-se uma foto do momento (a cada 5 minutos) e se contabilizava quantas galinhas estavam

realizando determinada ação no instante da foto. Todos os dados foram copilados em tabelas de Excel para elaboração dos gráficos apresentados nos resultados.

4.2.7. Análise da qualidade de ovos

A análise de qualidade de ovos foi realizada no Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes e Ovos com o apoio da Profa. Dra. Carmen Contreras Castillo. No total foram quatro dias de avaliação durante o período de postura das aves (29/10/19; 07/11/2019; 10/02/2020 e 15/01/2021), com os índices de postura de 93%, 95%, 95,3% e 80% respectivamente.

As medições foram: I) altura de gema; II) altura de três pontos do albúmen; III) diâmetro da gema; IV) cor da gema e V) os pesos do ovo inteiro, da gema, da clara e da casca em balança semi-analítica. O peso da clara foi obtido através da subtração do peso da casca seca e da gema do valor de peso do ovo inteiro. A secagem das cascas foi realizada em uma estufa à 65°C, por 24 horas. Para as avaliações I e II utilizou-se o micrômetro AMES® S-6428 (mm) e para a análise III foi usado um paquímetro digital DIGMESS® ISO9001:2000 de até 300 mm. A coloração da gema (IV) foi avaliada por comparação com o leque colorimétrico YolkFan® que variava do 1 - amarelo esbranquiçado ao 16 - laranja abóbora.

A partir dos dados de altura de albúmen e peso do ovo, calculou-se os valores de Unidade Haugh (medida para qualidade interna do ovo). Esta unidade pode ser obtida com a seguinte fórmula:

UH = 100 log [H -
$$\frac{\sqrt{G(30W^{0,37}-100)}}{100}$$
 +1,9]

em que: H = altura da clara espessa (mm); G = constante gravitacional de valor 32; W = peso do ovo (g) (Brant et al.; 1951).

Os valores de Unidade Haugh foram comparados e classificados de acordo com o Programa de Controle de Qualidade recomendado pelo United States Department of Agriculture (USDA, 2000).

O cálculo do índice de gema foi obtido pela fórmula: **YI=YH/YD**, em que: YI: Índice da gema, YH: altura da gema e YD: diâmetro da gema.

A proporção dos componentes do ovo pôde ser expressa a partir de porcentagens extraídas do peso total do ovo. Os dados de peso do ovo inteiro também possibilitaram avaliar a classificação comercial de acordo com a definição de Menezes (et al. 2009).

4.3. Resultados e discussão

4.3.1. Produção de ovos

Os ovos foram coletados e contabilizados desde o início da postura (19ª semana) até a 89ª semana de vida das aves nos dois sistemas de criação.

No início da postura, a produção de ovos foi maior no sistema agroflorestal (Figura 5). Muito provavelmente, a influência da luminosidade natural do sistema em SAF colaborou com a regulação do fotoperíodo, o que resultou em maior uniformidade e precocidade. No sistema confinado as aves demoraram mais para regular a fase de produção e a partir do momento em que a cortina do galpão passou a ficar aberta por 24 horas, a postura das aves confinadas começou a aumentar também. O fotoperíodo é um dos fatores responsáveis na regulação do ritmo circadiano destes animais e tem efeito direto no ciclo reprodutivo (DAWNSON, 2001).

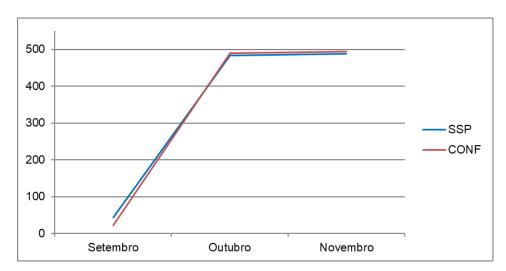


Figura 5. Número de ovos colhidos nos três primeiros meses de postura de galinhas criadas em sistema silvipastoril (T1 – SSP) e em confinamento (T2 – CONF).

Um estudo em que se avaliava os efeitos do padrão de iluminação e do fotoperíodo na produção de ovos para galinhas nativas em sistema de criação livre, Geng (2018) observou que o fotoperíodo não afetou diretamente a produção de ovos, porém alterou o consumo médio de ração pelos animais, o que indiretamente interfere na postura.

O gráfico a seguir (Figura 6) apresenta a taxa de postura (%) no sistema silvipastoril (SSP) e no sistema de confinamento (CONF).

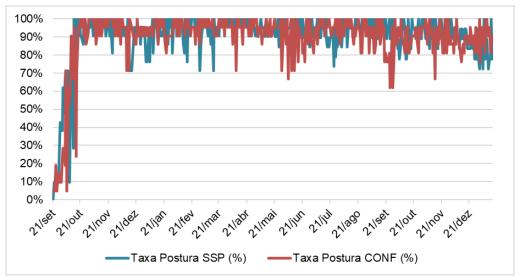


Figura 6. Taxa de postura de galinhas criadas em sistema silvipastoril (T1 – SSP) e em confinamento (T2 – CONF).

No gráfico da Figura 6, a taxa de postura de ovos (valor diário) se manteve alta, variando ao redor de 80 a 100% para os dois sistemas de criação. Os valores médios deste índice de produtividade foram de 90% em SSP e 89% no sistema de confinamento livre de gaiolas.

No sistema silvipastoril (T1), o número total de ovos produzidos foi inferior. Entretanto, isso não se deu devido a problemas com a produtividade das aves, mas sim pela morte de duas galinhas do plantel devido ao ataque de um predador silvestre no mês de maio de 2020. Em setembro de 2020 uma terceira ave do sistema silvipastoril foi retirada do seringal pois estava claudicando e sendo severamente perseguida pelas demais galinhas. Entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020 ocorreram algumas reduções bruscas no número de ovos que se deram por furtos durante os finais de semana e ataques de lagarto teiú (*Tupinambis teguixin teguixin*) no seringal. Ao longo das 70 semanas de produção, as galinhas confinadas produziram 8853 ovos, enquanto as aves do SSP produziram 8441 ovos. Em um estudo realizado por Castellini (2006) a produção total de ovos também foi superior para galinhas em confinamento.

As ocorrências de furtos e ataques de predadores silvestres acabaram prejudicando a produção do sistema agroflorestal em relação ao sistema em galpão. Com isso, se reforça aos produtores que pretendem adotar a criação de aves soltas que a área seja protegida e de preferência conte com a circulação de pessoas e

cachorros para espantar os animais silvestres e ladrões de ovos. A proximidade da área de criação de aves e matas ciliares, áreas de preservação permanente ou outros tipos de remanescentes de floresta pode ser prejudicial, tendo em vista que estes ambientes funcionam como "corredores ecológicos" para a fauna silvestre, e, portanto, a ocorrência de perdas por predação pode ser maior (KHATOUNIAN¹, 2022). Outro aspecto importante é prender as aves no galinheiro no final da tarde, deixando-as seguras dentro do abrigo durante a noite.

Apesar do número total de ovos ter sido menor no sistema agroflorestal, a taxa de postura se manteve satisfatória. Dikmen et al. (2016) realizou uma experiência comparando os sistemas de criação *free-range*, gaiola convencional e gaiola enriquecida e observou que a produção de ovos no sistema de criação livre foi superior em comparação aos demais sistemas que não apresentaram diferenças entre si. Isto pode indicar que, contornando os problemas de predação e roubos citados anteriormente, este sistema é promissor para os produtores que almejam diferenciar-se no mercado em termos de qualidade de produto e respeito ao bem-estar dos animais.

¹ Prof. Dr. Carlos Armênio Khatounian, especialista em Agricultura de base ecológica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - ESALQ/USP - 15 de dezembro de 2022. Comunicação pessoal.

4.3.2. Bem-estar animal

O comportamento das aves em diferentes sistemas de produção pode ser uma valiosa indicação para avaliarmos a sua adaptação e interação com o ambiente. Quanto mais tempo e intensidade o animal executa atividades do seu repertório comportamental, maior é o efeito positivo em relação ao seu bem-estar (WSPA, 2009; FAWC, 2009; BRACKE e HOPSTER, 2005; COSTA et al. 2012; DUNCAN, 1998).

Nos gráficos a seguir, estão apresentados os dados obtidos por meio da metodologia "Animal Focal" ao longo de nove dias de observação nos períodos da manhã e da tarde (Figura 7). Fundamentado na metodologia "Scan", o gráfico da Figura 8 apresenta os resultados dos mesmos dias de observação. Os dados representam a porcentagem de observações de um determinado comportamento para cada situação.

As galinhas criadas em sistema silvipastoril apresentaram uma maior porcentagem de observações expressando os comportamentos naturais da espécie, enquanto, as aves confinadas expostas a um ambiente limitado, demonstraram comportamentos mais atrelados ao ócio. A influência do ambiente na caracterização etológica das aves pode ser observada nos gráficos a seguir.

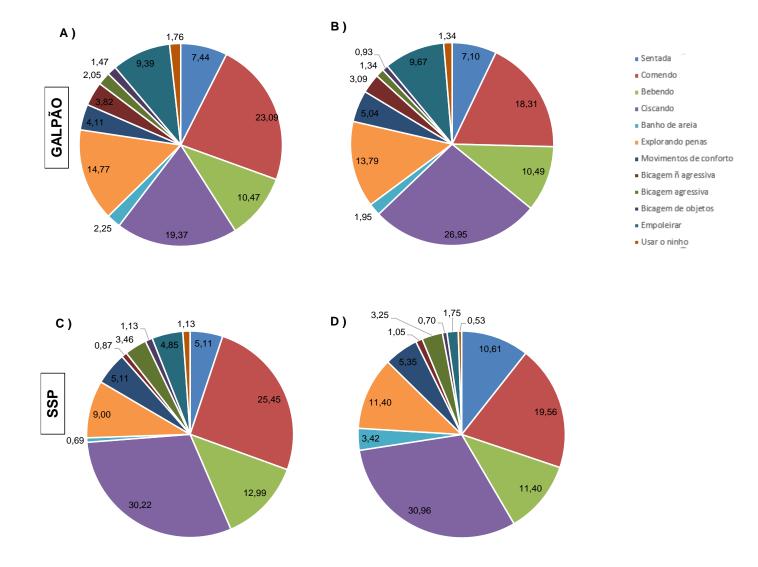


Figura 7. Resultados da análise comportamental (%) de 5 galinhas poedeiras observadas ao longo de nove dias em sistema de galpão (A e B) e no sistema silvipastoril (C e D) nos períodos da manhã (A e C) e da tarde (B e D) pela metodologia "Animal Focal.

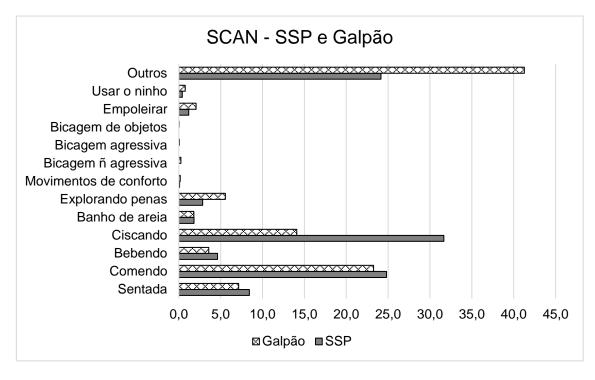


Figura 8. Frequência de observações (%) de cada comportamento no sistema de confinamento (Galpão) e no sistema silvipastoril (SSP) durante os nove dias de observação pela metodologia "Scan".

Nos gráficos A e C (Figura 7), onde podemos observar o comportamento das aves no período da manhã, as principais atividades observadas foram comer e ciscar. O comportamento "comer" relacionado ao consumo da ração representou 23,1% das observações no galpão, enquanto no SSP 25,45%. Ambos os resultados são semelhantes devido ao horário de fornecimento da ração para as aves. No período da tarde houve uma redução na ocorrência deste comportamento nos dois sistemas, sendo 20% e 18,3% para o SSP e o sistema em galpão, respectivamente. Em um experimento dirigido por Barbosa (2004) em que se avaliou a influência do estresse térmico no comportamento de diferentes linhagens de aves poedeiras, verificou-se que os animais em situação de estresse por calor reduzem significativamente o consumo de ração, trazendo prejuízos à postura de ovos. Tanto no período da manhã quanto pela tarde, as aves do SSP passaram mais tempo comendo, o que pode estar relacionado ao conforto térmico proporcionado pelas árvores no sistema e a maior exposição à luz natural (GENG, 2008).

A atividade "ciscar" representou 19,37% das observações no sistema confinado pela manhã e 26,95% pela tarde. No sistema silvipastoril, este

comportamento chegou a 30,22% e 31% das observações nos períodos da manhã e da tarde. A frequência da ocorrência deste comportamento apresentada no gráfico da Figura 8 foi bastante discrepante entre os sistemas. No sistema agroflorestal a frequência representou 31,7% do total de observações, considerando o dia todo (manhã e tarde pelo método Scan). No galpão apenas 14,1% das observações eram referentes ao comportamento "ciscar", que é uma das principais características etológicas da espécie. De acordo com Romano (2017), até mesmo galinhas criadas em gaiolas tentam expressar tal comportamento, mesmo sem a presença de nenhum substrato, o que indica a importância desta atividade para estes animais. Trata-se de um comportamento inerente à espécie, assim como fuçar o solo para os porcos e pastar no caso de bovinos. Quanto maior a intensidade, duração e incidência deste comportamento, maiores são os ganhos no aspecto do bem-estar animal (BRACKE e HOPSTER, 2005; COSTA, 2012.).

Desta maneira, reforçamos que o sistema silvipastoril proporcionou às aves mais oportunidades para expressar seu repertório etológico, cujo impedimento gera frustração e estresse aos animais (ROMANO, 2017; SILVA et al. 2006). De acordo com Bracke e Hopster (2005), o comportamento natural é fortalecido se o animal se encontra em um ambiente com condições próximas ao seu habitat original, resultando em experiências prazerosas e na promoção da funcionalidade biológica das galinhas. O ambiente mais espaçoso e variado estimulou as galinhas passarem grande parte do tempo ciscando o solo da agrofloresta, enquanto as aves confinadas o fazem em espaço reduzido, na cama de serragem.

Outros comportamentos que merecem ser discutidos são "explorando penas" observados 9% (manhã) e 1,75% (tarde) das vezes em SSP enquanto no galpão, estes valores para os mesmos períodos foram de 14,77% e 9,7%. Apesar de se tratar de um comportamento natural para organização das penas e espalhamento do óleo da glândula uropigiana, a maior frequência observada no confinamento pode indicar a falta de oportunidade para a diversificação de atividades. A exploração intensa das penas (bicagem) também pode representar um sintoma negativo reflexo da limitação do comportamento "ciscar" (BRACKE e HOPSTER, 2005; HAAS et al. 2010; COSTA et al. 2012).

As aves em confinamento estavam "empoleiradas" em 10,42% das observações, enquanto em SSP, este comportamento ocorreu apenas 1,58% das vezes observadas. Apesar de empoleirar ser uma atividade natural que indica bem-estar e melhora a habilidade locomotora das aves (COSTA et al. 2012), podemos inferir a maior ocorrência desse tipo de comportamento no galpão devido a uma situação de sedentarismo das galinhas. Com o espaço reduzido e pouco estimulante, as aves foram observadas empoleiradas na parte superior dos ninhos seis vezes mais do que aquelas em SSP. Segundo Barbosa (2004), a elevada incidência de "empoleirar" pode estar relacionada a uma pior adaptação ao ambiente. Enquanto as aves do galpão ficavam empoleiradas, no seringal os animais demonstraram um repertório mais variado de atividades.

Vale destacar que em ambos os períodos a ocorrência de "bicagens agressivas" foi maior no sistema agroflorestal (3%) do que no confinamento (1,8%). Uma possível interpretação seria que como os animais estavam mais próximos de seu ambiente natural, as relações de hierarquia e dominância no grupo (comuns para a espécie) foram fortalecidas (SINGH e COWIENSON, 2013). A observação deste comportamento foi mais recorrente para algumas aves específicas, que inclusive reproduziram o comportamento característico do galo, "montando" nas aves subalternas.

O "banho de areia" é também um comportamento natural das galinhas que indica bem-estar. Esta prática auxilia na remoção de ectoparasitas, melhora a condição e regula os níveis de gordura nas penas (COSTA et al. 2012). No sistema silvipastoril (T1), este comportamento foi observado em 2,18% do tempo e em confinamento (T2) 1,94%. Não houve uma grande diferença entre os tratamentos já que as aves do galpão tinham acesso ao substrato de serragem e estavam livres de gaiola. O sistema de criação em cama favorece a expressão e o período de duração deste comportamento, já que aparentemente, a condição de haver um substrato já é atrativo para estes animais (DUNCAN, 1998; BARBOSA, 2004). Villagrá et al. (2014) observou a preferência de substrato areia pelas aves em comparação com palha, serragem e casca de arroz para a execução desta atividade. Neste ponto, o solo do seringal é mais atrativo, tendo em vista que os animais tinham acesso direto à terra, cuja granulometria é inferior e favorece a adesão do material às penas para a reciclagem da gordura uropigiana.

4.3.3. Qualidade de ovos

A análise de qualidade envolveu a pesagem dos três diferentes componentes dos ovos (casca, gema e clara), alturas de gema e albúmen, diâmetro e coloração da gema. Os resultados das avaliações são apresentados nas tabelas abaixo:

Tabela 3. Valores médios das análises físicas realizadas para a avaliação da qualidade dos ovos produzidos no Sistema Silvipastoril (SSP) e no Galpão.

	SSP	GALPÃO
Peso do ovo (g)	60,84	60,76
Peso gema (g)	13,83	13,86
Peso albúmen (g)	40,76	39,33
Peso casca (g)	5,65	5,87
Altura gema (mm)	18,64	18,64
Largura gema (mm)	38,86	39,09
Cor gema (1-16)	8,1	6,9
Altura albúmen (mm)	8,66	8,33

Com relação às análises físicas dos ovos, não foram observadas muitas diferenças entre os tratamentos. Como as aves possuíam a mesma idade e linhagem, a tendência era que houvesse certa uniformidade no padrão dos ovos. As proporções de casca, gema e clara foram muito semelhantes entre os dois sistemas (Tabela 3). O mesmo efeito foi observado por Mungai (2009), que avaliou a performance e qualidade de ovos de uma linhagem italiana nativa (Ancora) em dois tipos de sistemas orgânicos, comparados à criação convencional. Tal resultado pode indicar que o sistema de criação não teve forte influência na qualidade física dos ovos.

O maior destaque foi a coloração da gema mais intensa para ovos produzidos em sistema silvipastoril. A coloração da gema se dá pelo nível de xantofilas, que são substâncias hidroxicarotenoides não sintetizadas pelas aves e encontradas nos alimentos como grãos, hortaliças e pastagem (MUNGAI et al. 2009; BARBOSA, 2004; POPOVA et al. 2019). Em sistemas convencionais, a pouca variedade alimentar e o fornecimento de ração farelada reduzem a ingestão dessas substâncias que ficam conservadas por mais tempo em grãos inteiros. Por isso, pigmentantes artificiais ou naturais são normalmente

adicionados na formulação da ração, já que a coloração da gema é um aspecto importante na aceitação do produto (LORDELO et al. 2017; HIDALGO et al. 2007). A alimentação diversificada encontrada no seringal pode ter resultado em uma maior ingestão de carotenóides e consequentemente, ganhos na coloração da gema.

A cor de gema foi superior nos ovos oriundos do SSP, cuja média foi 8,1 (amarelo mais intenso), enquanto para o sistema de confinamento, a média de coloração foi 6,9 (amarelo um pouco mais fraco). Quanto à variação dos valores de cor de gema, os ovos do galpão oscilaram entre 5 e 8, o que representa um amarelo menos intenso. No sistema silvipastoril a coloração da gema variou entre 6 e 10 (amarelo mais escuro).

Alguns autores encontraram resultados opostos aos desta pesquisa e relacionaram a coloração de gema mais escura à criação confinada (LORDELO et al. 2017; HIDALGO et al. 2007; MINELLI et al. 2007). Porém, em todos estes estudos houve a interferência da adição de pigmentantes sintéticos à ração das aves mantidas gaiolas. Além disso, a proibição de xantofilas artificiais no sistema orgânico pode levar a menor intensidade de coloração de gema (LORDELLO et al. 2017). Mungai et al. (2009) e Popova et al. (2019) concluíram que a cor de gema mais intensa era proveniente de sistemas a pasto em comparação ao convencional e associaram este efeito à maior concentração total de carotenóides na gema dos ovos. Em um experimento realizado por Van Den Bran et al. (2004) que comparava a qualidade interna e externa de ovos de sistemas de criação ao ar livre e bateria de gaiolas observaram uma cor de gema significativamente mais escura para galinhas criadas com acesso a pastagem.

Entretanto, alguns pesquisadores ressaltam que há uma maior dificuldade em padronizar a cor da gema e outras qualidades internas e externas de ovos de sistemas alternativos. As variações ambientais e a disponibilidade do pasto ao longo do ano podem alterar a ingestão de carotenóides pelos animais, entre outros fatores que precisam ser investigados (VAN DEN BRAN et al. 2004.; LORDELLO et al. 2017).

Na Tabela 4, observa-se o aumento no peso médio dos ovos conforme as aves envelhecem.

Tabela 4. Valores médios de peso de ovo (g) nas quatro idades avaliadas para os dois sistemas de criação.

IDADE		
Semana	SSP	GALPÃO
23ª	55,13	56,63
25 ^a	57,46	60,06
38ª	62,86	61,35
89ª	67,9	65
Média	60,84	60,76

O peso dos ovos também é um indicador relevante para fins comerciais e a classificação por tamanho estipulada por Menezes (2009) pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5 – Classificação dos ovos de acordo com o peso (Menezes, et al. 2009)

Classificação	Peso (g)
Jumbo Maior	66
Extragrande	60 – 65
Grande	55 – 59
Médio	50 – 54
Pequeno	45 – 49
Industrial	Menor que 45

Os ovos produzidos no galpão apresentaram um peso médio maior do que os ovos provenientes do SSP nas primeiras avaliações, e no último dia de análise, esta situação foi invertida (Tabela 4). Lordelo et al. (2017) comparou quatro sistemas de criação: orgânico, gaiola, enriquecido em Ômega 3 e linhagens nativas e concluiu que os ovos produzidos em sistema confinado foram os mais pesados. Em um outro estudo em que se analisava a qualidade dos ovos de mercado procedentes de quatro sistemas de criação, Hidalgo et al. (2007) constatou que os ovos de maior peso eram provenientes do sistema *free-range*, seguido do orgânico, gaiola e livre de gaiola respectivamente. Patterson et al. (2001) e Popova et al. (2019) compararam ovos brancos convencionais com "ovos especiais" de várias categorias e observaram que as aves de sistemas de criação alternativos produziram ovos de maior peso. Na Tabela 4 também podemos verificar o efeito do aumento no peso do ovo de acordo com o avanço da idade das galinhas assim como um estudo realizado por Fletcher (1980).

Na Tabela 6, verifica-se as médias calculadas de dois importantes índices de qualidade física dos ovos. Na primeira coluna estão apresentados os dados médios de Unidade Haugh (UH) e na segunda o Índice de Gema (IG).

Tabela 6. Valores médios de Unidade Haugh (UH) e Índice de Gema (IG) de ovos produzidos em SSP e no Galpão em diferentes idades.

IDADE	SS	P	GALF	PÃO
Semana	UH	IG	UH	IG
23ª	97,9	0,51	96,3	0,52
25 ^a	93,3	0,52	91,7	0,50
38 ^a	94,4	0,47	94,7	0,48
89 ^a	84,1	0,43	76,3	0,41
Média	92.4	0.48	89.7	0.48

Para fins comparativos, a Tabela 7 a seguir apresenta a classificação de qualidade dos ovos de acordo com os valores de UH.

Tabela 7 - Classificação dos ovos de acordo com a Unidade Haugh (USDA, 2000)

AA	Superior a 72
Α	60 – 72
В	Inferior a 60

Quanto ao índice de qualidade Unidade Haugh, as médias das amostras do SSP se mostraram superiores em três das quatro análises. Porém, para os dois sistemas, os ovos poderiam ser classificados como "AA", o que determina uma ótima qualidade. Na 89ª semana o valor do índice de qualidade reduziu bastante para os ovos do Galpão (76,3) em relação ao valor encontrado para os ovos do sistema silvipastoril (84,1). Seria importante verificar se essa queda de qualidade observada se mantém com o maior tempo de experimentação. Certamente, esses e outros aspectos da qualidade dos ovos carecem de maiores estudos.

A influência do sistema de criação nos valores de UH gera contradições entre autores. Patterson et al. (2001), Hidalgo et al. (2007) e Popova et al. (2019) encontraram maiores valores deste índice para aves engaioladas, quando comparados à sistemas de criação livre. Outros autores chegaram à conclusão contrária, constatando que os ovos de maior qualidade interna proviam de

sistemas que prezam pelo bem-estar dos animais (LORDELO et al. 2017; MUNGAI et al. 2009; CASTELLINI et al. 2006; MINELLI et al. 2007). Segundo Minelli (2007), os menores valores de UH para aves confinadas pode estar relacionado a alta concentração de amônia no aviário, o que aumenta o pH do albúmen e diminui a qualidade interna dos ovos.

O índice de gema de ambos os tratamentos apresentou poucas diferenças e variaram de 0,41 até 0,52 o que os classifica como ovos "extra frescos", considerando que os valores satisfatórios de IG para ovos frescos variam entre 0,40 e 0,42 (SOUZA, 1997).

A idade também afetou os dois índices de qualidade. De acordo com Fletcher (1980), o envelhecimento das aves provoca um aumento no peso do ovo e da gema e uma redução no peso do albúmen. Mungai et al. (2009) também observaram uma redução no índice de UH conforme aumentava a idade dos animais.

4.4. Conclusões

Este estudo piloto com galinhas poedeiras trouxe alguns resultados bastante promissores que podem servir de auxílio para produtores que pretendam adotar sistemas silvipastoris com aves.

Em relação a produção de ovos, as aves criadas em SSP foram mais precoces e estabilizaram a postura antes do que àquelas em confinamento. Após esta estabilização, ambos os lotes de aves mantiveram taxas de postura elevadas, variando entre 80 a 100%. Porém, o número de ovos produzidos em sistema de confinamento foi superior ao sistema silvipastoril, devido a problemas com predação das galinhas por animais silvestres e algumas perdas de ovos por roubos e ataques de lagarto. Diante disso, é fundamental que os produtores estejam cientes de que é necessário buscar formas de contornar a predação ou ladrões de ovos. Algumas alternativas são realizar a criação em localidades mais próximas a casa, ou a circulação de pessoas e cachorros e prender as galinhas em um abrigo seguro durante a noite. Superando este desafio, o sistema silvipastoril tem um potencial produtivo semelhante ao encontrado na criação convencional, tendo em vista que as taxas de postura não diferiram entre os tratamentos.

Na avaliação do bem-estar animal, as aves criadas em sistema livre tiveram maior oportunidade de expressar o comportamento natural, em especial "ciscar", cuja frequência foi quase três vezes superior em comparação aos animais confinados no galpão. Observou-se a maior ocorrência de comportamentos atrelados ao ócio para as aves criadas em sistema convencional, tendo em vista que o ambiente é pobre em recursos que estimulem maior atividade exploratória por parte das galinhas. O agroecossistema do seringal é estruturalmente semelhante a uma floresta, habitat de origem desta espécie, consequentemente, instiga a expressão do comportamento natural das aves.

