

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CONSIDERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DO INTESTINO E
DO FÍGADO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS
AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA**

Vanessa Sobue Franzo

Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CONSIDERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DO
INTESTINO E DO FÍGADO DE POEDEIRAS COMERCIAIS
SUBMETIDAS AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA
FORÇADA**

Vanessa Sobue Franzo

Orientadora: Profa Dra Silvana Martinez Baraldi Artoni

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Medicina Veterinária (Patologia Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2006

F837m Franzo, Vanessa Sobue
Considerações morfofisiológicas do intestino e do fígado de
poedeiras comerciais submetidas aos diferentes programas de muda
forçada / Vanessa Sobue Franzo. -- Jaboticabal, 2006
xiii, 130 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006
Orientador: Silvana Martinez Baraldi Artoni
Banca examinadora: Laura Satiko Okada Nakaghi, Daniela
Oliveira, Silma de Fátima Grossi, Maria Rita Pacheco
Bibliografia

1. Morfofisiologia. 2. Sistema digestório. 3. Muda forçada. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:616:636.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CONSIDERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DO INTESTINO E DO FÍGADO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA

AUTORA: VANESSA SOBUÉ FRANZO

ORIENTADORA: Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em MEDICINA VETERINÁRIA área de PATOLOGIA ANIMAL pela Comissão Examinadora:


Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI


Dra. LAURA SATIKO OKADA NAKAGHI


Dra. DANIELA OLIVEIRA


Dra. SELMA DE FÁTIMA GROSSI


Dra. MARIA RITA PACHECO

Data da realização: 14 de dezembro de 2006.



Presidente da Comissão Examinadora
Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

VANESSA SOBUE FRANZO - nascida a 15 de Maio de 1975, em Jaboticabal, SP, formou-se Médica Veterinária pela Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária, Minas Gerais, em 2000. Durante a graduação, desenvolveu monografia intitulada "Registros da doença de Marek na região geoeconômica do Triângulo Mineiro, 1989 à 1999", sob orientação dos Professores Doutores Humberto Eustáquio Coelho e Paulo Lourenço da Silva. Em 2001 ingressou no Programa de Pós-Graduação Medicina Veterinária, área de concentração em Patologia Animal da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) campus Jaboticabal sob orientação do Professor Doutor Antonio Carlos Paulillo, apresentando a dissertação de Mestrado intitulada "Aspectos clínicos, imunológicos e patológicos da vacinação em patos (*Anas platyrhynchos*, Linnaeus, 1758) contra a doença de Newcastle. Estudo de estado de portador e importância epidemiológica". Em 2003 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de concentração em Patologia Animal na mesma universidade sob orientação da Professora Doutora Silvana Martinez Baraldi Antoni com a tese de Doutorado intitulada: "Considerações morfofisiológicas do intestino e do fígado de poedeiras comerciais submetidas aos diferentes programas de muda forçada".

DEDICO

*DEDICO ESSA TESE AO MEU PAI, JOSÉ ANTONIO FRANZO
A MINHA MÃE, NORICO SOBUE FRANZO
QUE SÃO O MEU SOL, MEU EXEMPLO DE VIDA,
QUE ME ACOMPANHARAM POR TODA A MINHA VIDA,
TUDO O QUE SOU, DEVO A VOCÊS...*

...AMO VOCÊS!

*DEDICO TAMBÉM, A MINHA IRMÃ, KARINA CLÁUDIA SOBUE FRANZO E AO
MEU CUNHADO, PAULO RICARDO RABELLO DE MACEDO COSTA
SEMPRE ME AJUDANDO, INCENTIVANDO E COMPREENDENDO MEUS
PASSOS...*

...AMO VOCÊS!

OFEREÇO

OFEREÇO O MEU TRABALHO, SOBRETUDO A DEUS QUE CRIOU O HOMEM, OS ANIMAIS... E OS HOMENS DESENVOLVERAM A INTELIGÊNCIA, A CIÊNCIA... GRAÇAS A DEUS!

AOS ANIMAIS, SOBRETUDO AOS QUE DERAM A VIDA PARA A REALIZAÇÃO DESSE TRABALHO CIENTÍFICO...MUITO OBRIGADA!

AGRADECIMENTOS

A MINHA ORIENTADORA, PROFESSORA SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI, O MEU EXEMPLO DE MESTRE: PELOS ENSINAMENTOS E, SOBRETUDO, PELO SEU IMENSO COMPANHEIRISMO E CONSELHOS, SEMPRE ME ALERTANDO SOBRE OS MEUS PASSOS ERRADOS...ISSO A FAZ, SEM DÚVIDA, UMA PESSOA BRILHANTE! QUANTA LUZ!

AO VALCINIR ALOÍSIO SCALLA VULCANI, PELO COMPANHEIRISMO, SEMPRE TENTANDO ME ENTENDER, POR VEZES, ABSTRAINDO DE SEUS IDEAIS PELOS MEUS ...TE AMO!

AO ALBERTO MATHEUS RINALDO E À SUA FAMÍLIA: ANTONIO, MÁRCIA, VICTOR E TRICK...UMA FAMÍLIA ABENÇOADA...

AO ERIVALDO JOSÉ SCALOPPI JÚNIOR, QUANTA AJUDA...MAS, QUE NO MEIO DO CAMINHO...VOTUPORANGA...BOA SORTE NESSA SUA NOVA VIDA DE PESQUISADOR DA APTA!

À PROFESSORA MAÍRA APARECIDA STEFANINI, MUITO SOLÍCITA E EXTREMAMENTE CARISMÁTICA...QUE LUZ! OBRIGADA PELAS REAÇÕES HISTOQUÍMICAS!

AOS FUNCIONÁRIOS DO DEPARTAMENTO DE ANATOMIA, COBRINHA, IARA, DONA MARILDA, SEU ORANDIR...E, TAMBÉM, AOS FUNCIONÁRIOS DA PATOLOGIA, CHICA E LIA, PELAS LÂMINAS...QUANTAS LÂMINAS!

AO DANIEL MENDES BORGES, PELA ESTATÍSTICA...QUE TRABALHÃO!

AOS MEUS AMIGOS DO DEPARTAMENTO DE ANATOMIA: LIZANDRA AMOROSO, CRISTIANE SOARES DE ARAÚJO, LÉO, CRISTINA HERNANDEZ, ELIANE... E, OUTROS DA FACULDADE: LILIANE CERDOTES, KARINA DUARTE. TAMBÉM, AOS MEUS AMIGOS DE TRABALHO: ESPECIALMENTE: OELITON BARBOSA, MARIA VALÉRIA DE TOLEDO RODOVALHO, LUCIANO MELO, ARLINDO SARAN NETO, VIVIANI GOMES, ADRIANA GRADELA, FRANCISCO CLÁUDIO DANTAS MOTTA, ALESSANDRA KATAOKA, LUIS FERNANDO SANTANA, NILCE MARIA GAMA, DANIEL LAINETTI, ISAC BATISTA JÚNIOR, ALEXANDRE DE FREITAS LUIZ (IN MEMORIAN), QUE, EM ALGUM MOMENTO, ME DERAM FORÇAS, SEJA POR PALAVRAS, SEJA POR ATOS, SEJA POR MOMENTOS FELIZES...

AOS MEUS CÃES, DOS QUAIS NÃO POSSO ME ESQUECER, PELO COMPANHEIRISMO E LEALDADE: SADAM, PITUXA, XUXA, FRED, FIFI E TODDY (IN MEMORIAN)...LEALDADE SÓ PELO OLHAR!

AOS PROFESSORES DA BANCA DE QUALIFICAÇÃO: OTTO MACK JUNQUEIRA, LAURA SATIKO OKADA NAKAGHI, VERA MARIA BARBOSA, MARCOS LANIA DE ARAUJO PELA OPORTUNIDADE DE AVALIAÇÃO! MUITO OBRIGADA!

AOS PROFESSORES DA BANCA DE DEFESA: LAURA SATIKO OKADA NAKAGHI, SELMA GROSSI DE FÁTIMA, DANIELA OLIVEIRA, MARIA RITA PACHECO PELOS GRANDES ENSINAMENTOS! MUITO OBRIGADA!

AOS PROFESSORES OTTO MACK JUNQUEIRA, MARCOS LANIA DE ARAUJO E DANIELA OLIVEIRA, PELA AMIZADE!

AOS FUNCIONÁRIOS DA BIBLIOTECA, SOBRETUDO A TIEKO, PELA AMIZADE E CORREÇÃO DAS BIBLIOGRAFIAS...QUANTAS BIBLIOGRAFIAS!

AOS FUNCIONÁRIOS DA SESSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO.

AOS FUNCIONÁRIOS DA AVICULTURA, SOBRETUDO AO ROBSON, PELA AMIZADE!

AOS FUNCIONÁRIOS DA FÁBRICA DE RAÇÃO.

AOS MEUS ALUNOS, ORIENTADOS, QUE SEMPRE ME APOIARAM, ME ADMIRAM EM MEUS TRABALHOS, ME ELOGIARAM E ME ELOGIAM ATÉ HOJE... SIGAM SEUS CAMINHOS...QUANTAS PERGUNTAS!

E...A TODOS QUE DIRETA OU INDIRETAMENTE CONTRIBUÍRAM PARA O DESENVOLVIMENTO DESSA TESE, DO MEU PROFISSIONALISMO, DOS MEUS CONHECIMENTOS, DA MINHA INTELIGÊNCIA, DA MINHA CIÊNCIA...ATÉ HOJE!

MEU MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
Muda forçada.....	01
Morfofisiologia dos intestinos das aves.....	05
Importância fisiológica do glicogênio hepático.....	08
OBJETIVOS GERAIS.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO 2 – BIOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.1. Instalações e equipamentos.....	24
2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição.....	24
2.3. Avaliação das medidas biométrcias do intestino.....	27
2.4. Análise estatística.....	28
3. RESULTADOS.....	28
4. DISCUSSÃO.....	43
5. CONCLUSÃO.....	45
6. REFERÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO 3 – HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	51

	Pág.
RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	52
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1. Instalações e equipamentos.....	56
2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição.....	56
2.3. Avaliação das medidas histomorfométricas do intestino	58
2.4. Análise estatística.....	59
3. RESULTADO.....	59
4. DISCUSSÃO.....	85
5. CONCLUSÃO.....	91
6. REFERÊNCIAS.....	91
CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO GLICOGÊNIO HEPÁTICO EM POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	98
RESUMO.....	98
ABSTRACT.....	99
1. INTRODUÇÃO.....	100
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	103
2.1. Instalações e equipamentos.....	103
2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição.....	103
2.3. Avaliação do glicogênio hepático das aves.....	106
2.4. Análise estatística.....	106
3. RESULTADOS.....	106
4. DISCUSSÃO.....	110
5. CONCLUSÃO.....	111
6. REFERÊNCIAS.....	111
CAPÍTULO 5 - ESTUDO HISTOQUÍMICO DO JEJUNO E DO CECO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	116

	Pág.
RESUMO	116
ABSTRACT	117
1. INTRODUÇÃO	118
2. MATERIAL E MÉTODOS	119
2.1. Instalações e equipamentos	119
2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição	120
2.3. Reações histoquímicas do jejuno e do ceco das aves	121
3. RESULTADOS	122
4. DISCUSSÃO	126
5. CONCLUSÃO	128
6. REFERÊNCIAS	128

LISTA DE ABREVIATURAS

AB: Alcian Blue ou Azul Alciano

ATP: Adenosina Tri-Fosfato

Ca²⁺: Cálcio

cm: centímetro

CO₂: dióxido de carbono ou gás carbônico

EUA: Estados Unidos da América

FCAV: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

g: gramas

HE: Hematoxilina-eosina

H₂O: água

I: Iodo

K: Potássio

Kg: quilograma

M: molar

mcg: micrograma

Mg: miligrama

Na⁺: Sódio

nm: nanômetro

NRC: National Research Council

P: Fósforo

PAS: Ácido Periódico de Schiff

ppm: partes por milhão

%: porcentagem

UFSCAr: Universidade Federal de São Carlos

Unesp: Universidade Estadual Paulista

UI: Unidade Internacional

Zn²⁺: Zinco

ZNO: Óxido de zinco

LISTA DE TABELAS

	Pág.
CAPÍTULO 2 – BIOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	20
TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.....	26
TABELA 2. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância do peso (g) da ave e das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	29
TABELA 3. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para o peso (g) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	34
TABELA 4. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância do comprimento (cm) das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	36
TABELA 5. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para o comprimento (cm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	39
TABELA 6. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para o comprimento (cm) do cólon-reto de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	41
CAPÍTULO 3 – HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	51
TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.....	57
TABELA 2. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da altura de vilos (μm) das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	60

	Pág.
TABELA 3. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	63
TABELA 4. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	65
TABELA 5. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do íleo de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	67
TABELA 6. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	69
TABELA 7. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da densidade de vilos das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	71
TABELA 8. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclos de produção) para a densidade de vilos do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	74
TABELA 9. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclos de produção) para a densidade de vilos do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	76
TABELA 10. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a densidade de vilos do cólon-reto de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	78
TABELA 11. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da contagem das células caliciformes do jejuno e do ceco de	

poedeiras aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	80
	Pág.
TABELA 12. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a contagem de células caliciformes do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	81
TABELA 13. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclos de produção) para a contagem de células caliciformes do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	83
CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO GLICOGÊNIO HEPÁTICO EM POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	98
TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.....	105
TABELA 2. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da média do nível de glicogênio hepático de poedeiras comerciais submetidas a diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	107
TABELA 3. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (tratamento e ciclos de produção) para média do nível de glicogênio hepático (%) de poedeiras comerciais submetidas a diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	108
CAPÍTULO 5 - ESTUDO HISTOQUÍMICO DO JEJUNO E DO CECO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	116
TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.....	121
TABELA 2. Reações histoquímicas de PAS, PAS+amilase, AB pH 2,5 e AB pH 0,5 em jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada: método Califórnia, baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio nos dois ciclos de produção.....	123
TABELA 3. Reações histoquímicas de PAS, PAS+amilase, AB pH 2,5 e AB pH 0,5 em ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada: método Califórnia, baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio em dois ciclos de produção.....	125

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
CAPÍTULO 2 – BIOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	20
FIGURA 1. Trato gastrintestinal da galinha (<i>Gallus gallus domesticus</i>). a: proventrículo; b: moela; c, c': duodeno; d, d': jejuno; e: íleo; f: ceco; g: cólon; h: cloaca; i: pâncreas; j: mesentério.....	27
FIGURA 2. Médias \pm erro padrão da média do peso das aves submetidas aos diferentes programas de muda forçada.....	30
FIGURA 3. Médias \pm erro padrão da média do peso das aves submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	31
FIGURA 4. Médias \pm erro padrão da média do peso das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.....	32
FIGURA 5. Médias \pm erro padrão da média do peso das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	33
FIGURA 6. Peso (g) do duodeno de poedeiras comerciais submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	35
FIGURA 7. Médias \pm erro padrão da média do comprimento das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.....	37
FIGURA 8. Médias \pm erro padrão da média do comprimento das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	38
FIGURA 9. Comprimento (cm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	40
FIGURA 10. Comprimento (cm) do cólon-reto de galinhas poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	42
CAPÍTULO 3 – HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	51
FIGURA 1. Médias \pm erro padrão da média da altura de vilos (μm) das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.....	61

	Pág.
FIGURA 2. Médias \pm erro padrão da média da altura de vilos (μm) das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	62
FIGURA 3. Altura de vilos (μm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	64
FIGURA 4. Altura de vilos (μm) do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	66
FIGURA 5. Altura de vilos (μm) do íleo de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	68
FIGURA 6. Altura de vilos (μm) do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	70
FIGURA 7. Médias \pm erro padrão da média da densidade de vilos das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.....	72
FIGURA 8. Médias \pm erro padrão da média da densidade de vilos das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois períodos de produção.....	73
FIGURA 9. Densidade de vilos do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	75
FIGURA 10. Densidade de vilos do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	77
FIGURA 11. Densidade de vilos do cólon-reto de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	79
FIGURA 12. Número de células caliciformes do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	82
FIGURA 13. Número de células caliciformes do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).....	84
CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO GLICOGÊNIO HEPÁTICO EM POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	98

	Pág.
FIGURA 1. Média \pm erro padrão da média do nível de glicogênio hepático de poedeiras comerciais submetidas a diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.....	109
CAPÍTULO 5 - ESTUDO HISTOQUÍMICO DO JEJUNO E DO CECO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA.....	116
FIGURA 1. Fotomicrografia do jejuno de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown submetidas a diferentes programas de muda forçada em reação de PAS. Em a: Sódio, 40X; b: Cálcio, 40X, c: Zinco, 40X; d: Restrição: 40X.....	124
FIGURA 1. Fotomicrografia do ceco de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown submetidas a diferentes programas de muda forçada em reação de PAS. Em a: Sódio, 40X; b: Cálcio, 40X, c: Zinco, 40X; d: Restrição: 40X.....	126

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Muda forçada

A muda forçada em poedeiras comerciais tem sido bastante estudada nos últimos anos com a finalidade de melhorar o desempenho reprodutivo e aumentar a produtividade das poedeiras em 25 a 30 semanas, pela melhoria da casca do ovo e da produção de ovos (RAMOS et al., 1999). É uma prática comum em granjas comerciais, porém, sua aplicação depende, em grande parte, do ponto de vista econômico que depende de numerosos fatores, destacando o custo das frangas para reposição, o valor da carne das galinhas velhas, a produção do lote, a qualidade e o peso dos ovos que se espera obter no segundo ciclo, o preço dos ovos, o custo dos alimentos, a máxima utilização dos aviários, os programas de reposição planejados e o próprio método de muda empregado (GARCIA et al., 2001). Visa obter um segundo ciclo de postura em aves no final de produção e tem sido utilizada com sucesso desde a década de 60, com início nos Estados Unidos (BUHR e CUNNINGHAM, 1994). Estudos revelam que durante o período de muda forçada ocorre significativo incremento da taxa de metabolismo, aumento da síntese de algumas proteínas, osteoporose, perda de gordura e supressão do sistema imune que ocorre durante esse evento cíclico anual da ave (KUENZEL, 2003). Em poedeiras comerciais, a muda forçada tem por objetivo promover o rejuvenescimento da ave fazendo-a perder até 30% de seu peso vivo, devendo-se retornar ao peso de uma franga em início de produção. Simultaneamente, objetiva-se uma pausa na produção de ovos promovendo um descanso no aparelho reprodutor, preparando-o para que a ave possa retornar a um novo ciclo de produção (WEBSTER, 2003).

Os métodos de indução de muda convencionalmente utilizados para poedeiras comerciais podem ocorrer por métodos quantitativos ou qualitativos e ser reunidos em três grupos: os que utilizam drogas, como a progesterona e o acetato de clormazidona; os nutricionais, que modificam a concentração de determinados íons na ração como, por exemplo, cálcio (Ca^{2+}), sódio (Na^+) ou zinco (Zn^{2+}) e, finalmente os métodos de

manejo, que são os mais utilizados na prática, existindo uma grande variedade deles (CASTELO LLOBET et al., 1989), sendo que todos esses métodos induzem a ave ao estresse resultando na regressão do trato reprodutor das aves e acentuada perda de peso, principalmente a gordura acumulada no primeiro ciclo (VIEIRA, 1992).

A retirada da ração dos comedouros durante 10 a 12 dias é o método mais simples de induzir a muda forçada em poedeiras e, nos primeiros dias, a produção de ovos declina até a suspensão completa da postura de quatro a cinco dias do início do jejum (SILVA e SANTOS, 2000). Este jejum provoca um estresse severo e causa a perda de peso da ave paralisando a postura de ovos (BERTECHINI e GERALDO, 2005). BERRY e BRAKE (1985) ao avaliarem o efeito de diferentes técnicas de muda observaram que as aves submetidas ao jejum perderam de 30 a 34% do peso corporal, sendo que este programa de muda forçada proporcionou uma maior perda de peso vivo e dos órgãos da ave. O peso do duodeno diminuiu durante o período de jejum e retornou ao tamanho original após o retorno do fornecimento de alimento (BERRY e BRAKE, 1991).

Nos últimos anos, algumas pesquisas têm sido efetuadas com o objetivo de obter métodos alternativos ao do jejum prolongado para que ocorra a muda forçada (GARCIA, 2004), como é o caso de dietas com baixo cálcio (MARTIN et al., 1973; GILBERTY e BLAIR, 1975; WAKELING, 1977) e baixo sódio (NESBETH et al., 1976; CAMPOS e BAIÃO, 1979) e com alto nível de zinco (ROBERSON e FRANCIS, 1979; GARCIA, 2004). Esses programas de muda forçada chamados de métodos qualitativos referem-se ao uso de dietas com carência ou excesso de nutrientes (DECUYPERE e VERHEYEN, 1986).

O efeito do cálcio na manutenção da atividade produtiva em poedeiras já é bem documentado na literatura. Poedeiras alimentadas com rações contendo 0,3% de cálcio suspenderam a postura de sete a 10 dias após o início do fornecimento (URIST, 1959; BELL e SILLER, 1962; GILBERT, 1969). A possível relação do cálcio com a interrupção da produção de ovos ocorre pela suspensão da liberação das gonadotropinas (MORRIS e NALBANDOV, 1961). BRAKE (1993) observou que o cálcio parece ter papel central na indução da muda forçada, pois, quando o carbonato de cálcio é fornecido como

única fonte de nutrientes, as aves prolongam a ovulação durante a muda e mantêm a postura por até quatro dias. Esse autor sugeriu que o cálcio é o primeiro nutriente limitante da ovulação, durante uma muda forçada pela retirada da ração. BRAKE et al. (1984) trabalhando com diferentes níveis de cálcio (1,0; 1,75; 2,5 e 3,5%) na dieta imediatamente pós-jejum verificaram que o peso corporal da ave não foi afetado consistentemente, assim como BERG et al. (1964) que não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de frangas com 12, 16 e 21 semanas de idade, alimentadas no período de 8 a 21 semanas com ração contendo 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio.

TORRES (1969), estudando aves, ressaltou que o zinco atua na fixação do cálcio sob a forma de carbonato de cálcio nos ossos e ovos. Esse mesmo autor comprovou que o excesso de zinco pode diminuir a atividade de enzimas como a citocromo oxidase, catalase e enzimas ferrosas, pois é um componente funcional de diversos sistemas enzimáticos. A absorção do zinco ocorre principalmente no intestino delgado (COUSINS, 1985). De acordo com COUSINS (1985) a regulação homeostática do zinco é mediada pelo trato gastrintestinal, a excreção endógena é um mecanismo rápido e a absorção por sua vez, é lenta com capacidade de lidar com maiores intervalos de flutuações do teor de zinco na dieta. O zinco encontrado no pâncreas apresenta um ativo *turnover* metabólico, tendo grande proporção excretada no suco pancreático.

Diversas pesquisas já demonstraram que a adição de 15 mil a 25 mil mg/Kg de zinco à dieta de aves em postura, na forma de óxido de zinco, reduz a postura a zero e induz a muda de penas por promover uma intoxicação e tornar o alimento de péssimo paladar. Isso provoca a diminuição em seu consumo alimentar. No primeiro dia a ave absorve 25 a 30 gramas (gr) e nos dias subseqüentes, de sete a 15 g, desencadeando um semijejum que induz à paralisação da produção de ovos e à muda forçada nas aves (SAUVER, 1998). GARCIA (2004) ao estudar diferentes programas de muda forçada em poedeiras, concluiu que o zinco torna-se tóxico para as células se administrado por longos períodos na ração. ROBERSON e FRANCIS (1979) encontraram que 20.000 ppm de Zn na dieta torna-se tão efetivo quanto a muda forçada a partir do jejum.

Poedeiras de 65 semanas de vida que receberam 20.000 ppm de zinco durante sete dias tiveram uma perda de peso intermediária se comparada com os animais que permaneceram em jejum ou receberam baixo nível de sódio. McCORNICK e CUNNINGHAM (1987) avaliaram a muda forçada pelo método de jejum (quatro e 10 dias) e fornecimento de ração com 20.000 ppm de zinco por quatro e 10 dias e observaram uma redução marcante no consumo das aves recebendo altos níveis de zinco durante os quatro ou 10 dias de fornecimento desta dieta, não havendo diferença de perda de peso corporal dentro do período de aplicação dos tratamentos (quatro e 10 dias), sendo a perda de peso corporal para o jejum e níveis elevados de zinco no período de fornecimento de 10 dias de 26,6% e 24,9% e para o período de fornecimento de quatro dias de 16,4% e 15,2%, respectivamente. Além disso, BREEDING et al. (1992) verificaram uma menor perda de peso do duodeno de poedeiras recebendo uma dieta com baixo cálcio (0,08%) com um nível relativamente baixo em zinco (2.800 ppm) por um período de 14 dias comparando-se com as aves que estavam recebendo ração de postura na mesma quantidade.

O sódio é um cátion monovalente e se encontra principalmente nos líquidos extracelulares constituindo a maior parte da base do soro sangüíneo, realizando importantes funções metabólicas, por isso é necessário supri-lo nos níveis e balanços adequados para um ótimo desempenho das aves. As funções metabólicas do sódio estão intimamente relacionadas com o equilíbrio do volume hídrico, pH e transmissão de impulsos nervosos, balanço ácido-base (MILES e ROSSI, 1984) e processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos e sais biliares, pois faz parte da composição eletrolítica do suco pancreático (JANOWITZ, 1968), além disso, BERRY e BRAKE (1985) concluíram que o efeito de níveis baixos de sódio na ração pode não ser devido somente à deficiência deste elemento por si só, mas possivelmente devido à deficiência de outros nutrientes que tem a absorção ligada ao sódio, como as hexoses e aminoácidos no intestino que têm a absorção carregada por proteínas sódio-dependentes causando uma má absorção de nutrientes pela ave.

BERRY e BRAKE (1985) observaram que aves com 65 semanas de vida tratadas com baixo nível de sódio na ração (500 ppm de sódio) perderam menos peso

do que aves que permaneceram em jejum. Deficiências de sódio na ração de galinhas de postura tem provocado grande redução no consumo de ração e no peso corporal das aves (KUCHINSKI, et al., 1997). BEGIN e JOHNSON (1976) evidenciaram uma queda significativa na produção (75 para 29%) no peso dos ovos, no consumo de ração e no peso corporal quando poedeiras com 20 semanas de idade foram submetidas a uma dieta baixa em sódio por um período de 28 dias.

MOURA (1999) utilizando poedeiras leves e semipesadas com 20 semanas de idade verificou o efeito de seis níveis suplementares de sódio (0,00; 0,06; 0,12; 0,18; 0,24 e 0,30%) em rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,027% de sódio, sobre a produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso das aves. Esse autor verificou que todas essas variáveis foram influenciadas pelos níveis de sódio e otimizados quando o nível suplementar foi de 0,18%, tanto para poedeiras leves, quanto para poedeiras semipesadas, recomendando uma exigência de sódio total na ordem de 0,207%.

Morfofisiologia dos intestinos das aves

O estudo da mucosa intestinal é um relevante aspecto da fisiologia da digestão, pois ela representa uma extensa área de exposição a agentes exógenos que estão presentes nessa região a partir do início da ingestão, digestão e absorção de nutrientes (BLIKSLARGER e ROBERTS, 1997). A manutenção da integridade morfofuncional do sistema digestório é de fundamental importância para o bom desempenho zootécnico de galinhas poedeiras, pois dela depende a digestão e a absorção de nutrientes para a conversão do alimento em ovos de consumo.

O processo de desenvolvimento da mucosa intestinal decorre primariamente por dois eventos citológicos sendo eles a renovação celular (proliferação e diferenciação) e a perda de células por descamação que ocorre naturalmente no ápice dos vilos (UNI et al., 1998; UNI, 2000). O equilíbrio entre esses processos recebe o nome de *turnover* celular, ou seja, a taxa de renovação constante e, portanto, a capacidade digestiva e de absorção intestinal (UNI et al., 1998). O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste

no aumento da altura e densidade de vilos, o que corresponde a um aumento em número de células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas) (IMONDI e BIRD, 1966, BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA e HOLAN, 1976 citados por MAIORKA et al 2002). Os vilos são revestidos por epitélio simples cilíndrico, constituído por três tipos celulares estrutural, ultra-estrutural e funcionalmente distintos: as células caliciformes, os enterócitos e as células enteroendócrinas (IMONDI e BIRD, 1966, BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA e HOLAN, 1976 citados por MAIORKA et al 2002).

As células caliciformes intestinais são secretoras de muco glicoprotéico e possuem complexo de Golgi e retículo endoplasmático rugoso abundante que são responsáveis pela síntese protéica e sua regulação. Tais células protegem o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta (ROBERTIS e HIB, 2001).

Os enterócitos (células de absorção) são células tipicamente colunares. Ultra-estruturalmente, os enterócitos caracterizam-se pela grande quantidade de mitocôndrias e retículos endoplasmáticos lisos e rugosos, ribossomos e lisossomos (UNI, 1999). Essas células respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte trans-epitelial dos nutrientes a partir do lúmen e/ou para o lúmen (HILL, 1976; PÁCHA, 2000). O transporte dos nutrientes a partir do lúmen corresponde à entrada e posterior saída dos nutrientes dos enterócitos em direção aos vasos sanguíneos, processo que recebe o nome geral de absorção (HILL, 1976, FERRER et al., 1995). WISSIG e GRANNEY (1968) afirmaram que a capacidade de absorção dos enterócitos não é similar para as diferentes regiões intestinais e que o duodeno e jejuno absorvem mais lipídio que o íleo.

As células enteroendócrinas (células argentafins) são produtoras de hormônios peptídicos (gastrina, secretina, polipeptídeo inibidor gástrico e colecistoquinona) e monoaminas biogênicas (5-hidroxitriptamina), substâncias essas que participam na regulação da digestão, absorção e utilização de nutrientes (SOLCIA, et al., 1978).

Como se sabe, a altura e o número dos vilos estão diretamente relacionados ao número dos diferentes tipos de células presentes no epitélio intestinal. Considera-se

que o número de enterócitos, assim como a altura e o número de microvilos e estrutura da membrana determinam a dimensão da superfície de digestão e absorção intestinal (UNI, 2000).

Nas considerações feitas por MACARI (1999) o número de vilosidades e seu tamanho, bem como de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, conferem às aves características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade de absorção do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, ao tamanho dos vilos e à área de superfície disponível para a absorção.

A presença de alimento no lúmen intestinal é fator estimulante do crescimento de vilos (TARACHAI e YAMAUCHI, 2000). Em caso de jejum prolongado, as células epiteliais passam a apresentar grandes vacúolos autofágicos lisossomais, característicos de morte celular, sugerindo que o jejum causa digestão intracelular e conseqüente redução na altura dos vilos. A restrição alimentar causa regressão no desenvolvimento da mucosa intestinal. A alimentação à vontade, no entanto, promove um aumento desse parâmetro morfométrico em galinhas poedeiras e frangos de corte (NAKAGE, 2000 citado por MAIORKA et al., 2002). Além disso, YAMAUCHI e ISHIKHI (1991) relataram que a densidade de vilos é diferente nas várias porções intestinais (duodeno, jejuno e íleo) e o número vilos/área é reduzido em função da idade, sendo observado uma redução maior em frangos de corte do que em poedeiras.

O intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) tem a função de digerir e absorver que é facilitada pelas pregas da mucosa disposta em círculos, pelos vilos intestinais (projeções digitiformes) e pelos microvilos (STISON e CALHOUN, 1982) que promovem a absorção de nutrientes do lúmen intestinal para o sangue (STURKIE, 1986). Nessa região, os enterócitos contêm grandes quantidades de enzimas digestivas de membranas onde são encontradas peptidases para a degradação de proteínas, enzimas para a degradação de carboidratos e pequenas quantidades de lipase intestinal para a degradação de gorduras neutras (DUKE, 1986).

A parte cranial do intestino delgado, que envolve o pâncreas é denominada de duodeno que é constituído por uma porção proximal descendente e uma distal ascendente. A porção distal é denominada de jejuno e a porção anterior à junção do

ceco é chamada de íleo (BANKS, 1992). O jejuno é a porção mais longa do intestino delgado, próximo à artéria mesentérica cranial, estendendo-se caudalmente como várias alças, dispostas frouxamente e situadas uma sobre a outra e unidas pelo mesentério (GANDOW, 1889) e o divertículo de Meckel, também denominado de divertículo vitelínico ou resquício da gema, é freqüentemente utilizado como parâmetro para separação do jejuno do íleo (DENBOW, 2000). No jejuno ocorre a maior parte da digestão-absorção (HILL, 1976; NOY e SKLAN, 1995).

O íleo é delimitado posteriormente pelo ponto de ligação ceco-cólico (BANKS, 1992) e está relacionado aos processos de absorção dos produtos finais da digestão de gorduras, açúcares e proteínas, além dos sais biliares (WOLFESON, et al., 1987).

Os cecos são constituídos por dois apêndices em fundo cego, ligados à junção entre o intestino delgado e grosso que tem por funções a absorção de água e a digestão da celulose por uma microbiota cecal (BANKS, 1992).

Já o cólon é constituído por vilos curtos e espessos e difere do intestino delgado por possuir uma elevada quantidade de células caliciformes (BANKS, 1992). HILL (1976) relatou que o cólon está envolvido na retenção de água e eletrólitos a partir do conteúdo intestinal. A cloaca é o orifício comum ao sistema digestório e aos órgãos reprodutores (BANKS, 1992).

Importância fisiológica do glicogênio hepático

Os carboidratos são uma fonte de energia importante para o metabolismo animal. O glicogênio hepático é o carboidrato fundamental como fonte de energia e fornecedor de glicose para a manutenção da homeostase glicêmica (LEHNNINGER et al., 1995). POND et al. (1995) observaram que os grãos de cereais como milho, sorgo e trigo são os alimentos contribuintes com a maior parte dos carboidratos nas dietas para aves. Isso se explica pelo fato de que a fonte de energia mais importante para as células é a glicose, sendo então possível obtê-la de vários tipos diferentes de carboidratos e outros nutrientes. O sistema vascular do intestino delgado é de extrema importância no processo de absorção de nutrientes, pois tem a função de manter um

gradiente de concentração durante a absorção (VIEIRA, 2002). Uma vez absorvidos, os nutrientes são conduzidos pelo sistema porta até o fígado. No fígado, os carboidratos podem se transformar em glicogênio ou ser degradados até dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), formando a molécula adenosina trifosfato (ATP) no ciclo de Krebs (BELLAMY e LEONARD, 1965; FREEMAN, 1969; RUTZ, 2002).

A síntese de glicogênio é o processo pelo qual a glicose é polimerizada a glicogênio, que é acumulado nas células em quantidades variáveis de acordo com o tipo celular, funcionando aí como depósito de energia acessível à célula. Em determinadas células, como nas do fígado e músculo, este processo pode ser intenso e ocorrem extensos depósitos de glicogênio (BELLAMY e LEONARD, 1965; FREEMAN, 1969; RUTZ, 2002). A transformação de glicose em glicogênio e o armazenamento desse se dá nos hepatócitos. Ligada a este processo, há a regulação e a organização de proteínas e gorduras em estruturas químicas utilizáveis pelo organismo da concentração dos aminoácidos no sangue, que resulta na conversão de glicose, que será utilizada pelo organismo no seu metabolismo (VIEIRA, 2002).

O fígado tem várias funções, entre elas a estocagem de carboidratos, gorduras e vitaminas (BORGSTROM et al., 1979 a, b). O glicogênio é a única forma importante de armazenamento de carboidratos nos animais, sendo encontrado em quase todos os tecidos corporais. Trata-se de uma forma de energia armazenada de rápida disponibilidade e seus principais locais de armazenamento são o fígado e os músculos (VIEIRA, 2002; DAWES, 1968). O glicogênio presente no fígado atende às demandas corporais imediatas de glicose em situações em que há restrição no consumo de carboidratos ou de estresse. Os estoques de glicogênio são comparativamente pequenos em relação ao total de energia requerida pelas aves, e dessa forma, são de pouca duração (algumas horas). Os processos de síntese e degradação de glicogênio são largamente dependentes do nível sangüíneo de glicose e controlados pelos hormônios insulina e glucagon (VIEIRA, 2002; LANGSLOW et al., 1970). De acordo com HAZELWOOD (1986) durante o período de jejum, a formação do substrato para a síntese de glicose plasmática é acelerada através da via gliconeogênica. Em aves, as enzimas chaves para a gliconeogênese são as mesmas dos mamíferos: glicose-6-

fosfatase, frutose-6-difosfatase, piruvato carboxilase e fosfoenolpiruvato carboxiquinase.

OBJETIVOS GERAIS

Para a otimização do desempenho avícola de postura factíveis e condizentes com os atuais sistemas de produção industrial de ovos, o presente trabalho tem por objetivo esclarecer as principais alterações morfométricas e fisiológicas do sistema digestório de galinhas poedeiras submetidas a quatro diferentes programas de muda forçada, visando alcançar os seguintes objetivos específicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A) Avaliação das respostas morfométricas

Avaliar as respostas biométricas, mediante o peso e o comprimento de todas as partes anatômicas do intestino e histomorfométricas, pela medida da altura e de densidade de vilos destes mesmos segmentos intestinais, bem como quantificar o número de células caliciformes do jejuno e do ceco de galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

B) Avaliação das respostas fisiológicas

Avaliar parâmetros fisiológicos de galinhas poedeiras submetidas aos quatro programas de muda forçada, pela dosagem dos níveis de glicogênio hepático de poedeiras comerciais.

C) Reações histoquímicas

Correlacionar a integridade das células intestinais da mucosa do jejuno e ceco, por meio de reações histoquímicas, com os diferentes programas de muda forçada de poedeiras comerciais.

REFERÊNCIAS

BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Manole, 1992. 583 p.

BEGIN J. J.; JOHNSON T. H. Effect of dietary salt on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 2395 – 2404, 1976.

BELLAMY, D.; LEONARD, R. A. Effect of cortisol on the growth of chicks. **General Comparative Endocrinology**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 402-405, 1965.

BELL, D. J.; SILLER, W. G. Cage layer fatigue in Brown Leghorns. **Research in Veterinary Science**, Washington, v. 3, n. 3, p. 219-230, 1962.

BERG, L. R.; BEARSE, G. E.; MERRILL, L. H. The calcium and phosphorus requirements of White Leghorn pullets from 8-21 weeks. **Poultry Science**, Champaign, v. 43, n. 4, p. 885-896, 1964.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Comparison of parameters associated with molt induced by fasting, zinc and low dietary sodium in caged layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 20-27, 1985.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Modulation of calbindin-D28K in avian egg shell gland and duodenum. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, n.1, p. 655-657, 1991.

BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A. Conceitos modernos em muda forçada de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7º, SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2º, 2005, Goiânia. **Seminários Técnicos de Avicultura**. Goiânia. 2005. p. 1-13.

BLIKSLARGER, A. T.; ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal American Veterinary Medical Association**, Washington, v. 211, n. 9, p.1437-1441, 1997.

BRAKE, J.; GARLICH, J. D.; CARTER, T. A. Relationship of dietary calcium level during the prelay phase of an induced molt to post-molt performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 12, p. 2497-2500. 1984.

BRAKE, J. T. Recent advances in molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 3, p. 929-931, 1993.

BREEDING, S. W.; BERRY, W. D.; BRAKE, J. Research note: Maintenance of duodenum weight during a molt induced by dietary zinc in a low-calcium diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 1408-1411. 1992.

BORGSTROM, B.; ERLANSON-ALBERTSON, C.; WIELOCH, T. Pancreatic colipase: chemistry and physiology. **Journal Lipid Research**, Maryland, v. 20, n. 7, p. 805- 816, 1979a.

BORGSTROM, B.; WIELOCH, T.; ERLANSON-ALBERTSON, C. Evidence for a pancreatic pro-colipase and its activities by trypsin. **FEBS Letters**, v. 108, p. 407-410, 1979b.

BUHR, R. J.; CUNNIGHAN, D. L. Evaluation of molt induction to body-weight loss of 15, 20 or 25 percent by feed removal, daily limited or alternate-day feeding of molt feed. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1499-1510, 1994.

CAMPOS, E. J.; BAIÃO, N. C. The effects of methods of forced molting on performance of commercial layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 1040. 1979 (abstract).

CASTELO LLOBET J. A.; PONTES, M.; FRANCO GONZALEZ F. **Produccion de huevos**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura 1989. 367 p.

COUSINS, R. J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. **Physiology Review**, v. 65, n. 2, p. 238-309, 1985.

DAWES, G. S. **Fetal and neonatal physiology**. Chicago: Yearbook Medical Publishers, 1968. 247 p.

DECUYPERE, E.; VERHEYEN, G. Physiological basics of induced molting and tissue regeneration in fowls. **World's Poultry Science**, Beekbergen, The Neherlands, v. 42, n. 1, p. 56-68, 1986.

DENBOW, D. M. Gastrointestinal anatomy and physiology. In: WHITTOW, G. C. **Sturkie's avian physiology** 15 th ed. San Diego: Academic Press, 2000. p. 298-341.

DUKE, G. E. Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. In: STURKIE, P. D. **Avian physiology**, 4.ed. Springer-Verlag, 1986, p. 269-288.

FERRER, R.; PLANAS, J. M.; MORETTO, M. Cell apical surface area in enterocytes from chicken small and large intestine during development. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 1995-2002, 1995.

FREEMAN, B. M. Thermobilization of hepatic glycogen in *Gallus domesticus* at the end of incubation, **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 28, p. 1169, 1969.

GARCIA, E. A. Muda forçada em poedeiras comerciais e codornas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...**, v. 2, p. 45-62.

GARCIA, E. S.; MENDES, A. A.; PIZZOLANTE, C. C., VEIGA, N. Alterações morfológicas de codornas poedeiras submetidas a muda forçada. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 3, p.265-273. 2001.

GILBERT, A. G. The effect of a foreign object in the shell gland on egg production of hens on a calcium deficient diet. **Brazilian Poultry Science**, Campinas, v. 10, p. 83-88, 1969.

GILBERT, A. B.; BLAIR, R. A. A comparison of effects of low calcium diets on egg production in the domestic fowl. **British Poultry Science**, London, v. 16, p. 547-552, 1975.

HAZELWOOD, R. L. Carbohydrate metabolism. In: STURKIE, P. D. **Avian physiology**. New York: Spring-Verlag, 1986. p. 303-325.

HILL, K. J. The anatomy and general physiology of the alimentary tract. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Digestion in the fowl**. Campinas, Brazillian Poultry Science, 1976, p. 3-24.

JANOWITZ, H. D. Pancreatic secretion of fluid and electrolytes. In: CODE, C. F.; HEIDEL, W., (Ed.). **Handbook of Phisiology: sç. 6, Alimentary canal. v. 2, Secretion. American Physiology Society**, Washington, p 925-933.

KUCHINSKI, K. K.; HARMS, R. H.; RUSSEL, G. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANUAL MEETING, 1997, Athenas. **Proceedings...** Athens: Poultry Science, v. 59, suppl. 1, p. 236, 1997.

KUENZEL, W. J. Neurobiology of molt in avian species. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 981-991, 2003.

LANGSLOW, D. R.; BUTLER, E. J.; HALES, C. N.; PEARSON, A. W. The response of plasma insulin, glucose and non-sterified fatty acids to various hormones, nutrients and drugs in the domestic fowl. **Journal of Endocrinology**, v. 46, p. 243-246, 1970.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

MACARI, M. Fisiologia do sistema digestivo das aves (II). **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 15, n. 10, p. 2-20, 1999.

McCORNICK, C. C.; CUNNINGHAM, D. L. Performance and physiological profiles of high dietary zinc and fasting as methods of inducing a force rest: a direct comparisons. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 1007-1013, 1987.

MAIORKA, A.; MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, São Paulo, 2002. p. 113-123.

MARTIN, G. A.; MORRIS, T. B.; GEHLE, M. H.; HARWOOD, D. G.; Force molting by limiting calcium intake. **Poultry Science**, Champaign, v. 52, p. 2058. 1973 (abstract).

MILES, R. D.; ROSSI, A. Cation-anion balance in laying hens. In: FLORIDA NUTRITIONAL CONFERENCE, 1984, Clearwater Beach. **Proceedings...** Clearwater Beach: University of Florida, 1984. p.15-22.

MORRIS, T. R.; NALBANDOV, A.V. The induction of ovulation in starging pullets using mamalian and avian gonadotropins. **Endocrinology**, v. 68, n. 4, p. 687-697, 1961.