A qualidade física dos ovos não apresentou grandes diferenças entre os sistemas de criação, o que também é um resultado bastante promissor. A principal distinção se deu pela coloração da gema que foi mais intensa para os ovos das galinhas em SSP. A variedade de recursos alimentares presentes no ambiente aumentou a ingestão de carotenóides pelas aves, e isto teve uma influência positiva no aspecto visual da gema, o que é bastante apreciado pelos

consumidores de ovos caipiras. Além disso, os valores do índice de qualidade de Unidade Haugh foram superiores para ovos coletados em SSP em três das quatro avaliações, o que pode inferir em uma melhor qualidade interna deste produto oriundo de um sistema que preza pela qualidade de vida das aves.

Entretanto, tais resultados são preliminares e existe a necessidade de aprofundamento nas investigações a respeito destes sistemas que integram a criação de aves poedeiras aos sub-bosques de plantios florestais ou agroflorestais. As conclusões prévias desta experiência demonstram que o sistema silvipastoril com poedeiras é oportuno pois atende a demanda do mercado por ovos com qualidade diferenciada, produzidos de forma mais ética e sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALTMANN, J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. Behaviour, 49(3/4), 227–267. http://www.jstor.org/stable/4533591. 1974.
- APPLEBY, M.C.; MENCH, J.A.; HUGHES, B.O. Poultry behaviour and welfare. CABI, 2004.
- BARBOSA FILHO, J.A.D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- BRACKE, M. B. M., HOPSTER, H. Assessing the importance of animal behavior for animal welfare. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 19:77–89. DOI 10.1007/s10806-005-4493-7. 2005.
- BECK, P. Ovos caipiras: Brasil tem primeira certificadora. Avinews.com. 19 de outubro de 2017. Marketing e economia. Disponível em: https://avinews.com/pt-br/brasil-certificadora-ovos-caipira/. 2017.
- BROOM D.M., Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. Rev. Bras. Zootec., 46, 683-688. doi.org/10.1590/S1806-92902017000800009. 2007.
- CASTELLINI, C.; PERELLA, F.; MUNGNAI, C. & DAL BOSCO, A. Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. Agronomy Faculty, Perugia Italia. 2006.
- COSTA, et al.; Some aspects of chicken behaviour and welfare. Brazilian Journal of Poultry Science. ISSN 1516-635X. v.14 / n.3 / 159-232. UNESP. 2012.
- COLLIAS, N.E.; COLLIAS, E.C. A field study of the red jungle fowl in north-central India. The Condor, v. 69, n. 4, p. 360-386, 1967.
- CRAWFORD, R.D. Origin and history of poultry. Poultry breeding and genetics, 1990.
- DAWKINS, M.S. Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. Applied Animal Behaviour Science, v. 24, n. 1, p. 77-80, 1989.
- DAWNSON, A. et al. Photoperiodic control of seasonality in birds. Journal of Biological Rhythms. v. 16, Issue 4, p. 365-380. doi: 10.1177/074873001129002079. 2001.

- DIKMEN, B. Y., et al. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). Poultry Science, 95:1564–1572. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew082. Bursa Turquia, 2006.
- DUNCAN, I.J. Behaviour and behavioral needs. Poultry Science. Volume 77, Issue 12, Pages 1766-1772. https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1766. Department of animal and Poultry Science and Col. K. L. Campbell Centre for the Study of Animal Welfare, University of Guelph, Ontario, Canada. 1998.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Estatísticas Brasil Ovos. Central de inteligência de aves e suínos. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas. Acesso em: 14/04/2022.
- FAWC (2009) Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future. London.https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attach ment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain__Past__Pre se nt_and_Future.pdf. Accessed June 10, 2019.
- FLETCHER, D.L. et al.; The Influence of Layer Flock Age on Egg Component Yields and Solids Content. Poultry Science 60: 983-987, 1981. University of Georgia, Georgia, 1980.
- GENG, A. L. et al. Effects of lighting pattern and photoperiod on egg production and egg quality of a native chicken under free-range condition. Poultry Science 97:2378–2384. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey104. 2018.
- GESSULLI, O.P. Avicultura Alternativa "Caipira". Porto Feliz-SP: OPG, 1999.
- HAAS, E. N. et al.; Selection on feather pecking affects response to novelty and foraging behaviour in laying hens. Applied Animal Behaviour Science. Volume 124, Issues 3–4, Pages 90-96. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.02.009. Animal Breeding and Genomics Centre, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. 2010.
- HELLMEISTER FILHO, P. Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira. Tese de doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz" USP. 77p. Piracicaba, SP. 2002.

- HIDALGO, A. et al. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. Food Chemistry. Volume 106, Issue 3. Pages 1031-1038. Milano, Itália, 2008.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Produção de Ovos de galinha. Séries históricas. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-epecuaria/9216-pesquisa-trimestral-da-producao-de-ovos-de-galinha.html?=&t=series históricas. Acesso em 18/01/2023. 2022.
- JOHNSGARD, P.A.; JONES, H. The pheasants of the world. New York: Oxford University Press, 1986.
- LORDELLO, M. et al. Quality of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. Poultry Science. v. 96, n. 5, p. 1485-1491. Lisboa, Portugal. 2017.
- MENEZES, P.C.; CAVALCANTI, V.F.T; LIMA, E.R.; NETO, J.E. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2224-2229, 2009.
- MINELLI, G. et al. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. Italian Journal Animal Science. 6 (Suppl.1):728-730, 2007.
- MUGNAI, C., BOSCO, A.D.; CASTELLINI, C. Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. Italian Journal of Animal Science, 8:2, 175-188, DOI: 10.4081/ijas.2009.175. 2009.
- PATTERSON, P. H. et al.; Egg Marketing in National Supermarkets: Specialty Eggs-Part 2. Poultry Science. Vol 80. Issue 4. Pg 390 395. University Park, Pennsylvania, 2001.
- POPOVA, T. et al. Quality of Eggs from Layers Reared under Alternative and Conventional System. Brazilian Journal of Poultry Science, ISSN 1516-635X 2020 / v.22 / n.1 / 001-008. 2019.
- RIGHI, C.A. Galinhas agroflorestais: mudando o modo de se fazer. X. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: aprendizados, desafios, perspectivas. Out//2016. Cuiabá-MT. 2016. 1p.

- ROMANO, G. G.; Ambiência, bem-estar e microbiota intestinal de aves poedeiras no sistema free-range livre de antibióticos. Orientadora: Dra. Késia Oliveira da Silva Miranda. 2011. 163 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.
- SALES, M.N.G. Criação de galinhas em sistemas agroecológicos. Vitória: Incaper, 2005.
- SALES, M.N.G. Expresiones de la avicultura familiar capixaba: sacando de la invisibilidad la crianza a pequeña escala y sus agentes. 2012. Tese de Doutorado. Córdoba, Universidad de Córdoba, 2012.
- SILVA, I. J. O. et al. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. Revista Brasileira de Zootecnia. V. 35, n. 4. p. 1439-1446. Piracicaba-SP, 2006.
- SINGH, M. & COWIESON, A. J.; Range use and pasture consumption in free-range poultry production. Animal Production Science. v. 53. p. 1202-1208. https://doi.org/10.1071/AN13199. 2013.
- SOUZA, A.P.O.; MOLENTO, C.F.M. The Contribution of Broiler Chicken Welfare Certification at Farm Level to Enhancing Overall Animal Welfare: The Case of Brazil. J. Agric. Environ. Ethics (2015) 28: 1033. doi:10.1007/s10806-015-9576-5. 1997.
- THEAR, K. Free-range poultry. Ed. 2. 1997.
- VAN DEN BRAND H., PARMENTIER, H.K. & KEMP, B. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics, British Poultry Science, 45:6, 745-752, DOI: 10.1080/00071660400014283. 2004.
- VAARST, M.; RODERICK, M.; LUND, V.; LOCKERETZ, W. (Ed.). Animal health and welfare in organic agriculture. CABI, 2004.
- VILLAGRÁ, A.; OLIVAS, I.; ALTHAUS, R.; GOMEZ, E. A.; LAINEZ, M.; TORRES, A. G. Behavior of Broiler Chickens in Four Different Substrates: a Choice Test. Brazilian Journal of Poultry Science, ISSN 1516-635X Jan Mar 2014 / v.16 / n.1 / 67-76. 2013.
- WSPA Sociedade Mundial de Proteção Animal. Documentário: Animais Seres Senscientes, 2009. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=r F1wXCVMDE0&ab_channel=Prote%C3%A7%C3%A3oAnimalMundial.

5. CRIAÇÃO DE FRANGOS LABEL ROUGE SOB DIFERENTES DIETAS ALIMENTARES EM SISTEMA SILVIPASTORIL E EM CONFINAMENTO

Resumo

A carne de frango se tornou umas das proteínas consumidas em maior quantidade no Brasil e no mundo. Trata-se do setor que mais cresceu no mercado de produtos de origem animal nos últimos quarenta anos. Isso se seu pelos avanços em produtividade devido ao sistema industrial de criação. Entretanto, a lógica de considerar os frangos como "máquinas" que fazem parte de uma "fábrica de carne" tem sido questionada por consumidores mais exigentes no que diz respeito ao bem-estar dos animais e qualidade do produto cárneo. Atualmente, há uma grande demanda por produtos avícolas mais éticos e sustentáveis, que levem em conta as características comportamentais e as necessidades básicas destas importantes aves. Diante disso, é possível pensar em sistemas que integrem os frangos às áreas de silvicultura e agricultura, intensificando o uso da terra com a implantação de um sistema silvipastoril (SSP). Há assim, grandes ganhos na qualidade de vida das aves por meio da melhoria do ambiente de criação, que se aproxima estruturalmente ao habitat de origem destes animais, as florestas. Perante estas novas demandas do mercado, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um SSP para a avicultura e avaliar o desempenho produtivo dos animais neste ambiente em comparação ao confinamento convencional. Para isso, foi elaborado um sistema de pastejo rotacionado com galinheiro móvel em um seringal da ESALQ-USP. O pasto era formado por ervas espontâneas tolerantes ao sombreamento. Avaliou-se a contribuição do consumo da pastagem na alimentação das aves, como forma complementar à ração e os efeitos do suprimento de grãos inteiros aos animais, prática habitual entre os agricultores familiares para reduzir os gastos com a criação. Com este intuito, foram determinados quatro tratamentos: três com acesso aos piquetes agroflorestais diferindo-se pela dieta fornecida (ração, grãos inteiros de milho ou de sorgo) e, como testemunha, aves confinadas em galpão e alimentadas com ração farelada. Utilizou-se 25 animais da linhagem Pescoco Pelado (Label Rouge) e cinco piquetes para a rotação semanal do galinheiro por tratamento. Foram avaliados o consumo da pastagem e o desempenho zootécnico dos frangos submetidos aos dois sistemas de criação. O consumo das forrageiras pelas aves teve maior impacto na oferta de pasto no inverno do que na primavera. Estimou-se que o consumo médio semanal de matéria seca de folha no inverno foi de 19,3 g/m² e na primavera 6,7g/m², diferindo as estações estatisticamente (p<0,05). Em termos de produção de carne, houve diferenças significativas no peso vivo final (valores médios: 2,70 kg - SSP+ração, 2,68 kg - SSP+½ ração e ½ grãos de milho, 2,62 kg - SSP+½ ração e ½ grãos de sorgo e 2,76 kg - Confinamento) ganho de peso, conversão e eficiência alimentar para as aves alimentadas parcialmente com grãos de sorgo (T3), que apresentaram o pior desempenho em relação aos demais (p< 0,05). Entretanto, os pesos médios da carcaca limpa (rendimento com ossos ~73%), não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (p<0,05). A partir destes resultados de bom desempenho das aves em SSP, fica evidente que a adoção deste sistema na avicultura pode proporcionar uma produtividade satisfatória e ao mesmo tempo, atender a demanda por produtos cárneos diferenciados. Mais pesquisas neste aspecto precisam ser desenvolvidas para fornecer a segurança necessária aos criadores que desejam repensar a forma de criar suas aves.

Palavras-chave: Sistemas Silvipastoris; Avicultura alternativa; Pastejo rotacionado; Criação de aves soltas

Abstract

Chicken meat has become one of the most consumed proteins in Brazil and in the world. It is the sector that has grown the most in the animal products market in the last forty years. This is due to advances in productivity due to the industrial farming system. However, the logic of considering chickens as "machines" that are part of a "meat factory" has been guestioned by more demanding consumers about animal welfare and meat quality. Currently, there is a great demand for more ethical and sustainable poultry products that consider the behavioral characteristics and basic needs of these important birds. Given this, it is possible to think of systems that integrate chickens into forestry and agriculture areas, intensifying land use with the implementation of a silvopastoral system (SSP). Thus, there are great gains in the quality of life of the birds through the improvement of the breeding environment, which structurally approaches the habitat of origin of these animals, the forests. Faced with these new market demands, the objective of this work was to develop an SSP for poultry and to evaluate the productive performance of animals in this environment in comparison to conventional confinement. For this, a rotational grazing system with a mobile chicken coop was developed in a rubber plantation at ESALQ-USP. The pasture was formed by shading-tolerant weeds. The contribution of pasture consumption in bird feeding was evaluated, as a complement to the feed, and the effects of supplying whole grains to the animals, a common practice among family farmers to reduce breeding expenses. For this purpose, four treatments were determined: three with access to agroforestry paddocks differing in the diet provided (feed, whole grains of corn or sorghum) and, as a control, birds confined in a shed and fed with mash feed. Twenty-five animals of the Pescoço Pelado lineage (Label Rouge) and five paddocks were used for the weekly rotation of the chicken coop per treatment. Pasture consumption and zootechnical performance of chickens submitted to both rearing systems were evaluated. Forage consumption by birds had a greater impact on pasture supply in winter than in spring. It was estimated that the average weekly consumption of leaf dry matter in winter was 19.3 g/m² and in spring 6.7 g/m², differing the seasons statistically (p<0.05). In terms of meat production, there were significant differences in final live weight (mean values: 2.70 kg -SSP+feed, 2.68 kg - SSP+½ feed and ½ grain of corn, 2.62 kg - SSP+½ feed and ½ sorghum grains and 2.76 kg - Confinement) weight gain, conversion and feed efficiency for birds partially fed with sorghum grains (T3), which showed the worst performance in relation to the others (p< 0.05). However, the average clean carcass weights (yield with bones ~73%) did not show statistical differences between treatments (p<0.05). From these results of good performance of birds in SSP, it is evident that the adoption of this system in poultry farming can provide satisfactory productivity and, at the same time, meet the demand for differentiated meat products. More research in this aspect needs to be developed to provide the necessary security to breeders who want to rethink the way of raising their birds.

Keywords: Silvopastoral Systems; Alternative poultry farming; Rotated grazing; Breeding free birds.

5.2. Introdução

A coevolução entre humanos e galinhas se deu a partir do processo de domesticação, que data mais de 8.000 anos (GESSULI, 1999). Estas aves passaram a compor a história devido sua importância cultural, religiosa e como uma fonte de alimento muito nutritiva e versátil, que compõe pratos em diferentes culinárias ao redor do planeta (COELHO et al. 2008). De acordo com alguns pesquisadores, estes animais habitavam os sub-bosques das florestas no Sudeste da Ásia, onde ainda hoje, vivem grupos da galinha vermelha Bankiva (Gallus Gallus Linnaeus, 1758), ancestral mais próxima da galinha doméstica da atualidade (Gallus Gallus domesticus Linnaeus, 1758).

A adaptação ao ambiente florestal e a preferência destes animais por habitats diversificados e estratificados, são características ainda observadas em suas formas modernas, especialmente no caso de linhagens mais rústicas e de crescimento lento. Naturalmente, estas aves de comportamento gregário ciscavam o chão da floresta em busca de alimentos e durante a noite, subiam nos galhos das árvores para se protegerem de seus predadores (SALES, 2012; APPLEABY, 2004).

A partir deste contato com os seres humanos, estes animais faziam parte do cotidiano das famílias e viviam soltos nos fundos de quintais, chácaras, sítios e fazendas, compondo a paisagem e prestando serviços diversos. Em um primeiro momento, a criação de aves era realizada sem grandes especificações técnicas para produção, mesmo assim, estas se tornaram um componente fundamental na vida do campo.

Contudo, as transformações da agricultura, impulsionadas pela revolução verde, influenciaram fortemente a avicultura que se tornou um modelo de industrialização da criação animal. Estas aves que viviam livremente, passaram a ser confinadas em enormes galpões com alta densidade populacional. Além das mudanças no manejo, frangos e galinhas foram selecionados geneticamente para aumentar a produção de carne e ovos de forma mais acelerada, modificando grandemente a anatomia destes animais (HELLMEISTER FILHO, 2002).

Apesar dos ganhos em produtividade mediante a lógica de industrialização da avicultura, existe um incômodo por parte de consumidores que têm ganhado força em várias partes do mundo. Questionamentos em relação ao bem-estar dos animais e sustentabilidade dos sistemas de criação tem se tornado uma preocupação crescente. Com isso, aumenta a demanda por sistemas mais holísticos e que considerem as necessidades básicas das aves, como espaço para andar, esticar as asas e interagir com outras aves, enriquecimento ambiental dos galpões, áreas de passeio, alimentação mais natural (grãos inteiros) e redução no uso de antibióticos. Para tal fim, é muito importante a realização de pesquisas nesta área de forma a contribuir para o desenvolvimento de sistemas que prezam pela qualidade de vida dos frangos e sem grandes perdas de produtividade.

Diante destas questões, neste experimento avaliou-se o desempenho zootécnico e o consumo de pasto por frangos de crescimento lento criados em um sistema silvipastoril (SSP) com acesso à alimentação fresca e variada em comparação à animais da mesma linhagem criados em confinamento e alimentados com ração convencional. Para a elaboração deste sistema inovador, consideramos as características da biologia, comportamento e o nicho ecológico das galinhas, indo de encontro às novas demandas do mercado consumidor.

5.3. Materiais e métodos

5.4.1. Localização e descrição da área de estudo

A área experimental de sistema silvipastoril com aves foi instalada no seringal do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) localizada no município de Piracicaba – SP (Lat. 22°42' S Long. 47°38' W) (Figura 1). O clima da região é Cfa em transição para Cwa (Köppen), com temperatura média anual de 22°C, com médias mínima de 4°C (inverno) e máxima de 35°C (verão). A precipitação anual é de 1275 mm ao ano. O seringal está situado em uma área de Nitossolo e as árvores adultas apresentavam-se em população suficiente para o experimento descrito.

O seringal foi plantado nos anos 1980's em sistema convencional (8 x 2,5m) com diversos clones e árvores de diferentes procedências oriundas das coletas realizadas pelo antigo professor da área, Prof. José Dias Costa. Esta área constitui-se assim como um banco de germoplasmas. O dossel é bastante fechado na primavera e no verão, configurando um ambiente bem sombreado, fresco e protegido da visão dos predadores. No outono e inverno, o dossel fica mais aberto, pois as seringueiras (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müell. Arg) perdem parte de suas folhas devido ao estresse hídrico e as baixas temperaturas, permitindo maior incidência de raios solares diretos, o que pode favorecer o aquecimento dos animais em dias de temperaturas mais baixas. Além disso, a queda das folhas também promove a formação de uma camada de serapilheira que pode favorecer o crescimento da micro e mesofauna do solo e estimular as aves a ciscarem em busca de alimento.

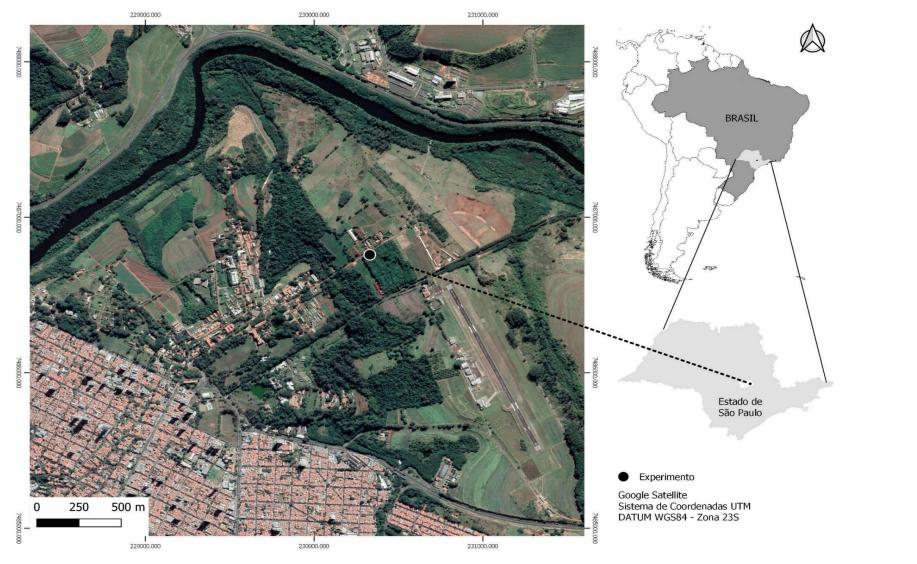


Figura 1. Vista de satélite com a localização da área experimental. O ponto marcado destaca a área do seringal da ESALQ em Piracicaba-SP onde o experimento foi desenvolvido. Pode-se perceber a estrutura vegetal e o recobrimento da área.

5.4.2. A escolha das aves

As aves foram fornecidas pela empresa D'avicol especializada em linhagens alternativas. A linhagem escolhida foi a "Pescoço Pelado" ou "Label Rouge" (Ruby N XL44N), da companhia francesa Sasso, por ser mais bem adaptada aos sistemas extensivos de criação devido sua rusticidade. A carne deste animal é firme e sem muita gordura, caracterizando o sabor do frango caipira. Os pintinhos de um dia de idade foram criados no galpão do Depto. de Genética onde permaneceram até os 28 dias recebendo água e ração balanceada *ad libitum*. Após este período, as aves foram selecionadas de acordo com o sexo e a uniformidade de peso corporal para serem posteriormente transportadas aos piquetes do SSP onde tiveram livre acesso a pastagem local. O lote testemunha permaneceu confinado no galpão durante todo o ciclo de produção.

5.4.3. Definição dos tratamentos

O experimento contou com 4 tratamentos e 5 repetições e foi realizado em duas épocas do ano, Inverno (junho a agosto de 2021) e Primavera (setembro a dezembro de 2021) para observarmos as respostas das aves às modificações do clima e do ambiente. O delineamento utilizado para o teste de hipóteses foi o hierárquico.

O desempenho dos frangos de corte criados em sistema silvipastoril foi comparado ao daquelas criadas em galpão (confinamento – testemunha). Todas as aves foram identificadas pela numeração das anilhas.

Os animais foram selecionados de acordo com o peso aos 28 dias, para assegurar uma maior uniformidade entre os tratamentos. As aves escolhidas pesavam dentro do intervalo de ±10% do peso médio do lote inteiro. Os tratamentos continham 13 frangos e 12 frangas (25 aves) cada, totalizando 100 animais por estação de criação.

As aves criadas no sistema silvipastoril tinham acesso à pastagem durante o dia e recebiam o mesmo montante de alimento, sendo: (T1 - SSP + ração) alimentadas com 100% de ração convencional, (T2 - SSP + ½ ração + ½ grãos de milho) alimentadas com 50% de ração convencional misturada a 50% de grãos inteiros milho e (T3 - SSP + ½ ração + ½ grãos de sorgo) 50% de ração convencional misturada a

50% de grãos integrais de sorgo. No tratamento testemunha (T4 – Conf.) os animais foram mantidos em confinamento no galpão, de acordo com o manejo convencional (100% de ração farelada).

No croqui esquemático abaixo (Figura 2) observamos a disposição dos tratamentos em campo – Sistema silvipastoril e confinadas (galpão).

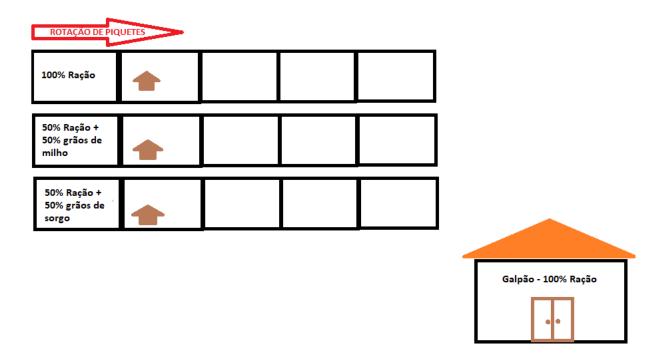


Figura 2. Croqui do experimento com os três tratamentos no sistema silvipastoril e um no sistema de galpão (testemunha).

5.4.4. Sistema Silvipastoril rotacionado

No seringal, cada tratamento contava com cinco piquetes sombreados, cada um com uma área de 260 m² (16 m x 16,25 m). Desta maneira, o adensamento da área de passeio foi de 10,4 m²/ave. Cada piquete possuía 13 seringueiras (duas linhas de árvores) e estava situado no espaço de duas entrelinhas.

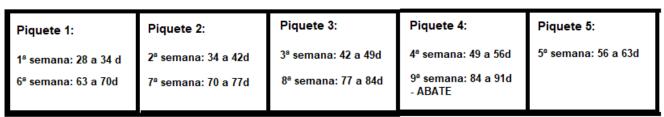
No total foram implantados quinze piquetes em uma área total de aproximadamente 0,4 hectares para rotação de pastejo. Estes piquetes foram estruturados por mourões de eucalipto tratado (6 – 8 cm de diâmetro com 2,20 de altura) a cada 2,5 m. Foi estendida uma tela de galinheiro com 1,60 m de altura fixada em três linhas de arame (em cima, embaixo e no meio da tela). As porteiras em

sistema de colchetes foram construídas com 3 m de largura para a locomoção dos galinheiros entre os piquetes.

Além disso, realizamos a instalação de cerca elétrica com o intuito de reduzir o ataque de predadores silvestres. Para isso, implantamos um fio elétrico na parte inferior e outro na parte superior da tela de galinheiro ao redor de todo o perímetro da área experimental. Utilizamos o eletrificador de cerca de energia solar da empresa Monitor, modelo SM100-B para geração do choque de 10.000 V. Para esta etapa, contamos com o apoio do zootecnista Flávio Baracho.

A rotação do pasto foi realizada semanalmente, como observado na Figura 3 a seguir:





Volta para o primeiro piquete

Figura 3. Esquema da rotação de piquetes agroflorestais de acordo com a idade das aves criadas em SSP.

Para o abastecimento de água, foi instalado um sistema de encanamento subterrâneo no seringal. Para isso contamos com o auxílio da equipe da Seção de Hidráulica do campus "Luiz de Queiroz" o que possibilitou a chegada de água tratada à área. Além da água direta, instalamos duas caixas d'água de 1.000 litros de capacidade como reservatório em caso de escassez. Cada tratamento possuía três torneiras distribuídas nos piquetes 1, 3 e 5, facilitando o manejo.

5.4.5. Galinheiro móvel

Para esta pesquisa, foram desenvolvidos três galinheiros móveis do Modelo ESALQ № 2, adaptado do Modelo ESALQ № 1, que já havia sido usado em alguns ensaios em 2013 pela Eng. Agr. Thais Tomazella e durante o ano de 2019 e 2020

para o experimento piloto com poedeiras realizado pela autora deste trabalho. O primeiro galinheiro móvel foi desenvolvido pelo Prof. Dr. Ciro Abbud Righi no início dos trabalhos com SSP com galinhas em 2013.