MOURA C. O. **Exigência nutricional de sódio para poedeiras leves e semipesadas no período de verão**. 1999. (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

NESBETHC, W. G.; DOUGLAS, C. R.; HARMS, R. H. the potential use of dietary salt deficiency for the force resting of laying hens. **Poultry Science**, Champaing, v. 55, p. 2375-2380, 1976.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**. Champaign, v. 74, n. 2, p.366-373, 1995.

PÁCHA, J. Development of intestinal transport function in mammals. **Physiology Review**, Canadá, v. 80, n. 4, p.1633-1667, 2000.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal feeding and nutrition**. New York: J. Wiley & Sons, 1995. 615 p.

RAMOS, R. B.; FUENTES, M. F. F.; ESPÍNDOLA, G. B.; LIMA, F. A. Efeito de diferentes métodos de muda forçada sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1340-1346, 1999.

ROBERSON, R. H.; FRANCIS, D. W. Effect of two molting methods on true performance of Hy-Line and Shaver hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 1098, 1979 (abstract).

ROBERTIS, E. M. F. de; HIB, J. **Bases da biologia celular e molecular**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 408 p.

RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 14, p. 175-185.

SAUVER, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs**. Paris: INRA, 1998. p. 449.

SILVA, J. H. V.; SANTOS, V. J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca dos ovos durante a muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1440-1445, 2000.

SOLCIA, E.; POLAK, J. M.; PEARSE, A. G. E.; FORSSMAN, W. G.; LARSSON, L. I.; SUNDLER, F.; LECHAGO, J.; GRIMELIUS, L.; FIJITA, T.; CREUTZFELDT, W.; GEPTS, W.; FALKMER, S.; LEFRANC, G.; HEITZ, P.; HAGES, E.; BUCHAN, A. M. J.; BLOOM, S. R.; GROSSMAN, M. I. Classification of gastroenteropancreatic endocrine cells. In BLOOM, S. R. (Ed.). **Gut hormones**. Edinburgh, Churchill-Livinstone, 1978. p. 40-48.

STISON, A. W.; CALHOUN, M. L. Sistema digestivo. In: DELLMANN, H.; BROWN, E. M. **Histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara-Koogan, 1982. p. 163-211.

STURKIE, P. D. **Avian physiology**. 4ed. New York: Springer-Verlag, 1986. 51 p.

TARACHAI, P. E.; YAMAUCHI, K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 1578-1585, 2000.

TORRES, A. P. **Alimentação das aves**. São Paulo: Ed. Melhoramentos, 1969. 259 p.

UNI, Z. Functional development of the small intestine in domestic birds: cellular and molecular aspects. **Poultry and Avian Biology Review**, Chicago, v. 10, n. 3, p. 167-179, 1999.

UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens in small intestine. **British Poultry Science**, London, v. 41, n. 2, p. 410-415, 2000.

URIST, M. R. The effects of calcium deprivation upon the blood, adrenal cortex, ovary and skeleton in the domestic fowl. **Records Programs Homeostasis Research**, Toronto, Canadá. v. 15, n. 1, p. 455-481, 1959.

VIEIRA, S. L. **Considerações sobre a indução da muda em aves**. In: KESSLER, A. M. Seminários apresentados no curso de pós-graduação em Agronomia – Área de Zootecnia. 1992. POA: Departamento de Zootecnia, 1992, p. 1-35. Trabalho de Graduação, DZ-UFRGS, Porto Alegre, 1992.

VIEIRA, S. L. Carboidratos: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 9, p. 125-133.

WAKELING, D. E. The use of low calcium and low sodium diets to induce an egg production pause in commercial layers. **Agricultural Development Advisory Service Bulletin**, Devon, v. 8, p 51-76, 1977.

WEBSTER, A. B. Physiology and behavior of the during induced molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 992-1002, 2003.

WISSIG, S. L.; GRANEY, D. O. Membrane modifications in the apical endocytic complex of ileal epithelial cells. **Journal of Cell Biology**, New York, v. 39, n. 1, p.564-579, 1968.

WOLFENSON, D.; SKLAN, D.; GRABER, Y.; KEDAR, O.; BENGAL, I.; HURWITZ, S. Absorption of protein, fatty acids and minerals in young turkeys under heat and cold stress. **Brazilian Poultry Science**, Campinas, v. 28, p. 739-742, 1987.

YAMAUCHI, K. E.; ISHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 32, p. 67-78, 1991.

CAPÍTULO 2 – BIOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA

RESUMO

A muda forçada em poedeiras comerciais tem sido utilizada visando melhorar o desempenho zootécnico das aves por mais um ciclo de produção de ovos. Utilizou-se 32 galinhas poedeiras Hisex Brown com 58 semanas de idade submetidas a diferentes programas de muda forçada para análise do peso e comprimento das diferentes porções intestinais (duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon-retos), com o auxílio de uma balança de precisão e uma fita métrica, respectivamente. As aves foram alojadas em um galpão de postura com gaiolas (2 aves/gaiola) na Unesp, campus de Jaboticabal e expostas à 17 horas de luz diariamente com água e ração à vontade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 programas contendo 4 aves e 2 coletas aos 28 e 140 dias. Os programas utilizados foram: método Califórnia, baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio. Os dados foram submetidos à análise de variância e em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Observou-se que aves submetidas ao método Califórnia por 10 dias tiveram respostas biométricas semelhantes aos animais que tiveram alto nível de zinco adicionado à dieta com menor peso corporal e de vísceras, além de menores comprimentos do intestino, além disso, aos 140 dias houve um aumento do peso corpóreo e, também do peso e do comprimento do intestino.

Palavras-chave: intestino, morfometria, muda forçada, nutrição, poedeiras.

ABSTRACT

The forced molting in commercial laying hens had been utilized to get better the performance of birds for one more cycle of production of eggs. In this study were used 32 Hisex Brown laying hen with 58 weeks of age submitted to different programs of forced molting. This experiment aimed the weight and length of the intestine (duodenum, jejunum, ileum, cecum and rectum). For the weight measurement was utilized one precision scale and for the length was used a measuring tape. The animals were caged in galvanized cage in aviary of Unesp, campus Jaboticabal and submitted of a program of growing light up to 17 hours a day after the induction period and the birds received water and ration *ad libitum*. The birds were distributed in a randomized experimental assay with 4 programs containing 4 birds and 2 production cycles (28 and 140 days). The animals were distributed into four programs: California method (control program), diet with low level of calcium, diet with high level of zinc and diet with low level of sodium. The data were submitted to the variance analysis and in case of significant difference, the averages were compared by the test of Tukey. It was observed that birds submitted to the California program were biometric responses similar to the animals that had high level of zinc added to the diet with smaller corporal weight and of visceras. It was observed that smaller lengths of the intestine and increase of corporal weight to the 140 days and increase of the weight and of the length of the intestine, too.

Keywords: intestine, morphometric parameters, forced molting, nutrition, laying hen.

1. INTRODUÇÃO

O bom desempenho das aves depende da obtenção de energia e de compostos químicos absorvidos pelo organismo. Para que isso ocorra é necessário que o trato digestório apresente características estruturais funcionais desde a ingestão de alimentos até a sua absorção (BLIKSLARGER e ROBERTS, 1997) e eliminação de resíduos pelas fezes.

O intestino delgado tem a função de digerir e absorver graças aos vilos intestinais (STISON e CALHOUN, 1982), pois nessa região encontram-se peptidases para a degradação de proteínas, enzimas para a degradação de carboidratos e pequenas quantidades de lipase intestinal para o catabolismo de gorduras neutras (DUKES, 1996).

No intestino grosso ocorre a absorção de água e a digestão de aminoácidos por uma microbiota cecal (MORTENSEN, 1984, CHAPLIN, 1989), além da retenção de água e eletrólitos a partir do conteúdo intestinal (HILL, 1976).

Em poedeiras comerciais, a muda forçada tem por objetivo promover o rejuvenescimento da ave fazendo-a perder até 30% de seu peso vivo, devendo-se retornar ao peso de uma franga em início de produção (KUENZEL, 2003; WEBSTER, 2003).

A retirada da ração dos comedouros durante 10 a 12 dias provoca um estresse severo e causa a perda de peso da ave paralisando a postura de ovos (SILVA e SANTOS, 2000; BERTECHINI e GERALDO, 2005). O peso do duodeno diminuiu durante o período de jejum e retornou ao tamanho original após o retorno do fornecimento de alimento (BERRY e BRAKE, 1991).

Em relação à indução da muda pela diminuição do nível de cálcio na dieta, BRAKE et al. (1984) trabalhando com diferentes níveis de cálcio (1,0; 1,75; 2,5 e 3,5%) na dieta imediatamente pós-jejum verificaram que o peso corporal da ave não foi afetado consistentemente, assim como BERG et al. (1964) que não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de frangas com 12, 16 e 21 semanas de

idade, alimentadas no período de 8 a 21 semanas com ração contendo 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio.

A absorção do zinco ocorre principalmente no intestino delgado (COUSINS, 1985). De acordo com COUSINS (1985) a regulação homeostática do zinco é feita pelo trato gastrintestinal.

O sódio é um cátion monovalente importante na manutenção da pressão osmótica, do equilíbrio eletrolítico e do balanço ácido-base (MILES e ROSSI, 1984) e que participa dos processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos e sais biliares, pois faz parte da composição eletrolítica do suco pancreático (JANOWITZ, 1968).

Adicionalmente, BERRY e BRAKE (1985) ao estudarem muda forçada em poedeiras recebendo diferentes dietas durante sete dias, observaram que o programa Califórnia proporcionou maior perda de peso corpóreo e dos órgãos, ao contrário das dietas com baixo sódio adicionado à dieta e o programa com alto zinco proporcionou uma perda intermediária de peso.

McCORNICK e CUNNINGHAM (1987) avaliaram a muda forçada pelo método de jejum (quatro e 10 dias) e fornecimento de ração com 20.000 ppm de zinco por quatro e 10 dias e observaram uma redução marcante no consumo das aves recebendo altos níveis de zinco durante os quatro ou 10 dias de fornecimento desta dieta, não havendo diferença de perda de peso corporal dentro do período de aplicação dos programas (quatro e 10 dias), sendo a perda de peso corporal para o jejum e níveis elevados de zinco no período de fornecimento de 10 dias de 26,6% e 24,9% e para o período de fornecimento de quatro dias de 16,4% e 15,2%, respectivamente. Além disso, BREEDING et al. (1992) observaram uma menor perda de peso do duodeno de poedeiras recebendo uma dieta com baixo cálcio (0,08%) com um nível relativamente baixo em zinco (2.800 ppm) por um período de 14 dias comparando-se com as aves que estavam recebendo ração de postura na mesma quantidade.

Para a otimização do desempenho avícola de postura factíveis e condizentes com os atuais sistemas de produção industrial de ovos, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as respostas biométricas através do peso e comprimento de todas as

partes anatômicas do intestino de galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalações e equipamentos

O experimento foi realizado no aviário experimental da Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, São Paulo. O galpão de postura utilizado foi do tipo convencional medindo três metros de largura e dois metros de pé-direito com gaiolas de postura em arame galvanizado que constavam de quatro compartimentos de 25x40x40 centímetros, distribuídas lateralmente em dois andares. Trabalhou-se com duas aves por gaiola, o comedouro era tipo calha e o bebedouro nipple tipo copo plástico.

2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição

Utilizou-se 32 aves de postura da linhagem comercial Hisex Brown, com aproximadamente 58 semanas de idade, alojadas em gaiolas de postura. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constando de quatro programas e dois ciclos de produção aos 28 dias e aos 140 dias, sendo que cada programa continha quatro aves. No início do experimento, as aves foram submetidas à seleção, pesadas e distribuídas aleatoriamente em parcelas experimentais. Durante o período de indução da muda forçada, as aves receberam somente luz natural. Após esse período, introduziu-se a luz artificial progressivamente até que atingisse 17 horas de luz ao dia (luz artificial + luz natural).

As aves receberam água e ração *ad libitum*. A dieta à base de milho e farelo de soja seguiu as recomendações de exigências nutricionais, de acordo o NRC (National Research Council) (1994). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

Os programas utilizados para muda forçada foram: o método Califórnia (jejum alimentar) em que houve jejum alimentar nos primeiros 10 dias da realização da muda e

fornecimento de milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura do 11^o ao 28^o dia de forma escalonada na proporção de 20 g/ave/dia até que o fornecimento se normalizasse atingindo 100 g/ave/dia; a utilização de uma dieta com baixo nível de cálcio (0,1%) durante 14 dias, sendo que, a partir deste dia até o 28^o dia forneceu-se milho moído com suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com alto nível de zinco, em que as aves receberam uma dieta com 2% de óxido de zinco durante 10 dias e do 11^o ao 28^o dia consumiram milho moído acrescido de suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com baixo nível de sódio (0,05%) durante 14 dias, após os quais houve fornecimento de milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura até o 28^o dia. Para todos os programas, após os 28 dias, as aves receberam uma dieta de postura (Tabela 1).

TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.

Ingrediente	Baixo Ca	Alto Zn	Baixo Na	Postura
	(%)			
Milho	69,94	69,94	69,94	65,71
Farelo de Soja	14,67	14,67	14,67	18,87
Farelo de Trigo	10,00	10,00	10,00	4,50
Lisina	0,00	0,00	0,00	0,02
Calcário	0,00	1,31	1,31	9,02
Fosfato bicálcico	0,15	1,00	1,00	1,26
Sal comum	0,28	0,28	0,04	0,42
Supl. vit. min. aminoácido*	0,20	0,20	0,20	0,20
Óxido de zinco	0,00	2,00	0,00	0,00
Inerte	4,76	0,60	2,84	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Níveis Nutricionais

EM, kcal/kg	2,900	2,900	2,900	2,750
PB (%)	14,25	14,25	14,25	15,00
Ca (%)	0,10	0,80	0,80	3,80
Pd (%)	0,30	0,30	0,30	0,34
Metionina (%)	0,23	0,23	0,23	0,40
Metionina + cistina (%)	0,48	0,48	0,48	0,65
Lisina (%)	0,62	0,62	0,62	0,72
Na (%)	0,15	0,15	0,05	0,20
Ácido linoléico (%)	1,50	1,50	1,50	1,35

* Níveis de garantia do suplemento vitamínico mineral aminoácido por quilograma do produto: vit. A: 5.000.000 mg; vit. D₃: 1.100.000 mg; vit. E: 4.000 mg; vit. K₃: 1.000 mg; vit. B₁: 500 mg; vit. B₂: 1.500 mg; vit. B₆: 500 mg; vit. B₁₂: 3.000 mcg; biotina: 10 mg; pantotenato: 5.000 mg; niacina: 10.000 mg; ácido fólico: 100 mg; promotor crescimento: 30.000 mg; cloreto de colina 50%: 100.000 mg; cobalto: 50 mg; cobre: 3.000 mg; iodo: 500 mg; selênio: 100 mg; manganês: 25.000 mg; zinco: 25.000 mg; ferro: 25.000 mg; DL-Metionina: 400.000 mg. coccidiostático: 31.250 mg; antioxidante: 2.000 mg; veículo q.s.p: 1.000 g

2.3. Avaliação das medidas biométricas do intestino

Quatro aves de cada programa foram sacrificadas pelo deslocamento cervical, em dois ciclos de produção (28 e 140 dias) para a avaliação do peso corporal, do peso absoluto e comprimento das diversas porções do trato intestinal (duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon-reto – Figura 1) utilizando-se uma balança de precisão e uma fita métrica, respectivamente.

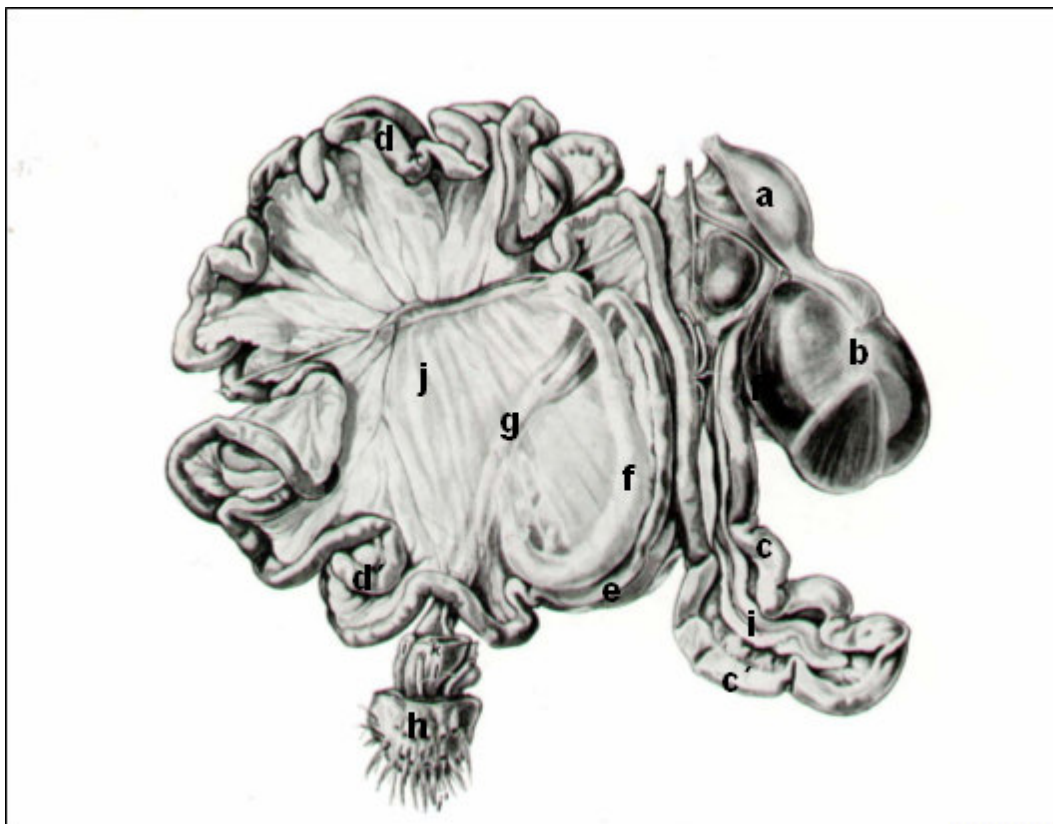


Figura 1. Trato gastrintestinal da galinha (*Gallus gallus domesticus*).

a: proventrículo; b: moela; c, c': duodeno; d, d': jejuno; e: íleo;
f: ceco; g: cólon; h: cloaca; i: pâncreas; j: mesentério

2.4. Análise estatística

Os dados foram verificados quanto à presença de valores discrepantes (“outliers”) e testou-se as pressuposições de normalidade dos erros studentizados (teste de Cramer Von Mises) e de homogeneidade de variância (teste de Brown-Forsythe). Após constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS (SAS Institute, 2002) e em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

3. RESULTADOS

Os resultados da avaliação das medidas biométricas do trato digestório de galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown submetidas aos diferentes programas de muda forçada: Califórnia (jejum alimentar), baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio nos diferentes ciclos de produção estão apresentados nas Tabelas 2 a 6 e Figuras 2 a 10.

A Tabela 2 e as Figuras 2, 3 e 4 mostraram que os diferentes métodos de muda forçada não afetaram o peso corporal das aves e do ceco ($p > 0,05$), porém os animais tratados com jejum alimentar e alto nível de zinco apresentaram os menores valores médios de peso corporal e do ceco em relação às aves com dietas contendo baixo nível de cálcio e de sódio. Além disso, pode-se verificar que as aves submetidas ao método Califórnia apresentaram os menores pesos das respectivas partes intestinais em relação aos demais programas.

Em relação ao peso do duodeno (Tabela 3 e Figura 6) notou-se que nenhum programa de muda forçada apresentou diferença significativa, sendo que no decorrer do período experimental somente as aves do programa com alto nível de zinco aos 140 dias apresentaram o maior peso ($p < 0,05$) do duodeno quando comparado com o período de 28 dias. Não houve diferença significativa para os diferentes programas de muda forçada para o peso do jejuno (Tabela 2 e Figura 4). Ao analisar-se o peso do íleo e do cólon-reto (Tabela 2 e Figura 4) constatou-se diferença significativa entre os

programas, sendo que para o peso do íleo verificou-se que o programa com menor nível de cálcio proporcionou maior valor médio de peso ($p < 0,05$) em relação ao método Califórnia. Em relação ao peso do cólon-reto pode-se observar que as aves do programa com baixo nível de sódio apresentaram maior peso médio ($p < 0,05$) em relação aos animais submetidos ao método Califórnia.

Observou-se no decorrer do período experimental que o peso corporal e das porções intestinais aos 140 dias foi maior em relação ao 28º dia (Tabela 2 e Figuras 3 e 5).

TABELA 2. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância do peso (g) da ave e das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

PESO						
Programas	Ave	Duodeno*	Jejuno	Íleo	Ceco	Cólon-reto
Califórnia	1554,32 \pm 55,86	11,60 \pm 0,44	41,41 \pm 2,69	5,54 \pm 0,47B	10,34 \pm 0,65	5,05 \pm 0,24B
Cálcio	1625,52 \pm 41,91	12,19 \pm 0,44	44,34 \pm 1,97	6,94 \pm 0,39 A	11,320,54 \pm	6,15 \pm 0,31AB
Zinco	1553,50 \pm 41,17	11,96 \pm 0,64	42,25 \pm 2,82	5,68 \pm 0,48AB	10,42 \pm 0,58	5,88 \pm 0,44AB
Sódio	1680,15 \pm 36,10	12,35 \pm 0,69	45,76 \pm 1,70	6,85 \pm 0,32AB	11,33 \pm 0,53	6,52 \pm 0,36A
Ciclo de produção (dias)						
28	1520,50 \pm 44,49	11,27 \pm 0,48	40,35 \pm 2,31B	5,68 \pm 0,49B	9,89 \pm 0,51	5,93 \pm 0,34AB
140	1583,54 \pm 48,95	14,46 \pm 0,53	50,10 \pm 3,04A	7,34 \pm 0,52A	11,56 \pm 0,57	6,74 \pm 0,32A
Probabilidades						
Programa	0,1008	0,5138	0,4830	0,0109	0,3592	0,0137
C. Produção**	0,0847	0,0001	0,0340	0,0120	0,0591	0,0007
Programa x C.Produção	0,2329	0,0316	0,1601	0,1602	0,0503	0,8518
C.V. (%)	11,50	13,63	22,35	26,13	21,27	24,15

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

*Interação com desdobramento na Tabela 3.