Os galinheiros Modelo ESALQ Nº2 (Figura 4) são suspensos e fechados de forma bem segura, para que as aves possam se abrigar e se proteger do ataque de predadores. O novo modelo foi desenhado durante o ano de 2020 e se diferencia pela inclusão de duas rodas maciças, o que facilita seu deslocamento na rotação de pasto. Ressalta-se que as aves eram fechadas no galinheiro apenas no período noturno a fim de evitar predação e conferir maior proteção às mesmas. As aves eram soltas logo cedo pela manhã permanecendo livres durante todo o dia.

Os galinheiros foram finalizados em dezembro de 2020. O peso estimado do Modelo ESALQ Nº 2 é de 200 quilos, incluindo duas rodas, um "puxador" manual, um poleiro e uma escada para as aves.

O adensamento das aves na área de abrigo teve como base a norma brasileira "NBR 16389:2015 – Avicultura — Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira" que determina os quesitos para produção de frango caipira criado no sistema semi-extensivo. De acordo com esta norma a densidade máxima de alojamento é de 35 kg/m², o que representa uma lotação máxima de 10 frangos por m² em peso médio de abate de 3,017 kg (Guia de Manejo da Linhagem – SASSO).

O galinheiro móvel possui uma área de 4 m² (2 x 2 m), o que de acordo com a norma permitiria a criação de até 40 frangos. Porém, por questões de monitoramento de comportamento animal e para manter a área de pastejo com ~10 m² por ave, reduzimos o lote para 25 aves, com o adensamento interno de ~6 aves.m⁻².



Figura 4. Os três galinheiros móveis construídos para a pesquisa. Acervo pessoal, Piracicaba – SP, dezembro de 2020.

5.4.6. Galpão

As aves do tratamento testemunha foram criadas em galpão, simulando as condições do sistema convencional intensivo. Os 25 frangos foram criados em um "boxe" com uma área de 2,5 m² simulando o adensamento de 10 aves por m², comumente utilizado neste sistema. Para a condução deste tratamento foi utilizado o galpão de criação de aves localizado no Depto. de Genética da ESALQ-USP (Figura 5), gentilmente cedido para a condução deste experimento. Este galpão está dentro das normas oficiais e é semelhante aos utilizados pelos produtores rurais.



Figura 5. Galpão para a criação de aves do Departamento de Genética da ESALQ-USP. Acervo pessoal, Piracicaba – SP, maio de 2021.

5.4.7. Alimentação das aves

A ração foi fornecida de acordo com as três diferentes fases: ração inicial (1 a 28 dias), ração de crescimento (29 a 60 dias) e ração de terminação (61 a 91 dias). A fórmula de ração utilizada foi da Embrapa Suínos e Aves (2007) para criação de frango de corte colonial Embrapa 041 (ciclo de 91 dias). Os ingredientes base são farelo de milho e soja acrescidos por outros componentes em menor quantidade, a fórmula completa pode ser observada na Tabela 1 a seguir. A produção da ração foi realizada no Depto. de Zootecnia da ESALQ-USP sob a orientação e apoio do Prof. Dr. José Fernando Machado Menten. Os grãos inteiros de milho fornecidos para o tratamento T2 foram cultivados na Fazenda Experimental Areão, em uma área de 0,75 hectare.

Tabela 1. Fórmula e ingredientes da ração (kg) para frangos de corte colonial Embrapa 041.

Ingredientes	INICIAL	CRESCIMENTO	TERMINAÇÃO
Milho	54,432	63,090	63,232
Farelo de soja 45% PB	30,796	27,216	21,372
Farelo de trigo	10,000	4,303	12,000
Calcário calcítico	1,299	1,373	1,450
Fosfato bicálcico	1,738	1,670	1,328
Sal comum	0,403	0,411	0,405
DL-metionina	0,117	0,107	0,121
Areia lavada/Caulim	1,115	1,740	
Premix Mineral	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico	0,050	0,040	0,040
Total	100	100	100
COMPOSIÇÃO QUÍMICA			
Energia metabolizável Kcal/Kg	2800	2900	2900
Proteína bruta %	20,0000	18,0000	16,5000
Fibra bruta %	4,0000	3,4260	3,8670
Cálcio %	1,0000	1,0000	0,9500
Fósforo disponível %	0,4680	0,4350	0,3860
Sódio %	0,1500	0,1500	0,1500
Lisina %	1,0050	0,9000	0,7879
Metionina %	0,4000	0,3800	0,3840
Met + Cistina %	0,7981	0,7580	0,6363
Triptofano %	0,2825	0,2487	0,2225
Treonina %	0,7697	0,6994	0,6267
Arginina %	1,3754	1,2285	1,0040

Fonte: Embrapa Suínos e Aves, 2007.

5.4.8. Pastagem do Sistema silvipastoril

O crescimento e o consumo das plantas forrageiras pelas aves foram mensurados para o estabelecimento do tempo de sua permanência nos piquetes agroflorestais. A avaliação da biomassa foi feita semanalmente por meio do corte das plantas rente ao solo com uma tesoura de poda em uma área delimitada por um quadrado de 0,30x0,30 m (0,09 m²), colocado em três pontos nos piquetes agroflorestais (meio e extremidades) como descrito e realizado por FRANÇA (2011).

As coletas da massa verde foram realizadas antes da entrada dos animais no piquete e após uma semana de permanência quando de sua saída. Os piquetes avaliados foram o 1, 3 e o 5.

Após a coleta, o material foi colocado em sacos de papel identificados e depois levados ao Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura – LEFS. Todo o coletado material foi triado em seus componentes folha, colmo e material senescente. Feita a separação, utilizou-se a estufa de circulação forçada de ar (Marconi Ltda.) a 65° C para a secagem, até que as amostras atingissem o seu peso constante. Depois, o material seco foi pesado em balança de precisão com três casas decimais (Bell Eng.). Assim, determinou-se a disponibilidade média de massa verde e massa seca no acesso inicial e final (PENATI, 2002).

Medições quinzenais foram realizadas para se avaliar a altura do dossel forrageiro. Utilizou-se 30 pontos por piquete, considerando o espaço entre a superfície do solo do seringal até a curvatura das folhas mais altas (FRANÇA,2011).

Além das medições em laboratório, os piquetes 2 e 4 foram fotografados para uma avaliação visual do recobrimento do pasto antes da entrada e após a saída das aves e nas diferentes estações do ano.

Em novembro de 2021 foi realizado um levantamento das espécies de plantas espontâneas de maior ocorrência no pasto com a ajuda do botânico Prof. Dr. Lindolpho Capellari Jr., docente do Depto. de Ciências Biológicas. Desse modo identificamos as forrageiras preferencialmente consumidas pelas aves.

5.4.9. Influência do sistema produtivo sobre o crescimento dos frangos

O consumo de ração e grãos inteiros foi avaliado, assim como o ganho de peso dos animais, para cada tratamento. Os frangos (já previamente identificados

individualmente pelas anilhas) foram pesados semanalmente com o uso de uma balança de molas de precisão (Pesola ®). O ganho de peso total foi obtido pela diferença entre o peso vivo inicial (aos 28 dias) e o final (aos 91 dias), momento em que as aves foram levadas ao abate.

O cálculo de conversão alimentar (CA) foi realizado pela razão entre o consumo acumulado de alimento (ração e grãos) durante o ciclo (28 a 91 dias) e o ganho de peso total no mesmo período. Para verificar o índice de eficiência alimentar (EA), fez-se a razão entre o ganho de peso e o consumo de alimento (FRANÇA, 2011; SCOT Consultoria, 2017.).

Avaliamos a mortalidade dos animais durante o experimento para comparar os diferentes sistemas de criação. Cada morte foi contabilizada e, quando possível, verificou-se a causa.

5.4.10. Microclima dos diferentes sistemas de produção

As condições micrometeorológicas do sub-bosque do seringal do galpão e do interior do galinheiro móvel foram avaliadas a partir de dados de temperatura e umidade. Para isso, utilizamos três *data loggers* (Instruterm - modelo HT-500), em cada um dos ambientes de estudo. Os valores de temperatura e umidade máximas e mínimas foram calculados de acordo com a média dos dados coletados por dia a cada duas horas.

5.4.11. Análises estatísticas

O delineamento utilizado no experimento foi o hierárquico, sendo o número de animais utilizado de 25 por tratamento. Os experimentos foram realizados nas estações Inverno e Primavera e se optou pela análise conjunta com o objetivo de comparar as duas épocas do ano. Caso houvesse interação entre os tratamentos e as estações do ano, foi realizado o desdobramento da análise de variância por estação do ano.

Antes da realização da análise da variância as variáveis em estudo foram analisadas para a homogeneidade da variância pelo teste de Box-Cox e normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

Caso existissem problemas de heterogeneidade da variância e não normalidade, os dados foram transformados seguindo a recomendação do teste de

Box-Cox e se a transformação não fosse eficiente para corrigir os problemas de desvios da normalidade e da homogeneidade da variância, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

O delineamento hierárquico permitiu que se fizesse a comparação entre os tratamentos. Dentro de cada tratamento foram alocados cinco piquetes, e dentro de cada piquete 25 frangos. Os dados foram coletados semanalmente.

5.4. Resultados e discussão

No ano de 2020 e no início de 2021 preparamos toda a estrutura para a realização do projeto com a criação de frangos, que teve início em junho do último ano. O trabalho se deu pela construção de quinze piquetes no seringal, três galinheiros móveis do Modelo ESALQ Nº2 (5.5.1), o cultivo do milho e sorgo para alimentação das aves, a fabricação da ração e aquisição dos lotes de pintinhos. Os resultados da construção dos galinheiros móveis e as análises de pasto (5.5.2), desempenho animal (5.5.3) e medições microclimáticas (5.5.4.) são detalhados a seguir.

5.5.1. Galinheiros móveis Modelo ESALQ Nº 2

Para a realização desta pesquisa, criamos um modelo de galinheiro com o objetivo de facilitar ao máximo o seu deslocamento pela área de SSP. As características principais que evoluímos em relação ao modelo ESALQ Nº 1 foram: a instalação de rodinhas, a possibilidade de efetuar o deslocamento do galinheiro de forma manual (necessidade de duas pessoas para empurrar) e a utilização de um material mais leve do que a madeira.

Os galinheiros foram pensados e desenhados pela autora e pelo prof. orientador, Dr. Ciro Abbud Righi, e executados na serralheria Lucafer Metais, em Piracicaba - SP. A estrutura é de metal e as paredes do galinheiro foram feitas com telhas metálicas na porção inferior e tela na parte superior de forma a proteger as aves do vento direto e, ao mesmo tempo, favorecer um bom arejamento da área interna.

O galinheiro possui uma área de 4m², com as dimensões de 2 x 2m, o que possibilita a inserção deste modelo na entrelinha de cultivos florestais. O piso foi feito com ripas de pinus ligeiramente espaçadas que foi coberta posteriormente com uma placa de sombrite, pois as fendas se mostraram um facilitador para o ataque de predadores. No interior do galinheiro foi instalado um poleiro para favorecer o bemestar dos animais durante a noite. Foram construídas duas portinholas e uma escada como vias de acesso para as aves em uma das laterais (Figura 6). Na outra lateral foram instalados sete ninhos, possibilitando também a criação de galinhas de postura. Na parte da frente do galinheiro há uma grande porta para facilitar o manejo e a higienização da instalação (Figura 7). Na parte de trás foi instalado um puxador manual.



Figura 6. Visão lateral do galinheiro Modelo ESALQ Nº 2 com as duas vias de acesso para as aves. Piracicaba - SP janeiro de 2021. Acervo pessoal.



Figura 7. Visão frontal do galinheiro Modelo ESALQ Nº 2 com a grande porta aberta. Piracicaba - SP janeiro de 2021. Acervo pessoal.

A planta do galinheiro móvel Modelo Esalq Nº2 com todas as dimensões está representada nas Figuras 8 e 9 abaixo.

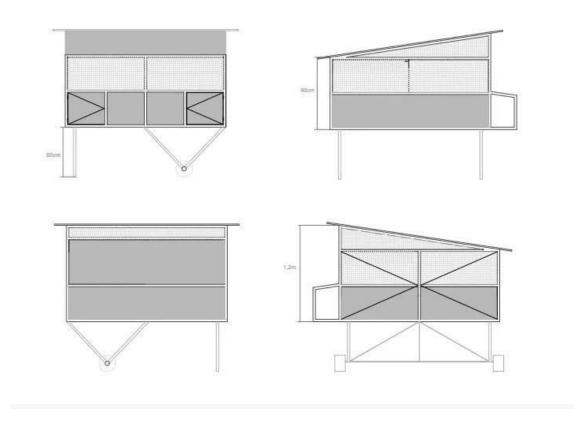


Figura 8. Planta da visão lateral do galinheiro móvel Modelo Esalq Nº2. Imagem por Dora Camarero.

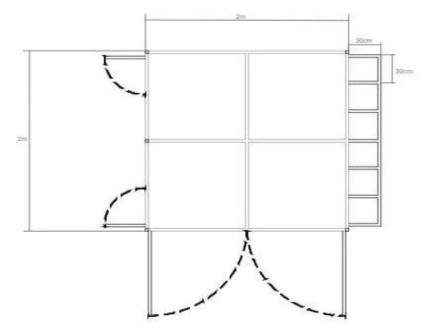


Figura 9. Planta do galinheiro móvel Esalq Modelo Nº2 vista de cima. Imagem por Dora Camarero.

5.5.2. Avaliação da pastagem em silvipastoril com frangos de corte

A avaliação do consumo do pasto se deu pela mensuração da biomassa e altura da pastagem. Os piquetes 1, 3 e 5 foram mensurados antes e após o forrageio de 25 frangos com adensamento de 10 m²/ave no período de uma semana.

Em relação a diferença (MS folha Entrada – MS folha Saída) da matéria seca de folha, colmo, material senescente, serapilheira, massa seca total e altura da pastagem não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

A principal distinção se deu entre as duas estações do ano em que ocorreram as experimentações (inverno e primavera). O parâmetro que apresentou diferença significativa (p<0,05) foi a massa seca de folha (MS Folha), que é o componente do pasto preferencialmente consumido pelas aves. A diferença média de MS de folha (MS folha Entrada – MS folha Saída) no inverno foi de 19,3 g/m² e na primavera houve uma queda para 6,7 g/m².

Nos gráficos abaixo (Figuras 10 e 11), observa-se o volume de massa seca de folhas na entrada (E) e na saída (S) dos animais dos piquetes 1, 3 e 5 e a segunda entrada nos piquetes 1 e 3. A terceira coluna representa a diferença de matéria seca de folhas. Com isso, pudemos estimar o consumo do pasto pelos animais.

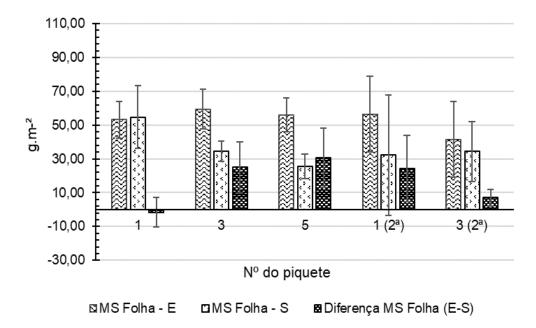


Figura 10. Estimativa da matéria seca de folhas (g/m^2) na entrada (MS Folha - E), na saída (MS Folha - S) e o consumo de folhas (Diferença MS Folha E-S) por frangos de corte Label Rouge no Sistema Silvipastoril no inverno. (E = entrada das aves; S = saída das aves; MS = matéria seca).

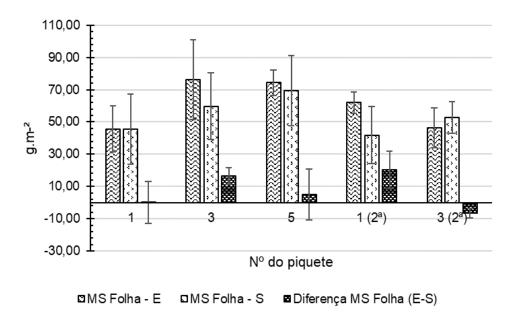


Figura 11. Estimativa da matéria seca de folhas (g/m²) na entrada (MS Folha − E), na saída (MS Folha − S) e o consumo de folhas (Diferença MS Folha E-S) por frangos de corte Label Rouge no Sistema Silvipastoril na primavera. (E = entrada das aves; S = saída das aves; MS = matéria seca).

Na primeira semana de experimento (aves com 28 a 36 dias), o consumo de folhas foi praticamente irrisório. Como os animais estavam em adaptação ao ambiente e mais suscetíveis à predação pela idade e tamanho, os frangos preferiam se manter próximos ao galinheiro e seus arredores. Conforme o avanço das semanas, a maior segurança por parte das aves resultou em um aumento gradual no consumo do pasto. Com exceção da última semana de vida das aves, quando ocorreu (para os dois lotes) um baixo consumo das forrageiras, entretanto, a razão para isso não ficou clara. A familiaridade com a área de pastejo e o desenvolvimento dos animais aumentou gradativamente a confiança para explorar mais o ambiente, como sugerido por Grigor et al. (1995), Stadig et al. (2017), Almeida et al. (2012) e Rodriguez-Aurrekoetxea et al. (2014).

O consumo "negativo" observado na primeira semana das aves do lote 1 (inverno) e na segunda passagem das aves no piquete 3 do lote 2 (primavera), demonstram que o volume de biomassa seca de folhas coletado na saída foi superior ao coletado na entrada. Sendo assim, a massa seca de folhas durante a permanência das aves nestes dois momentos não foi afetada.

A observação visual do efeito da presença dos frangos no piquete foi registrada por meio de fotografias do "antes" e "depois", para as diferentes estações do ano como registrado nas Figuras 12 e 13 a seguir.





Figura 12. Fotos do Piquete 4 (T2). Entrada das aves aos 49 dias de idade (foto à esquerda) e a saída das aves com 56 dias de idade (foto à direita) durante o inverno. Acervo pessoal.





Figura 13. Fotos do Piquete 4 (T2). Entrada das aves aos 49 dias de idade (foto à esquerda) e a saída das aves com 56 dias de idade (foto à direita) durante a primavera. Acervo pessoal

Nas fotos (Figuras 12 e 13) fica evidente que a presença dos animais afetou mais a paisagem no inverno, como foi ilustrado nos gráficos das Figuras 10 e 11. Provavelmente, isso se deu pela seca e as baixas temperaturas que retardam a rebrota do pasto, e assim, o consumo das folhas pelos animais ficou mais evidente, mesmo com um adensamento populacional bem baixo (10m²/ave) comparado ao que é exigido pela legislação (3m²/ave ou 1,5m²/ave em pastejo rotacionado – SALLES, 2005).

Na primavera (Figura 13), constatou-se um maior crescimento de arbustos nos piquetes e um volume maior de biomassa, em consequência da estação mais quente e chuvosa. Portanto, no inverno, o consumo teve maior efeito na diferença de MS de folha (Entrada – Saída) variando entre -1,6 a 30,6 g/m² em comparação a -6,4 a 20,2 g/m² na primavera.

Mesmo com a utilização dos piquetes pelo primeiro lote de aves (inverno), após um mês de pousio antes da entrada do segundo lote, a MS de folhas disponível para os animais na primavera foi superior. No inverno, o volume seco de folhas na entrada dos frangos oscilou entre 41,5 e 59,5 g/m² e na primavera estes valores subiram para 45,7 a 76,3 g/m². Na saída das aves do piquete, o volume de MS variou entre 25,4 e 41,5 g/m² no inverno e 41,7 a 69,6 g/m² na primavera.

Isto implicará em tempos de rotação diferentes conforme a estação do ano. Portanto, para planejar a troca de piquetes no sistema devemos considerar que: nas épocas mais quentes e úmidas, cujo crescimento vegetal é maior, os animais poderiam permanecer no piquete por mais de uma semana, já que este período pouco afetou a disponibilidade de MS de folha. Já durante o frio e a seca, o período de permanência não deverá superar uma semana, pois o efeito da presença das aves no piquete reduziu a disponibilidade de MS de folha. Este manejo pode variar de acordo com a localização geográfica e características edafoclimáticas de cada região.

O sombreamento da área de passeio também foi um fator importante para estimular a exploração do pasto. O ambiente aberto da grande maioria dos sistemas free-range não é muito convidativo e consequentemente, é pouco frequentado e aproveitado por estas aves (DAWKINS et al. 2003; DAL BOSCO et al. 2014., TAYLOR et al. 2017). Apesar da preocupação dos consumidores de frangos criados soltos com o bem-estar dos animais e seu acesso às áreas de passeio, estudos apontam que apenas 3 a 27% dos animais frequentam e utilizam estes espaços nas criações

comerciais (TAYLOR et al. 2017). De acordo com Stadig et al. (2017) e Dawkins et al. (2003), em áreas abertas expostas, as aves tendem a usar menos o terreno e ficar mais próximas do galinheiro, o que prejudica o consumo das plantas forrageiras por parte destes animais.

A estrutura e o ambiente florestal se assemelham ao habitat da galinha ancestral às aves domésticas e por isso, são preferíveis para estes animais (SINGH e COWIESON, 2013; PANERU e JACOBS,2021; STADIG et al. 2017, DAWKINS et al. 2003; DAL BOSCO et al. 2014.). A presença de árvores e a boa cobertura do dossel promovem a sensação de segurança, especialmente com relação à predação por aves de rapina e maior conforto térmico durante o pastejo. Paneru, B e Jacobs, L. (2021) recomendam a arborização do piquete entre 25% e 60% da área. Em situações em que o sombreamento é inferior a 25%, os animais tendem a se abrigar ao redor das poucas árvores presentes, o que sobrecarrega o solo e a forragem destas regiões do piquete. Em casos em que o sombreamento supera os 60%, há prejuízos no desenvolvimento das plantas forrageiras.

O acesso ao pasto apresenta vantagens e desvantagens para o desenvolvimento das aves. A ingestão do material vegetal fresco altera o desenvolvimento do sistema digestivo devido ao maior teor de fibras na alimentação. A diluição energética e proteica na dieta também pode limitar a utilização dos nutrientes e reduzir as taxas de crescimento e eficiência alimentar (PONTE et al. 2008; SINGH e COWIESON, 2013). A locomoção dos animais durante o forrageio implica em gasto de energia, o que pode dificultar o ganho de peso (TONG, et al. 2014; WANG et al. 2009; CASTELLINI et al. 2002).

Entretanto, para Ponte et al (2008) existem benefícios em relação ao consumo de compostos bioativos presentes na pastagem como xantofilas, hipocolesterolêmicos e anticarcinogênicos que atribuem uma melhor qualidade e atributos sensoriais da carne. Segundo Walker e Gordon (2007), a contribuição da pastagem poderá variar de 0 – 5 % na alimentação dos animais e para Ponte et al. (2008), a pastagem representa de 2,5 a 4,5% da matéria seca consumida pelas aves. Horsted et al. (2007) avaliou o conteúdo de forragem na moela de galinhas criadas a pasto e encontrou de 8 a 10 g/dia de matéria seca. Apesar de serem valores baixos na contribuição da nutrição das aves, o consumo do pasto pode ser uma ferramenta para reduzir o gasto

com a ração, que representa 70% do custo de produção e, portanto, qualquer economia é significativa (WALKER e GORDON, 2003; HORSTED et al. 2007).

Além do consumo da vegetação, os animais em sistemas mais extensivos têm acesso à pequenos artrópodes, minhocas e outros seres vivos presentes no solo do sistema silvipastoril que são fontes ricas de aminoácidos e contribuem na nutrição das aves (ALMEIDA et al. 2012, HORSTED et al. 2007, LOMU et al. 2004).

Em novembro de 2021 foi feita a identificação das principais espécies de ocorrência no sub-bosque do seringal com o auxílio do professor de Botânica da ESALQ/USP Dr. Lindolpho Capellari. As plantas forrageiras que estavam presentes na área podem ser verificadas na Tabela 2, a seguir.

Entre as espécies botânicas identificadas, foi observada a preferência por plantas com folhas e talos mais suculentos e moles. A trapoeiraba (*Commelina benghalensis* L.), o capim taquari (cf. *Lasiacis ligulata* Hitanc e Chase), a maria gorda (*Talinum paniculatum* Jacq Gaertn) e a erva-jabuti (*Peperomia pellucida* L. Kunth) foram as plantas herbáceas preferencialmente consumidas pelos frangos. Em contrapartida, a samambaia do mato (*Christella dentata* (Forsk) Brownsey e Jermy) e o juá-de-espinho (*Solanum sisymbriifolium* Lam.) foram claramente evitadas pelos animais.

O capim-taquari (cf. *Lasiacis ligulata* Hitanc e Chase) – Figura 14 e a trapoeiraba (*Commelina benghalensis* L.) – Figura 15, apresentaram bom desenvolvimento e propagação vegetativa no ambiente sombreado. Entretanto, para a obtenção de mais informações sobre os seus aspectos agronômicos e sua contribuição na nutrição das aves seriam necessárias maiores investigações.

Tabela 2. Identificação de espécies forrageiras presentes no sub-bosque do seringal na primavera de 2021.

Família	Nome(s) popular(es)	
Aristolochiaceae	Jarrinha	
Asteraceae (= Compositae)	língua-de-vaca, tapira, buglossa, costa- branca	
Commelinaceae	trapoeraba, capoeraba, mata-brasil, marianinha	
Thelypteridaceae	samambaia do mato	
Cyperaceae	peri, tiriricão, tiririca	
Bignoniaceae	unha-de-gato, cipó-de-gato, cipó-de-morcego, cipó- ouro	
Asteraceae (= Compositae)	pincel, serralhinha	
Boraginaceae	cravo-de-anum, cravo-de-urubu, marmelinho	
Poaceae (= Gramineae)	capim-taquari (gramínea predominante)	
Cucurbitaceae	melão-de-São-Caetano	
Fabaceae (= Leguminosae)	soja-perene	
Amaryllidaceae	Alho-bravo	
Piperaceae	erva-de-jabuti, alfavaquinha-de-cobra, oriri.	
Piperaceae	pariparoba	
Phyllanthaceae	quebra-pedra, erva-pombinha, arrebenta-pedra.	
Sapindaceae	saia-de-coã, cipó-uva	
Malvaceae	guanxuma, guanxuma-relógio, guaxima, vassourinha,	
Solanaceae	maria pretinha, pimenta de galinha	
Solanaceae	juá-de-espinhos, jurubeba-de-espinhos	
Asteraceae (= Compositae)	vedélia, malmequer-do-brejo	
Loganiaceae	arapabaca, erva-lombrigueira, lombrigueira, espigélia	
Poaceae (= Gramineae)	capim-braquiária	
	Aristolochiaceae Asteraceae (= Compositae) Commelinaceae Thelypteridaceae Cyperaceae Bignoniaceae Asteraceae (= Compositae) Boraginaceae Poaceae (= Gramineae) Cucurbitaceae Fabaceae (= Leguminosae) Amaryllidaceae Piperaceae Piperaceae Phyllanthaceae Sapindaceae Malvaceae Solanaceae Solanaceae Asteraceae (= Compositae) Loganiaceae	

As fotos a seguir são registros da preferência dos frangos por estas espécies vegetais e pelo consumo de folhas, deixando apenas os colmos para trás.



Figura 14. Consumo da forrageira trapoeraba (*Commelina benghalensis* L) por frangos de corte Label Rouge. Acervo pessoal.



Figura 15. Consumo do capim taquari (*cf. Lasiacis ligulata* Hitahc. & Chase) por frangos de corte Label Rouge. Acervo pessoal

5.5.2. Desempenho animal dos frangos de corte

Nos gráficos apresentados a seguir pode-se verificar a curva de crescimento das aves submetidas aos quatro tratamentos durante dez semanas de acordo com o sexo dos animais.