** C. Produção: ciclo de produção

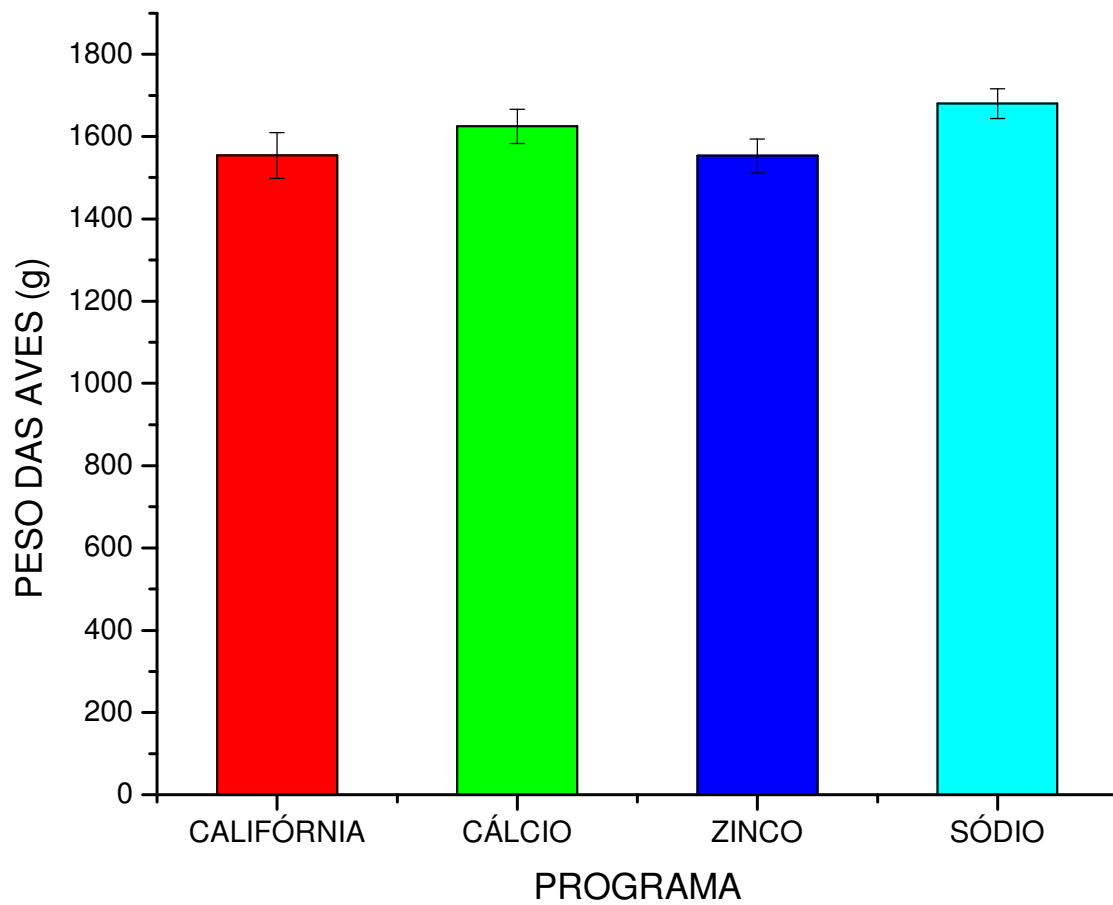


FIGURA 2. Médias \pm erro padrão da média do peso das aves submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

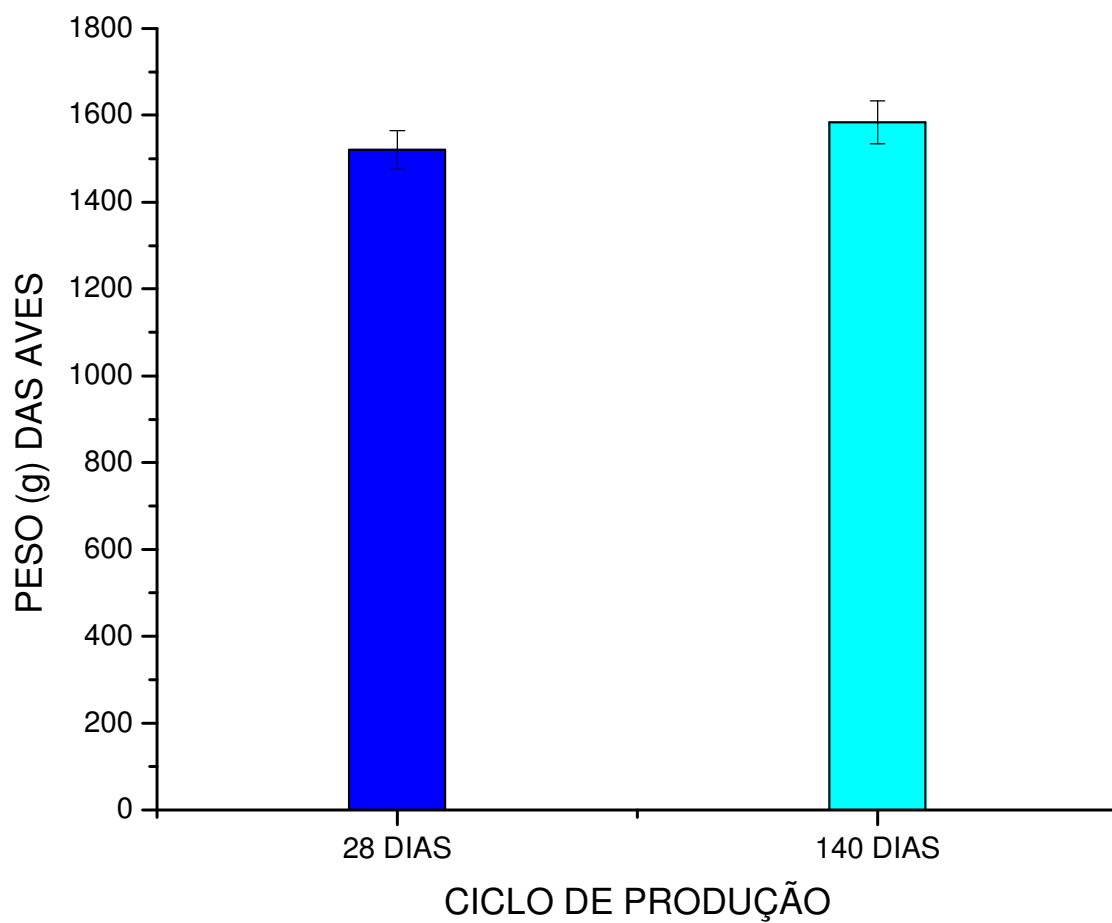


FIGURA 3. Médias \pm erro padrão da média do peso das aves submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

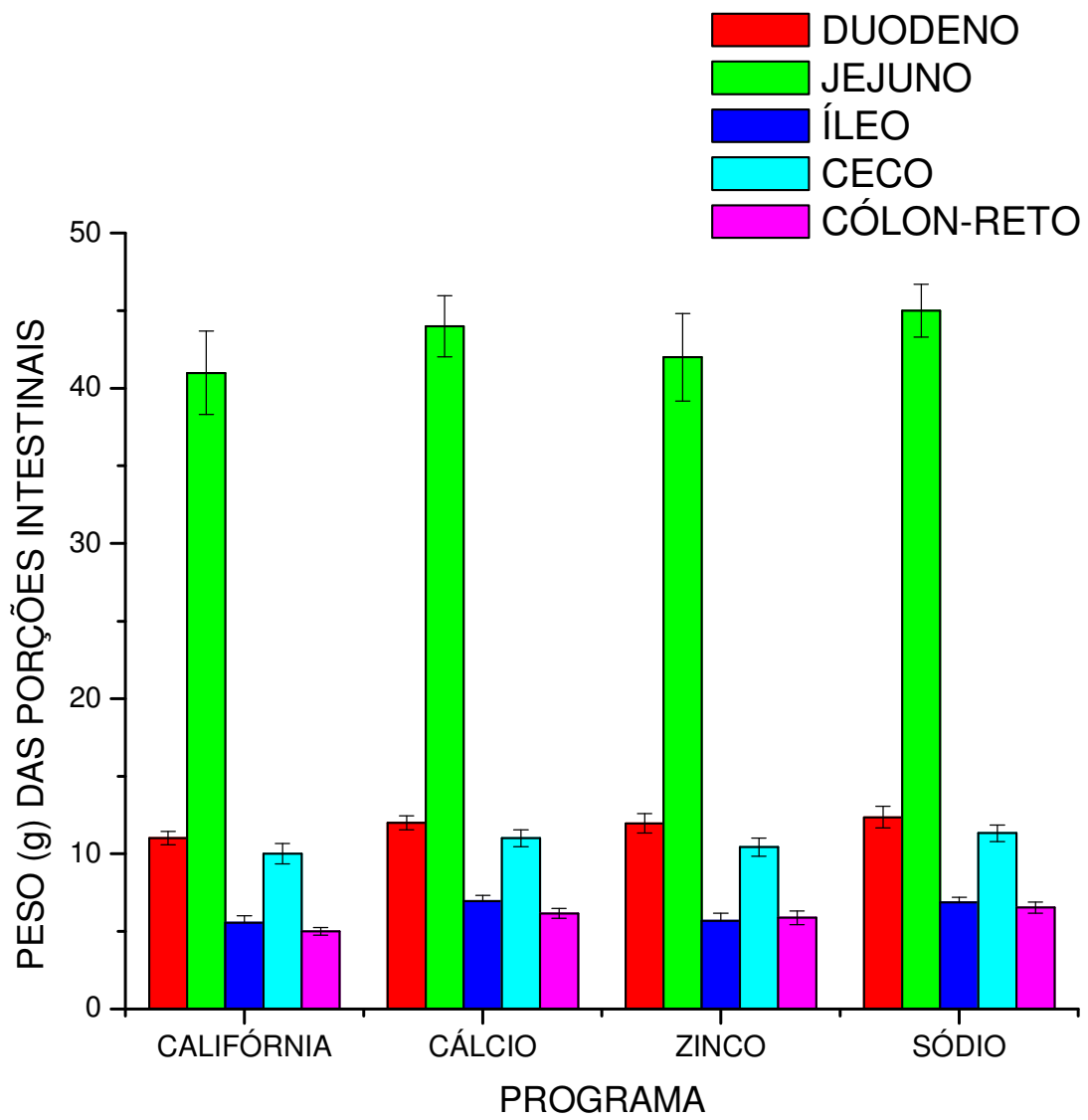


FIGURA 4. Médias \pm erro padrão da média do peso das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

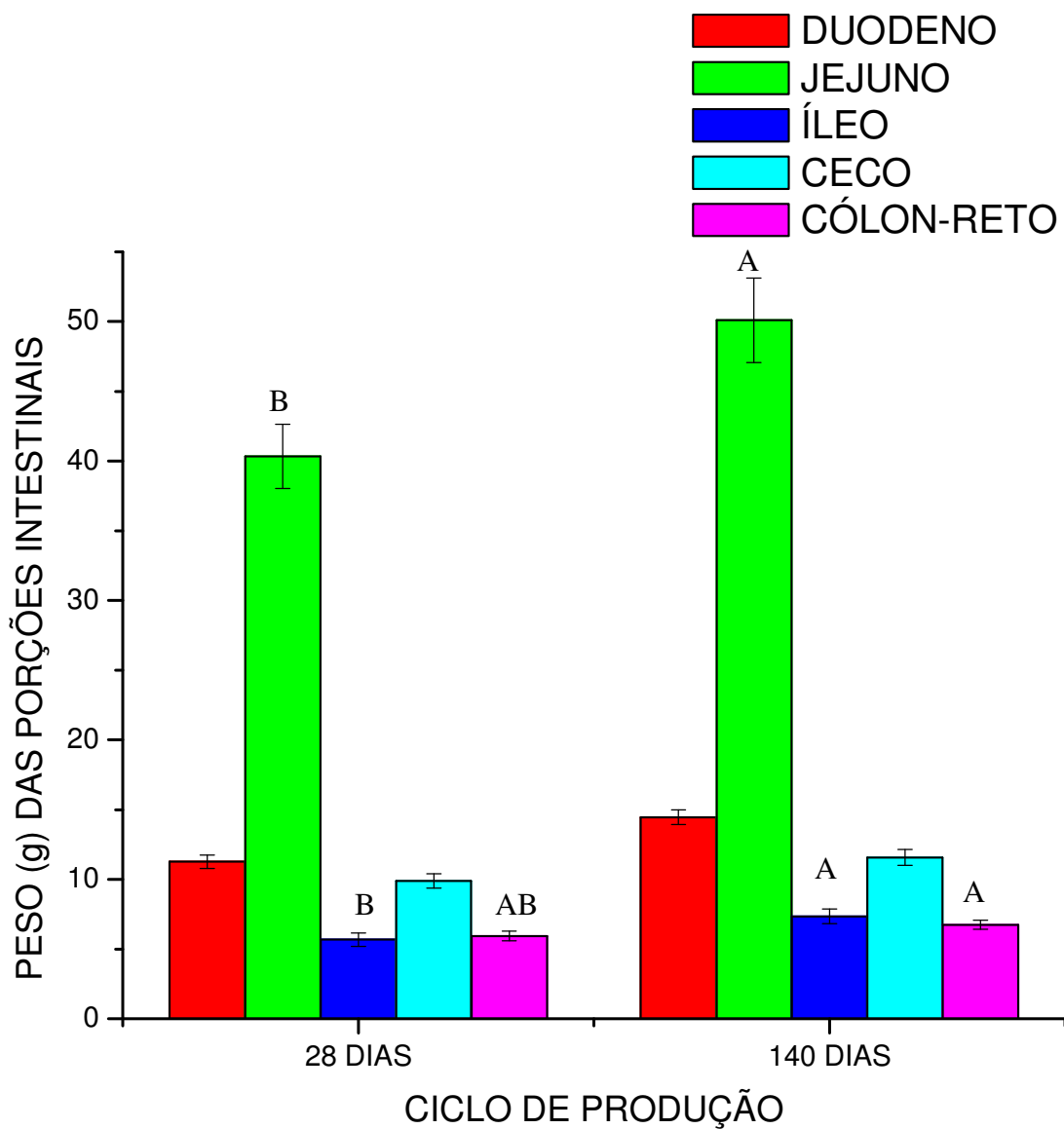


FIGURA 5. Médias \pm erro padrão da média do peso das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

TABELA 3. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para o peso (g) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Peso do duodeno	
	28 dias	140 dias
Califórnia	9,70 \pm 1,07Aa	12,94 \pm 0,63Aa
Cálcio	12,59 \pm 1,09Aa	14,59 \pm 0,62Aa
Zinco	10,49 \pm 0,41Ab	16,27 \pm 1,28Aa
Sódio	12,30 \pm 0,35Aa	14,03 \pm 1,17Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p(0,05).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p(0,05).

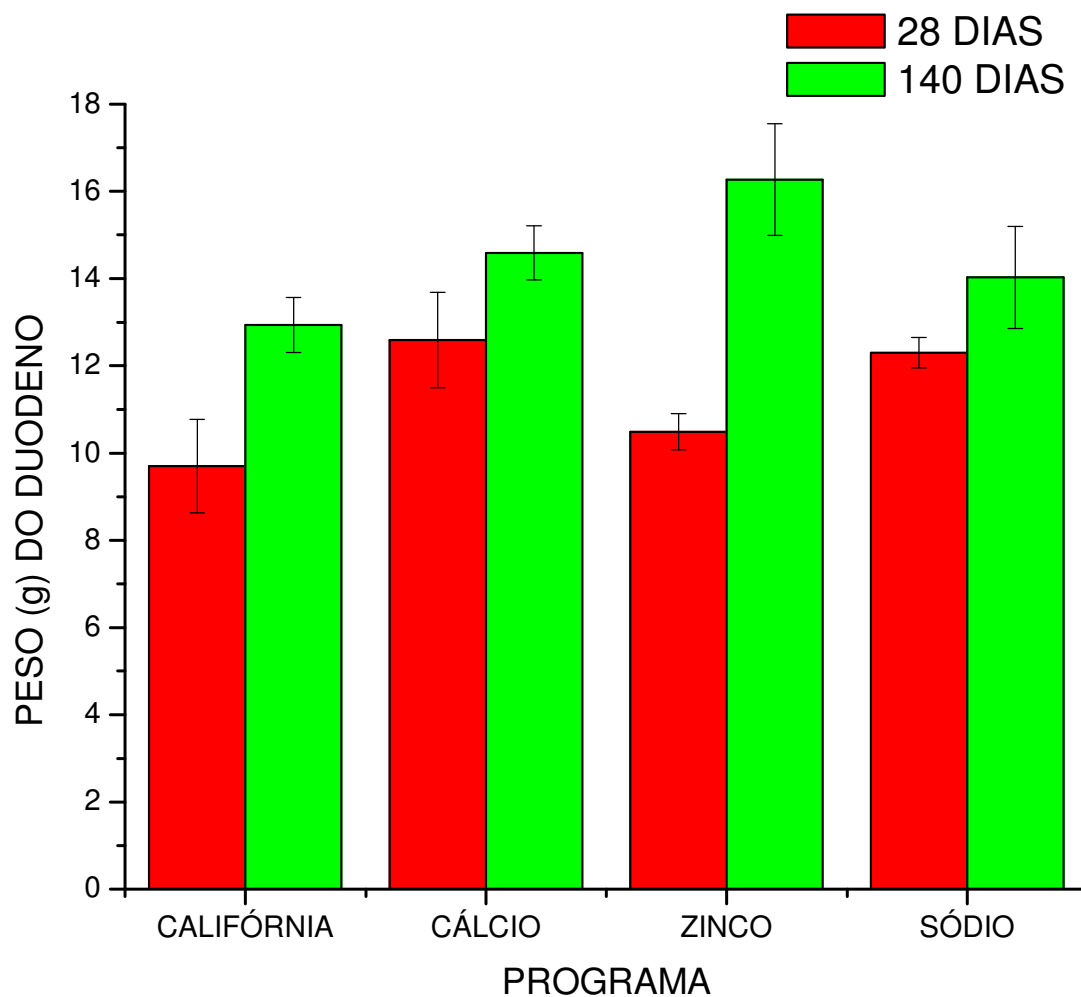


FIGURA 6. Peso (g) do duodeno de poedeiras comerciais submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

O comprimento médio do jejuno, do íleo e do ceco das aves (Tabela 4 e Figuras 7 e 8) submetidas aos diferentes programas de muda forçada não diferiram ($p > 0,05$) entre os programas. Porém, notou-se aos 140 dias que o peso do jejuno e do ceco aumentaram ($p > 0,05$) da mesma forma que o do íleo ($p < 0,05$), quando comparado ao 28º dia. Notou-se que o peso de todas as porções do intestino das aves tratadas com quatro diferentes programas de muda forçada obtiveram maior comprimento médio aos 140 dias do que aos 28 dias, exceto o do íleo que foi significativamente menor aos 28 dias.

TABELA 4. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância do comprimento (cm) das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

COMPRIMENTO					
Programas	Duodeno*	Jejuno	Íleo	Ceco	Cólon-reto*
Califórnia	23,12 \pm 1,04	86,40 \pm 3,57	12,40 \pm 0,58	14,62 \pm 0,32	7,42 \pm 0,31
Cálcio	22,70 \pm 0,71	89,60 \pm 3,14	13,70 \pm 0,57	14,60 \pm 0,53	8,58 \pm 0,32
Zinco	22,25 \pm 0,81	86,90 \pm 3,04	12,78 \pm 0,57	14,90 \pm 0,53	8,05 \pm 0,32
Sódio	23,77 \pm 0,95	95,63 \pm 2,74	13,22 \pm 0,48	14,97 \pm 0,55	8,20 \pm 0,37
Ciclo de produção (dias)					
28	22,87 \pm 0,69	83,87 \pm 4,00	12,62 \pm 0,49 B	15,15 \pm 0,66	8,00 \pm 0,52
140	26,18 \pm 0,66	95,00 \pm 2,42	15,31 \pm 0,51 A	15,62 \pm 0,51	8,81 \pm 0,21
Probabilidades					
Programa	0,4936	0,1420	0,3232	0,9250	0,0517
C. Produção**	0,0004	0,1379	0,0009	0,2459	0,0290
Programa x C.Produção	0,0090	0,3276	0,9518	0,3272	0,0261
C.V. (%)	14,04562	15,08596	17,61087	14,55882	15,98425

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

* Interação com desdobramento nas Tabelas 5 e 6

** C. Produção: ciclo de produção

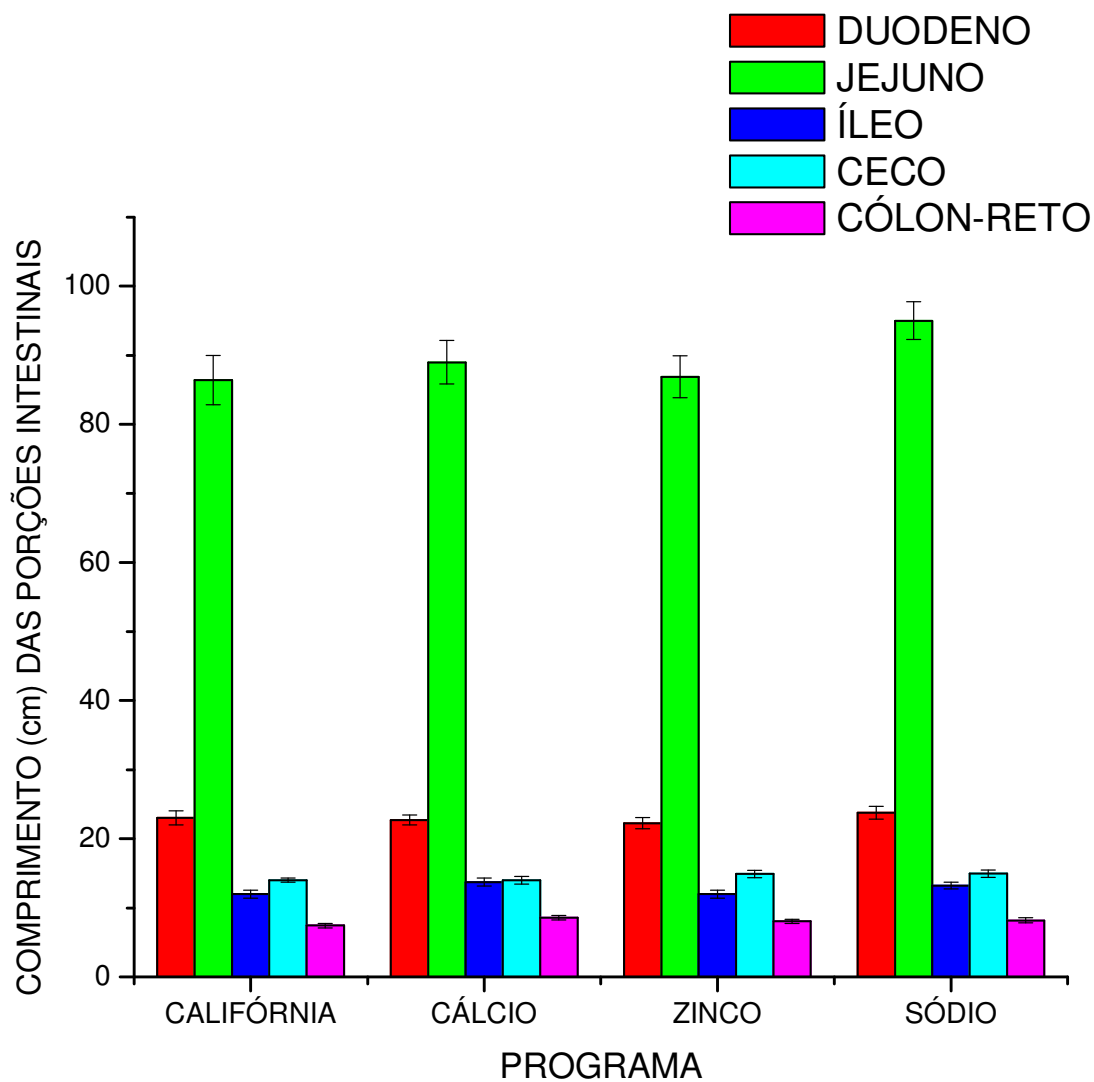


FIGURA 7. Médias \pm erro padrão da média do comprimento das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