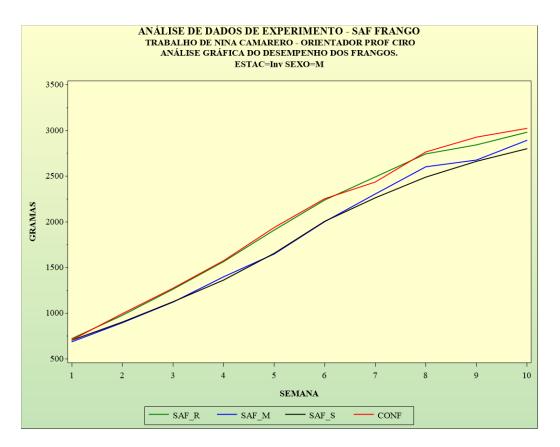


Figura 16. Crescimento de frangos machos Label Rouge para os quatro tratamentos no inverno, sendo SAF R (SSP + ração), SAF M (SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, SAF S (SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grãos) e CONF (testemunha do sistema convencional).

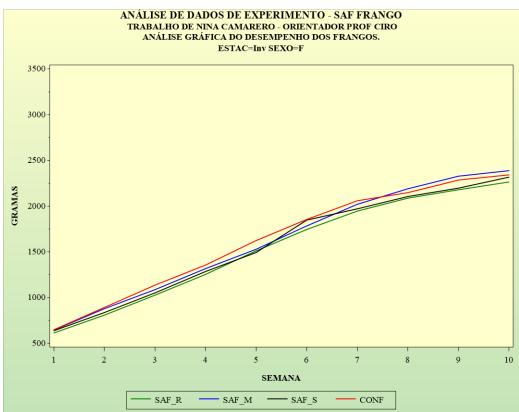


Figura 17. Crescimento de frangas fêmeas Label Rouge para os quatro tratamentos no inverno, sendo SAF R (SSP + ração), SAF M (SSP + ½ ração e ½ milho em grãos), SAF S (SSP + ½ ração e ½ sorgo em grãos) e CONF (testemunha do sistema convencional).

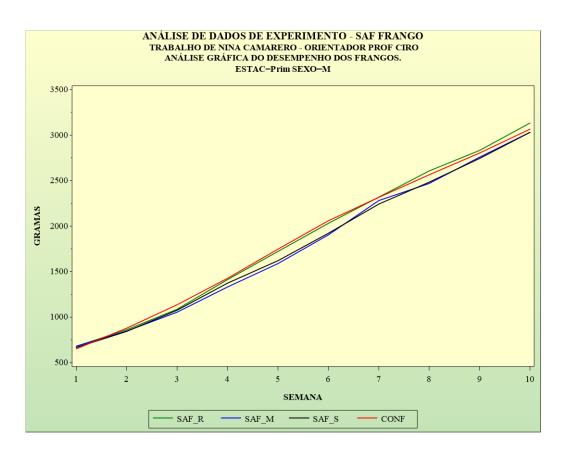


Figura 18. Crescimento de frangos machos Label Rouge para os quatro tratamentos na primavera, sendo SAF R (SSP + ração), SAF M (SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, SAF S (SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grãos) e CONF (testemunha do sistema convencional).

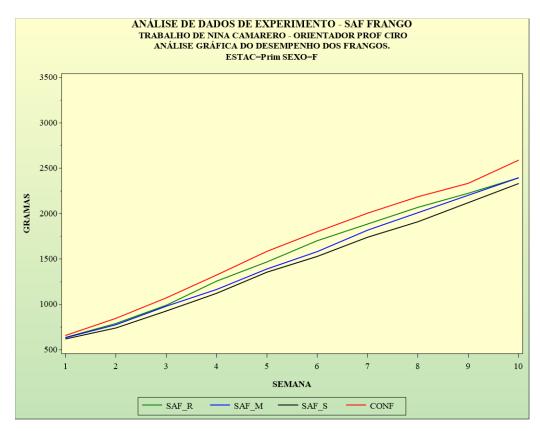


Figura 19. Crescimento de frangas fêmeas Label Rouge para os quatro tratamentos na primavera, sendo SAF R (SSP + ração), SAF M (SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, SAF S (SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grãos) e CONF (testemunha do sistema convencional).

O desempenho dos animais submetidos às três dietas diferentes e dois sistemas de criação foi bastante satisfatório e apresentou poucas diferenças estatísticas significativas (p<0,05). Isso indica que as aves criadas em sistema silvipastoril tiveram um desenvolvimento e ganho de peso similar aos animais que foram mantidos em confinamento.

A diferença de maior significância estatística foi o desempenho entre os sexos (p<0,001). Os machos tiveram um ganho de peso superior às fêmeas durante a experimentação nas duas estações do ano. No inverno, o peso médio final dos frangos machos foi 2,93 kg e 2,33 kg para as fêmeas. Na primavera, o peso médio final foi de 3,06 kg e 2,43 kg para machos e fêmeas respectivamente.

Na Tabela 3 a seguir, estão apresentados os dados de ganho de peso (28 a 91 dias), conversão alimentar e eficiência alimentar entre os quatro tratamentos divididos nas duas estações do ano e pelo sexo dos animais.

Tabela 3. Dados de desempenho animal nos diferentes tratamentos, estações e sexo.

		Peso vivo final (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar	Eficiência Alimentar
INVERNO	SSP R (T1)	2627,64 aB	1958 ± 342 aB	$3.8 \pm 0.7 \text{ aA}$	$0,27 \pm 0,05 \text{ aB}$
	SSP M (T2)	2649,24 aB	1982 ± 292 aB	$3,7 \pm 0,6 \text{ aA}$	$0,28 \pm 0,04 \text{ aB}$
	SSP S (T3)	2546,78 aB	1881 ± 331 aB	$3.9 \pm 0.6 \text{ aA}$	$0,26 \pm 0,05 \text{ aB}$
E.S.	Conf. (T4)	2696,28 aB	2016 ± 360 aB	$3,7 \pm 0,7 \text{ aA}$	0,28 ± 0,05 aB
≥	Machos	2928,60 aB	2224,90 aB	3,2 aA	0,31 aB
=	Fêmeas	2322,40 bB	1686,73 bB	4,3 bA	0,23 bB
					_
PRIMAVERA	SSP R (T1)	2778,40 aA	2118 ± 418 aA	$3,5 \pm 0,7 \text{ aB}$	$0,29 \pm 0,05 \text{ aA}$
	SSP M (T2)	2725,80 aA	2067 ± 345 aA	$3,5 \pm 0,6 \text{ aB}$	$0,28 \pm 0,05 \text{ aA}$
	SSP S (T3)	2694,00 aA	2051 ± 389 aA	$3,6 \pm 0,7 \text{ aB}$	$0,29 \pm 0,06 \text{ aA}$
	Conf. (T4)	2836,40 aA	2181 ± 359 aA	$3,4 \pm 0,6 \text{ aB}$	$0.30 \pm 0.05 \text{ aA}$
	Machos	3064,71 aA	2394,83 aA	3,0 aB	0,33 aA
<u>a</u>	Fêmeas	2427,08 bA	1790,42 bA	4,0 bB	0,25 bA

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, T3 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística (sentido vertical) entre os tratamentos e sexo e as letras maiúsculas indicam a diferença estatística (sentido vertical) entre as estações.

As estações do ano influenciaram significativamente no desenvolvimento dos frangos (p<0,001). As aves criadas no inverno apresentaram menores ganhos de peso e, dessa maneira, os valores de conversão e eficiência alimentar foram menos

satisfatórios. Para Tong et al. (2014) e Wang et al. (2009), as aves criadas em sistemas extensivos estão mais expostas às flutuações de temperatura do que animais criados em ambiente controlado, e isto tem efeito direto no desempenho zootécnico. Apesar disso, a diferença de peso entre as aves criadas confinadas em relação às soltas no inverno não foi muito superior quando comparados os mesmos sistemas de criação na primavera.

Durante a primavera, a oferta do pasto foi maior. Apesar da incapacidade destas aves em compensar a restrição alimentar com a ingestão de celulose e hemicelulose (PONTE et al. 2008), o vigor, a diversidade e a qualidade da vegetação e o aumento da temperatura estimulam a atividade de insetos e outros organismos presentes no ambiente do sistema silvipastoril. A contribuição dos macro-invertebratos e pequenos artrópodes na nutrição dos frangos não foi quantificada neste experimento. Porém, para os autores Ponte et al. (2008) e Wang et al. (2009) a diversidade de seres vivos presentes na superfície do solo pode ter efeito na performance de animais com acesso ao ar livre.

Ademais, o desempenho entre os sexos apresentou diferença significativa (p<0,001). As frangas tiveram menor ganho de peso e eficiência alimentar e maior conversão alimentar do que os machos, assim como no estudo realizado por Santos et al. (2005). Vale ressaltar que normalmente, os machos eram mais vorazes para acessar à alimentação e há uma diferença hierárquica entre os sexos na organização grupal das galinhas. Como o fornecimento de alimento era controlado, muitas vezes as fêmeas consumiam menos ração e gastavam mais tempo ciscando o pasto. Além disso, devemos considerar que há uma diferença fisiológica, e assim como para outras espécies, os machos são maiores e apresentam maior rendimento de carne (FARIA et al. 2011, ALMEIDA et al. 2013).

Os tratamentos não apresentaram diferenças entre si quando separados pelas estações. Porém, na comparação entre os dados gerais, (unificando os valores obtidos nos diferentes lotes de aves), houve diferença estatística, em menor significância (p<0,05), entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Dados de desempenho animal nos diferentes tratamentos.

	Peso vivo	Ganho de	Conv.	Efic.
Tratamentos	final (g)	Peso (g)	Alimentar	Alimentar
SSP R (T1)	2703 ± 426 ab	2038 ± 387 ab	$3,6 \pm 0,7 \text{ ab}$	0.28 ± 0.05 ab
SSP M (T2)	2687 ± 345 ab	2024 ± 319 ab	$3,6 \pm 0,6$ ab	0.28 ± 0.04 ab
SSP S (T3)	2623 ± 393 b	1970 ± 368 b	$3.8 \pm 0.7 a$	$0,27 \pm 0,05$ b
Conf. (T4)	2766 ± 373 a	2099 ± 366 a	3.5 ± 0.6 b	$0.29 \pm 0.05 a$

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, T3 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido vertical.

As aves alimentadas com ração farelada e criadas em confinamentos (T4) alcançaram maior peso corporal, maior eficiência e menor conversão alimentar e se diferenciam estatisticamente apenas do tratamento T3 (SSP + ½ ração e ½ grãos de sorgo). Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos realizados por Tong et al. (2014) e Castellini et al. (2002) com frangos em sistema *free-range*. A dieta balanceada otimiza a conversão alimentar e é mais completa nos teores de proteína e energia. Também é importante considerar que a falta de espaço e estímulos no ambiente reduzem as atividades físicas das aves. Isso faz com que o gasto energético seja inferior e, consequentemente, aumenta a conversão de energia em carne (TONG et al. 2014; WANG et al. 2009; CASTELLINI et al. 2002).

Outras pesquisas apontam o maior desempenho de aves em sistemas extensivos. Ponte et al. (2008) trabalhou com animais em sistemas de confinamento e com acesso a pasto de leguminosas (*Trifolium subterraneum* e *Trifolium repens*), ambas com acesso a ração *ad libitum*. As aves criadas em sistema de pastejo, tiveram o maior peso corporal pois a ingestão de plantas frescas estimulou o maior consumo de ração. Em um outro estudo, realizado por Santos et al. (2005), as aves criadas em semiconfinamento tiveram um desempenho superior às criadas em confinamento. O pesquisador relacionou este ganho de produtividade ao maior conforto e bem-estar dos animais.

Os frangos que consumiram grãos de milho (T2) e de sorgo (T3) misturados na ração usufruíram de uma dieta desbalanceada com excedente energético e menor conteúdo proteico e por isso, apresentaram os maiores índices de conversão e os menores índices de eficiência alimentar. Porém, apenas o T3 apresentou valores estatisticamente inferiores aos demais tratamentos. Os frangos que consumiram grãos de milho (T2) tiveram um desempenho bem satisfatório e se equipararam

estatisticamente às aves criadas em SSP e alimentadas com ração. Os animais que consumiram grãos de sorgo (T3), apresentaram o pior desempenho entre os tratamentos. Tal resultado é diferente de outras pesquisas realizadas com a substituição do milho pelo sorgo em que não houve perdas no desempenho zootécnico (GARCIA et al. 2005 e CARVALHO et al. 2015).

Em relação à mortalidade, ocorreu a perda de 10 aves na primeira tentativa de implantação do experimento (frangos com 21 dias) por causa do ataque de predadores silvestres. Esse parece ser o principal problema do sistema de criação de frango a campo. Os animais aproveitaram as frestas do piso do galinheiro para puxar os pintinhos pelas patas durante a noite.

Para contornar a situação, instalamos cerca elétrica ao redor da área experimental e construímos placas de sombrite para forrar o chão dos galinheiros com cama de serragem. Feito isso, não tivemos mais nenhum problema com predação no período noturno e o experimento recomeçou com as aves aos 28 dias de idade.

Durante a experiência, a mortalidade no primeiro lote (inverno) foi de 8% não ocorrendo nenhuma no segundo lote (primavera) 0%. As perdas por predação são um gargalo na criação de aves soltas e, apesar disso, tivemos um resultado satisfatório pois conseguimos contornar os desafios. No inverno, as seringueiras perdem suas folhas no estado de São Paulo e isso pode ter favorecido a visão de aves de rapina e de outros predadores silvestres. Na primavera, o dossel completamente fechado e a vegetação mais densa serviram como proteção e esconderijo para os frangos durante o dia. Este resultado se assemelha ao encontrado por Dal Bosco et al. (2014) que constatou que a presença árvores para cobertura de dossel no piquete reduziu significativamente (p<0,05) as perdas por predação de gralhas e répteis em relação ao sistema free-range a céu aberto. Na pesquisa realizada por Ponte et al. (2008), a mortalidade dos frangos na primavera foi de 9% e no outono subiu para 16%. Righi¹ (2018) sugeriu o uso de cães para o pastoreio e proteção das aves, o que viabilizaria a criação de uma maior quantidade de animais. Uma vez que os valores auferidos pelos produtos do sistema sejam mais elevados, esses gastos diferentes poderão ser cobertos facilmente.

¹ Prof. Dr. Ciro Abbud Righi. Depto. de Ciências Florestais – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo – ESALQ/USP. jun/2018. Comunicação pessoal.

5.5.3. Microclima no ambiente silvipastoril e no galpão

As variações de temperatura e umidade entre o seringal e o galpão não apresentaram diferenças. Durante o inverno, a temperatura máxima no sistema de criação confinada foi de 26,7° C e no sistema silvipastoril de 26,5° C, as mínimas foram de 9,8° C e 9,2° C respectivamente. A umidade relativa do ar máxima e mínima foi de 93,9% e 46,4% no galpão e 94,1% e 45% no SSP para a mesma estação.

Na primavera, a diferença entre a temperatura e umidade nos dois ambientes de estudo foi um pouco maior, sendo no sistema silvipastoril a temperatura máxima de 26,8° C e mínima de 17,6° C enquanto no galpão tivemos temperaturas máxima e mínima maiores 28° C e 18,9° C. A umidade relativa do ar máxima no seringal foi de 92% e no confinamento de 85,3%. As mínimas foram de 53% em SSP e 49,9% no galpão (Figura 20).

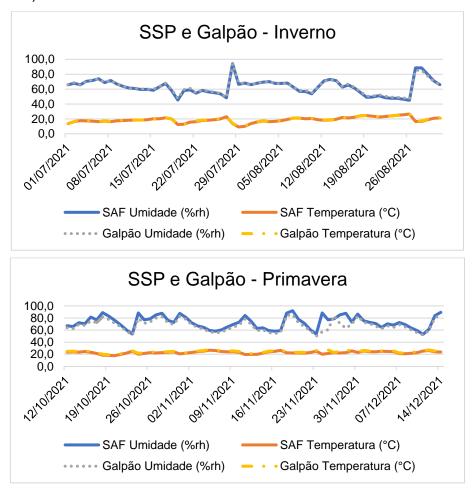


Figura 20. Variação de temperatura e umidade para os ambientes do sistema silvipastoril (SSP) e de confinamento (Galpão), no inverno (acima) e na primavera (abaixo).

Apesar do microclima entre os espaços de criação não terem apresentado grandes diferenças em relação à umidade e temperatura, era perceptível para a autora e estudantes estagiários desta pesquisa a diferença no conforto térmico entre os ambientes. A presença das árvores torna o sistema silvipastoril um ambiente mais fresco e agradável e já foi comprovado em outros estudos que o componente arbóreo influencia positivamente no conforto e bem-estar dos animais (SINGH e COWIESON, 2013; PANERU e JACOBS,2021; STADIG et al. 2017, DAWKINS et al. 2003; DAL BOSCO et al. 2014.).

As aves domésticas são animais extremamente sensíveis à temperatura, pois o sistema de dissipação do calor latente é deficitário. Cerca de 80% da energia consumida pelo frango é para manutenção do metabolismo, como por exemplo a termorregulação, e apenas 20% é voltado ao crescimento (ABREU e ABREU, 2012; SANTOS et al. 2012). Na primavera, a diferença de temperatura entre os sistemas de criação ficou mais evidente. A média de temperatura do galpão (24,3° C) foi superior a encontrada no sistema silvipastoril (23° C). De acordo com Abreu (2012), a temperatura ideal para aves a partir da 4ª semana de vida é de 20 a 23° C, sendo assim, o ambiente do SSP foi mais vantajoso em termos de conforto térmico para os frangos.

Em contrapartida, o ambiente do sistema silvipastoril é mais úmido na primavera, com a média de 72,6% de umidade relativa do ar. No ambiente de confinamento esta média foi de 67,7%. A faixa de UR% ideal para aves está entre 50 e 60%. Valores superiores a este intervalo aumentam a dificuldade do animal em dissipar o calor e pode favorecer a propagação de doenças no ambiente e entre as aves (SANTOS, et al. 2012).

5.5. Conclusões

O acesso das aves à pastagem nos piquetes arborizados se mostrou benéfico pois incita comportamentos comuns da espécie como forragear, ciscar, explorar o ambiente e acessar uma gama variada de alimentos frescos presentes no sistema silvipastoril. A massa seca de folhas foi o único parâmetro que apresentou diferença estatística entre as estações, sendo mais afetada na estação fria e seca (inverno) em relação a primavera. Diante disso, recomendase utilizar tempos de rotação diferentes de acordo com as características edafoclimáticas que variam ao longo do ano conforme a região.

Também se notou uma preferência das aves por espécies vegetais com caules e folhas suculentos e macios, com destaque para a trapoeiraba (*Commelina benghalensis* L.), o capim taquari (cf. *Lasiacis ligulata* Hitanc e Chase), a maria gorda (*Talinum paniculatum* Jacq Gaertn) e a erva-jabuti (*Peperomia pellucida* L. Kunth). Entretanto, para saber o potencial nutritivo e agronômico destas plantas será necessário maiores investigações.

Diante dos resultados de desempenho zootécnico, conclui-se que a adoção do SSP na avicultura é viável em termos de produtividade dos animais, e para averiguar seu potencial econômico é preciso que mais pesquisas sejam desenvolvidas. Entretanto, as diferenças entre as médias de peso vivo pouco variaram entre os tratamentos. Apenas as aves criadas em SSP alimentadas parcialmente com grãos de sorgo apresentaram um desempenho inferior em relação as demais. Apesar da maior atividade física por parte das aves soltas, não ocorreram grandes perdas na produção de carne.

O fornecimento parcial de grãos de milho misturados à ração se mostrou praticável pois se equiparou ao desempenho de animais alimentados com ração balanceada. O consumo de grãos inteiros se aproxima do que seria uma alimentação mais natural para estas aves que demonstram preferência por partículas maiores em sua dieta.

Este estudo aponta um caminho que deverá ser desenvolvido por meio de outras pesquisas na área, com a intenção de auxiliar agricultores e viabilizar os sistemas silvipastoris para criação de frangos de corte como uma forma de agregar valor ao produto e melhorar a renda das famílias do campo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G. & ABREU, V. M. N. Conforto térmico para aves. Engormix artigos técnicos. 2012. Disponível em: https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/conforto-termico-aves-t37559.htm. Acesso em: 03/08/2022.
- ALMEIDA, G. F. d., HINRICHSEN, L. K., HORSTED, K., THAMSBORG, S. M., HERMANSEN, J. E. Feed intake and activity level of two broiler genotypes foraging different types of vegetation in the finishing period. Poultry Science. V. 91, n. 9, p. 2105 2113. https://doi.org/10.3382/ps.2012-02187. 2012.
- ALMEIDA, E. C. J., CARNEIRO, P. L. S., WENCESLAU, A. A., FARIAS FILHO, R. V., MALHADO, C. H. M. Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.48, n.11, p.1517-1523. Brasília, 2013.
- CASTELLINI, C., MUNGNAI, C. & DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Science. Vol. 60, Issue 3. P. 219 225. DOI: 10.1016/s0309-1740(01)00124-3. 2002.
- CARVALHO, L. S. S., FAGUNDES, N. S., LITZ, F. H., SAAR, A. G. L., FERNANDES, E. A. Sorgo inteiro ou moído em substituição ao milho em rações de frangos de corte. Enciclopédia Biosfera. v.11, p.1757-1765, 2015.
- DAL BOSCO, A., MUGNAI, C. ROSATI, A., PAOLETTI, A., CAPORALI, S., CASTELLINI, C. Effect of range enrichment on performance, behavior, and forage intake of free-range chickens. Journal of Applied Poultry Research. Vol. 23, p 137 145. https://doi.org/10.3382/japr.2013-00814. 2014.
- DAWKINS, M.S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. Zoology, v. 106, n. 4, p. 383-387, 2003.
- FARIA, P. B., VIEIRA, J. O., SILVA, J. N., RODRIGUES, A.Q., SOUZA, X.R., SANTOS, F.R., PEREIRA, A. A. Performance and Carcass Characteristics of Free-Range Broiler Chickens Fed Diets Containing Alternative Feedstuffs. Brazilian Journal of Poultry Science. ISSN 1516-635X. V.13 / n.3 / p. 211-216. 2013.
- FRANÇA, L.C. Características Morfológicas de Plantas Forrageiras e Ganho de Peso de Frangos em Pastejo. 2011.

- GARCIA, R. G., MENDES, A. A., COSTA, C., PAZ, I. C. L., TAKAHASHI, S. E., PELÍCIA, K. P., KOMIYAMA, C. M., QUINTEIRO, R. R. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.57, n.5, p.634-643, 2005.
- GRIGOR, P. N.; HUGHES, B. O.; APPLEBY, M. C. Effects of regular handling and exposure to an outside area on subsequent fearfulness and dispersal in domestic hens. Applied Animal Behaviour Science. Volume 44, issue 1, pages 44 55. 1995.
- HORSTED, K.; HAMMERSHOJ, M. and HERMANSEN, J. E. Short-term effects on productivity and egg quality in nutrient-restricted versus non-restricted organic layers with access to different forage crops. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, 56, pp. 42-54. 2007.
- LOMU, M. A., GLATZ, P. C., RU, Y. J. Metabolizable energy of crops contents in free-range hens. Journal of Poultry Science. Vol. 3, p. 728 732, 2004.
- PANERU, B. & JACOBS, L. Silvopasture-based poultry production. Poultry Extension Collaborative Newsletter. Vol. 13. P. 1-5. 2021.
- PENATI, M.A. Estudo do desempenho animal e produção do capim-Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós pastejo. Piracicaba, 2002. 117p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 2002.
- PONTE, P. I. P., PRATES, J. A. M., CRESPO, J. P., Restricting the Intake of a Cereal-Based Feed in Free-Range-Pastured Poultry: Effects on Performance and Meat Quality. Poultry Science, vol 87, p. 2032 2042. doi:10.3382/ps.2007-00522. 2008.
- PONTE, P. I. P., ROSADO, C. M. C., CRESPO, D. G., CRESPO, J. L., MOURÃO, M. A. Pasture Intake Improves the Performance and Meat Sensory Attributes of Free-Range Broilers. Poultry Science, v. 87. p. 71-79. doi:10.3382/ps.2007-00147. 2008.

- RODRIGUEZ-AURREKOETXEA, A., LEONE, E. H., ESTEVEZ, I.
- Environmental complexity and use of space in slow growing free-range chickens.

 Applied Animal Behaviour Science. Vol. 161. P. 86-94.

 https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.014. 2014.
- SALES, M.N.G. Criação de galinhas em sistemas agroecológicos. Vitória: Incaper, 2005.
- SANTOS, M. J. B., RABELLO, C. B., PANDORFI, H., TORRES, T. R., SANTOS, P. A., CAMELO, L. C. L. Fatores que interferem no estresse térmico de frangos de corte. Revista eletrônica Nutritime, Artigo 162, v.9, p. 1779 1786. 2012.
- SANTOS, A. L.; SAKOMURA, N. K., FREITAS, E. R., FORTES, C. M. S., CARRILHO, E. N. V. Comparison of Free Range Broiler Chicken Strains Raised in Confined or Semi-Confined Systems. Brazilian Journal of Poultry Science. ISSN. 1516-635X. v. 7, n. 2, p. 85 92. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000200004. 2005.
- SCOT Consultoria. Animais que produzem mais consumindo cada vez menos, esse é o sonho de todo pecuarista. Junho, 2017. Disponível em: www.scotconsultoria.com.br. Acesso em: 01/04/2022.
- SINGH, Y., AMERAH, A. M., RAVIDRAN, V. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilization of poultry. Animal Feed Science and Technology. Masseu University, New Zeland. 2015. p 1-18.
- SINGH, M. & COWIESON, A. J.; Range use and pasture consumption in free-range poultry production. Animal Production Science. v. 53. p. 1202-1208. https://doi.org/10.1071/AN13199. 2013.
- STADIG, L. M., RODENBURG, T. B., AMPE, B., REUBENS, B., TUYTTENS, F. A. M.; Effect of free-range access, shelter type and weather conditions on free-range use and welfare of slow-growing broiler chickens. Applied Animal Behaviour Science. Volume 192. P 15 23. 2017.
- TAYLOR, P. S.; HEMSWORTH, P. H., GROVES, P. J., Gebhardt-Henrich, S. G., RAULT, J. Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Broiler Chickens 1: Factors Related to Flock Variability. Animals, V. 57. doi:10.3390/ani7070054. 2017.

- TONG, H. B., WANG, Q., LU, J., ZOU, J. M., CHANG, L. L., FU, S. Y. Effect of free-range days on a local chicken breed: Growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index. Poultry Science. V. 93. P. 1883 1889. DOI: http://dx.doi.org/ 10.3382/ps.2013-03470. 2014.
- WALKER, A. & GORDON, S. Intake of nutrients from pasture by poultry. Proceedings of the Nutrition Society. Vol 22, p. 253 256. DOI:10.1079/PNS2002198. 2003.
- WANG, K. H., SHI, S. R., DOU, T.C., SUN, H. J. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. Poultry Science. V. 89, p. 2219 2223. DOI: 10.3382/ps.2008-00423. 2009.

6. QUALIDADE DE CARNE DE FRANGO CRIADOS EM SISTEMA SILVIPASTORIL SOB DIFERENTES DIETAS ALIMENTARES EM COMPARAÇÃO À CRIAÇÃO EM CONFINAMENTO

Resumo

A carne de frango se tornou uma das proteínas mais consumidas no mundo. Entretanto, muitas mudanças na forma de criação, alimentação e melhoramento genético de linhagens fizeram com que algumas características bastante apreciadas desta carne fossem perdidas ao longo do tempo. Hoje, o frango que encontramos nas gondolas de mercado é muito diferente do tradicional frango caipira. Na avicultura industrial, estes animais são confinados em grandes galpões onde passam toda sua curta vida se alimentando de ração farelada incessantemente. As linhagens utilizadas são de crescimento precoce e com isso, em pouco mais de um mês as aves estão prontas para o abate. Apesar deste processo ter permitido o aumento da escala e a queda nos preços, existe uma demanda por carnes de qualidade diferenciada e que conservem as particularidades do frango criado solto e com acesso a alimentação diversificada como grãos inteiros de milho, ervas, insetos e outros pequenos invertebrados. Para além dos aspectos de qualidade da carne, há um crescente questionamento em relação ao bem-estar das aves sujeitas ao sistema de criação vigente. Diante disso, existe a necessidade de desenvolver sistemas de produção avícola mais holísticos e integradores, e que conservem algumas características muito apreciadas do frango caipira. Nesta pesquisa, foi investigada a influência de dois sistemas de criação e três dietas diferentes (ração e ração misturada à grãos inteiros de milho ou de sorgo) na qualidade físico-química da carne. Para tal fim. se desenvolveu um sistema silvipastoril (SSP) de pastejo rotacionado com frangos Label Rouge (crescimento lento). Como comparação, um tratamento testemunha de frangos da mesma linhagem foi mantido em confinamento, simulando o sistema de alimentação e criação convencional. Foram avaliadas as dimensões e pesos dos principais cortes e vísceras, o pH, a cor, a força de cisalhamento (FC), a perda de água por cocção (PAC) e a capacidade de retenção de água (CRA) de 10 carcaças por tratamento. Em termos de produção de carne, houve diferenças significativas no peso vivo final dos animais parcialmente alimentados com grãos de sorgo, que apresentaram o pior desempenho em relação aos demais (p<0,05) (valores médios: 2,70 kg - SSP+ração, 2,68 kg - SSP+½ ração e ½ grãos de milho, 2,62 kg - SSP+½ ração e ½ grãos de sorgo e 2,76 kg - Confinamento). Apesar disso, os pesos médios da carcaça limpa (rendimento com ossos ~73%), coxa e sobrecoxa não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (p<0,05). O único corte se diferenciou estatisticamente em peso foi o filé peito, que apresentou médias superiores para os animais que consumiram ração balanceada (p<0,001). A qualidade visual da carne foi impactada pelos diferentes sistemas de criação e pela alimentação. O consumo de grãos inteiros de milho em SSP proporcionou uma pigmentação mais amarelada (b*) para todas as peças de carne avaliadas (p<0,001). Os demais tratamentos de aves criadas em SSP também se destacaram pela coloração mais intensa da carne, quando comparada a cor pálida da carne de aves confinadas. A granulometria dos grãos inteiros de milho e sorgo provocou um maior desenvolvimento da moela (p<0,001). Com isso, podemos concluir que o sistema silvipastoril pode se equiparar ao confinamento em termos de produtividade de carne, e se diferencia nos aspectos de qualidade visual, especialmente para os animais consumiram grãos inteiros de milho. Desta forma, mais pesquisas na área precisam ser desenvolvidas para consolidar a criação em SSP e usufruir dos aspectos da qualidade diferenciada de seus produtos cárneos como uma maneira de agregar maior valor ao produto.

Palavras-chave: Qualidade de carne, Frango Caipira, Sistemas Silvipastoris

Abstract

Chicken meat has become one of the most consumed proteins in the world. However, many changes in the way of raising, feeding and genetic improvement of lineages have caused some of the highly appreciated characteristics of this meat to be lost over time. Today, the chicken we find on market shelves is very different from traditional free-range chicken. In industrial poultry farming, these animals are confined in large sheds where they spend their entire short lives feeding on mash feed incessantly. The strains used are of precocious growth and with that, in just over a month the birds are ready for slaughter. Although this process allowed for an increase in scale and a drop in prices, there is a demand for meat of a different quality that preserves the characteristics of free-range chickens and has access to a variety of foods such as whole grains of corn, herbs, insects, and other small invertebrates. In addition to aspects of meat quality, there is a growing guestion regarding the welfare of birds subjected to the current breeding system. In view of this, there is a need to develop more holistic and integrative poultry production systems, which retain some of the much-appreciated characteristics of free-range chicken. In this research, the influence of two rearing systems and three different diets (feed and ration mixed with whole grains of corn or sorghum) on the physicochemical quality of the meat was investigated. For this purpose, a silvopastoral system (SSP) of rotational grazing with Label Rouge chickens (slow growth) was developed. As a comparison, a control treatment of chickens of the same lineage was kept in confinement, simulating the conventional feeding and rearing system. The dimensions and weights of the main cuts and viscera, pH, color, shear force (FC), water loss from cooking (PAC) and water holding capacity (WHC) of 10 carcasses per treatment were evaluated. In terms of meat production, there were significant differences in the final live weight of the animals partially fed with sorghum grains, which presented the worst performance in relation to the others (p<0.05) (mean values: 2.70 kg - SSP+ feed, 2.68 kg - SSP+½ feed and ½ corn grain, 2.62 kg - SSP+½ feed and ½ grain sorghum and 2.76 kg - Confinement). Despite this, the average weights of the clean carcass (yield with bones ~73%), thigh and drumstick did not show statistical differences between treatments (p<0.05). The only cut that differed statistically in weight was the breast fillet, which showed higher means for the animals that consumed the balanced diet (p<0.001). The visual quality of the meat was impacted by different rearing systems and feeding. The consumption of whole grains of corn in SSP provided a more yellowish pigmentation (b*) for all pieces of meat evaluated (p<0.001). The other treatments of birds raised in SSP also stood out due to the more intense color of the meat, when compared to the pale color of the meat of confined birds. The granulometry of the whole grains of corn and sorghum caused a greater development of the gizzard (p<0.001). With this, we can conclude that the silvopastoral system can match confinement in terms of meat productivity, and differs in visual quality aspects, especially for animals consumed whole corn grains. In this way, more research in the area needs to be developed to consolidate creation in SSP and take advantage of the differentiated quality aspects of its meat products to add greater value to the product.

Keywords: Meat quality, Free-range chicken, Silvopastoral systems

6.2. Introdução

A carne de frango faz parte da história e cultura gastronômica em diversas regiões do globo. Atualmente, trata-se de um dos alimentos mais presentes na dieta humana e existem prospecções de que até 2030, se tornará a proteína mais consumida no mundo (BETHÔNICO, 2022). Os motivos para o favoritismo pela carne de aves variam de acordo com a situação econômica. Nos países mais ricos, o consumo do frango é valorizado pela crescente preferência por carnes brancas, consideradas mais saudáveis e pela maior praticidade no preparo das refeições. Em países emergentes, a escolha se dá pelos preços baixos em relação às demais fontes proteicas de origem animal (OCDE-FAO,2022). Isso se deu devido a expansão do setor avícola que teve o maior crescimento no mercado de carnes nas últimas décadas (HAVEINSTEN, 2003).

Apesar da criação em escala industrial ter proporcionado o aumento na oferta deste alimento, há uma corrente de consumidores que questionam o confinamento abusivo ao qual as aves são submetidas. Além das questões relacionadas ao bem-estar dos animais, a nova geração de compradores apresenta maiores exigências em relação à qualidade dos produtos, elevando a taxa de consumo de alimentos e bebidas mais saudáveis e produzidos de forma ética e sustentável (SILVA, 2019).

Portanto, o mercado de carnes especiais é um potencial gerador de renda a ser desenvolvido no Brasil e em outros países (SOUZA e MOLENTO, 2015). A busca por cores e sabores, impulsionada pelo movimento *gourmet* na culinária, aumenta a demanda por sistemas de produção animal diferenciados que propiciem ganhos na qualidade da carne. Disponibilizar uma alimentação diversificada e minimizar do estresse sofrido nos ambientes de criação são formas promissoras de diferenciar estes produtos no mercado.

A qualidade da vida dos animais pode ser melhorada se estes forem inseridos em ambientes que se assemelhem ao seu habitat de origem (RIGHI, 2016, BROOM, 2017; BRACKE e HOPSTER, 2005). No caso dos frangos, descendentes de aves que vivam em florestas, sistemas arborizados e ricos em recursos alimentares se mostram uma boa alternativa. A diversidade de alimentos locais (ervas, insetos, minhocas e outros pequenos invertebrados) é

benéfica pois favorece o consumo de compostos bioativos como carotenoides, hipocolesterolêmicos e anticarcinogênicos que atribuem uma melhor qualidade da carne (PONTE et al. 2008).

A alimentação fornecida aos animais também afetará diretamente a qualidade do produto cárneo. Pesquisas recentes atribuem um melhor desempenho zootécnico ao consumo de grãos inteiros por favorecem o aumento da funcionalidade da moela. Alimentos de maior granulometria passam mais lentamente pelo trato digestivo, o que beneficia a regulação da secreção de sucos digestivos e a absorção de água e nutrientes (SVIHUS, 2010; GABRIEL, 2008; BOLELI e THIMOTHEO, 2017). A alimentação convencional é caracterizada pela ração farelada que reduz drasticamente a utilidade da moela, provocando o atrofiamento deste importante órgão (ABDOLLAHI, 2018).

Além disso, o fornecimento de grãos inteiros tem se tornado mais frequente em países desenvolvidos por ser mais apropriado à preferência alimentar das aves (GABRIEL, 2008; SINGH, 2014). O consumo de grãos de milho, um cereal rico em carotenóides e xantofilas, promove ganhos em coloração da pele e carne, caracterizando o visual amarelado do frango caipira, apreciado mundialmente (OLIVIER et al. 2005).

Diante do conteúdo exposto, nesta pesquisa foi comparada a qualidade da carne de frangos *Label Rouge* criados em sistema silvipastoril sob diferentes dietas alimentares (ração e grãos inteiros) em comparação à animais criados em confinamento alimentados com ração convencional.

.

6.3. Materiais e métodos

A área experimental de sistema silvipastoril com aves foi instalada no seringal do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) localizada no município de Piracicaba – SP (Lat. 22°42' S Long. 47°38' W). O clima da região é Cfa em transição para Cwa (Köppen), com temperatura média anual de 22°C, com médias mínima de 4°C (inverno) e máxima de 35°C (verão). A precipitação anual é de 1275 mm ao ano. O seringal está situado em uma área de Nitossolo e as árvores adultas apresentavam-se em população suficiente para o experimento descrito.

Nesta pesquisa foram avaliados 4 tratamentos com 5 repetições e realizou-se a criação de dois lotes de aves da linhagem *Label Rouge* (Pescoço Pelado), sendo o primeiro no Inverno e o segundo na Primavera.

A qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema silvipastoril sob diferentes dietas alimentares foi comparada à carne de animais que viveram confinados em um galpão com alimentação convencional (testemunha). Os animais foram previamente identificados por anilhas numeradas.

A separação dos tratamentos foi realizada quando as aves estavam com 28 dias de idade. Foram selecionados 13 frangos e 12 frangas (25 aves por tratamento) que estavam dentro do intervalo de ±10% do peso médio do lote inteiro. No total, havia 100 animais por estação de criação.

No sistema silvipastoril havia três tratamentos que se diferenciavam pela alimentação fornecida, sendo: (T1 - SSP + ração) alimentadas com 100% de ração convencional, (T2 - SSP + ½ ração + ½ grãos de milho) alimentadas com 50% de ração convencional misturada a 50% de grãos inteiros milho e (T3 - SSP + ½ ração + ½ grãos de sorgo) 50% de ração convencional misturada a 50% de grãos integrais de sorgo. Todas as aves recebiam o mesmo montante de alimentos de forma controlada e tinham acesso a pasto. O manejo utilizado foi o de pastejo rotacionado com galinheiro móvel. A cada semana, os animais eram transportados para um dos cinco piquetes construídos para este experimento.

Para fins comparativos, havia o tratamento testemunha (T4 – Conf.) no qual os animais foram mantidos em confinamento no galpão, de acordo com o manejo convencional (100% de ração farelada). Para a condução deste tratamento foi utilizado o galpão de criação de aves localizado no Depto. de

Genética da ESALQ-USP. A instalação segue as normas oficiais e é semelhante aos utilizados pelos produtores.

O abate das aves foi realizado quando estas atingiram os 91 dias, como descrito para a linhagem de crescimento lento. O abate foi realizado no Departamento de Zootecnia Não Ruminantes da ESALQ-USP, por funcionários especializados, respeitando os critérios para minimizar o sofrimento das aves, com a insensibilização pelo deslocamento cervical seguida da sangria pelo pescoço. A depenagem e limpeza dos frangos foi realizada no mesmo local com equipamentos especificados para este fim.

Dez carcaças de cada tratamento (5 machos e 5 fêmeas) foram levadas ao Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes e Ovos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP dirigido pela Profa. Dra. Carmen Josefina Castillo onde foram realizadas as análises descritas a seguir.

Análise estatística

Neste experimento foi utilizado o delineamento hierárquico, contando com 25 animais por tratamento. Foram realizadas duas estações de criação, sendo a primeira no período do Inverno e a segunda na Primavera. Ficou decidida a análise conjunta como forma de comparar as duas épocas do ano em questão. Se por acaso ocorresse interação entre os tratamentos e as diferentes estações, realizou-se o desdobramento da análise de variância por estação.

Antecedendo a análise da variância, as variáveis foram avaliadas para a homogeneidade da variância pelo teste de Box-Cox e normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

Em caso de problemas de heterogeneidade da variância e não normalidade, os dados foram transformados de acordo com a recomendação do teste de Box-Cox e se a transformação não fosse eficiente para corrigir os problemas de desvios da normalidade e da homogeneidade da variância, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

I) Dimensões e pesagem dos cortes e vísceras

No laboratório, as carcaças evisceradas foram colocadas individualmente em embalagens apropriadas e mantidas em câmara fria por 24h (*rigor mortis*). Depois deste período, realizamos a pesagem da carcaça inteira e posteriormente dos principais cortes. Além da pesagem, mediu-se o comprimento, largura e espessura dos filés de peito, coxa e sobrecoxa. As vísceras - coração, moela e fígado - comumente aproveitadas na alimentação, também foram pesadas e medidas. Para isso, utilizou-se um micrômetro AMES® S-6428 (mm) e um paquímetro digital DIGMESS® ISO900 1:2000 de até 300 mm.

Os cortes e as vísceras foram fotografados sobre um papel quadriculado (1 cm²) para averiguar se houve diferença no desenvolvimento destes órgãos entre os respectivos tratamentos e entre o sexo das aves avaliadas.

As demais avaliações realizadas tiveram como base os atributos mais importantes para a aceitação do produto cárneo: aparência, textura, suculência (FLETCHER, 2002). Os parâmetros analisados foram o pH (II), cor (III), força de cisalhamento (IV), perda de água por cocção (V) e capacidade de retenção de água por gotejamento (*Drip Loss*) (VI):

II) pH

Os valores de pH dos cortes coxa, sobrecoxa e peito foram determinados segundo as recomendações de BENDALL (1973) (apud KOMIYAMA et al., 2010). As medições foram feitas em triplicatas com o pHmetro Sentron® do modelo SI600 7600-005.

III) Cor

A cor objetiva foi determinada por meio de colorímetro Konica Minolta® modelo CR-400 e com o processador de dados DP-400 da mesma marca. A cor da pele dos animais foi medida após escaldar a carcaça em água com temperatura padrão de 65°C. Além da pele, avaliamos a coloração da carne das peças coxa, sobrecoxa, peito e gordura. Todas as leituras também foram realizadas em triplicatas para os valores de L*, a* e b* do sistema CIE L*a*b*, em que L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a* = coordenada de cromaticidade do vermelho (+) ao verde (-) e b* = coordenada de cromaticidade do amarelo (+) ao azul (-). O sistema CIE (Commission Internationale de

l'Eclairage) L*a*b* é uma escala de cores bastante utilizada para expressar em números uma cor de forma objetiva.

IV) Força de Cisalhamento (FC)

Para mensurar a FC, os filés de peito (*Pectoralis major*) foram embalados em papel alumínio e cozidos em chapa elétrica a 180° C. As amostras eram retiradas da chapa ao atingirem a temperatura interna de 80° a 85° C quando eram resfriadas à temperatura ambiente. Após o resfriamento, as amostras foram levadas para a geladeira por 24 horas a 2° C. Dado o intervalo, os filés devidamente identificados foram cortados de forma longitudinal às fibras, em tiras de 2x1x1 cm (comprimento, altura e largura), totalizando 6 sub-amostras por ave (AMSA, 1995). Feito isso, as sub-amostras foram submetidas ao corte perpendicular à fibra no texturômetro Mecmesin® BFG 500N que fornece os resultados em kgf/cm².

V) Perda de água por cocção (PAC)

As amostras de peito utilizadas no teste de FC foram pesadas cruas e após serem cozidas na chapa, para de determinar a perda de água por cozimento a partir da diferença entre as pesagens (PAC = peso filé cru – peso filé cozido).

VI) Capacidade de retenção de água por gotejamento – Drip-Loss (CRA)

A metodologia de *drip-loss* tem como objetivo mensurar a perda de exsudatos de amostras cruas padronizadas em ~100g de filé de peito. As amostras previamente pesadas foram suspensas em uma rede envolta por um saco plástico inflado e armazenadas por 48h à 2°C na câmara fria, como proposto por Rasmussen e Anderson de 1996 (apud SANFELICE et al. 2010). Após este período, as amostras foram novamente pesadas em balança de precisão. A porcentagem de perda por exsudação se dá pela seguinte equação:

$$\% PE = (Pf - Pi) \times 100 / Pi$$

em que: PE = perda por exsudação; Pf = peso final e Pi = peso inicial.

6.4. Resultados e discussão

A qualidade da carne foi averiguada de acordo com várias análises de aspecto físico e químico realizadas em laboratório. Os resultados foram divididos de acordo com as respectivas análises abordadas.

I) Dimensões e pesagem dos cortes e vísceras

As dimensões avaliadas foram a largura, comprimento e espessura dos cortes filé de peito, coxa, sobrecoxa e das vísceras fígado, moela e coração. A Tabela 1 possui os valores das medidas médias das dimensões analisadas dos principais cortes de frango. Em seguida, na Figura 1, pode-se observar o tamanho e cor das coxas e sobrecoxas de frangos submetidos aos diferentes tratamentos.

Tabela 1. Medidas médias das dimensões (cm e mm) dos principais cortes de frango para os quatro tratamentos do experimento.

CORTES	Dimensão	SSP R (T1)	SSP M (T2)	SSP S (T3)	Conf. (T4)
	Comp.	19,5 ± 2,5 a	19,6 ± 2 a	19,5 ± 2,2 a	20,7 ± 2,1 a
Filé de peito	Larg.	8,8 ± 1,2 a	8,2 ± 0,9 a	8,4 ± 0,7 a	8,4 ± 1 a
	Esp.	14,3 ± 1,6 a	12,5 ± 1,9 b	11,9 ±1,2 b	13,0 ± 1,6 b
Coxa	Comp.	14,2 ± 1,4 a	14,7 ± 1,2 a	14,7 ± 0,9 a	14,6 ± 1,4 a
	Larg.	6,5 ± 1 a	6,1 ± 0,6 a	$6.0 \pm 0.7 \ a$	6,2 ± 0,4 a
	Esp.	31,5 ± 5,1 b	$30,6 \pm 3,6 $ b	28,7 ±2,9 b	34,9 ± 6,2 a
	Comp.	10,6 ± 1,5 a	11,3 ± 1,4 a	11,1 ± 1,4 a	10,8 ± 1,1 a
Sobrecoxa	Larg.	8,5 ± 1,8 a	7,6 ± 1,3 a	8,0 ± 1,1 a	7,8 ± 1,4 a
	Esp.	22,0 ± 5 ab	20,4 ± 4,3 b	21,7 ± 3 ab	23,8 ± 2,7 a

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). Comp. = Comprimento (cm); Larg. = Largura (cm) e Esp. = Espessura (mm). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido horizontal.

Em relação ao filé de peito, não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para o comprimento e a largura. A espessura do filé dos animais criados em SSP e alimentados com ração (T1) se destacou em relação aos demais. As aves do T1 apresentaram uma espessura 16,8% superior a menor média que foi do tratamento T3 (SSP + ½ ração e ½ sorgo).

Entre as dimensões da coxa, houve diferença significativa (p<0,001) na espessura, que foi superior para o tratamento testemunha (T4) com uma média 17,8% superior ao tratamento T3 que apresentou o menor valor para este corte. Com relação a sobrecoxa, o T4 foi 14,3% superior à menor espessura, referente ao tratamento T2 (SSP + ½ ração e ½ milho). Na Figura 1 a seguir, podemos observar os tamanhos das peças coxa e sobrecoxa de frangos machos para os diferentes tratamentos.



Figura 1. Os tamanhos das coxas e sobrecoxas para os quatro tratamentos experimentais. Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). Acervo pessoal.

O comprimento do filé de peito, da coxa e da sobrecoxa apresentou diferença significativa (p<0,001) entre machos e fêmeas. Na figura 2 podemos observar o dimorfismo sexual para aves criadas em SSP e alimentadas com grãos de milho. Vale ressaltar a coloração amarelada das peças que será discutida adiante.



Figura 2. Os tamanhos dos cortes analisados. À esquerda as peças de uma ave macho e à direita de uma fêmea. Ambas as aves pertenciam ao tratamento $T2 = SSP + \frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos. Acervo pessoal.

Os resultados revelaram a ocorrência de dimorfismo sexual, já que as fêmeas apresentaram menores valores em largura, espessura e comprimento para todos os cortes em relação aos machos. Almeida et al. (2013) comparou diferentes linhagens com a galinha nativa Peloco e constatou a mesma diferença entre os sexos na caracterização da carcaça devido às diferenças hormonais que influenciam no crescimento das aves. Faria et al. (2011) comparou animais criados soltos com diferentes dietas alimentares e averiguou um rendimento 7% superior para os machos. Segundo o autor, os frangos apresentam maiores taxas de crescimento e ganho de massa muscular, enquanto as frangas apresentam maior deposição de gordura.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios das dimensões das vísceras analisadas.

Tabela 2. Medidas médias das dimensões (cm) das vísceras para os quatro tratamentos do experimento.

VÍSCERAS	Dimensão	SSP R (T1)	SSP M (T2)	SSP S (T3)	Conf. (T4)
Corooão	Comp.	$4,5 \pm 0,7 \ a$	4,8 ± 0,6 a	4,8 ± 0,7 a	4,6 ± 0,8 a
Coração	Larg.	2,5 ± 0,4 b	$2,9 \pm 0,6 \text{ ab}$	3,2 ± 1 a	2,8 ± 0,4 ab
Fígado	Comp.	7,6 ± 1,1 a	7,8 ± 1 a	8,0 ± 1,7 a	8,3 ± 1,2 a
	Larg.	6,7 ± 1,4 a	7,4 ± 0,9 a	7,2 ± 1,4 a	7,3 ± 1,2 a
Moela	Comp.	8,8 ± 1,7 a	9,0 ± 1,9 a	7,7 ± 1,6 b	6,6 ± 0,8 c
	Larg.	6,3 ± 1,3 b	6,3 ± 1,1 b	7,8 ± 2,5 a	7,5 ± 3 a

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, T3 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). Comp. = Comprimento (cm); Larg. = Largura (cm). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido horizontal.

O coração dos animais submetidos a diferentes dietas alimentares e sistemas de criação apresentou diferença significativa (p<0,001) apenas entre os sexos. Não foram encontradas diferenças nas dimensões do fígado entre os tratamentos. Esse apresentou um comprimento de 7,92 cm e de 7,15 cm de largura em média.

Destaca-se a diferença entre as dimensões da moela, um órgão de extrema importância para a trituração de alimentos pelas aves. Houve uma variação significativa nos valores de comprimento (p<0,001) e de largura (p<0,05) entre os tratamentos. A maior média de comprimento foi do tratamento

SSP Milho (T2), que recebiam a alimentação de maior granulometria, vindo em seguida o tratamento SSP Ração (T1). A menor média (6,57 cm) foi aquela dos animais criados em confinamento (T4) e alimentados apenas com ração farelada e sem acesso a uma dieta mais diversificada. Em largura, as maiores médias foram dos tratamentos T3 e T4, que se diferenciaram dos tratamentos T1 e T2.

O intensivo funcionamento deste órgão, cuja função é triturar as partículas maiores na alimentação, proporcionou maior expansão muscular. O arraçoamento moderno é rico em energia, pobre em fibras e a menor granulometria faz com que os alimentos passem diretamente para o duodeno, reduzindo a funcionalidade da moela (FREITAS, 2001; SILVA et al., 2014; LITZ et al., 2020). O mesmo resultado foi encontrado por Freitas (2001), que avaliou as dimensões de moelas de frangos alimentados com diferentes granulometrias de milho e observou as maiores medidas da moela para as aves que consumiram grãos inteiros e os menores valores para os frangos que consumiram grãos moídos finamente.

O peso médio dos cortes e das vísceras e as diferenças estatísticas estão representadas nas tabelas 3 e 4 a seguir. Com exceção do "peso vivo final", todas as peças foram pesadas após o período do *rigor mortis*.

Tabela 3. Peso médio (g) da carcaça inteira, carcaça limpa e dos principais cortes de valor comercial para os quatro tratamentos.

CORTES	SSP R (T1)	SSP M (T2)	SSP S (T3)	Conf. (T4)
Peso vivo final	2703 ± 426 ab	2687 ± 345 ab	2623 ± 393 b	2766 ± 373 a
Peso carcaça limpa	1981 ± 334 a	1968 ± 269 a	1938 ± 330 a	2020 ± 267 a
Peso Filé de peito	141 ± 21 ab	127 ± 22 cb	$120 \pm 20 c$	145 ± 21 a
Peso Coxa	150 ± 27 a	146 ± 28 a	144 ± 33 a	147 ± 33 a
Peso Sobrecoxa	140 ± 28 a	147 ± 26 a	145 ± 30 a	145 ± 31 a

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ milho em grãos, T3 = SSP + $\frac{1}{2}$ ração e $\frac{1}{2}$ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido horizontal.

A relação entre o peso vivo final e a carcaça eviscerada com ossos foi um resultado interessante. Apesar de o peso vivo das aves alimentadas com sorgo (T3) ter sido estatisticamente inferior em relação aos demais tratamentos, o peso da carcaça limpa 24h após o *rigor mortis* não apresentou diferença estatística. De maneira geral, o rendimento da carcaça (com ossos) foi em torno de 73%. Tal resultado comprova que independentemente do sistema de criação

ou dieta alimentar, as aves apresentaram um bom desempenho. Takahashi et al. (2006), obteve resultados semelhantes quando comparou três linhagens de frangos caipiras nos sistemas de criação confinado e com acesso ao ar livre. Hellmeister Filho (2002), não encontrou diferenças significativas no rendimento da carcaça eviscerada para as linhagens *Label Rouge*, Caipirinha, 7P e Paraíso Pedrês quando submetidas ao sistema intensivo e semi-intensivo de criação.

A única peça que apresentou distinção estatística (p<0,001) entre os tratamentos foi o filé de peito, um dos cortes mais apreciados e valorizados do frango. Os dois tratamentos de animais alimentados com ração balanceada tiveram as maiores médias de peso do filé, enquanto aqueles que receberam menor quantidade de ração tiveram os menores pesos (T2 e T3). Na Figura 3 a seguir, pode-se verificar esta diferença.