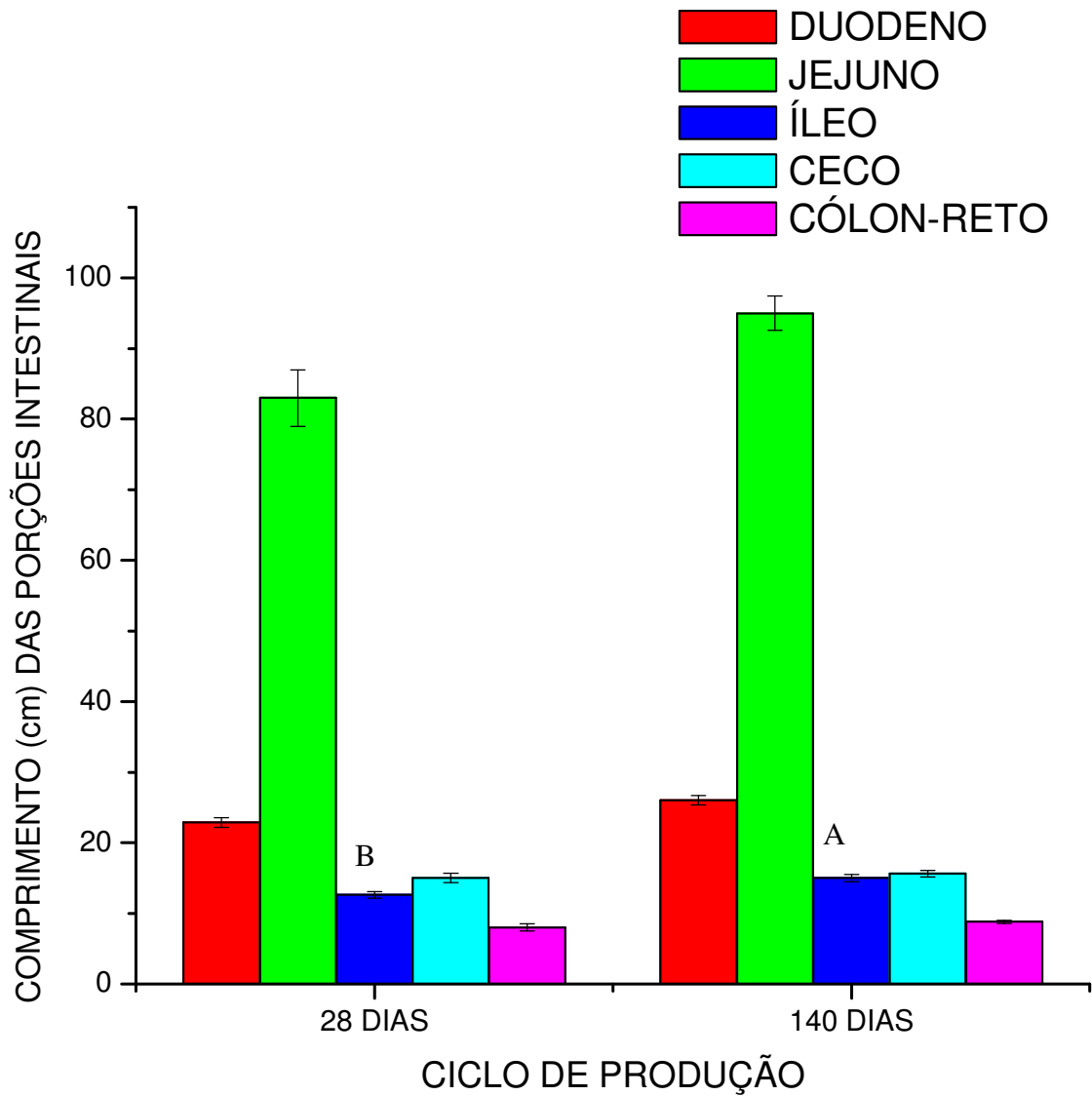


FIGURA 8. Médias \pm erro padrão da média do comprimento das porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

Ao analisar-se o comprimento do duodeno (Tabela 5 e Figura 9) observou-se que não houve diferença significativa entre os quatro diferentes programas de muda forçada analisados. Aos 28 dias nenhum programa diferenciou entre si, mas aos 140 dias, aves do método Califórnia obtiveram o maior comprimento do duodeno ($p>0,05$) em relação aos demais programas.

TABELA 5. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para o comprimento (cm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Comprimento do duodeno	
	28 dias	140 dias
Califórnia	23,75 \pm 1,43Aa	28,00 \pm 0,91Aa
Cálcio	21,75 \pm 0,85Aa	23,50 \pm 1,19Ba
Zinco	22,75 \pm 1,79 Aa	25,50 \pm 0,86ABa
Sódio	23,25 \pm 1,70 Aa	27,75 \pm 1,11ABa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).
Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

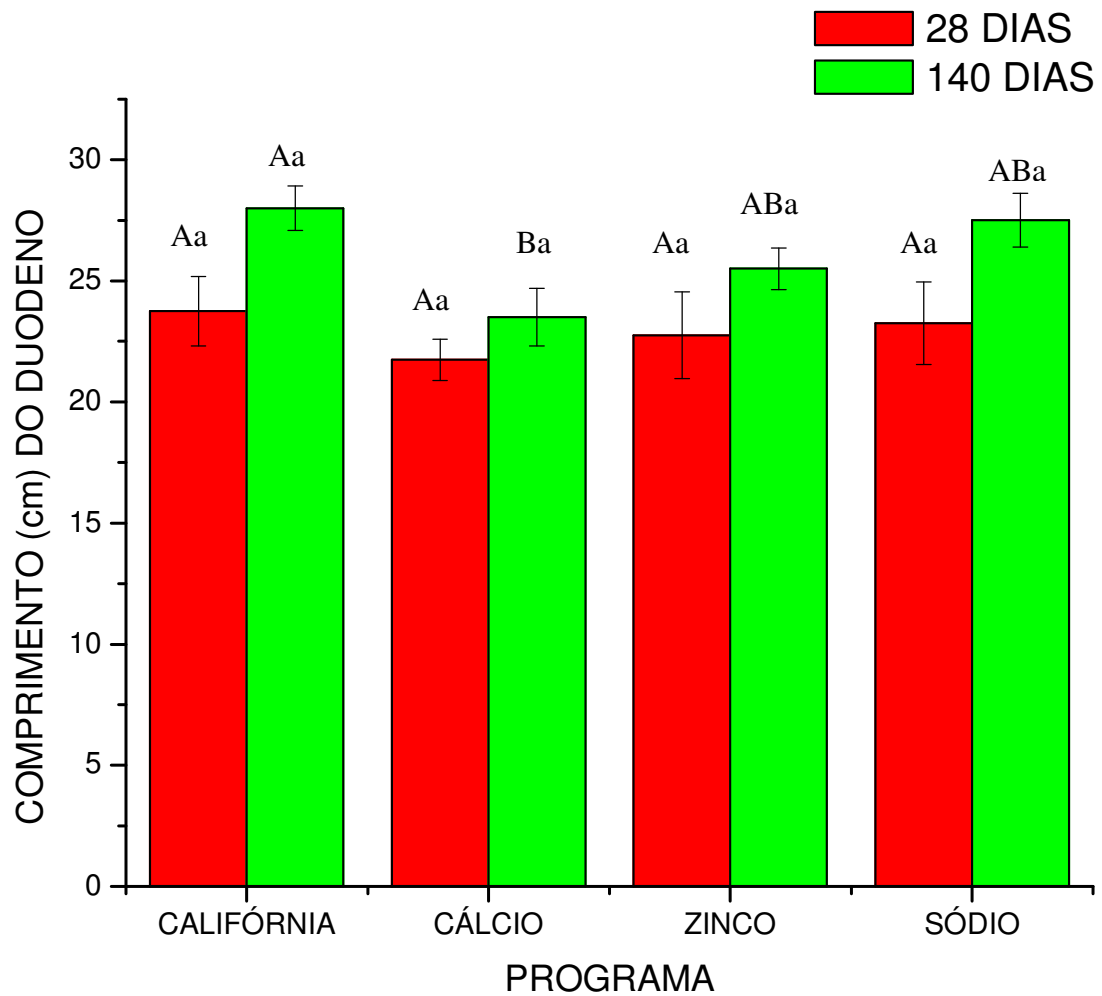


FIGURA 9. Comprimento (cm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

A Tabela 6 e a Figura 10 mostraram que o comprimento do cólon-retos das aves do programa com baixo nível de sódio aos 28 dias foi maior ($p < 0,05$) em relação ao das aves submetidas ao método Califórnia, sendo que aos 140 dias nenhum programa apresentou diferença significativa. Porém, somente as aves do método Califórnia aos 140 dias obtiveram um aumento significativo do comprimento do cólon-retos em relação aos 28 dias.

TABELA 6. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para o comprimento (cm) do cólon-retos de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Comprimento do cólon-retos	
	28 dias	140 dias
Califórnia	6,00 \pm 0,71Bb	9,00 \pm 0,41 Aa
Cálcio	8,00 \pm 0,41Aba	8,75 \pm 0,63 Aa
Zinco	8,00 \pm 1,15Aba	9,00 \pm 0,41 Aa
Sódio	10,00 \pm 0,81Aa	8,50 \pm 0,29 Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

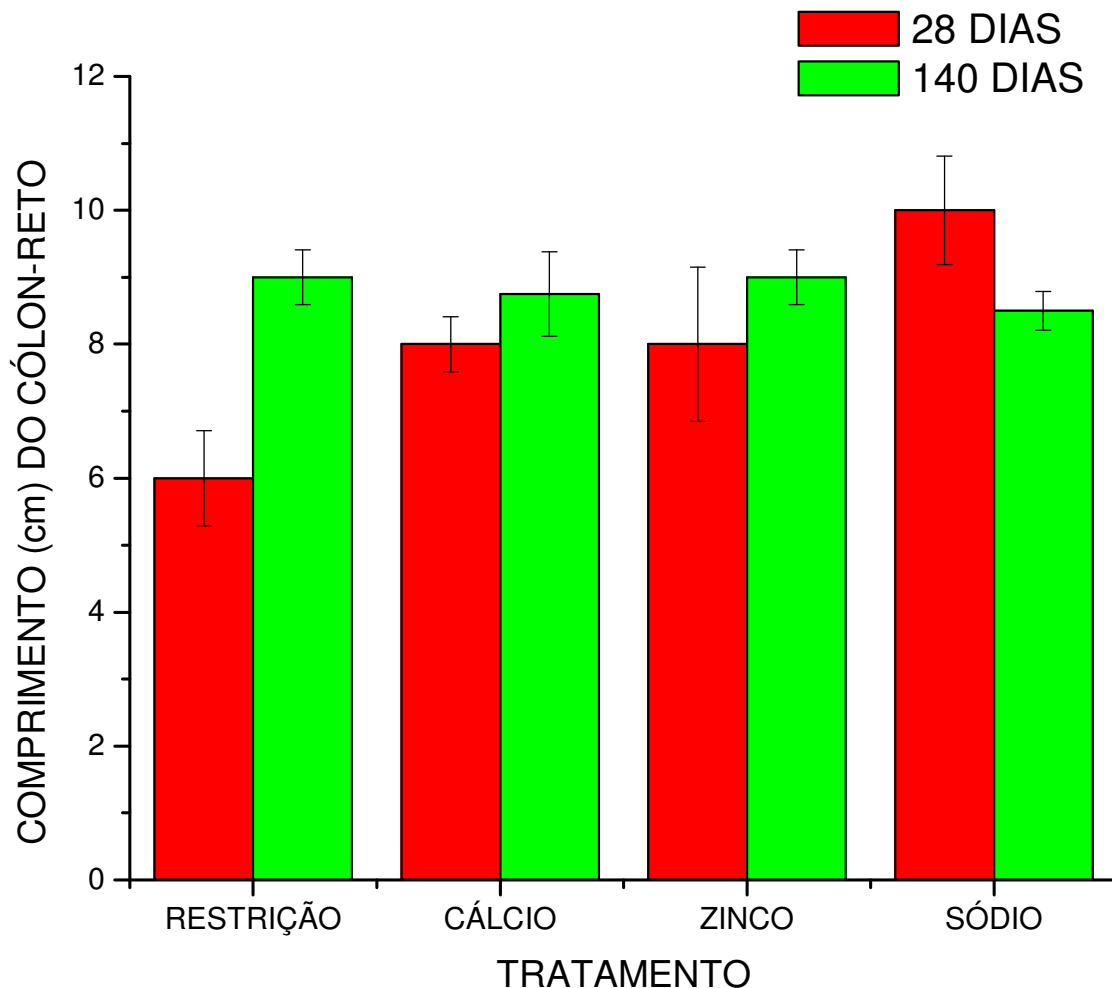


FIGURA 10. Comprimento (cm) do cólon-reto de galinhas poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

4. DISCUSSÃO

As aves do método Califórnia obtiveram o menor peso corporal quando comparados aos outros programas de muda forçada analisados concordando com BERRY e BRAKE (1985) que ao estudarem diversos programas de muda forçada, concluíram que no jejum alimentar há maior perda de peso vivo (aproximadamente 30 a

34% do peso corpóreo). Além disso, SILVA e SANTOS (2000), BERTECHINI e GERALDO (2005) ao estudarem galinhas poedeiras em jejum alimentar por 10 a 12 dias, observaram estresse e perda de peso. Adicionalmente, McCORNICK e CUNNINGHAM (1987) ao avaliarem a muda forçada pelo método de jejum (quatro e 10 dias) observaram que as aves perderam 16,6% e 26,6% de peso corporal aos quatro e 10 dias, respectivamente. As aves do programa com alto nível de zinco na dieta também obtiveram um menor peso corporal, pois o aumento de zinco na dieta provoca uma diminuição no consumo da ração pelas aves, por diminuir a palatabilidade (SAUVER, 1998; GARCIA, 2004), então os animais ao ingerirem menor quantidade de ração, tiveram um menor peso corporal. Além disso, a intoxicação demonstrada pelo acúmulo de zinco nos rins, fígado e pâncreas, interfere na secreção de insulina, promovendo um incremento no nível de glicose no sangue e urina, ocasionando desidratação e induz ao catabolismo de proteínas e gorduras (GARCIA, 2004).

Animais submetidos aos métodos quantitativos ou qualitativos nutricionais que modificam a concentração de determinados íons na ração como o cálcio e o sódio (CASTELO LLOBET et al., 1989) obtiveram menor perda corpórea como foi estudado por Brake et al. (1984), já que o objetivo da muda forçada em poedeiras é promover o rejuvenescimento da ave fazendo-a perder até 30% de seu peso vivo (KUENZEL, 2003; WEBSTER, 2003).

As aves do programa que utilizou baixo nível de sódio obtiveram a maior média de peso, porém a deficiência de sódio na ração de galinhas de postura provocou grande redução no consumo de ração e no peso corporal das aves (BEGIN e JOHNSON, 1976; KUCHINSKI, et al., 1997), além da diminuição da absorção de hexoses e aminoácidos conforme afirmaram BERRY e BRAKE (1985). Esses mesmos autores ao compararem diversos programas de muda forçada observaram que o jejum alimentar por sete dias propicia uma maior perda de peso do que o programa com baixo sódio e que rações com alto nível de zinco propiciaram uma perda de peso intermediária.

Notou-se que o cálcio foi o programa em que as aves perderam peso de forma intermediária se comparados com os outros três programas estudados e de acordo com

BRAKE et al. (1984) quando trabalhou com diferentes níveis de cálcio (1,0; 1,75; 2,5 e 3,5%) na dieta imediatamente pós-jejum, verificaram que o peso corporal da ave não foi afetado consistentemente, assim como BERG et al. (1964) que não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de frangas com 12, 16 e 21 semanas de idade, alimentadas no período de 8 a 21 semanas com ração contendo 0,66; 1,12 e 2,01% de cálcio.

Já em relação ao peso das vísceras, evidenciou-se menor peso nas aves que sofreram jejum alimentar em relação aos demais programas, concordando com BERRY e BRAKE (1985). Em todas as porções do intestino, constatou-se as menores médias de peso para as aves do método Califórnia e do programa com alto nível de zinco, sugerindo que a diminuição do peso dessas vísceras orgânicas refletiu no menor peso das aves desses programas, sendo que o intestino delgado tem a função de digerir e absorver (STISON e CALHOUN, 1982), graças às peptidases para a degradação de proteínas, enzimas para a degradação de carboidratos e pequenas quantidades de lipase intestinal para a degradação de gorduras neutras (DUKES, 1996), adicionalmente, o intestino grosso está relacionado com a digestão de aminoácidos (MORTENSEN, 1984) e a degradação de proteínas por bactérias (CHAPLIN, 1989), além da retenção de água e eletrólitos a partir do conteúdo intestinal (HILL, 1976).

O peso do duodeno diminuiu durante o período de jejum e aumentou aos 140 dias conforme foi estudado por BERRY e BRAKE (1991) e BREEDING et al., (1992). No duodeno ocorre grande parte da digestão e absorção dos alimentos, então com a diminuição do peso da víscera, sugere-se que pode ter ocorrido falhas de digestão e absorção, conseqüentemente, em menor peso corporal das aves. O zinco faz parte do suco pancreático e apresenta um ativo *turnover* metabólico (SAUVER, 1998; GARCIA, 2004) e sua absorção ocorre principalmente no intestino delgado (COUSINS, 1985), adicionalmente, o sódio participa dos processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos e sais biliares, pois também faz parte da composição eletrolítica do suco pancreático (JANOWITZ, 1968). Então, pode-se sugerir que esses métodos quantitativos de muda forçada podem ter interferido na absorção de nutrientes no duodeno das aves refletindo em um menor peso corporal.

Observou-se que aos 28 dias o peso do jejuno era menor do que aos 140 dias. No jejuno ocorre a maior parte da digestão-absorção (HILL, 1976; NOY e SKLAN, 1995) apresentando maior comprimento em relação às demais partes do intestino delgado (NICKEL, 1992) sugerindo que o menor peso aliado às interferências que possam ter ocorrido no processo de absorção no duodeno evidenciaram em menor peso corporal das aves no primeiro ciclo de produção, observando-se que aos 140 dias, houve um aumento significativo do peso da víscera já que houve uma estabilização na alimentação das aves, assim como ocorreu no íleo que possui também a função de absorção de produtos finais da digestão de proteínas, açúcares e gorduras (WOLFESON, et al., 1987).

Analisando-se o ceco, verificou-se menores pesos nas aves dos programas Califórnia e com alto nível de zinco aos 28 dias. Sabe-se que o zinco está associado ao processo de digestão de proteínas, pois é encontrado no suco pancreático (SAUVER, 1998; GARCIA, 2004). Os cecos das aves promovem a digestão de aminoácidos por uma microbiota cecal (MORTENSEN, 1984) e a degradação de proteínas por bactérias presentes nos mesmo (CHAPLIN, 1989), então sugere-se que as aves do método Califórnia ao serem submetidas ao jejum alimentar por 10 dias não ingeriram nutrientes e, conseqüentemente proteínas, além disso, o desbalanceamento de zinco nos animais do programa que utilizou alto nível de zinco provocou a diminuição da absorção de proteínas e também de aminoácidos o que culminou com os menores pesos corpóreos das aves nesses dois programas.

Evidenciou-se que o cólon, assim como todas as outras porções intestinais, teve o menor peso em aves do método Califórnia e do programa com alto nível de zinco. O cólon por estar envolvido na retenção de água e eletrólitos a partir do conteúdo intestinal (HILL, 1976), também contribui para o menor peso das aves nesses dois programas de muda forçada.

Em relação ao comprimento das diferentes porções do intestino, notou-se um aumento no comprimento médio de todas as partes do intestino aos 140 dias o que pode ter refletido no aumento do peso dessas vísceras, conforme BERRY e BRAKE (1991) que ao estudarem o duodeno de galinhas em período de jejum e após o

fornecimento de alimento. Ao analisar-se o duodeno, observou-se que houve um aumento significativo para o peso entre 28 e 140 dias em aves do programa com baixo nível de cálcio, o que sugere um aumento na digestão-absorção (STISON e CALHOUN, 1982) e, como conseqüência, no peso corporal da ave (Tabela 2), além do aumento de todas as outras porções intestinais do intestino delgado (jejuno e íleo) que possuem como função a digestão e absorção de nutrientes (STISON e CALHOUN, 1982; DUKES, 1996). No que tange ao cólon-reto cuja função é a retenção de água e eletrólitos (HILL, 1976) verificou-se que em aves do programa com baixo nível de sódio houve um menor comprimento aos 140 dias do que aos 28 dias, sugerindo que essa víscera poderia ter tido como mecanismo compensatório durante o período em que as aves estavam com menor nível desse eletrólito para estimular a absorção do sódio, já que é um cátion importante na manutenção da pressão osmótica, do equilíbrio eletrolítico e do balanço ácido-base (MILES e ROSSI, 1984), além de participar nos processos digestivos (JANOWITZ, 1968).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se após a análise dos resultados e nas condições experimentais que aves submetidas ao método Califórnia por 10 dias tiveram respostas biométricas de peso e de comprimento das diferentes porções intestinais semelhantes aos animais que tiveram alto nível de zinco adicionado à dieta, pois esses dois programas de muda forçada proporcionaram menor peso corporal não significativo para as aves, além de menor peso e comprimento de vísceras.

6. REFERÊNCIAS

BEGIN J. J.; JOHNSON T. H. Effect of dietary salt on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 2395 – 2404, 1976.

BERG, L.R.; BEARSE, G.E.; MERRILL, L.H. The calcium and phosphorus requirements of White Leghorn pullets from 8-21 weeks. **Poultry Science**, Champaign, v.43, n.4, p.885-896, 1964.

BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS NETO, A. G. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. São Paulo: Edart. Ed. da Universidade de São Paulo, 1976. 239 p.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Comparison of parameters associated with molt induced by fasting, zinc and low dietary sodium in caged layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 20-27, 1985.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Modulation of calbindin-D28K in avian egg shell gland and duodenum. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 655-657, 1991.

BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A. Conceitos modernos em muda forçada de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7º, SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2º, 2005, Goiânia. **Seminários Técnicos de Avicultura**, Goiânia, 2005. p. 1-13.

BLIKSLARGER, A.T.; ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal American Veterinary Medical Association**, Washington, v. 211, n. 9, p.1437-1441, 1997.

BRAKE, J.; GARLICH, J. D.; CARTER, T. A. Relationship of dietary calcium level during the prelay phase of an induced molt to post-molt performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, n. 12, p. 2497-2500. 1984.

BRAKE, J. T. Recent advances in molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 3, p. 929-931, 1993.

BREEDING, S. W.; BERRY, W. D.; BRAKE, J. Research note: Maintenance of duodenum weight during a molt induced by dietary zinc in a low-calcium diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 1408-1411. 1992.

CASTELO LLOBET, J. A.; PONTES, M.; FRANCO GONZALEZ, F. **Producción de huevos**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 367 p.

CHAPLIN, S. B. Efecty of caeectomy on water and nutrient absorption of birds. **Journal Experimental of Zoology Supplement**, Hoboken, v. 3, p. 81-86, 1989.

COUSINS, R. J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. **Physiology Review**, Washington, v. 65, n. 2, p. 238-309, 1985.

DUKES, G. E. Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. In: STURKIE, P. D. **Avian Physiology**, 4ed. Springer-Verlag, 1996, p. 269-288.

GARCIA, E. A. Muda forçada em poedeiras comerciais e codornas. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, **Anais...**, Santos, v. 2, p. 45-62, 2004.

HILL. K. J. The anatomy and general physiology of the alimentary tract. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Digestion in the fowl**. Brazillian Poultry Science, 1976, p. 3-24.

JANOWITZ, H. D. Pancreatic secretion of fluid and electrolytes. In: CODE, C. F.; HEIDEL, W., (Ed.). Handbook of Physiology: sc. 6, Alimentary canal. v. 2, Secretion. **American Physiology Society**, Washington, p 925-933.

KUENZEL, W. J. Neurobiology of molt in avian species. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 981-991, 2003.

KUCHINSKI, K. K.; HARMS, R. H.; RUSSEL, G. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANUAL MEETING, 1997, Athenas. **Proceedings...** Athens: Poultry Science, v. 59, suppl. 1, p. 236, 1997.

McCORNICK, C. C.; CUNNINGHAM, D. L. Performance and physiological profiles of high dietary zinc and fasting as methods of inducing a force rest: a direct comparisons. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 1007-1013, 1987.

MILES, R. D.; ROSSI, A. Cation-anion balance in laying hens. In: FLORIDA NUTRITIONAL CONFERENCE, 1984, Clearwater Beach. **Proceedings...** Clearwater Beach: University of Florida, 1984. p.15-22.

MORTENSEN, A. Importance of microbial nitrogen metabolism in the cecum of the birds. In: KLUG, M. J.; REDDY, C. A. Current perspectives in microbial ecology. **American Society of Microbiology**, Washington D. C. , p. 273-278, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requeriments of poultry**. 9 ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. 155p.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**. Champaign, v. 74, n. 2, p.366-373, 1995.

SAUVER, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs**. Paris: INRA, 1998. p. 449.

SILVA, J. H. V.; SANTOS, V. J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca dos ovos durante a muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1440-1445, 2000.

STISON, A. W.; CALHOUN, M. L. Sistema digestivo. In: DELLMANN, H.; BROWN, E. M. **Histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara-Koogan, 1982. p. 163-211.

TURK, D. E. The anatomy of the avian digestive tract as related to feed utilization. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, p. 1225-1244, 1982.

WEBSTER, A. B. Physiology and behavior of the during induced molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 992-1002, 2003.

WOLFENSON, D.; SKLAN, D.; GRABER, Y.; KEDAR, O.; BENGAL, I.; HURWITZ, S. Absorption of protein, fatty acids and minerals in young turkeys under heat and cold stress. **Brazilian Poultry Science**, Campinas, v. 28, p. 739-742, 1987.

CAPÍTULO 3 – HISTOMORFOMETRIA DO INTESTINO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA

RESUMO

Os programas de muda forçada são utilizados em poedeiras comerciais visando melhorar o desempenho zootécnico na produção de ovos. Utilizou-se 32 galinhas poedeiras Hisex Brown com 58 semanas de idade alojadas em um galpão de postura com gaiolas (2 aves/gaiola) na Unesp, campus de Jaboticabal, expostas à 17 horas de luz, diariamente, com água e ração *ad libitum* e submetidas a diferentes programas de muda forçada para análise histomorfométrica das diferentes porções intestinais através da altura e densidade de vilos do duodeno, do jejuno, do íleo, do ceco e do cólon-reto e contagem do número de células caliciformes do jejuno e do ceco. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 programas contendo 4 aves e 2 ciclos de produção aos 28 e 140 dias. Os programas utilizados foram: método Califórnia, baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio. Os dados foram submetidos à análise de variância e em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Observou-se que as aves submetidas ao método Califórnia por 10 dias tiveram respostas histomorfométricas semelhantes aos animais dos programas com baixo nível de cálcio e de sódio adicionados à dieta, pois apresentaram, na mucosa intestinal, altura e densidade de vilos e número de células caliciformes maiores em relação às aves do programa com alto nível de zinco, caracterizada pelas menores altura e densidade de vilos e números de células caliciformes em relação aos demais programas.

Palavras-chave: células caliciformes, intestino, muda forçada, nutrição, poedeiras, vilos

ABSTRACT

The forced molting program in commercial laying hens had being utilized for get better the performance of birds for one more eggs production cycle. In this experiment, 32 Hisex Brown commercial laying hens with 58 week of age were caged (2 birds/cage) at Unesp, campus Jaboticabal and submitted for the different forced molting program and received ration and water and program of growing light up to 17 hours a day after the induction period for the histomorphometric analysis of the different portions of the intestine how height and density of villus of duodenum, jejunum, ileum, cecum and rectum and the goblet cells of the jejunum and cecum. The birds were distributed in a randomized experimental assay with 4 programs containing 4 birds and 2 production cycles (28 and 140 days). The animals were distributed into four programs: Califórnia method (control program), diet with low level of calcium, diet with high level of zinc and diet with low level of sodium. The data were submitted to the variance analysis and in case of significant difference, the averages were compared by the test of Tukey. This study showed that birds submitted to the method California for 10 days had similar histomorphometric parameters of the animals of the programs with low level of calcium and sodium. These chickens presented, in their intestinal mucosa, larger villus height and villus density and goblet cells in relation to the birds of the program with high level of zinc. The chicken that had high zinc concentration in diet showed smaller villus height and villus density and goblet cells. This program caused more cellular injury of the other programs of molting forced.

Keywords: goblet cells, intestine, molting forced, nutrition, laying hen, villus.

1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento da mucosa intestinal decorre por dois eventos citológicos sendo eles a renovação celular (proliferação e diferenciação) que ocorre na cripta e ao longo dos vilos e a perda de células por descamação que ocorre naturalmente no ápice dos vilos (UNI et al., 1998; UNI, 2000). O equilíbrio entre esses processos recebe o nome de *turnover* celular, ou seja, a taxa de renovação celular constante e, portanto, a capacidade digestiva e de absorção intestinal (UNI et al., 1998), pois quanto maiores os vilos e sua densidade, maiores serão as áreas de digestão e absorção (BOLELI et al., 2002).

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade dos vilos, o que corresponde a um aumento no número de suas células epiteliais que são os enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas (IMONDI e BIRD, 1966, BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA e HOLAN, 1976 citados por MAIORKA et al 2002).

A altura de vilos e sua densidade estão relacionados com a ação de fatores tróficos, que são agentes estimuladores do desenvolvimento da mucosa intestinal, ou seja, estimulam o processo mitótico celular e, como conseqüência, aumentam o número de células e o tamanho dos vilos. Um agente trófico estimula o crescimento ou reparo da mucosa intestinal por promover a síntese de DNA o que estimulará o aumento da taxa de mitoses celulares (MAIORKA et al., 2002). A presença de nutrientes no lúmen é fator estimulante do crescimento dos vilos e criptas (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985), porém o estímulo físico parece não influenciar no desenvolvimento da mucosa, pois TARACHAI e YAMAUCHI (2000) utilizando-se de caulin para avaliar o efeito do estímulo físico do alimento sobre o desenvolvimento da mucosa observaram que a mucosa intestinal parece não responder unicamente ao estímulo físico. Esses mesmos autores verificaram que na presença de nutrientes, o lúmen intestinal apresenta maior desenvolvimento, resultando em aumento da altura dos vilos, sugerindo que o desenvolvimento da mucosa ocorreu devido às características químicas dos nutrientes.

Adicionalmente, aminas biogênicas como a poliamina produzidas pelas células enteroendócrinas atuam como agentes tróficos, pois o alimento contém compostos que estimulam diretamente o crescimento da mucosa ou são convertidos em fatores tróficos pela ação das enzimas digestivas (YANG, et al., 1984).

YAMAUCHI e ISHIKHI (1991) relataram que a densidade de vilos é diferente nas várias porções intestinais (duodeno, jejuno e íleo) e o número vilos/área é reduzido em função da idade, sendo observado uma redução maior em frangos de corte do que em poedeiras.

O intestino delgado tem a função de digerir e absorver graças aos vilos intestinais (STISON e CALHOUN, 1982), pois nessa região encontram-se peptidases para a degradação de proteínas, enzimas para a degradação de carboidratos e pequenas quantidades de lipase intestinal para o catabolismo de gorduras neutras (DUKES, 1986). No intestino grosso ocorre a absorção de água e a digestão de aminoácidos e proteínas por uma microbiota cecal (MORTENSEN, 1984; CHAPLIN, 1989) e a retenção de água e eletrólitos a partir do conteúdo intestinal (HILL, 1976).

Em poedeiras comerciais, a muda forçada tem por objetivo promover o rejuvenescimento da ave fazendo-a perder até 30% de seu peso vivo (KUENZEL, 2003; WEBSTER, 2003).

A retirada da ração dos comedouros durante 10 a 12 dias provoca um estresse severo e causa a perda de peso da ave paralisando a postura de ovos (BERRY e BRAKE, 1985; SILVA e SANTOS, 2000; BERTECHINI e GERALDO, 2005). Em caso de jejum prolongado, as células epiteliais passam a apresentar grandes vacúolos autofágicos lisossomais, característicos de morte celular, sugerindo que o jejum causa digestão intracelular e conseqüente redução na altura dos vilos (YAMAUCHI et al., 1996), levando provavelmente a um aumento da taxa de extrusão e conseqüente redução na altura dos vilos. Restrição alimentar causa uma regressão no desenvolvimento da mucosa, todavia seus efeitos sobre as três regiões intestinais podem ser diferentes, segundo NAKAGE (2000) citado por MAIORKA (2002), a restrição precoce (durante a 2ª semana de vida) e tardia (5ª semana de vida) causam uma redução significativa no comprimento vilo-cripta no duodeno, mas não no jejuno é

íleo. A alimentação à vontade promove um aumento desses parâmetros morfométricos da eclosão até o 21^o dia de idade em todos os segmentos. Porém, a altura dos vilos aumenta mais rapidamente no duodeno e jejuno do que no íleo (NOY e SKLAN, 1997). O mesmo ocorre com o número de vilos em poedeiras alimentadas à vontade (UNI et al., 1996).

O cálcio atua na ativação da adenosina-trifosfatase (ATPase) que age na liberação de um grupo fosfato da molécula de ATP, transformando-a em ADP nos processos de mobilização de energia (WANNAMACHER e DIAS, 1986). O cálcio promove uma ligação entre os sinais elétricos e químicos na membrana celular e eventos bioquímicos dentro da célula que realizam a contração do epitélio intestinal (ARGENZIO et al, 1974).

A absorção do zinco ocorre principalmente no intestino delgado (COUSINS, 1985). As funções primárias do zinco parecem estar no processo fundamental de replicação celular e expressão gênica e no ácido nucléico e metabolismo de aminoácidos, além de diversas reações enzimáticas (DUKES, 1996).

BERRY e BRAKE (1985) concluíram que o efeito de níveis baixos de sódio na ração pode não ser devido somente à deficiência deste elemento por si só, mas possivelmente devido à deficiência de outros nutrientes como as hexoses e os aminoácidos que são carregados por proteínas sódio-dependentes no intestino, causando uma má absorção de nutrientes pela ave.

Para a otimização do desempenho avícola de postura factíveis e condizentes com os atuais sistemas de produção industrial de ovos, o presente trabalho tem por objetivo avaliar as respostas histomorfométricas por meio da medida da altura e de densidade de vilos e contagem do número de células caliciformes (jejuno e ceco) das porções anatômicas das partes dos intestinos de galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalações e equipamentos

O experimento foi realizado no aviário experimental da Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, São Paulo. O galpão de postura utilizado foi do tipo convencional medindo três metros de largura e dois metros de pé-direito com gaiolas de postura em arame galvanizado que constavam de quatro compartimentos de 25x40x40 centímetros, distribuídas lateralmente em dois andares. Trabalhou-se com duas aves por gaiola, o comedouro era tipo calha e o bebedouro nipple tipo copo plástico.

2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição

Utilizou-se 32 aves de postura da linhagem comercial Hisex Brown, com aproximadamente 58 semanas de idade, alojadas em gaiolas de postura. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constando de quatro programas e dois ciclos de produção aos 28 e aos 140 dias, sendo que cada programa continha quatro aves. No início do experimento, as aves foram submetidas à seleção, pesadas e distribuídas aleatoriamente em parcelas experimentais. Durante o período de indução da muda forçada, as aves receberam somente luz natural. Após esse período, introduziu-se a luz artificial progressivamente até que atingisse 17 horas de luz ao dia (luz artificial + luz natural).

As aves receberam água e ração *ad libitum*. A dieta à base de milho e farelo de soja seguiu as recomendações de exigências nutricionais, de acordo o NRC (National Research Council) (1994). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.

Ingrediente	Baixo Ca	Alto Zn	Baixo Na	Postura
	(%)			
Milho	69,94	69,94	69,94	65,71
Farelo de Soja	14,67	14,67	14,67	18,87
Farelo de Trigo	10,00	10,00	10,00	4,50
Lisina	0,00	0,00	0,00	0,02
Calcário	0,00	1,31	1,31	9,02
Fosfato bicálcico	0,15	1,00	1,00	1,26
Sal comum	0,28	0,28	0,04	0,42
Supl. vit. min. aminoácido*	0,20	0,20	0,20	0,20
Óxido de zinco	0,00	2,00	0,00	0,00
Inerte	4,76	0,60	2,84	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Níveis Nutricionais				
EM, kcal/kg	2,900	2,900	2,900	2,750
PB (%)	14,25	14,25	14,25	15,00
Ca (%)	0,10	0,80	0,80	3,80
Pd (%)	0,30	0,30	0,30	0,34
Metionina (%)	0,23	0,23	0,23	0,40
Metionina + cistina (%)	0,48	0,48	0,48	0,65
Lisina (%)	0,62	0,62	0,62	0,72
Na (%)	0,15	0,15	0,05	0,20
Ácido linoléico (%)	1,50	1,50	1,50	1,35

* Níveis de garantia do suplemento vitamínico mineral aminoácido por quilograma do produto: vit. A: 5.000.000 mg; vit. D₃: 1.100.000 mg; vit. E: 4.000 mg; vit. K₃: 1.000 mg; vit. B₁: 500 mg; vit. B₂: 1.500 mg; vit. B₆: 500 mg; vit. B₁₂: 3.000 mcg; biotina: 10 mg; pantotenato: 5.000 mg; niacina: 10.000 mg; ácido fólico: 100 mg; promotor crescimento: 30.000 mg; cloreto de colina 50%: 100.000 mg; cobalto: 50 mg; cobre: 3.000 mg; iodo: 500 mg; selênio: 100 mg; manganês: 25.000 mg; zinco: 25.000 mg; ferro: 25.000 mg; DL-Metionina: 400.000 mg. coccidiostático: 31.250 mg; antioxidante: 2.000 mg; veículo q.s.p: 1.000 g

Os programas utilizados para muda forçada foram: o método Califórnia (jejum alimentar, utilizado como grupo controle) que consistiu em submeter o grupo de aves a um período de jejum alimentar nos primeiros 10 dias da realização da muda e fornecimento de milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura do 11^o ao 28^o dia de forma escalonada na proporção de 20 g/ave/dia até que o fornecimento se normalizasse atingindo 100 g/ave/dia; a utilização de uma dieta com baixo nível de cálcio (0,1%) durante 14 dias, sendo que, a partir deste dia até o 28^o dia

forneceu-se milho moído com suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com alto nível de zinco, em que as aves receberam uma dieta com 2% de óxido de zinco durante 10 dias e do 11^o ao 28^o dia consumiram milho moído acrescido de suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com baixo nível de sódio (0,05%) durante 14 dias, após os quais foram fornecidos milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura até o 28^o dia. Para todos os programas, após os 28 dias, as aves receberam uma dieta de postura (Tabela 1).

2.3.Avaliação das medidas histomorfométricas do intestino

As medidas histomorfométricas do intestino foram realizadas aos 28^o dia do início do período experimental e aos 140^o dias. Para isso, quatro aves de cada programa foram sacrificadas por deslocamento cervical, em cada ciclo de produção para a coleta de amostras de dois centímetros do duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon-reto que foram coletadas, abertas longitudinalmente, lavadas em solução tampão fosfato (0,1 M, pH 7,4) e fixadas em solução de Bouin por 24 horas. Posteriormente, banhos sucessivos de álcool 70% foram aplicados sobre as amostras para a retirada do fixador, em seguida, desidratadas em uma série de concentração crescente de álcoois. Após a desidratação do material, as amostras foram recortadas em fragmentos de 0,5 cm de comprimento, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram preparadas cinco lâminas por segmento, de cada animal e em cada lâmina foram colocados cinco cortes semi-seriados com cinco micrômetros de espessura, sendo que entre um corte e o subsequente foram desprezados 12 cortes. Os cortes destinados foram corados com a técnica da hematoxilina-eosina (BEHMER, 1976) e pela técnica do Ácido Periódico de Schiff (PAS) (McMANUS, 1946).

As imagens para o estudo morfométrico da altura das vilosidades e da densidade dos vilos (duodeno, jejuno, íleo, ceco e cólon-reto), do número de células caliciformes por campo do jejuno e ceco foram capturadas e armazenadas em um cartão de memória sendo posteriormente descarregadas em um microcomputador. Para tanto, utilizou-se o programa computacional instalado em um analisador de imagem "Pro Plus

4.1” da Cibernetics do Brasil para análise das imagens e quantificação dos parâmetros propostos.

Em um total de 160 lâminas (4 programas X 2 ciclos de produção X 4 aves X 5 segmentos intestinais) foram efetuadas 30 medidas/lâmina de altura de vilosidade intestinal (μm), de densidade de vilos por campo (número de vilo/ $11.453.306 \mu\text{m}^2$) e contagem de células calciformes por dois vilos por campo. As medidas de altura das vilosidades foram tomadas a partir da região basal, que coincide com a porção superior das criptas até o ápice.

2.4. Análise estatística

Os dados foram verificados quanto à presença de valores discrepantes (“outliers”) e testou-se as pressuposições de normalidade dos erros studentizados (teste de Cramer Von Mises) e de homogeneidade de variância (teste de Brown-Forsythe). Após constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS (SAS Institute, 2002) e em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

3. RESULTADOS

A Tabela 2 e as Figuras 1 e 2 mostraram que a altura de vilos do duodeno, do íleo e do ceco apresentaram diferença significativa aos diferentes métodos de muda forçada e para a interação programa e ciclo de produção. Observando-se a média da altura de vilos do jejuno houve significância entre os diferentes ciclos de produção. Porém, a menor média da altura de vilos ($p < 0,05$) do cólon-reto ocorreu em aves tratadas com baixo nível de zinco em relação aos animais que receberam baixo nível de sódio na ração ou que não se alimentaram durante 10 dias (programa jejum alimentar). Notou-se que aos 140 dias as médias de altura de vilos para as diferentes porções do intestino apresentaram-se menores, com exceção do cólon-reto quando comparada aos 28 dias experimentais.