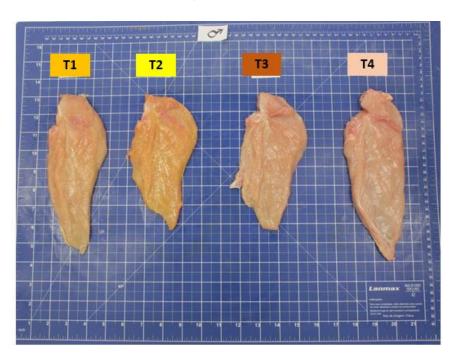


Figura 3. Os diferentes tamanhos de filé de peito para os quatro tratamentos experimentais. Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional).

O rendimento da carne de peito é muito importante por ser o corte mais bem remunerado pelo mercado consumidor de frango (HELLMEISTER FILHO, 2002). Na Figura 3, fica evidente como a redução do teor de proteína na dieta pode diminuir a conversão da alimentação em carne de peito. Apesar de não ter sido mensurado, durante a limpeza das carcaças também foi observado um

maior acúmulo de tecido adiposo para estes animais que receberam uma dieta menos proteica e com maior teor energético (T2 e T3).

Lisboa et al. (1999), demonstrou que o incremento no nível de proteína na ração proporciona o acréscimo no ganho de peso e uma melhoria direta na conversão alimentar. A dieta teve maior influência no desenvolvimento do peito do que o sistema de criação em si, já que as aves criadas em SSP e alimentadas com ração (T1) não se diferiram estatisticamente do tratamento testemunha (T4) neste aspecto. Hellmeister Filho (2002) também não observou diferença no rendimento de peito de frangos *Label Rouge* criados em sistema caipira quando comparados ao sistema convencional.

Na tabela 4 estão apresentados os pesos médios (g) das três vísceras avaliadas neste experimento.

Tabela 4. Peso médio (g) das vísceras de valor comercial para os quatro tratamentos.

VÍSCERAS	SSP R (T1)	SSP M (T2)	SSP S (T3)	Conf. (T4)
Peso Moela	55,7 ± 13 b	77,0 ± 17 a	72,7 ± 17 a	55,7 ± 9 b
Peso Fígado	41,7 ± 11 b	50,5 ± 14 a	50 ± 13 a	45,5 ± 9 ab
Peso Coração	13,7 ± 4 bc	16,5 ± 04 a	16,2 ± 5 ab	12,3 ± 3 c

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido horizontal.

O peso médio da moela apresentou diferença estatística (p<0,001). Os animais tratados com grãos inteiros misturados à ração tiveram um maior desenvolvimento deste órgão. As aves que consumiram grãos de milho apresentaram a maior média (77,0g). Os animais alimentados com 100% de ração farelada (T1 e T4) apresentaram a menor média de peso (55,7g). Novamente podemos associar o tamanho das partículas que exigiram maior funcionalidade deste órgão. Resultados parecidos foram encontrados e discutidos em outras pesquisas (FREITAS, 2001; SILVA et al. 2014; LITZ et al. 2020, BIGGS e PARSONS, 2008, FERNANDES et al. 2013.) Apesar de não terem sido realizadas medições, foi notado claramente durante o abate e limpeza das carcaças, uma grande quantidade de areia grossa no interior das moelas das aves criadas no SSP. É sabido que a ingestão de pequenas pedras e grãos de areia é benéfica ao funcionamento da moela e do sistema digestivo.

A pesagem do fígado também apresentou diferença significativa (p<0,05), com destaque para as aves alimentadas com grãos inteiros que também alcançaram as maiores médias (T2 = 50,5g e T3 = 50,0g). O peso médio de coração também variou significativamente (p<0,001) e novamente, as maiores médias foram dos animais alimentados com grão de milho (16,5g), seguido dos tratamentos de aves que consumiram grãos de sorgo (16,2g). Os corações de menor peso pertenciam às aves confinadas com uma média de 12,3g. Existe a possibilidade de o menor estímulo ao exercício físico ter reduzido o desenvolvimento deste órgão vital, mas seriam necessárias maiores investigações.

Nas imagens a seguir (Figura 4), fica evidente a diferença de tamanho da moela e do acúmulo de substâncias pigmentantes na gordura dos animais pertencentes aos tratamentos T2 (à esquerda) e T4 (à direita).

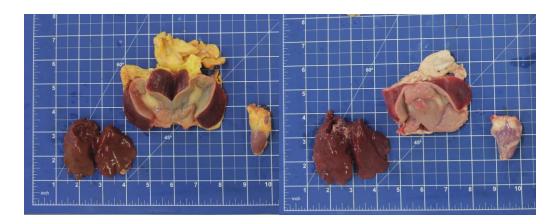


Figura 4. Fígado, coração e moela de um frango macho criado em sistema silvipastoril (SSP) e alimentado com ½ grãos de milho e ½ de ração farelada (T2) – à esquerda. À direita os mesmos órgãos de um animal macho criado em confinamento e alimentado com 100% de ração (T4).

Entre os sexos, houve diferença significativa (p<0,001) no peso vivo, peso limpo e no peso de todas as peças e vísceras analisadas, sendo todas as médias das aves fêmeas inferiores aos dos machos. As médias de peso do fígado e da moela também foram significativamente (p<0,001) maiores na primavera em relação ao inverno.

II) pH

As medições de pH dos cortes coxa e sobrecoxa não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, mesmo com dietas e sistemas de criação diferentes. Apenas o filé de peito das aves criadas em confinamento se

diferenciou estatisticamente. Na Tabela 5 abaixo serão apresentados os valores de pH médio das peças analisadas no inverno para os quatro tratamentos. Os dados do lote da primavera apresentaram valores equivocados e por isso foram retirados desta dissertação.

Tabela 5. Valores médios de pH das peças de carne de frango avaliadas no primeiro lote (inverno) para os quatro tratamentos.

Cortes	SSP R (T1)	SSP M (T2)	SSP S (T3)	Conf. (T4)
pH Filé de peito	5,7 ± 0,14 a	5.7 ± 0.08 ab	$5.7 \pm 0.06 a$	$5,6 \pm 0,07$ b
рН Соха	6,1 ± 0,11 a	6,0 ± 0,16 a	6,0 ± 0,13 a	6,0 ± 0,13 a
pH Sobrecoxa	6,0 ± 0,10 a	$6.0 \pm 0.12 a$	$5,9 \pm 0,10 a$	6,0 ± 0,11 a

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido horizontal.

Com base nos valores de pH da carne pode-se inferir sobre as condições de bem-estar dos animais. De acordo com Aguiar (2006), valores normais de pH da carne de frango estão entre 5,75 e 5,96. Valores superiores a esta média podem indicar alterações na reserva de glicogênio muscular ocasionada pelo estresse no pré-abate ou durante a vida do animal (FLETCHER, 2002.; AGUIAR, 2006). Os valores obtidos nesta experiência estão dentro do intervalo considerado normal para a carne de frango e houve diferença estatística significativa apenas para a medição de filé de peito, na qual o tratamento testemunha (T4) apresentou a menor média se diferenciando dos tratamentos T1 (SSP + 100% ração) e T3 (SSP + 50% ração e 50% sorgo).

A variação dos valores de pH entre os cortes está relacionada ao tipo de fibra e ao metabolismo predominante no músculo (BROSSI, 2007). A carne do peito tem uma densidade baixa de capilares sanguíneos, é rica em fibras brancas e possui menor concentração de mitocôndrias. Esta peça apresentou o menor valor de pH em comparação à coxa e sobrecoxa, que são músculos ricamente vascularizados, com maior número de mitocôndrias e mioglobina, o que caracteriza as fibras vermelhas (BROSSI, 2007; MADEIRA, 2005).

III) Cor

A coloração da carne foi um dos indicadores de qualidade que mais apresentou diferença entre os tratamentos e estações do ano. Os valores de L (luminosidade), a* (coordenada de cromaticidade do vermelho (+) ao verde (-)) e b* (coordenada de cromaticidade do amarelo (+) ao azul (-)) se diferiram para todos os cortes quando comparamos os lotes do inverno e primavera (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de L, a* e b* para os diferentes cortes analisados nas duas e
--

Cortes		Inverno	Primavera
	L	69,5 ± 2,6 b	72 ± 3,3 a
Pele	a*	-1,7 ± 1,7 b	1,1 ± 2,2 a
	b*	13,9 ± 5,7 b	20 ± 7,5 a
	L	58,7 ± 3,4 b	60,7 ± 3,9 a
Peito	a*	-1,5 ± 1,5 b	0,2 ± 1,5 a
	b*	10,1 ± 3,5 b	12,8 ± 4,1 a
Coxa	L	58 ± 2,6 b	63,6 ± 4,3 a
	a*	2,9 ± 1,5 a	3,5 ± 2,5 a
	b*	$6.8 \pm 3.4 $ b	11,8 ± 6,8 a
	L	56,9 ± 2,4 b	61,4 ± 5 a
Sobrecoxa	a*	$3,2 \pm 1,7$ b	4,3 ± 3,2 a
	b*	6,7 ± 3,1 b	13,3 ± 7,9 a

Em que: As letras L, a* e b* são indicadores do diagrama de cor CIELAB: L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a* = vermelho (+) ao verde (-) e b* = amarelo (+) ao azul (-). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre as estações do ano no sentido horizontal.

Em termos de luminosidade (L), houve diferença significativa entre as estações do ano para a cor da pele, coxa, sobrecoxa (p<0,001) e peito (p<0,05). Os maiores valores de L no lote da primavera indicam uma carne mais clara do que no lote do inverno. A coordenada de cromaticidade a* variou significativamente (p<0,001) entre as estações na cor da pele e peito. Os valores mais baixos (e até negativos) de a* foram de animais criados no inverno, o que representa uma carne menos avermelhada.

O indicador b* (pigmentação amarela) apresentou diferença significativa entre as estações (p<0,001) em todas as peças analisadas. Os maiores valores de b* são relativos aos animais criados na primavera, o que demonstra a maior presença de substâncias pigmentantes no pasto verde durante esta estação, conferindo tons mais amarelados para a carne e pele das aves. Provavelmente, a maior qualidade e oferta de pasto durante a estação quente e chuvosa

influenciou positivamente na coloração mais acentuada da carne. Dal Bosco et al. (2014) mensurou a quantidade de matéria seca de pasto presente na moela e no trato digestivo de aves criadas em diferentes sistemas com acesso a pasto e verificou que no verão, o consumo de forrageiras foi superior ao inverno, o que pode influenciar a coloração do produto.

Na Tabela 7 podemos observar os valores da L, a* e b* para os diferentes tratamentos propostos nesta pesquisa. Destaca-se a diferença dos valores relativos à coordenada de cromaticidade b* (variação do amarelo ao azul).

Cortes		SSP R (T1)	SSP M (T2)	SSP S (T3)	Confinado (T4)
	L	70,4 ± 3,8 ab	72 ± 3 a	69,7 ± 2,5 b	70,9 ± 3,1 ab
Pele	a*	$0,22 \pm 2,8 \; \mathbf{a}$	$-0,60 \pm 2,1$ a	$-0.96 \pm 2.8 a$	0,21 ± 1,9 a
	b*	14.2 ± 4.8 bc	25,1 ± 7,12 a	17,3 ± 4,9 b	11,3 ± 3,5 c
	L	59,5 ± 2,9 ab	58,1 ± 3 b	60,1 ± 2,6 ab	61,2 ± 5,5 a
Peito	a*	-0,82 ± 1,3 b	-0,66 ± 1,9 b	-1,55 ± 1,3 b	0,36 ± 1,9 a
	b*	9.3 ± 2.6 c	15,4 ± 2,7 a	12,3 ± 3,6 b	$8,7 \pm 3,2$ c
	L	63,1 ± 5,2 a	61,7 ± 4,9 ab	59,7 ± 3,4 bc	58,8 ± 3,2 c
Coxa	a*	3,5 ± 1,6 a	3,2 ± 2,5 a	2,1 ± 1,5 a	3,7 ± 2,1 a
	b*	7,7 ± 3,5 b	16,4 ± 6,6 a	$7.8 \pm 2.4 \mathbf{b}$	5,2 ± 2,6 c
	L	62,5 ± 4,9 a	59,5 ± 5,2 b	56,8 ± 2,1 c	57,7 ± 3,1 bc
Sobrecoxa	a*	2,1 ± 1,7 b	4,8 ± 2,8 a	3,5 ± 1,9 ab	4,6 ± 3,1 a
	b*	8,6 ± 2,8 b	16,9 ± 9,7 a	$8.8 \pm 3.4 \mathbf{b}$	5,75 ± 3 c

Tabela 7. Valores de L, a* e b* para os cortes de frango pertencentes aos quatro tratamentos.

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido horizontal. As letras L, a* e b* são indicadores do diagrama de cor CIELAB no qual L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a^* = vermelho (+) ao verde (-) e b^* = amarelo (+) ao azul (-).

Entre os tratamentos, os valores de luminosidade (L) variaram significativamente para as peças coxa, sobrecoxa (p<0,001) e na cor da pele e do peito (p<0,05). As aves criadas em SSP e alimentadas com grãos de sorgo e ração (T3) obtiveram as menores médias de L na cor da pele e sobrecoxa, indicando a coloração mais escura. Em relação a coxa e sobrecoxa, as aves criadas em SSP e alimentadas com ração (T1) apresentaram as maiores médias de L. Na avaliação da luminosidade do peito dos animais, o tratamento de aves confinadas (T4) apresentou a média mais alta (carne mais clara).

Os valores de a* variaram pouco entre os tratamentos e houve diferença significativa apenas na cor do peito e da sobrecoxa (p<0,001). A coloração destas peças oriundas de aves confinadas (T4) atingiram a maior média, indicando uma cor mais próxima do vermelho.

A coordenada de cromaticidade b* apresentou diferença significativa (p<0,001) para todos os cortes entre os tratamentos. A presença das substâncias carotenoides nos grãos do milho resultaram uma bela pigmentação amarela na carne das aves do T2. Em comparação aos animais confinados (T4), alguns valores de b* foram quase três vezes superiores no T2. Todas as aves criadas em sistema silvipastoril tiveram a pigmentação amarela elevada, o que mostra a colaboração das xantofilas presentes na pastagem e a influência do ambiente agroflorestal na aparência da carne.

A cor é um dos aspectos da aparência da carne mais atrativos aos olhos do consumidor (FLETCHER, 2002; AGUIAR, 2006; FANATICO et al. 2005; ÖZBEC et al. 2020). Em uma pesquisa realizada num supermercado em Barcelona, (onde é mais comum encontrar frangos de criação tradicional), Olivier et al. (2004) constataram que 61% dos consumidores entrevistados afirmaram preferir comprar frango de coloração amarela mais intensa. Segundo os autores, essa preferência se dá pela associação da cor amarela à maior qualidade, frescor da carne e por ser considerado um alimento mais saudável.

O gosto por carnes de coloração mais acentuada poderá variar de acordo com a região ou nacionalidade do consumidor (Castillo², 2022). Segundo Fletcher (2002), o consumidor do Leste estadunidense tem propensão a escolher frangos de pigmentação amarela mais acentuada, enquanto no Sudeste os consumidores preferem animais de cor amarela mais moderada. No Noroeste dos EUA e na Inglaterra, há um favoritismo por aves de carne mais pálida. Em uma pesquisa conduzida por Olivier et al. (2004) em que se avaliava a percepção da qualidade do "frango amarelo" (*poulet jaune*) pelo consumidor francês, houve diferenças entre os consumidores urbanos e de regiões mais rurais. Para o público rural, a preferência e o reconhecimento da qualidade de frangos com pigmentação mais intensa foram maiores em relação aos clientes urbanos. E entre os dois públicos avaliados, pouquíssimos consumidores associaram o amarelo a um aspecto ruim da carne. Na França, o sistema de certificação *Label*

² Profa. Dra. Carmen Contreras Castillo especialista em Qualidade de Carnes e Ovos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - ESALQ/USP - 17 de agosto de 2022. Comunicação pessoal.

Rouge, uma referência de sucesso no mercado de frangos de criação tradicional, considera a cor da pele amarelada um dos critérios para o reconhecimento da qualidade dos seus produtos (SAUVEUR, 1997).

Neste aspecto, o tratamento SAF-M (T2) se diferenciou estatisticamente de todos os demais tratamentos para coordenada de cromaticidade b* (amarelo – azul). O milho possui cerca de 25g de xantofilas por quilo, valor que diminui ao longo do tempo de estocagem e com a trituração dos grãos (BARBOSA, 2004). O fornecimento dos grãos inteiros resultou em maior pigmentação da gordura, pele e carne, trazendo o aspecto do frango amarelo, apreciado em diversos países.

De outra maneira, os frangos criados sob o tratamento T3 (½ ração e ½ sorgo) apresentaram a cor de pele e da carne menos amareladas. Isso deixa claro que é possível se ajustar, dentro de certos limites, a cor dos produtos a partir da alimentação e do sistema de criação. Há fortes indicativos da influência desses fatores nas propriedades organolépticas da carne – necessitam de maiores estudos.

Os frangos criados em confinamento (T4), apresentaram os menores valores para b*, se diferenciando estatisticamente de todos os tratamentos de aves criadas soltas. Mesmo o tratamento SAF-R (T1), que recebia a quantidade de ração farelada equivalente ao T4, houve distinção propiciada pelo acesso à alimentação fresca e diversificada presente no sistema silvipastoril. Resultado semelhante ao encontrado por Silva (2017) que comparou atributos de qualidade da carne para frangos em sistema *free-range* e confinamento.

Portanto, por mais que o pasto não seja tão representativo em termos de ganho de peso, este elemento pode trazer vantagens no aspecto de qualidade visual do produto cárneo. Fanático et al. (2005) teve resultados semelhantes quando comparou a qualidade da carne de diferentes genótipos criados em confinamento e em sistema à pasto. As aves de crescimento lento criadas soltas apresentaram valores de b* estatisticamente superiores quando comparados às aves da mesma linhagem criadas presas. Faria et al. (2009) comparou linhagens de crescimento lento e médio criadas soltas e constatou que as aves de crescimento lento, que frequentavam mais o pasto, apresentaram a pigmentação amarelada da carne mais acentuada.

IV) Força de Cisalhamento (FC)

Entre as qualidades avaliadas pelo consumidor, a textura da carne também é uma característica considerada muito importante. Para Fletcher (2002), trata-se do atributo mais crítico do ponto de vista da satisfação do consumidor da carne de frango.

A força de cisalhamento não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 8), o que é um bom resultado, pois todos os frangos apresentaram uma carne extremamente macia independentemente da dieta e se faziam mais ou menos exercícios.

Tabela 8. Dados de Força de Cisalhamento para os quatro tratamentos e duas estações do ano.

Tratamento	FC (kgf/cm²)
SSP R (T1)	1,91 a
SSP M (T2)	1,80 a
SSP S (T3)	1,73 a
Conf. (T4)	1,74 a
Inverno	1,53 a
Primavera	2,06 b

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos e estações no sentido vertical.

A maciez acentuada das amostras também pode estar relacionada ao período de 24h post mortem aguardado para realizar a desossa. Resultado semelhante foi encontrado por Fanático (2005), que avaliou a qualidade da carne de diferentes genótipos em sistemas indoor e outdoor e observou que ter realizado a desossa após o período de rigor mortis resultou em carnes surpreendentemente macias em todos os tratamentos. Nesta pesquisa, as médias dos tratamentos ficaram com valores bem baixos em relação ao esperado para carne de frango de acordo com a literatura. Outro fator que pode ter tido influência refere-se ao aparelho utilizado nas análises, cuja sensibilidade é ideal para avaliação de carne bovina.

Na presente pesquisa, a maior média (1,9 kgf/cm²), refere-se ao tratamento T1 (SSP + Ração), que representa uma carne mais firme do que as demais. O tratamento T3 (SSP + ½ Sorgo) e o testemunha (T4) apresentaram as menores médias (1,7 kgf/cm²). Em um outro estudo, Farmer et al. (1997)

obteve um resultado interessante ao comparar duas linhagens em diferentes densidades populacionais - alta e baixa. Apesar de não apresentarem efeitos estatisticamente significantes na textura, as aves do sistema menos adensado (maior área de passeio) apresentaram a maior média de força de cisalhamento e maior resistência à faca na carne de peito em comparação às aves criadas com menos espaço.

Os lotes criados nas diferentes estações do ano se diferenciaram significativamente (p<0,001) no aspecto de textura da carne. As aves que cresceram durante a primavera tiveram uma média de 2 kgf/cm² (mais firme) e as do inverno 1,5 kgf/cm² (mais macio). Uma possível explicação seria que na primavera, a maior oferta de pasto e as temperaturas elevadas induziram os animais a explorarem mais a área de passeio e este aumento na atividade física poderia resultar em uma maior firmeza da carne, como proposto por Silva et al. (2007).

V) Perda de água por cozimento (PAC)

Os valores de perda de água por cozimento (PAC - %) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, estações e sexos. A PAC ficou ao redor de 20,7 % apesar das dietas alimentares, épocas do ano e sistemas de criação terem sido diferentes.

Tabela 9. Valores de perda de água por cozimento (%) nas diferentes estações para os quatro tratamentos e entre os sexos.

Perda de água por cozimento (%)		
	Inverno	Primavera
SSP R (T1)	21,9 a	21,8 a
SSP M (T2)	22,6 a	19,9 a
SSP S (T3)	20,8 a	20,5 a
Conf. (T4)	18,6 a	19,6 a
Machos	20,5 a	20,7 a
Fêmeas	21,4 a	20,2 a

Em que: T1 = SSP + ração, T2 = SSP + ½ ração e ½ milho em grãos, T3 = SSP + ½ ração e ½ sorgo em grão e T4 = Confinamento (testemunha do sistema convencional). As letras minúsculas representam a diferença estatística entre os tratamentos no sentido vertical.

A perda de água por cocção está relacionada à capacidade de retenção de água e ao teor de gordura da carne (SOUZA, 2004; AGUIAR, 2006). Resultado semelhante ao desta pesquisa foi encontrado por Souza (2004), que testou diferentes linhagens de aves em sistema caipira e convencional e não constatou nenhuma diferença neste quesito.

O sexo das aves também não teve influência significativa na perda de água por cozimento. Cruz et al. (2018) avaliou o efeito dos diferentes gêneros de animais de genótipo caipira na qualidade da carne e não encontrou distinção neste parâmetro. Diferentemente de Faria et al. (2009) que comparou a qualidade da carne de aves da linhagem pescoço pelado (Label Rouge) e constatou a maior perda de água para as aves fêmeas. Souza (2004), encontrou maiores valores de PAC para frangos machos da mesma linhagem.

O fato de não haver diferença estatística entre os tratamentos comprova que a qualidade e suculência da carne das aves agroflorestais são equiparáveis ao sistema de criação vigente.

VI) Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma característica muito importante para a indústria e para o consumidor final, pois irá influenciar na aparência do produto (quantidade de água exsudada na embalagem), perda de peso pós-abate, rendimento e qualidade da carne em termos de suculência (AGUIAR, 2006). O pH e a interação das proteínas da carne com a água também

interferem nesta capacidade (DINIZ, 2013). Este atributo foi mensurado pela metodologia de *drip loss* e apresentou diferenças significativas entre as estações (p<0,001) e entre os sexos (p<0,001). As aves criadas na primavera obtiveram uma média de exsudação de 3,74% e no inverno 2,08%. Entre os sexos, as fêmeas apresentaram maior perda de exsudato (média = 3,31%) em comparação aos machos (média = 2,49%).

Em relação às diferentes estações, o aumento da temperatura ambiente pode modificar a exsudação da carne. Bressan (1998), observou que animais mantidos em temperatura de 30°C apresentaram capacidade inferior em reter água quando comparados às aves mantidas em temperatura de 17° C. A maior firmeza da carne na primavera também pode estar relacionada à maior perda de exsudatos. De acordo com Özbec et al. (2020), a quantidade de água retida no músculo (de forma intramuscular) determinará o grau de firmeza e a textura da carne.

As aves fêmeas apresentaram maiores perdas por exsudação em relação aos machos. Este resultado diferiu dos experimentos realizados por Fanático et. al. (2005), Musa et al. (2006) e Jung et al. (2015) nos quais o gênero não teve impacto sobre a capacidade de retenção de água.

6.5. Conclusões

Em termos de dimensões dos principais cortes, os animais que consumiram ração balanceada apresentaram maiores espessuras em relação àquelas que substituíram 50% da dieta formulada por grãos integrais. Isso se dá pela redução na oferta de proteína, que reduz a conversão do alimento em tecido muscular. O sexo das aves influenciou o tamanho das peças avaliadas, sendo os machos os detentores das peças maior comprimento. Nas análises realizadas com as vísceras, as aves que se alimentaram com grãos inteiros de milho apresentaram o maior comprimento de moela.

As pesagens de carcaça limpa com ossos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Entre os cortes, o filé de peito das aves alimentadas com ração em sistemas de confinamento e silvipastoril alcançaram as maiores médias, novamente, devido a maior quantidade de proteína em sua dieta. Por outro lado, a moela das aves que consumiram grãos apresentou maior peso médio em relação àquelas que se alimentaram de ração farelada. Os frangos criados na primavera apresentaram maior desenvolvimento deste órgão em comparação aos animais do lote do inverno.

O pH médio dos cortes não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, exceto para as medições do filé de peito, cuja menor média foi a de aves confinadas.

A dieta baseada em grãos de milho misturados à ração e a adoção do sistema silvipastoril teve grande influência na coloração mais acentuada da carne dos frangos, especialmente para os tons de amarelo, representando ganhos no aspecto visual do produto. Os animais criados em confinamento apresentaram tons mais pálidos e pouca pigmentação em relação aos tratamentos de aves criadas em liberdade com acesso à uma alimentação diversificada presente no ambiente agroflorestal.

As aves da primavera apresentaram uma carne mais firme em relação àquelas criadas no inverno. Entre os tratamentos, não houve diferença significativa para os valores da força de cisalhamento (FC).

A perda de água por cozimento (PAC) não apresentou diferença entre tratamentos, sexo e estações do ano. E a capacidade de retenção de água (CRA) foi diferente entre as estações e sexo, sendo os maiores valores de perda por exsudação para as aves fêmeas e para o lote de animais criados na primavera.

O sistema silvipastoril e a dieta com grãos podem ser boas alternativas para criar uma identidade de produto avícola diferenciado. Em vários aspectos, a qualidade se equiparou ao sistema convencional, mas, houve diferenças em atributos visuais da carne e pele de animais criados soltos. Tais pontos podem agregar um valor especial à carne produzida em Sistema Silvipastoril, como também atender as novas demandas do mercado por produtos mais éticos e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M.R., ZAEFARIAN, F., RAVIDRAN, V. Feed intake response of broilers: impact of feed processing. Animal Feed Science and Technology. Massey University. New Zeland. 2018.
- AGUIAR, A.P.S., Opinião do consumidor e a qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção. Dissertação de mestrado. ESALQ/USP. 70p. Piracicaba, 2006.
- ALMEIDA, E.C.J., CARNEIRO, P.L.S., WENCESLAU, A.A., FARIAS FILHO, R.V., MALHADO, C.H.M. Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.48, n.11, p.1517-1523. Brasília, 2013.
- BARBOSA FILHO, J.A.D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- BIGGS, P. e PARSONS, C. M. The effects of whole grains on nutrient digestibilities, growth performance, and cecal short-chain fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn-soybean meal diets. Poultry Science, V. 88. Issue 9. P. 1893-1905. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00437.2009.
- BETHÔNICO, T. Religião e inflação abrem caminho para frango dominar o consumo de carne. Folha de São Paulo, 26 de junho de 2022. Agrofolha Alimentação. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2022 /06/religiao-e-inflacao-abrem-caminho-para-frango-dominar-o-consumo-decarne.shtml. Acesso em: 21/01/2023.
- BOLELI, I.C. e THIMOTEO, M. Capítulo 5: Estrutura Funcional do Trato Gastrintestinal: da percepção à absorção. Fisiologia das aves comerciais. MACARI, M. e MIORKA, A. Jaboticabal. FACTA, 2017.
- BRESSAN, M.C., Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. 1998. Tese de doutorado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP.