TABELA 2. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da altura de vilos (μm) das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

Programa	Duodeno*	Jejuno*	Íleo*	Ceco*	Cólon-reto
Califórnia	762,91 \pm 15,99	631,12 \pm 10,93	550,50 \pm 5,97	458,94 \pm 10,57	505,12 \pm 13,07AB
Cálcio	732,26 \pm 17,02	604,50 \pm 14,31	525,18 \pm 3,80	436,37 \pm 4,23	470,00 \pm 9,71BC
Zinco	631,47 \pm 25,58	606,36 \pm 13,42	527,16 \pm 10,84	442,27 \pm 11,00	441,31 \pm 9,81C
Sódio	628,03 \pm 12,54	611,87 \pm 12,48	551,28 \pm 6,82	494,36 \pm 12,19	516,35 \pm 7,87A
Ciclo de produção (dias)					
28	728,59 \pm 22,41	617,88 \pm 15,22	531,18 \pm 11,63	460,80 \pm 11,19	473,03 \pm 15,18
140	691,42 \pm 14,88	580,046 \pm 13,84	528,48 \pm 3,59	427,99 \pm 10,56	481,91 \pm 11,32
Probabilidades					
Programa	0,0001	0,2232	0,0008	0,0001	0,0501
C. Produção**	0,0263	0,0061	0,1347	0,0020	0,8769
Programa x C. Produção	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,1576
C.V. (%)	9,065964	7,426931	4,674098	7,636949	9,358732

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

* Interação com desdobramento nas Tabelas 3, 4, 5, 6.

** C. Produção: ciclo de produção

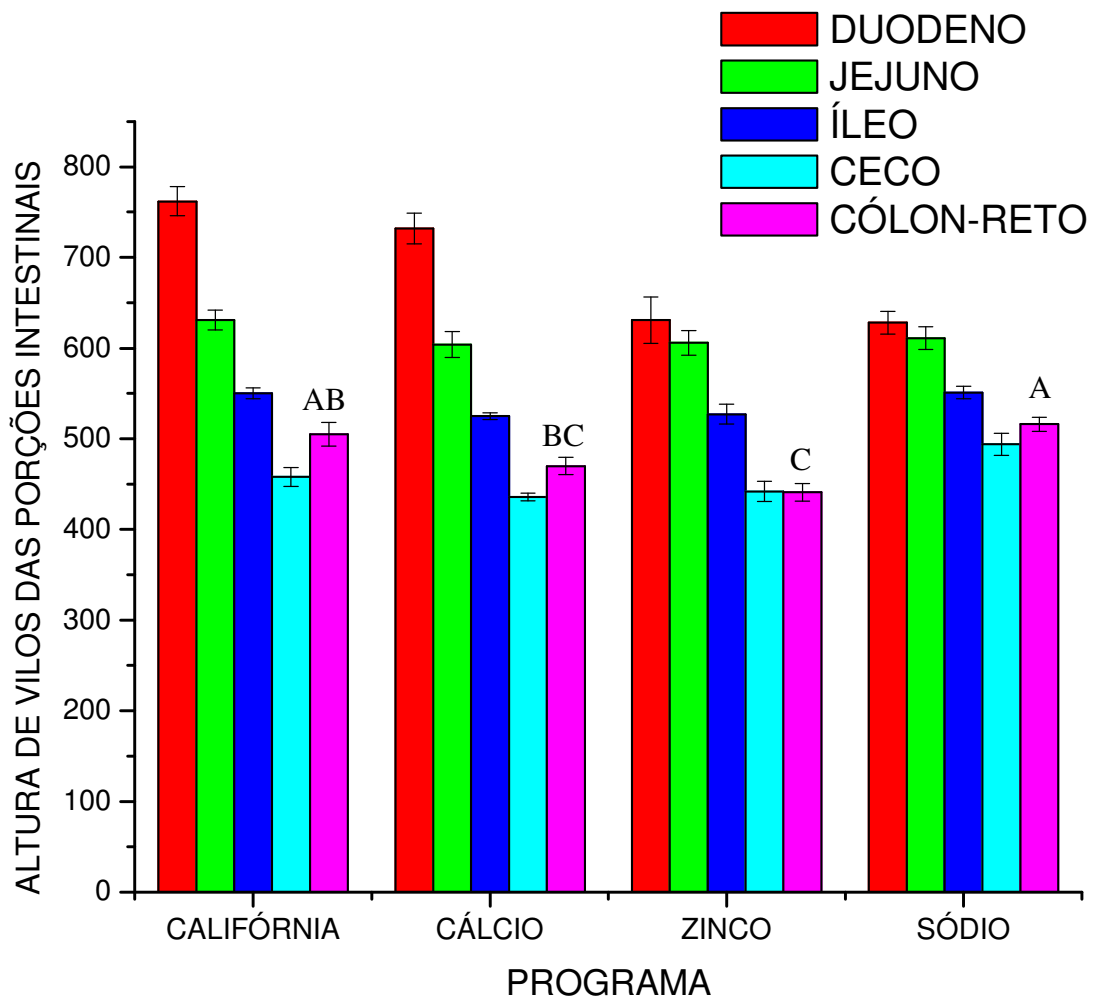


FIGURA 1. Médias \pm erro padrão da média da altura de vilos (μm) das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

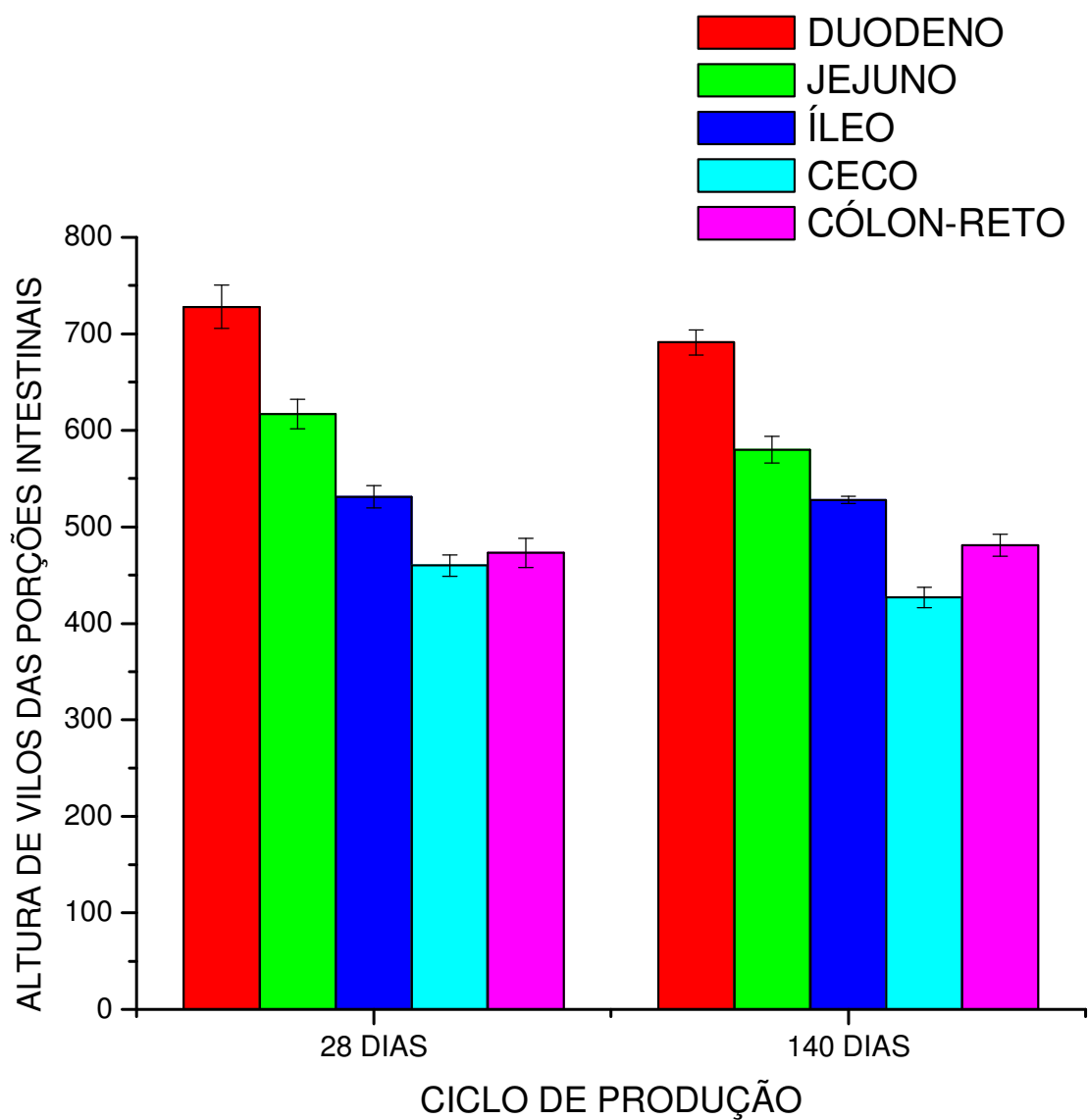


FIGURA 2. Médias \pm erro padrão da média da altura de vilos (μm) das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

Analisando-se a Tabela e a Figura 3 verificou-se que não houve diferença significativa dentro de cada programa aos 28 e 140 dias experimentais, mas que no primeiro ciclo de produção (28 dias) as aves do programa com baixo nível de sódio obtiveram menor altura de vilos ($p < 0,05$) do duodeno em relação aos animais tiveram a ração suspensa por 10 dias. Observou-se que não houve diferença significativa dos programas aos 28 e 140 dias.

TABELA 3. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Altura de vilos do duodeno	
	28 dias	140 dias
Califórnia	775,32 \pm 20,97Aa	695,16 \pm 13,93Aa
Cálcio	802,12 \pm 25,12Aa	714,85 \pm 54,46Aa
Zinco	710,83 \pm 30,31ABa	694,05 \pm 13,93Aa
Sódio	626,07 \pm 33,94Ba	661,62 \pm 20,71Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).
Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

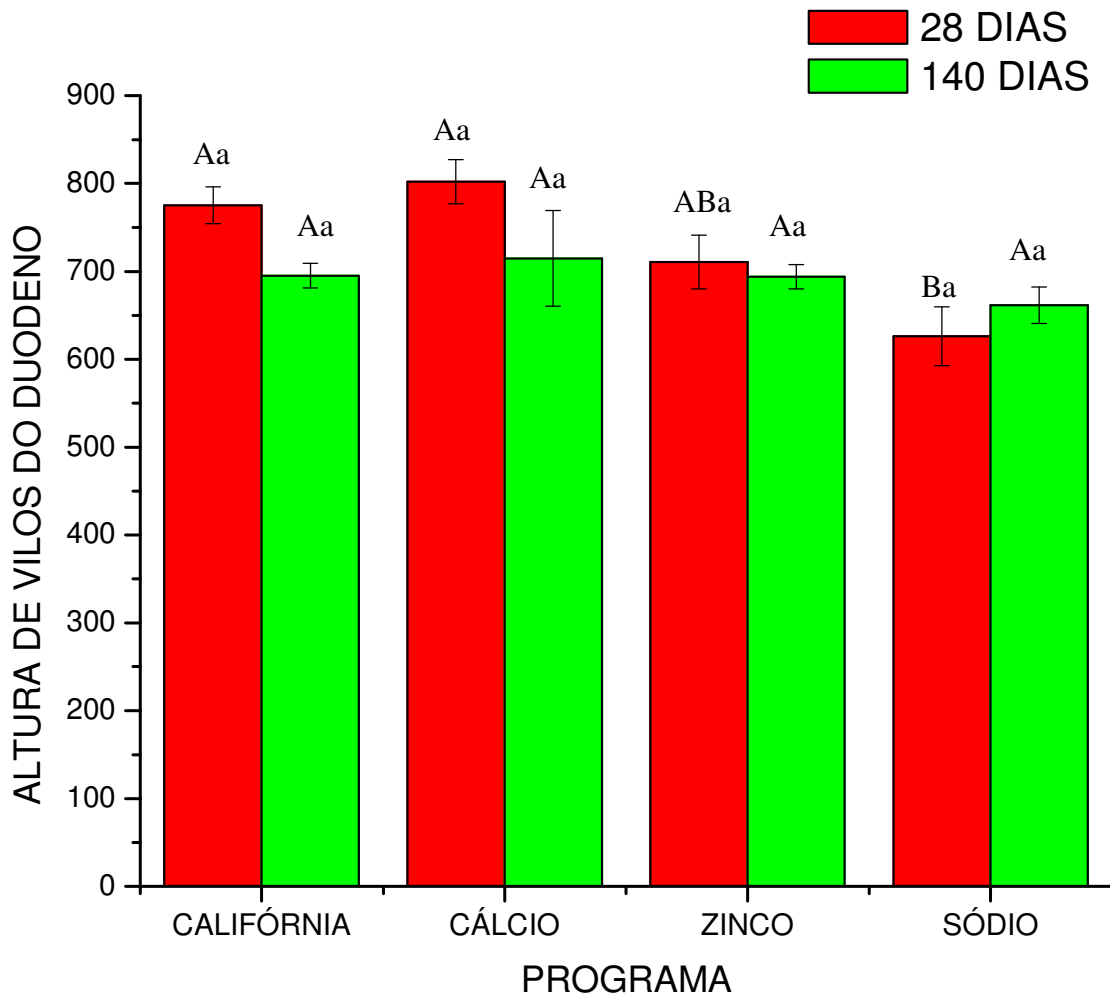


FIGURA 3. Altura de vilos ((m) do duodeno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Com relação à altura dos vilos da mucosa do jejuno (Tabela 4 e Figura 4) observou-se que houve uma diminuição significativa na altura de vilos do jejuno de aves do programa com baixo nível de cálcio aos 140 dias em relação aos 28 dias. Ainda, verificou-se no primeiro ciclo de produção, uma diminuição significativa de altura de vilos do jejuno em aves tratadas com alto nível de zinco em relação aos demais programas analisados. Já no segundo ciclo de produção, a menor média de vilos do jejuno foi obtida em aves que tiveram diminuição do nível de cálcio à dieta. Adicionalmente, no programa com baixo nível de cálcio, observou-se a diminuição significativa da altura de vilos de 28 dias para 140 dias experimentais.

TABELA 4. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos ((m) do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Altura de vilos do jejuno	
	28 dias	140 dias
Califórnia	630,22 \pm 16,15Aa	585,56 \pm 31,04Aa
Cálcio	661,02 \pm 7,73Aa	552,35 \pm 20,39Ab
Zinco	534,72 \pm 26,96Bb	588,85 \pm 31,05Aab
Sódio	645,55 \pm 18,97Aa	593,42 \pm 25,05Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).
Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

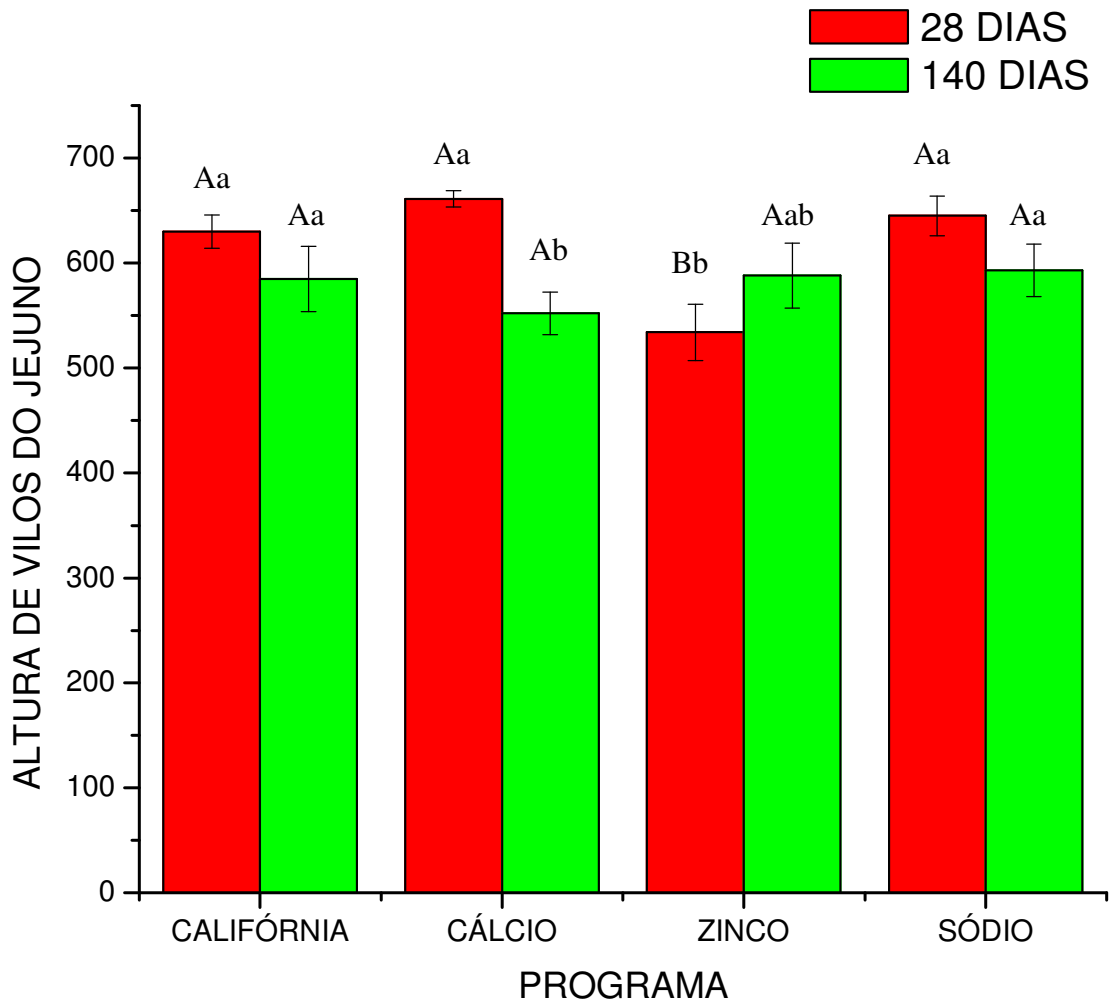


FIGURA 4. Altura de vilos (μm) do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Analisando-se a Tabela 5 e Figura 5 notou-se um aumento da altura de vilos do íleo ($p < 0,05$) das aves do programa com alto nível de zinco aos 140 dias em relação ao primeiro ciclo de produção. Adicionalmente, observou-se que, no primeiro ciclo de produção, aos 28 dias as aves do programa com alto nível de zinco apresentaram a menor média significativa de altura de vilos do íleo do que animais submetidos aos outros programas de muda forçada. Ainda, em relação ao programa em que se utilizou alto nível de zinco adicionado à dieta, verificou-se que, aos 140 dias, a média de altura de vilos foi significativamente maior em relação ao período anterior.

TABELA 5. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do íleo de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Altura de vilos do íleo	
	28 dias	140 dias
Califórnia	534,50 \pm 16,59Aa	531,56 \pm 7,30Aa
Cálcio	545,27 \pm 9,55Aa	519,25 \pm 9,94Aa
Zinco	470,17 \pm 18,34Bb	538,42 \pm 7,29Aa
Sódio	574,77 \pm 7,89Aa	524,70 \pm 7,01Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).
Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

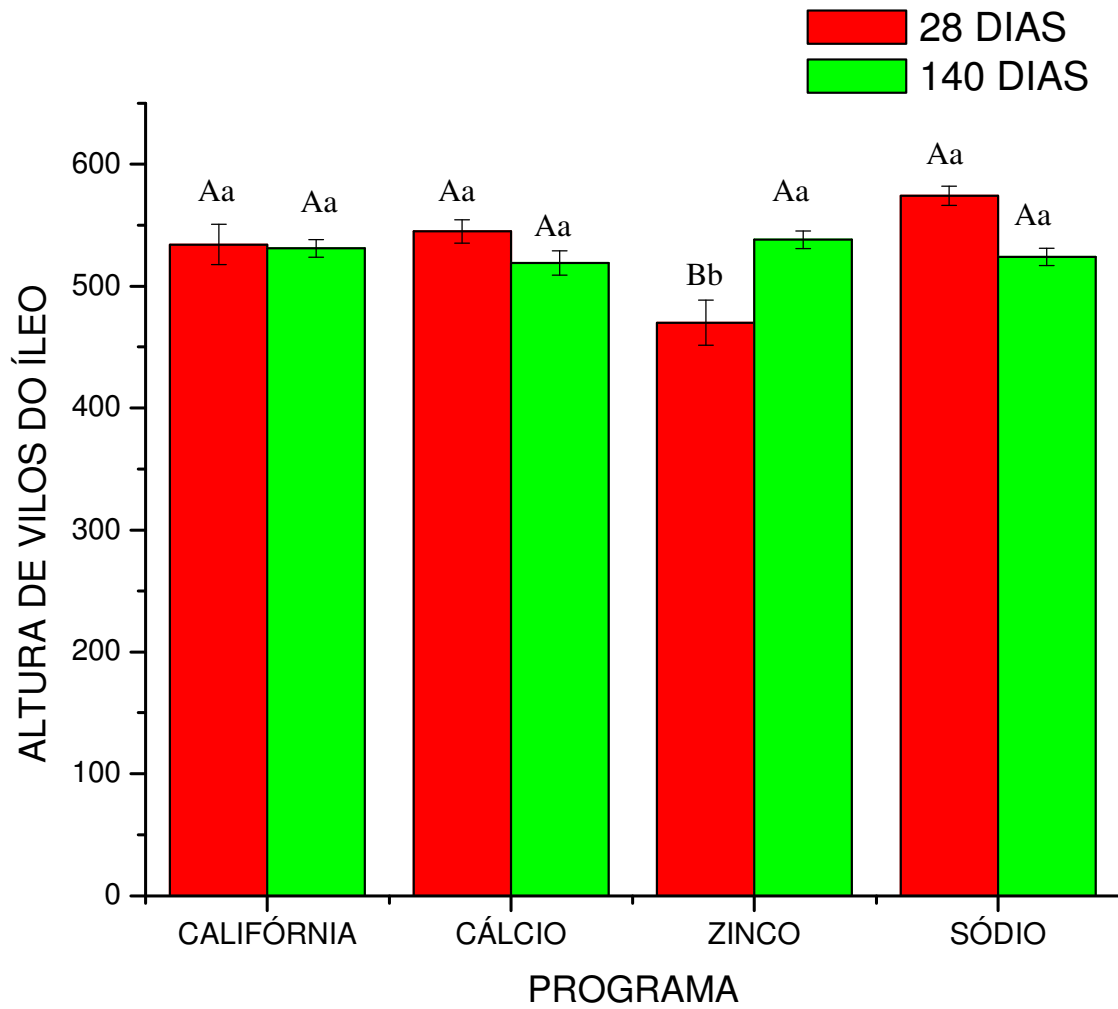


FIGURA 5. Altura de vilos (μm) do íleo de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Estudando-se a altura dos vilos do ceco (Tabela 6 e Figura 6) observou-se que as aves do programa com baixo nível de sódio apresentaram menor altura de vilos ($p < 0,05$) aos 140 dias. Notou-se que aos 28 dias, aves tratadas com alto nível de zinco adicionados à dieta mostraram a menor média significativa de altura de vilos do ceco ($p < 0,05$) em relação aos demais programas.