- BROSSI, C. et al. Oxidação lipídica em carne de frango exposto a estresse térmico severo pré-abate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 4., 2007, Campinas, SP. Anais... Campinas: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Carnes Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2007. V.1. p.231-233.
- CRUZ, F.L.; SILVA, A. A., MACHADO, I. F. M., VIEIRA, L. C., ESTEVES, C., FASSANI, E. J. Meat quality of chicken of different crossings in alternative system. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.70, n.1, p.254-262. Universidade Federal de Lavras, 2018.
- DINIZ, T.T. Avaliação da temperatura ambiente de criação e da reutilização da cama no desempenho e na qualidade da carne de frango. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. p. 55. Jaboticabal, 2013.
- FANATICO, A.C., CAVITT, L.C.; PILLAI, P.B.; EMMERT, J.L., OWENS, C.M. Evaluation of Slower-Growing Broiler Genotypes Grown with and Without Outdoor Access: Meat Quality. Poultry Science. V. 84, p. 1785 1790. 2005.
- FARIA, P.B., BRESSAN, M.C., SOUZA, X.R., RODRIGUES, E.C., CARDOSO, G.P.; GAMA, L.T. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol 38. https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001200023. 2009.
- FARIA, P.B., VIEIRA, J.O., SILVA, J.N., RODRIGUES, A.Q., SOUZA, X.R., SANTOS, F.R., PEREIRA, A.A. Performance and Carcass Characteristics of Free-Range Broiler Chickens Fed Diets Containing Alternative Feedstuffs. Brazilian Journal of Poultry Science. ISSN 1516-635X. V.13 / n.3 / p. 211-216. 2013.
- FARMER, L.J., PERRY, G.C., LEWIS, P.D., NUTE, G.R., PIGGOT, J.R., PATTERSON, R.L.S. Responses of two genotypes of chicken to the diets and stocking densities of conventional UK and Label Rouge production systems—
 II. Sensory attributes. Meat Science. Vol. 47, p. 77-93. https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00040-5. 1997.
- FERNANDES, E.A., PEREIRA, W.J.S., HACKENHAAR, L., RODRIGUES, R.M., TERRA, R. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. Brazilian Poultry Journal, v. 14 n.3, p. 169-286. https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000300008, 2013.

- FLETCHER, D.L, Poultry meat quality. World's Poultry Science Journal. Ithaca. v. 58, n. 2, 2002.
- FREITAS, H.J., Alimentação de frangos de corte usando grãos inteiros e moídos de milho em dois sistemas de manejo. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Lavras UFLA. 82p. Lavras, 2001.
- GABRIEL, I., MALLET, S., TRAVEL, A. Effects of whole wheat feeding on the development of digestive tract of broiler chickens. Animal Feed Science and Technology. 2008.
- HAVENSTEIN, G.B., FERKET, P.R. e QURESHI, M.A., Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 Versus 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. Poultry Science, 2003. HUXLEY, P. Tropical agroforestry. Blackwell Science, 1999.
- HELLMEISTER FILHO, P. Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira. Tese de doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz" USP. 77p. Piracicaba, SP. 2002.
- JUNG, S., PARK, H.B., LEE, J.H. e JO, C. Comparison of pH, Water Holding Capacity and Color among Meats from Korean Native Chickens. Korean Journal of Poultry Science. Vol. 42, p. 101-108. DOI:10.5536/KJPS.2015.42.2.101. 2015.
- KOMIYAMA, C.M. Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. Ciência Rural. Santa Maria. v. 40, n. 7, p. 1623 1629. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n7/a655cr1175.pdf. Acesso em 10/01/2019.
- LISBOA, J.S., SILVA, D.J., SILVA, M.A., SOARES, P.R., GRAÇAS, A.S. Desempenho de Três Grupos Genéticos de Frangos de Corte Alimentados com Rações Contendo Diferentes Teores de Proteína. Rev. Bras. Zootec., v.28, n.3, p.555-559, 1999.
- LITZ, F.H., FERNANDES, E.A., ANTUNES, R.C., GIRÃO, L.V., FERREIRA, A.M.S., LIMÃO, V.A., BUENO, J.P.R. Parâmetros zootécnicos e desenvolvimento da moela de frangos de corte em dietas de sorgo grão e a inclusão de carotenoides. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. V. 72, n. 2, p.607-614, 2020.

- MADEIRA, L.A., SARTORI, J.R.; SALDANHA, É.S.P.B., PIZZOLANTE, C.C., SILVA, M.D.P., MENDES, A.A., SOLARTE, W.V.N. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento. Repositório institucional da UNESP. 2006.
- MUSA, H.H., CHEN, G.H., CHENG, J.H., SHUIEP, E.S., BAO, W.B. Breed and Sex Effect on Meat Quality of Chicken. International Journal of Poultry Science. DOI: 10.3923/ijps.2006.566.568. 2006.
- OCDE-FAO, Agriculture Outlook 2022-2031. Cap. 6 Meat. p. 189. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/ab129327-en.pdf?expires=167415 1500&id=id&accname=guest&checksum=FCD69AB8BDFCCFE864E8E37B A5947D12. Acesso em: 19/01/2023.
- OLIVIER, L. et al.; Evaluation de la perception de la qualite du poulet jaune pigmente par le consommateur français la place de la couleur. Sixiemes Journèes de la Recherche Avicole, St Maio, 30 et 31 mars 2005.
- ÖZBEC, M.; PETEK, M.; ARDIÇIL, S. Physical quality characteristics of breast and leg meat of slow- and fast-growing broilers raised in different housing systems. Arquives Animal Breeding. v. 63, p. 337-344. doi: 10.5194/aab-63-337-2020. 2020.
- PONTE, P.I.P., PRATES, J.A.M., CRESPO, J.P., Restricting the Intake of a Cereal-Based Feed in Free-Range-Pastured Poultry: Effects on Performance and Meat Quality. Poultry Science, vol 87, p. 2032 2042. doi:10.3382/ps.2007-00522. 2008.
- PONTE, P.I.P., ROSADO, C.M. C., CRESPO, D.G., CRESPO, J.L., MOURÃO, M.A. Pasture Intake Improves the Performance and Meat Sensory Attributes of Free-Range Broilers. Poultry Science, v. 87. p. 71-79. doi:10.3382/ps.2007-00147. 2008.
- SANFILICE, C. et al. Avaliação e caracterização da qualidade da carne de peito (Pectoralis major) de matrizes pesadas em final de ciclo produtivo. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 30 (Supl.1): 166-170, maio 2010.
- SAUVEUR, B. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. Productions animales, Institut National de la Recherche Agronomique, 10 (3), pp.219-226. ffhal-02699288f. 1997.

- SILVA, M.C.A., CAROLINO, A.C.X.G., LITZ, F.H., FAGUNDES, N.S., FERNANDES, E.A., MENDONÇA, G.A. Effects of Sorghum on Broilers Gastrointestinal Tract. Brazilian Journal of Poultry Science. ISSN 1516-635X / v.17 / n.1 / 95-102. https://doi.org/10.1590/1516-635x170195-102. 2014.
- SILVA, D.C. F.; ARRUDA, A.M.V.; GONÇALVES, A.A. Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. Journal of Food Science and Technology. Vol. 54, p. 1818 1826. 2017.
- SILVA, I.J.O., Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil. Diálogos União Européia Brasil. Relatório: "Alinhamento da estratégia nacional de bem-estar dos animais de produção, adotando o conceito proposto pela OIE ("one world, one health, one welfare")". MAPA e UE, 2019.
- SINGH, Y., AMERAH, A.M., RAVIDRAN, V. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilization of poultry. Animal Feed Science and Technology. Masseu University, New Zeland. 2014. p 1-18.
- SOUZA, X.R. Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção alternativa e convencional. Tese de Doutorado Universidade Federal de Lavras UFLA. 329p. 2004.
- SOUZA, A.P.O.; MOLENTO, C.F.M. The Contribution of Broiler Chicken Welfare Certification at Farm Level to Enhancing Overall Animal Welfare: The Case of Brazil. J. Agric. Environ. Ethics (2015) 28: 1033. doi:10.1007/s10806-015-9576-5. 2015.
- SVIHUS, B. et al., Nutrient utilization and functionality of the anterior digestive tract caused by intermittent feeding and inclusion of whole wheat in diets for broiler chickens. Poultry Science. p 1-9, 2010.
- TAKAHASHI, S.E., MENDES, A.A., SALDANHA, E.S.P.B., PIZZOLANTE, Z.Z., PELÍCIA, K., GARCIA, R. G., PAZ, I.C.L.A, QUINTERO, R.R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. v.58, n.4, p.624-632. https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400026. 2006.

7. BEM-ESTAR ANIMAL DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO EM SISTEMA SILVIPASTORIL E EM CONFINAMENTO

Resumo

O bem-estar animal é uma ciência bastante recente, mas é reconhecida por ser uma área do conhecimento de extrema importância, em especial no que se refere a animais de produção. Animais bem manejados, de forma a favorecer estados mentais e físicos positivos e a redução do estresse nos ambientes de criação, pode gerar ganhos em produtividade, diferenciação da qualidade do produto e agregação de valor no mercado de carnes e ovos especiais. A criação de frangos de corte no sistema industrial tem sido fortemente criticada no que diz respeito ao confinamento abusivo e intensividade no manejo dado as aves. Estas passam suas curtas vidas em ambientes fechados e superpopulosos, muitas vezes sem acesso a luz do sol e com espaço reduzido para realizar algumas atividades características da espécie. Entre os cinco domínios que definem o bem-estar dos animais estão a expressão do comportamento natural e o ambiente no qual estão inseridos (MELLOR, 2017). Diante disso, uma nova onda de consumidores tem cobrado a oferta de produtos cárneos com certificação de bem-estar animal, embasados em técnicas mais integradores e sustentáveis de produção. Entretanto, muitos dos sistemas alternativos para criação de aves não considera recriar o habitat de origem da espécie como uma forma de promover a melhor adaptação ao ambiente e estimular os animais a explorarem a área de passeio com mais frequência. Neste experimento, buscamos reproduzir uma estrutura próxima ao habitat original das galinhas (florestas tropicais e subtropicais) como forma de aumentar as experiências afetivas positivas destas aves, melhorando o ambiente de criação. Para isso, foi desenvolvido um sistema silvipastoril para frangos de corte, com manejo de rotação de piquetes e galinheiros móveis. Dentro deste sistema, comparou-se o efeito de duas dietas alimentares (T1 - ração farelada e T2 - ração + grãos inteiros), ambos tratamentos com acesso a pastagem de plantas espontâneas adaptadas ao sombreamento. Para fins comparativos, um terceiro tratamento de aves mantidas em confinamento e manejo convencional serviu como testemunha. O efeito dos sistemas de criação e dietas alimentares no comportamento dos frangos foi realizado a partir de observações utilizando-se das metodologias "Scan" e "Animal Focal". A expressão do comportamento "ciscar", muito característico desta espécie, foi estatisticamente mais frequente para frangos alimentados com grãos de milho misturados a ração (T2), representando 34% das observações (p<0,001). No ambiente confinado (T3), o mesmo comportamento representou apenas 9,2% das observações. Além disso, atividades mais relacionadas ao ócio e sintomas de desconforto térmico foram mais frequentes no sistema convencional. Portanto, os sistemas silvipastoris podem proporcionar ganhos no que diz respeito a maior expressão do comportamento natural, e melhorar a condição de bem-estar a partir da aproximação do ambiente de criação ao habitat de origem destas importantes aves.

Palavras-chave: Bem-estar animal, Sistemas Silvipastoris, Etologia

Abstract

Animal welfare is a recent science, but it is recognized as an extremely important area of knowledge, especially regarding farm animals. Well-managed animals, to favor positive mental and physical states and the reduction of stress in rearing environments, can generate gains in productivity, differentiation in product quality and value added in the special meat and eggs market. The creation of broiler chickens in the industrial system has been strongly criticized about abusive confinement and intensive handling given to the chickens. These spend their short lives in closed and overcrowded environments, often without access to sunlight and with limited space to carry out some activities characteristic of the species. Among the five domains that define animal welfare are the expression of natural behavior and the environment in which they are inserted (MELLOR, 2017). In view of this, a new wave of consumers has been demanding the offer of meat products with animal welfare certification, based on more integrative and sustainable production techniques. However, many of the alternative poultry breeding systems do not consider recreating the species' original habitat to promote better adaptation to the environment and encourage animals to explore the range area more frequently. In this experiment, we sought to reproduce a structure close to the chickens' original habitat (tropical and subtropical forests) to increase the positive affective experiences of these birds, improving the breeding environment. For this, a silvopastoral system was developed for broiler chickens, with rotation management of paddocks and mobile chicken coops. Within this system, the effect of two diets was compared (T1 - mash ration and T2 - ration + whole grains), both treatments with access to pasture of spontaneous plants adapted to shading. For comparative purposes, a third treatment of chickens kept in confinement and conventional management served as a control. The effect of breeding systems and diets on the behavior of chickens was carried out from observations using the "Scan" and "Focal Animal" methodologies. The expression of the "pecking" behavior, very characteristic of this species, was statistically more frequent for chickens fed corn grains mixed with the feed (T2), representing 34% of the observations (p<0.001). In the confined environment (T3), the same behavior represented only 9.2% of the observations. In addition, activities more related to idleness and symptoms of thermal discomfort were more frequent in the conventional system. Therefore, silvopastoral systems can provide gains about the greater expression of natural behavior and improve the welfare condition from the approximation of the breeding environment to the habitat of origin of these important birds.

Keywords: Animal Welfare, Silvopastoral systems, Ethology

7.2. Introdução

O frango comercial que consumimos na atualidade é fruto de uma longa interação e coevolução desta espécie com a raça humana. A princípio, estes animais em suas formas selvagens habitavam o sub-bosque de florestas no Sudeste asiático. Ao longo de séculos, a seleção de características favoráveis e o melhoramento de linhagens tornou estas aves cada vez mais presentes e essenciais para a sociedade.

Com o passar do tempo, a criação de aves soltas nos terreiros foi substituída por um sistema de avicultura industrial. Estes sistemas extremamente intensivos revelaram-se eficientes em termos de ganhos na escala produtiva, porém, a expressão do comportamento natural é bastante restrita nos ambientes de confinamento. Segundo Duncan (2004), nesses sistemas, as aves são criadas de forma mais intensa e adensada em comparação a outros animais de produção. Atualmente, a população de frangos nos galpões pode chegar a 16 aves ou 42 kg de peso vivo por m² (Ross-Manual de Manejo, 2018).

Apesar do meio artificial e controlado melhorar as condições de conforto térmico e proteger de intempéries e predadores, o ambiente do galpão é extremamente pobre em recursos que estimulem a expressão de comportamentos característicos da espécie. Na criação industrial, o objetivo é que os frangos consumam o máximo de ração possível e engordem precocemente. Por isso, a comida e a água estão sempre disponíveis e as aves são submetidas a dias longos (de até 23 horas) e poucas horas de escuro. Desta maneira, os animais não descansam de forma apropriada, e isto certamente gera um grande estresse (DUNCAN, 2004).

Por estes motivos, a produção de carne de frango e ovos em sistema convencional tem sido alvo de críticas feitas por consumidores mais exigentes em relação ao bem-estar dos animais, especialmente para as classes com maior poder aquisitivo, dispostas a pagar prêmios pelo tratamento dado às aves.

Em sistemas extensivos, os frangos geralmente de crescimento lento, podem desfrutar de um estilo de vida mais próximo às condições em que se encontravam seus ancestrais. Entretanto, a grande maioria dos sistemas *free-range* não considera a preferência destas aves por ambientes arborizados. O

pasto à céu aberto é menos convidativo aos animais, que acabam preferindo a proteção das instalações a explorar a área de passeio (DAWKINS. et al. 2003; DAL BOSCO. et al. 2014., TAYLOR et al. 2017; STADIG et al. 2017).

O ambiente dos sistemas silvipastoris (SSP), com estrutura semelhante ao habitat natural desta espécie, estimula a expressão da vida para a qual frangos e galinhas evoluíram ao longo dos séculos (SINGH e COWIESON, 2013; PANERU e JACOBS,2021; STADIG et al. 2017, DAWKINS et al. 2003; DAL BOSCO et al. 2014.). O componente arbóreo no sistema protege os animais da visão de predadores (em especial aves de rapina), chuvas fortes, calor intenso, radiação direta, além de outros benefícios para a diversidade do agroecossistema e a oferta de alimentos frescos e locais.

Apesar de o conhecimento científico sobre a interação e as preferências das aves domésticas e o meio externo ser pouco desenvolvido, é sabido que a observação do repertório e a frequência de determinados comportamentos trazem respostas valiosas em termos da qualidade da vida dos animais (BRACKE e HOPSTER, 2005; COSTA, 2012; TAYLOR et al. 2017; DAWKINS et al. 2002).

Diante destas questões, nesta pesquisa foi investigada a influência do sistema silvipastoril sob diferentes dietas alimentares (ração e grãos inteiros) no bem-estar de frangos de corte. Para isso, o estudo envolveu a observação e a análise da expressão etológica de animais criados em SSP em comparação a aves na situação de confinamento intensivo.

7.3. Materiais e métodos

O sistema silvipastoril (SSP) foi instalado em um seringal pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ). A área experimental está situada no município de Piracicaba -SP (Lat. 22°42′ S Long. 47°38′ W). O clima da região é classificado como Cfa em transição para Cwa pelo sistema de Köppen. A temperatura média é de 22°C, com mínima de 4°C e máxima de 35°C. A precipitação anual é de 1275 mm ao ano. O seringal possui árvores adultas em uma população suficiente para proporcionar o ambiente estruturalmente semelhante a uma floresta.

Este experimento contou com 3 tratamentos e 5 repetições. Cada tratamento contava com 25 aves (13 machos e 12 fêmeas) da linhagem de crescimento *Label Rouge* (Pescoço Pelado), totalizando 75 animais. Para averiguar a influência da época do ano, foi realizada a primeira experimentação no inverno e a segunda na primavera.

A avaliação do bem-estar dos frangos se deu por análises do comportamento de aves criadas em sistema silvipastoril sob duas dietas alimentares. No tratamento 1 (T1), os animais foram alimentados com ração convencional e no tratamento 2 (T2) com grãos inteiros de milho parcialmente misturados à ração (50%). Ambos com acesso à pasto em ambiente estratificado e diverso, rico em recursos alimentares locais. Os frangos criados em SSP eram transferidos para um novo de piquete semanalmente em sistema de rotação e a instalação utilizada foi o galinheiro móvel Modelo Esalq Nº2, desenvolvido especialmente para esta pesquisa. Como testemunha, um lote de frangos da mesma linhagem foi mantido em confinamento em um galpão em sistema convencional (T3).

As aves selecionadas estavam dentro do intervalo de ±10% do peso médio do lote, aos 28 dias de idade e foram demarcadas por anilhas numeradas.

A análise do bem-estar das aves foi realizada com base em um etograma elaborado previamente. Trata-se de um inventário de unidades comportamentais de uma determinada espécie (FREITAS & NISHIDA, 2003). De acordo com Duncan (1998) a observação do comportamento animal pode ser o melhor indicador sobre o seu estado de bem-estar físico e emocional. Cada comportamento foi descrito detalhadamente de forma a padronizar o entendimento das observações realizadas no campo.

As anotações dos comportamentos das aves nos diferentes sistemas foram registradas em uma planilha de trabalho. Foram utilizados, simultaneamente, dois métodos sistematizados por Altmann (1974) os quais se encontram descritos nos itens i e ii a seguir. As observações foram realizadas semanalmente ao longo de seis horas por dia (das 9h às 12h e das 14h às 17h).

- i) <u>Amostragem por Animal focal</u>: O observador escolhe de forma aleatória um ou mais indivíduos de um grupo de animais que serão identificados como o foco das observações durante um período determinado.
- ii) Amostragem por escaneamento (SCAN): Determina-se o número de intervalos regulares dentro de um período. A cada intervalo faz-se um registro (foto) das atividades realizadas pelos animais à vista naquele momento. Esse método proporciona informações pontuais da ocorrência ou não dos comportamentos listados naquele grupo de animais.

As avaliações de comportamento foram feitas nos tratamentos T1, T2 e T3 simultaneamente por observadores treinados para identificar os comportamentos. No caso da metodologia Animal Focal, foram observados dez frangos de cada tratamento e estes foram identificados por "mochilinhas" coloridas e numeradas.

O etograma de comportamentos utilizado segue abaixo (Tabela 1) e foi elaborado com base em alguns estudos etológicos com aves de corte (SORGATO et al. 2014; MOHAMMED et. al. 2018; SALGADO et. al. 2007; CARVALHO et. al. 2013.; BARBOSA, 2004; FERNANDES, 2016).

Tabela 1. Etograma comportamental para a observação de frangos de corte em SSP e em confinamento:

Sentado	Ave está com o corpo em contato com a cama ou chão. Sem realizar outro comportamento entre os listados.
Andando	A ave se move pelo menos 2 passos consecutivos. Sai do lugar em que estava.
Em pé/ parado	Os pés estão em contato com o solo. Nenhuma outra parte do corpo está tocando a superfície do chão. A postura do corpo das aves é na posição vertical.
Ciscando	Quando a ave explora o solo com bico e pés, a procura de alimentos. Ato de forragear a vegetação natural ou revirar a terra com as patas.
Comendo	Ave com o bico dentro do comedouro se alimentando de ração/grãos inteiros.
Bebendo	Consumindo água com o bico no bebedouro pendular.
Empoleirar	Ave sobe e fica sobre o poleiro ou outra estrutura acima do nível do chão. Caracteriza bem-estar por se tratar de um comportamento natural de repouso.
Explorando penas	Organizando e limpando as penas com o bico. Pode ser caracterizado por uma investigação e manutenção do empenamento próprio e de outras aves.
Esticar asas e pernas	Sacudir asas e penas do mesmo lado, esticar as pernas, ruflar e sacudir as penas, levantar às asas à altura do corpo e esticar a ponta das asas.
Banho de Areia/ Espojar	Revolver o substrato e jogá-lo sobre o corpo. Neste caso, consideramos a cama de serragem ou o solo do seringal (folhas/terra).
Bicagem não agressiva	Bicar em movimentos suaves. Ocorre entre duas ou mais as aves, sem agressividade evidente. As regiões do corpo das aves que são "bicados" com maior ocorrência são: ventral, do pescoço, dorso, ponta ou base da cauda e abdômen.
Bicagem agressiva	Estabelecimento da dominância entre duas ou mais aves. Caracteriza-se por bicadas fortes e rápidas em uma segunda ave. Pode gerar reações agressivas ou defensivas. A região do corpo da ave normalmente atingida é a cabeça, próximo à crista.
Asas abertas	Movimento em que a ave mantém as asas entreabertas, ligeiramente afastadas do corpo. Indica estresse por calor.
Ofegante	A ave está respirando com o bico aberto e a frequência respiratória é anormalmente rápida. Indica estresse térmico.
Claudicação	Animal se locomove mancando.

Análise estatística

A análise estatística se baseou no delineamento hierárquico, utilizandose 25 aves por tratamento. O experimento ocorreu uma vez durante o inverno e outra na primavera. Se decidiu pela análise conjunta como maneira de comparar as diferentes estações do ano. Se por acaso houvesse interação entre os tratamentos propostos e as épocas do ano, se utilizou o desdobramento da análise de variância por estação.

Antes da análise da variância, as variáveis foram avaliadas para a homogeneidade da variância pelo teste de Box-Cox e normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

Caso ocorressem problemas de heterogeneidade da variância e não normalidade, se transformou os dados de acordo com a recomendação do teste de Box-Cox. Se esta transformação fosse insuficiente para resolver os problemas de desvios de normalidade e da homogeneidade da variância, se aplicou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

7.4. Resultados e discussão

O bem-estar animal foi avaliado por meio da observação comportamental das aves pertencentes aos tratamentos SSP R (T1), SSP M (T2) e Confinamento (T3 – testemunha), utilizando-se duas metodologias (Scan e Animal Focal). Na apresentação dos resultados foram descartados os comportamentos com baixa ocorrência e pouco significativos para facilitar a visualização dos dados.

Na figura 1 a seguir estão apresentadas as frequências de ocorrência em porcentagem dos comportamentos observados para os diferentes tratamentos por meio da metodologia "Scan".

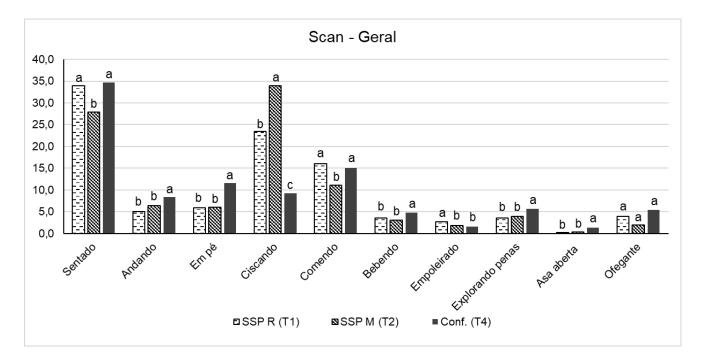


Figura 1. Frequência de comportamentos observados (%) nas duas estações do ano para os tratamentos SSP R – T1 (Sistema Silvipastoril + ração), SSP M – T2 (Sistema Silvipastoril + ½ ração e ½ grãos de milho) e Confinamento – T3 (testemunha) pela metodologia Scan. As letras minúsculas representam as diferenças estatísticas entre os tratamentos para os diferentes comportamentos.

Entre os animais observados, as aves mais ativas eram aquelas que se alimentavam com ração misturada aos grãos integrais de milho (T2). Estas aves passaram menos tempo sentadas se diferenciando estatisticamente das demais (p<0,05).

Outro fator que demonstra maior atividade é o comportamento "ciscando", para o qual o T2 se diferenciou (p<0,001) com 34% das observações comparado à 23,43 % para as aves criadas em silvipastoril e alimentadas com ração farelada (T1). A diferença com relação ao galpão foi ainda maior. O confinamento, empobrecido em termos ambientais, teve um grande impacto na reprodução deste comportamento tão característico e assim, estes animais ciscaram em uma frequência três vezes menor (9,2%) quando comparada ao T2 (34%). Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Dal Bosco et al. (2014), Rodriguez-Aurrekoetxea et al. (2014) e Dawkins et al. (2003).

Uma observação interessante é que as aves alimentadas parcialmente com grãos também passaram menos tempo "comendo" (p<0,05). Uma suposição seria que a dieta com grãos tenha dado uma menor saciedade instantânea a estas aves, que saíram em busca de alimentos pelos piquetes agroflorestais, mesmo estando com o papo cheio, dado que esses demoram mais a serem digeridos. Entretanto, seriam necessárias maiores investigações para comprovar esta afirmação. As aves criadas em SSP e alimentadas com ração passaram menos tempo explorando o pasto e se sobressaíram pela maior ocorrência do comportamento "empoleirado", o que indica que passaram mais tempo parados (p<0,05). Na natureza, estes animais buscam os ambientes com maior oferta de alimentos e por isso, se arriscam explorando o habitat no qual estão inseridas. De acordo com Rodriguez-Aurrekoetxea et al. (2014), quando a comida está suficientemente disponível, as aves têm pouca motivação para sair de perto do abrigo e consequentemente se colocarem expostas aos predadores, entretanto, pela metodologia "Animal Focal", não foram registradas diferenças na frequência deste comportamento entre os tratamentos.

Os frangos confinados (T3) se diferenciaram dos frangos criados em SSP nos comportamentos "andando" (p<0,05), "em pé" (p<0,001) e "explorando penas" (p<0,001), para os quais apresentaram as maiores frequências. Podemos deduzir que, a falta de estímulos no ambiente de confinamento fez com que estes animais realizassem atividades mais "ociosas" do que ciscar, que é um comportamento intrínseco à espécie quando o ambiente é favorável. Como a cama de maravalha é menos atrativa que o chão de uma floresta, é possível que os frangos em confinamento tenham passado mais tempo "andando" (8,4%), ao

invés de ciscar, quando comparado aos tratamentos em SSP (T1 – 5% e T2 – 6,4%). As aves com acesso ao piquete agroflorestal passaram menos tempo em pé paradas, e a frequência deste comportamento foi praticamente a metade do mesmo observado no galpão (T1 – 5,9% e T2 – 6% e T3- 11,5%). Jones et al. (2006), comparou o comportamento de frangos dentro do galpão e na área de passeio e constatou que na área interna, as aves realizavam atividades mais "ociosas" como "descansar", "comer", "beber água" e "arrumar as penas". Quando os animais se dirigiam ao espaço externo, tinham um comportamento mais ativo como "ciscar" e "andar".

A exploração e limpeza das penas é um comportamento natural e muito importante para estas aves, entretanto, podemos deduzir que a maior ocorrência em ambiente confinado (T3 - 5,6%) em relação ao sistema silvipastoril (T1 – 3,6% e T2 – 3,9%) também representa a falta de incentivo para realizar outras atividades. Os resultados da metodologia "Animal Focal" não demonstraram diferenciação estatística para este comportamento. A maior ocorrência da exploração das penas no galpão também foi observada nos primeiros ensaios de estudo etológico realizado com poedeiras pela autora deste trabalho.

É interessante notar que, apesar da grande transformação nos sistemas de criação de ambientes naturais para ambientes artificiais, o padrão de comportamento típico desta espécie não se altera. O que se modifica é a ocorrência e a intensidade de determinadas atividades. Estas respeitáveis aves ainda carregam o repertório etológico semelhante ao de suas ancestrais que habitavam as florestas do sudeste asiático (APPLEBY et al. 2004). Por isso, não podemos negar que o enriquecimento ambiental e a inserção destes animais em paisagens que se aproximam das condições do habitat de origem, favorecem e estimulam a maior intensidade e duração de determinados comportamentos que trazem bem-estar aos frangos e galinhas (BRACKE e HOPSTER, 2005; COSTA, 2012.). Em um estudo que comparava o bem-estar de frangos de corte em sistemas intensivos e free-range utilizando o método Welfare Quality® Protocol, Sans, et al. (2021) concluiu que apesar de ambos os sistemas necessitarem de melhorias, os frangos criados soltos demostraram estado emocional melhor do que aqueles confinados (p<0,001). Além disso, o número de outros indicadores de bem-estar animal foi superior para as aves do sistema free-range.

Nos dias de calor intenso, os observadores envolvidos nesta experiência tiveram a sensação de maior conforto térmico no sistema silvipastoril, devido a presença do vento fresco e a sombra das árvores, quando comparado ao ambiente de confinamento. Os animais que permaneceram presos beberam água com mais frequência (T3 - 4,7%) do que as aves criadas em SSP (T1 -3,6% e T2 - 3%), diferenciando-se estatisticamente (p<0,001). Os comportamentos "parado" e "asas abertas" também ocorreram com maior frequência no galpão nas duas metodologias utilizadas (p<0,05). De acordo com Barbosa (2004), estes comportamentos são estratégias para dissipar o calor e reduzir o gasto de energia, o que pode ser um indicativo de estresse térmico. Quando comparadas à ocorrência do comportamento "asas abertas" observada em sistema silvipastoril (T1 - 0,7% e T2 - 0,4%), o tratamento testemunha apresentou um resultado mais do que quatro vezes superior (1,8%). Apesar disso, o comportamento "ofegante" não apresentou diferença estatística entre os tratamentos e as medições de temperatura e umidade não evidenciaram grandes variações entre os ambientes de experimentação.

Na figura 2, observa-se a frequência dos comportamentos divididos entre os períodos da manhã (9h – 12h) e da tarde (14h – 17h). Estes dados são interessantes para avaliar a rotina destas importantes aves, e como as variações de temperatura, radiação solar e o manejo podem influenciar o seu comportamento.

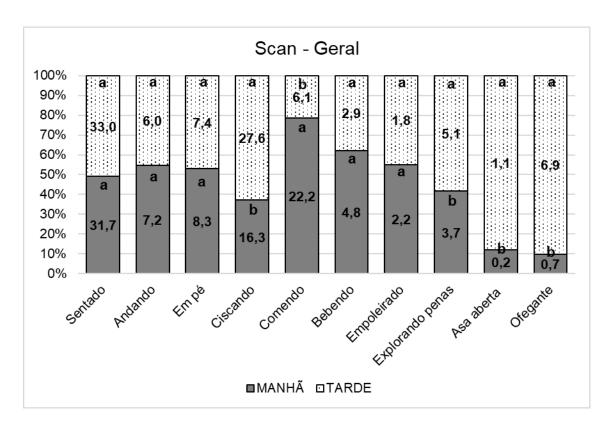


Figura 2. Frequência de comportamentos observados (valores marcados dentro de cada coluna em %) nas duas estações do ano para os períodos da manhã (9h-12h) e da tarde (14h-17h). As letras minúsculas representam as diferenças estatísticas entre os períodos para os diferentes comportamentos.

Os comportamentos "sentado", "andando", "em pé", "bebendo" e "empoleirado" não apresentaram diferença estatística entre os períodos observados para a metodologia "Scan". Porém, sob a perspectiva do método "Animal Focal", o comportamento "bebendo" foi observado significativamente (p<0,001) mais vezes durante a manhã (6,06%) em relação à tarde (3,82%).

A atividade "comendo" foi observada especialmente durante a manhã (período em que os frangos recebiam o trato), diferindo-se estatisticamente do período da tarde (p<0,001) para ambos os métodos de observação. Resultados semelhantes foram encontrados por Picoli (2004). Como a alimentação era controlada, por volta das 15h no seringal e das 13h no galpão restava um pouco de farelo e alguns grãos nos comedouros. Por isso, os animais saíam em busca de outras fontes de alimento durante a tarde, e consequentemente podemos observar o aumento na frequência do comportamento "ciscando", que também se diferiu estatisticamente entre os períodos de observação (p<0,001) para as duas metodologias. Além da busca por alimentos alternativos à ração e grãos,

durante as observações a campo era bem perceptível a preferência das aves por ciscar no final da tarde. Muito provavelmente, o maior conforto térmico do entardecer favoreceu essa atividade física, além da possível maior oferta de insetos. Taylor et al. (2017) e Nielsen et al. (2010) também observaram a preferência destes animais por ciscar nos períodos mais frescos do dia, em especial nas primeiras e nas últimas horas de sol.

Os comportamentos "asas abertas" (método Scan - p<0,05 e método Animal Focal – p<0,001) e "ofegante" (método Scan - p<0,001), relacionados ao estresse térmico, foram significativamente mais frequentes durante a tarde. No início deste período, quando a temperatura estava bastante elevada, era comum observar este desconforto nos animais, que ficavam mais tempo parados ofegando e com as asas entreabertas para facilitar a dissipação do calor. Neste período também era comum ver os animais fazendo a higiene e organização das penas, como demonstrado estatisticamente (p<0,05) na figura 2.

No gráfico apresentado a seguir (Figura 3), estão ilustradas a ocorrência de comportamentos observados durante as estações "inverno" e "primavera". Apesar de poucas diferenças estatísticas entre as estações, alguns pontos interessantes podem ser observados. A metodologia utilizada na obtenção destes dados foi a "Animal Focal".

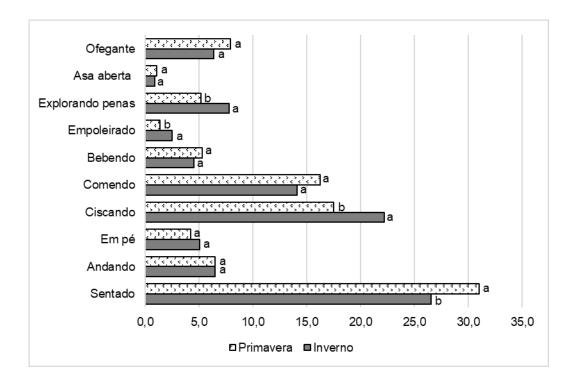


Figura 3. Frequência de comportamentos observados (%) nas duas estações em que ocorreram a experimentação — Inverno e Primavera. As letras minúsculas representam as diferenças estatísticas entre as estações para os diferentes comportamentos. A metodologia de observação utilizada foi a "Animal Focal".

Com base no método Animal Focal, ocorreu diferenciação estatística para os comportamentos "Sentado" (p<0,05), "Ciscando" (p<0,05), "Empoleirado" (p<0,05) e "Explorando penas" (p<0,001). De acordo com os resultados, as aves passaram mais tempo sentadas durante a primavera, com uma frequência de 31,05% em comparação a 26,55% no inverno. O calor da estação pode ter desestimulado a realização de exercícios físicos nas horas mais quentes do dia, propiciando as atividades de repouso (PICOLI, 2004).

Temperaturas mais amenas durante o inverno também podem ter influenciado o aumento da ocorrência do comportamento "ciscando", que foi 4,71% superior em relação à primavera. Tal resultado difere do que foi encontrado por Taylor et al. (2017) que observou a utilização do pasto por frangos no verão e no inverno. Na estação mais quente 81% do lote de aves foi visto forrageando o pasto, enquanto no inverno esta porcentagem caiu para 32% (p<0,05). Em outro estudo, Jones et al. (2006) constatou que as estações do ano tiveram a maior influência no forrageio, saúde das pernas e eficiência de produção. O pesquisador observou maior atividade física, como "ciscar", na

primavera em comparação ao inverno. Apesar da diferença entre os resultados, vale ressaltar que as condições climáticas dos países nos quais foram feitos os estudos citados (sul da Austrália e Inglaterra) são mais extremas quando comparadas às condições do clima subtropical de Piracicaba-SP, onde as diferenças de temperatura entre as estações são mais sutis.

Por outro lado, comportamentos relacionados à menor atividade física também foram mais frequentes no inverno. De acordo com os dados obtidos pelo método Animal Focal, os comportamentos "empoleirado" (Inv. = 2,52% e Prim. = 1,36%) e "explorando penas" (Inv. = 7,82% e Prim. 5,14%) tiveram maior frequência durante a estação mais fria. Na análise estatística realizada com os resultados da metodologia "Scan", houve diferença para os comportamentos "em pé" (p<0,001) e "empoleirado" (p<0,05). Durante o inverno, a frequência de aves observadas paradas em pé foi 10,3% e na primavera 5,9%. Para o comportamento "empoleirar", as frequências foram de 2,6% e 1,5% no inverno e na primavera respectivamente.

7.5. Conclusões

O sistema silvipastoril proporcionou um ambiente enriquecido de estímulos para que os frangos expressassem seu comportamento natural. Observou-se que as aves criadas soltas ciscaram expressivamente mais do que àquelas mantidas em confinamento. Frangos alimentados parcialmente com grãos de milho apresentaram uma vida mais ativa, com a maior frequência em "ciscar" o terreno em relação às aves alimentadas com ração em SSP. Apesar desta pequena variação, ambos os tratamentos em sistema silvipastoril se diferenciaram estatisticamente do tratamento testemunha neste aspecto.

No ambiente do galpão, constatou-se a maior ocorrência de comportamentos atrelados ao ócio e desconforto térmico, como "explorando penas", "empoleirado", "asas abertas" e "parados em pé". As características do espaço de confinamento são menos atraentes do que um piquete agroflorestal em termos de enriquecimento ambiental, o que restringe a expressão de determinados comportamentos. Tal fato pode afetar os estados físicos e mentais dos animais privados de viver a vida para a qual evoluíram.

A estrutura de floresta é benéfica por sua semelhança ao habitat de origem destas aves e consequentemente evoca os comportamentos intrínsecos da espécie. A presença de árvores no sistema traz maior sensação de confiança para que estas aves explorem o terreno e desfrutem dos recursos locais. Diante disso, os sistemas silvipastoris são bastante promissores pois atendem os requisitos para expressão etológica e proporcionam ganhos em bem-estar animal para os frangos. Maiores investigações sobre estes sistemas necessitam ser desenvolvidas para fornecer a segurança necessária aos criadores de aves que pretendem adotar este manejo de criação diferenciada.

REFERÊNCIAS

- APPLEBY, M.C.; MENCH, J.A.; HUGHES, B.O. Poultry behaviour and welfare. CABI, 2004.
- BARBOSA FILHO, J.A.D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- BRACKE, M.B.M. e HOPSTER, H. Assessing the importance of animal behavior for animal welfare. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 19:77–89. DOI 10.1007/s10806-005-4493-7. 2005.
- CARVALHO, L.S.S., FAGUNDES, N.S., LITZ, F.H., SAAR, A.G. L., FERNANDES, E.A. Sorgo inteiro ou moído em substituição ao milho em rações de frangos de corte. Enciclopédia Biosfera. v.11, p.1757-1765, 2013.
- COSTA, et al.; Some aspects of chicken behaviour and welfare. Brazilian Journal of Poultry Science. ISSN 1516-635X. v.14 / n.3 / 159-232. UNESP. 2012.
- DAL BOSCO, A., MUGNAI, C. ROSATI, A., PAOLETTI, A., CAPORALI, S., CASTELLINI, C. Effect of range enrichment on performance, behavior, and forage intake of free-range chickens. Journal of Applied Poultry Research. Vol. 23, p 137 145. https://doi.org/10.3382/japr.2013-00814. 2014.
- DAWKINS, M.S. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. Zoology, v. 106, n. 4, p. 383-387, 2003.
- DAWKINS, M.S. A user's guide to animal welfare science. Trends in Ecology e Evolution, v. 21, n. 2, p. 77-82, 2006.
- DAWKINS, M.S., COOK, P., WHITHINGHAN, M.J., MANSELL, K.A. e HARPER, A. What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. Animal Behaviour. Vol. 66, p 151 160. doi:10.1006/anbe.2003.2172. 2003.
- DUNCAN, I.J. Behaviour and behavioral needs. Poultry Science. Volume 77, Issue 12, Pages 1766-1772. https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1766. Department of animal and Poultry Science and Col. K. L. Campbell Centre for the Study of Animal Welfare, University of Guelph, Ontario, Canada. 1998.

- DUNCAN, I.J. Welfare problems of Poultry. In: BERSON, J. e ROLLING, B.E. The Well-Being of Farm Animals: Challenges and Solutions. Blackwell Publishing. 2004.
- FERNANDES, D.P.B. Enriquecimento ambiental para gaiolas convencionais de poedeiras em função de diferentes densidades de alojamento. 2016. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) ESALQ/USP, 2016. Disponível em: http://www.nupea.esalq.usp.br/admin/modSite/arquivos/imagens/0c8634793 4bf6bee8146b2eb41bc08bb.pdf. Acesso em: 20 nov. 2019.
- FREITAS, E.G.; NISHIDA, S.M. Métodos de estudo do comportamento animal. Ciência e Comportamento Animal, cap. 3, v. 1, p. 48 78. 2003.
- JONES, T.; FEBER, R.; HEMERY, G.; COOK, P.; JAMES, K.; LAMBERTH, C.; DAWKINS, M. Welfare and environmental benefits of integrating commercially viable free-range broiler chickens into newly planted woodland: A UK case study. Agricultural systems, v. 94, n. 2, p. 177-188, 2006.
- MELLOR, D.J., Operational Details of the Five Domains Model and Its Key Applications to the Assessment and Management of Animal Welfare. Animals. Massey University, New Zeland. 2017.
- MOHAMMED, A.A.; JACOBS, J.A.; MURUGESAN, G.R.; CHENG, H.W. Effect of dietary symbiotic supplement on behavioral patterns and growth performance of broiler chickens reared under heat stress. Poultry Science, [S.L.], v. 97, n. 4, p. 1101-1108, abr. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex421.
- NIELSEN, B.L.; THOMSEN, M.G.; SORENSEN, P.S. e YOUNG, J.F. Feed and strain effects on the use of outdoor areas by broilers. British Poultry Science. Vol. 44. Issue 2. https://doi.org/10.1080/0007166031000088389. 2010.
- PANERU, B. e JACOBS, L. Silvopasture-based poultry production. Poultry Extension Collaborative Newsletter. Vol. 13. P. 1-5. 2021.
- PICOLI, K.P. Avaliação de sistemas de produção de frangos de corte no pasto. 2004. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Agroecossistemas. Universidade Federal de Santa Catarina UFSC. Florianópolis. 2004.

- RODRIGUEZ-AURREKOETXEA, A., LEONE, E.H., ESTEVEZ, I. Environmental complexity and use of space in slow growing free-range chickens. Applied Animal Behaviour Science. Vol. 161. P. 86-94. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.09.014. 2014.
- SALGADO, D.D.; Modelos estatísticos indicadores de comportamentos associados a bem-estar térmico para matrizes pesadas. Engenharia Agrícola v. 27 n. 3. Jaboticabal, SP. 2007.
- SANS, E.C.O.; DAHKLE, F.; FEDERICI, J.F., TUYTTENS, F.A.M.; MOLENTO, C.F.M. Welfare of broiler chickens in Brazilian free-range versus intensive indoor production systems. Journal of Applied Animal Welfare Science. https://doi.org/10.1080/10888705.2021.1992280. 2021.
- SINGH, M. & COWIESON, A.J.; Range use and pasture consumption in free-range poultry production. Animal Production Science. v. 53. p. 1202-1208. https://doi.org/10.1071/AN13199. 2013.
- SORGATO, M.C. et al. Comportamento de frangos de corte em aviários com iluminação de led. In: ENEPEX, 8., 2014, Dourados MS. Anais. Dourados: UFGD-FCA, 2014. v. 8, p. 1-10. Disponível em: http://eventos.ufgd.edu.br/enepex/anais/arquivos/350.pdf. Acesso em: 05 fev. 2021.
- STADIG, L.M., RODENBURG, T.B., AMPE, B., REUBENS, B., TUYTTENS, F.A.M.; Effect of free-range access, shelter type and weather conditions on free-range use and welfare of slow-growing broiler chickens. Applied Animal Behaviour Science. Volume 192. P 15 23. 2017.
- TAYLOR, P.S.; HEMSWORTH, P.H., GROVES, P.J., Gebhardt-Henrich, S.G., RAULT, J. Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Broiler Chickens 1: Factors Related to Flock Variability. Animals, V. 57. doi:10.3390/ani7070054. 2017.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de sistemas silvipastoris com aves é bastante promissor e por isso é fundamental que mais estudos sejam realizados nesta área. Assim, será possível gerar mais informações consistentes para estimular os produtores rurais a adotarem esta prática. Melhorias no aspecto de bem-estar animal, qualidade visual dos produtos avícolas e a diversidade alimentar foram pontos que se diferenciam neste sistema em relação ao confinamento. Além disso, os indicadores de desempenho e produtividade foram pouco afetados. Houve algumas diferenças com relação à dieta adotada, mas de maneira geral, os animais tiveram bons resultados produtivos.

Um aspecto a ser ressaltado é o desafio de contornar os ataques de predadores, o que é possível se o produtor tiver ciência e planejamento em relação a este gargalo. A criação de animais mais jovens (frangos de corte) é um pouco mais difícil neste aspecto, já que nas primeiras semanas de vida, estes animais são presas fáceis e sem a presença da mãe ou outro animal adulto no sistema, são pouco aptos a se defenderem no ambiente natural. Sugere-se um acompanhamento de aves mais velhas para que as demais possam ter um aprendizado mais rápido. A criação de poedeiras já apresenta maior vantagem neste sentido, pois as aves podem ser introduzidas mais velhas no sistema. Além disso, as galinhas permanecem mais tempo no ambiente de criação devido ao ciclo de produção mais longo. Desta forma, as aves se adaptam melhor e desenvolvem uma relação mais duradoura com o meio agroflorestal e, consequentemente, a exploração dos piquetes pode ser maior.

Outro aspecto relevante é que o sistema silvipastoril pode providenciar maior agregação de valor aos produtos, indo ao encontro das demandas por produtos de qualidade diferenciada (movimento *gourmet*) e pedidos da sociedade por melhores sistemas de criação e que tratem bem os animais. Portanto, a adoção de SSP com aves poderia colaborar para o aumento de renda das famílias no campo e a geração de empregos, trazendo benefícios no aspecto socioeconômico.

O reconhecimento da diferença de qualidade é fundamental para influenciar a preferência dos consumidores por carnes ou ovos de sistemas alternativos em relação aos produzidos em sistema industrial. Neste trabalho,

confirmamos que a criação de aves em agrofloresta resulta numa aparência mais colorida, em especial para tons de amarelo, o que é extremamente vantajoso no que diz respeito à qualidade para o mercado de carnes e ovos especiais. A expressão das substâncias carotenóides presentes no pasto, nos grãos integrais de milho e em outras fontes de alimento encontradas no sistema silvipastoril correspondeu a uma melhoria no aspecto visual da pele, da carne e da gema.

O fornecimento de grãos inteiros também é uma forma de se aproximar do que seria a alimentação natural das galinhas. Consequentemente, todo o trato digestivo e os órgãos responsáveis pela quebra de alimentos serão ativados de forma mais intensa, trazendo benefícios para a saúde das aves. Neste trabalho, pudemos observar o efeito da maior granulometria do alimento no desenvolvimento da moela. O aumento na funcionalidade da moela faz com que o bolo alimentar siga para o trato digestivo de forma menos acelerada em comparação ao alimento já triturado. A passagem lenta do bolo alimentar pode melhorar a absorção de água e nutrientes, como também colabora para aumentar a diversidade de microrganismos no trato digestivo, reduzindo a pressão por organismos patogênicos.

A intensificação e complementaridade do uso da terra são benefícios já conhecidos dos sistemas agroflorestais. A criação animal incluindo árvores como parte do sistema produtivo proporcionam melhorias nas condições de conforto térmico, restauração da paisagem e reconstituição de habitats naturais, além de ser uma importante fonte de renda por seus produtos madeireiros e não madeireiros. As aves, por sua vez, também favorecem a produção das árvores pois suas excretas são extremamente ricas em nutrientes. Ao mesmo tempo, o ato de ciscar e forragear o chão da floresta controla o crescimento e a competição de plantas herbáceas e possíveis insetos-praga. A introdução de frangos e galinhas no sistema produtivo poderá, inclusive, amortizar os custos de implantação de um plantio florestal, que é um investimento de longo prazo. Ressalta-se que no sistema estudado não há a necessidade de os produtores incorrerem em gastos vultosos na construção de estruturas caras e de longa e difícil amortização. Dessa maneira, mais pessoas poderão ingressar no sistema favorecendo uma melhor distribuição da renda – um dos principais problemas de países de terceiro mundo.

As árvores são componentes fundamentais para favorecer e estimular a expressão de comportamentos naturais e consequentemente ganhos em bemestar animal. A grande maioria das áreas de passeio em sistemas *free-range* ao redor do mundo são caracterizadas por um pasto a céu aberto. Este ambiente é pouco convidativo para as galinhas, que são animais originários do sub-bosque florestas tropicais. O dossel da floresta é uma cobertura importante na proteção de intempéries climáticas como ventos fortes, chuvas ou sol intenso como também uma forma de esconderijo contra os predadores silvestres. Em um ambiente aberto, estas aves se sentem expostas a diversos perigos e por isso, como já foi observado em alguns estudos, a maioria prefere se abrigar no galpão a se aventurar pela área externa. Para conhecer mais sobre o comportamento das aves domésticas e sua integração em sistemas silvipastoris é essencial que mais pesquisas sejam desenvolvidas.

O Brasil, como um dos maiores produtores de aves do mundo e sua larga extensão territorial, poderia investir no setor de criação extensiva de frangos e galinhas em sistema silvipastoril. Desta forma, seria possível obter um maior valor agregado e reconhecimento diferenciado pelos seus produtos avícolas. Certamente, esse é um mercado ávido por produtos com características distintas - tanto em qualidade como no sistema de criação em si – e disposto a pagar prêmios por isso.

Para isso, há uma grande necessidade de desenvolver mais pesquisas relacionadas ao tema. Algumas sugestões para novos estudos seriam: aprofundar a investigação dos efeitos do sistema silvipastoril na nutrição das aves, contando a contribuição do pasto, insetos e outros organismos presentes no ambiente agroflorestal. A adaptação de outras linhagens ao sistema, a sanidade das aves, o manejo das estações e o tempo de rotação dos piquetes, o aporte de nutrientes por meio dos excrementos das aves e estudar espécies forrageiras com potencial nutritivo e boa adaptação à ambientes sombreados.

9. CONCLUSÕES GERAIS

O acesso das aves à pastagem nos piquetes agroflorestais é vantajoso por estimular comportamentos intrínsecos aos animais além de agregar atributos de qualidade ao produto. A massa seca de folhas foi mais afetada durante o inverno, e, portanto, a rotação dos piquetes deverá ser mais rápida nesta estação do que em períodos mais quentes e chuvosos. Na primavera, a permanência das aves no piquete durante sete dias pouco afetou a biomassa do pasto dada as melhores condições ambientais de crescimento.

Em termos de produtividade, a postura e o rendimento de carne não foram significativamente influenciados pelo sistema de produção. O peso da carcaça limpa, coxa e sobrecoxa não apresentaram diferença significativa entre os diferentes tratamentos e sistemas de criação em questão. As diferenças se deram principalmente pela dieta fornecida aos animais, já que o peso do filé de peito proveniente de animais que consumiram ração farelada foi significativamente superior àqueles alimentados parcialmente com grãos inteiros. Em relação ao peso vivo final, ganho de peso, conversão e eficiência alimentar apenas o tratamento de aves alimentadas com grãos de sorgo foi estatisticamente inferior aos demais.

O tamanho e peso da moela se diferenciou estatisticamente dado o sistema de criação e dieta sendo que as aves criadas em SSP e alimentadas com grãos inteiros apresentaram moelas mais bem desenvolvidas e com peso final maior do que aquelas criadas em galpão com ração farelada.

A coloração das carnes foi afetada significativamente pela alimentação e acesso ao pasto. As aves agroflorestais, em especial as que consumiram grãos de milho, apresentaram uma coloração de pele, carne e gordura mais amarelada do que aquelas mantidas em confinamento.

O bem-estar das aves criadas em um ambiente semelhante ao habitat de origem da galinha ancestral se diferenciou com relação aos animais presos. Os estímulos presentes no ambiente evocam os comportamentos mais essenciais para esta espécie, e a possibilidade destes animais se manifestarem etológicamente traz muitos ganhos na qualidade de vida a estas importantes aves. Além disso, as aves confinadas expressaram mais comportamentos atrelados ao ócio e desconforto térmico.