TABELA 6. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a altura de vilos (μm) do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Altura de vilos do ceco	
	28 dias	140 dias
Califórnia	453,25 \pm 5,69Ba	403,90 \pm 27,24Aa
Cálcio	441,95 \pm 7,37Ba	449,80 \pm 27,24Aa
Zinco	417,60 \pm 5,10Ba	408,17 \pm 27,23Aa
Sódio	530,40 \pm 4,39Aa	450,10 \pm 26,13Ab

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

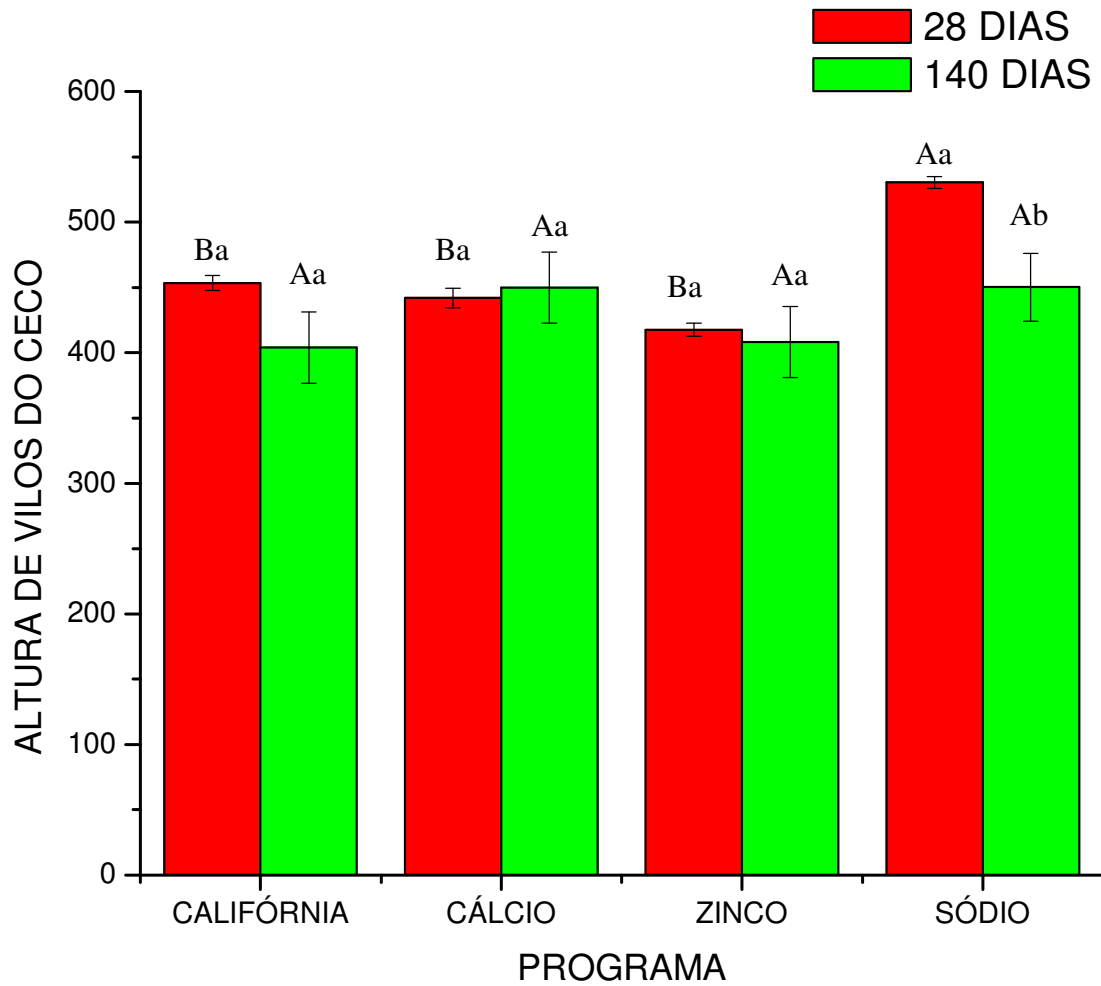


FIGURA 6. Altura de vilos (μm) do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Em relação à densidade de vilos do duodeno (Tabela 7 e Figuras 7 e 8) observou-se que o menor valor médio encontrado foi para o programa com redução de cálcio à dieta que diferiu estatisticamente com o programa zinco. Porém, nenhuma diferença significativa ocorreu nos diferentes ciclos de produção.

TABELA 7. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da densidade de vilos das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

Programa	Duodeno	Jejuno*	Íleo	Ceco*	Cólon-reto*
Califórnia	25,45 \pm 1,63AB	29,58 \pm 1,48	31,06 \pm 1,24	5,25 \pm 0,20	25,50 \pm 1,54
Cálcio	21,66 \pm 1,57B	31,30 \pm 1,50	30,00 \pm 1,24	6,55 \pm 0,58	24,00 \pm 0,99
Zinco	27,95 \pm 1,00A	25,55 \pm 1,13	31,00 \pm 1,14	5,01 \pm 0,28	22,50 \pm 1,00
Sódio	25,14 \pm 0,92AB	27,51 \pm 0,78	32,05 \pm 0,78	5,66 \pm 0,57	23,70 \pm 1,51
Ciclo de produção (dias)					
28	24,46 \pm 1,64A	28,75 \pm 1,85	32,18 \pm 1,48	4,12 \pm 0,42	23,25 \pm 1,20
140	28,74 \pm 1,44A	32,80 \pm 1,29	35,27 \pm 0,73	5,45 \pm 0,28	27,87 \pm 0,66
Probabilidades					
Programa	0,0056	0,0032	0,4962	0,0137	0,3205
Ciclo de produção**	0,0482	0,0001	0,0001	0,0001	0,0069
Programa x C.Produção	0,2667	0,0423	0,0904	0,0047	0,0103
C.V. (%)	21,01208	16,57469	13,60828	25,98686	20,43548

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

*Interação com desdobramento nas Tabelas 8, 9, 10.

** C. Produção: ciclo de produção

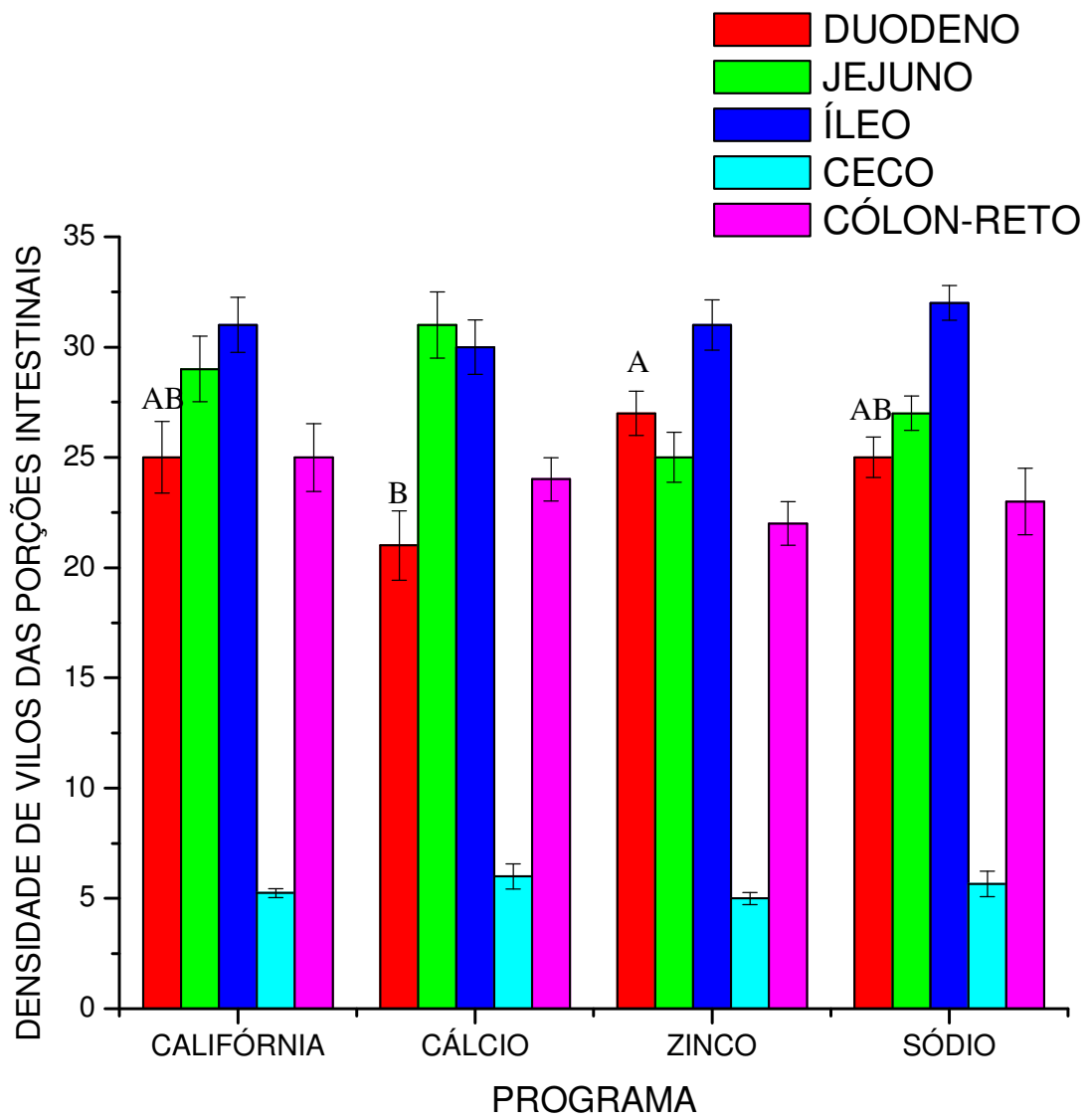


FIGURA 7. Médias \pm erro padrão da média da densidade de vilos das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada.

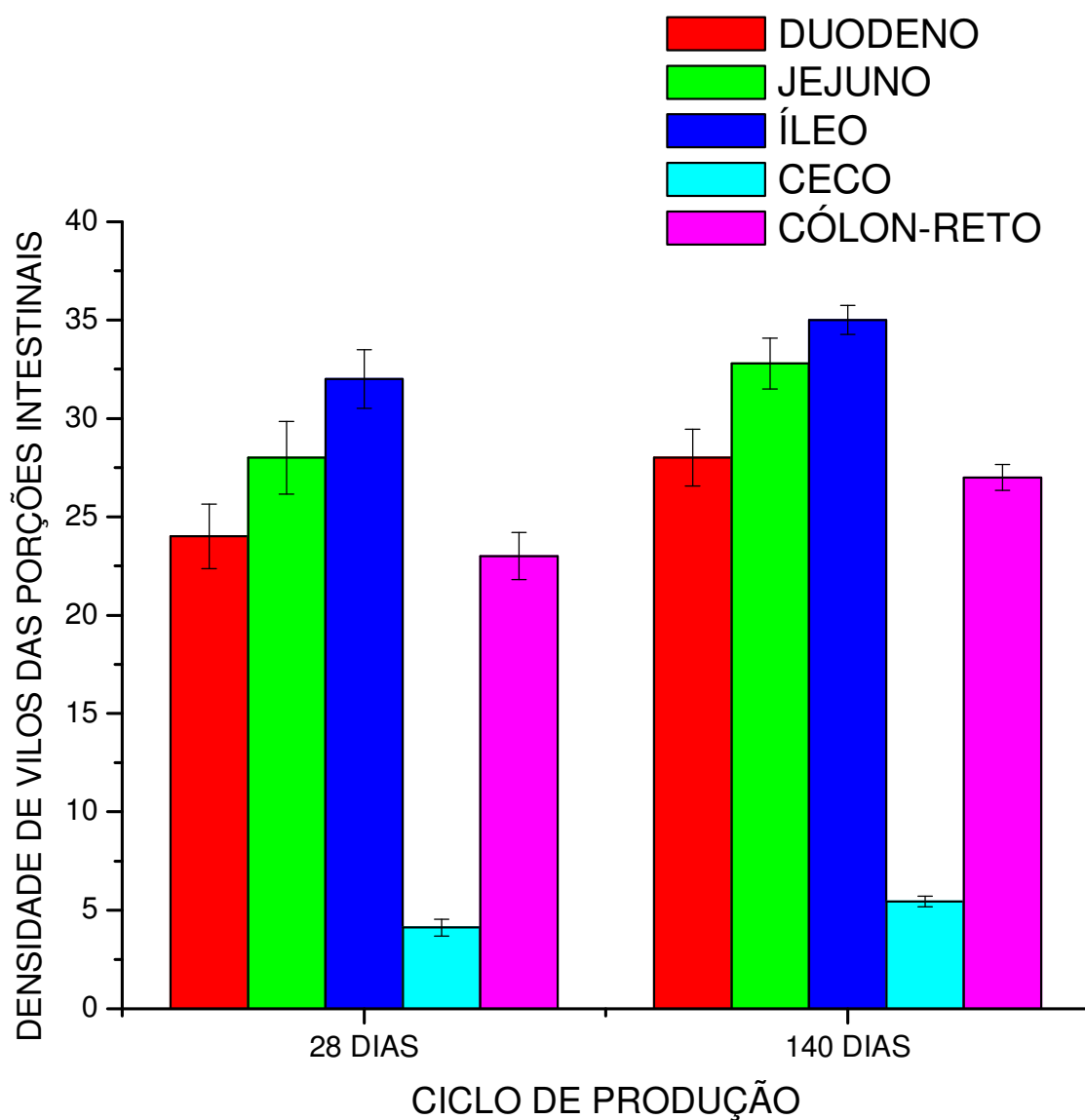


FIGURA 8. Médias \pm erro padrão da média da densidade de vilos das diferentes porções intestinais de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois períodos de produção.

Analisando-se os dados da Tabela 8 e Figura 9, observou-se um aumento de densidade de vilos do jejuno aos 140 dias para as aves de todos os programas. Durante o primeiro ciclo de produção, pode-se notar a menor densidade de vilos ($p < 0,05$) para as aves que receberam dieta com alto nível de zinco em relação aos animais em jejum alimentar, sendo que aos 140 dias a densidade de vilos não diferiu entre os programas analisados.

TABELA 8. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclos de produção) para a densidade de vilos do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Densidade de vilos do jejuno	
	28 dias	140 dias
Califórnia	35,25 \pm 3,12Aa	35,66 \pm 3,12Aa
Cálcio	32,50 \pm 3,12ABa	36,50 \pm 1,31Aa
Zinco	21,25 \pm 2,39Ba	31,25 \pm 0,63Aa
Sódio	26,00 \pm 1,96ABb	28,80 \pm 0,87Aab

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

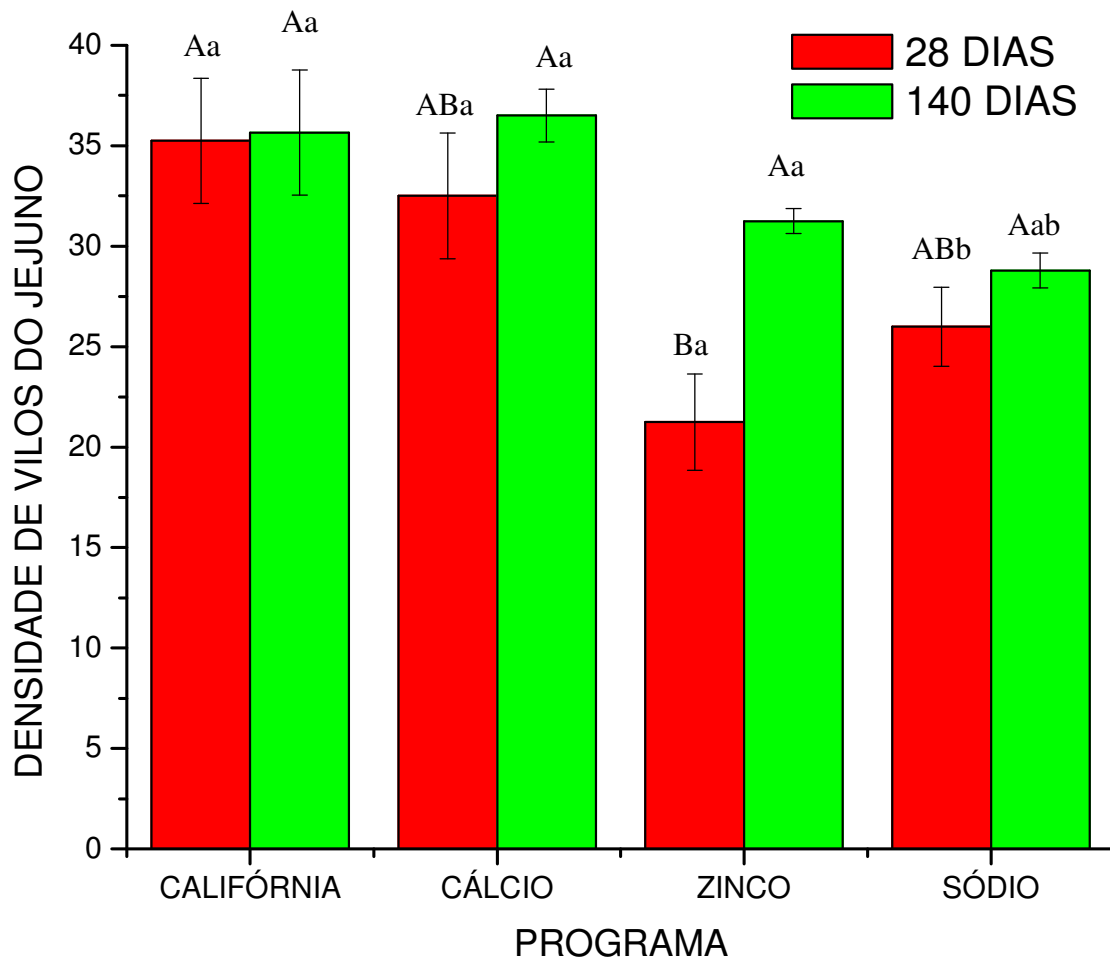


FIGURA 9. Densidade de vilos do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Ao se analisar a mucosa do ceco das aves (Tabela 9 e Figura 10) notou-se um aumento ($p>0,05$) da densidade de vilos do ceco em todas as aves de todos os programas aos 140 dias. No entanto, nenhuma diferença significativa foi verificada nos programas de muda forçada analisada aos 28 e aos 140 dias.

TABELA 9. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclos de produção) para a densidade de vilos do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Densidade de vilos do ceco	
	28 dias	140 dias
Califórnia	5,25 \pm 0,48Aa	6,00 \pm 0,43Aa
Cálcio	4,25 \pm 0,85Ab	5,50 \pm 0,50Aab
Zinco	4,00 \pm 1,22Aa	5,50 \pm 0,29Aa
Sódio	3,00 \pm 0,57Ab	4,80 \pm 0,96Aab

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).
Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

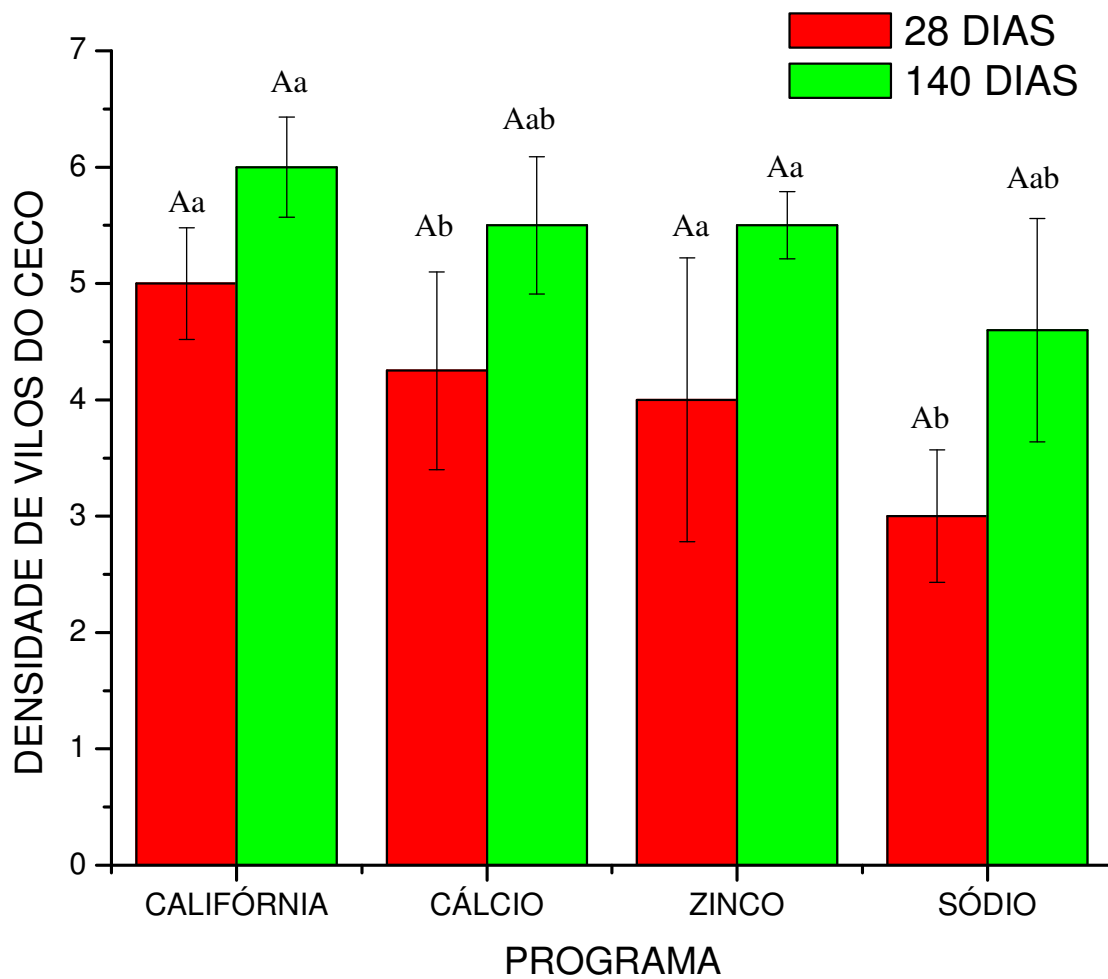


FIGURA 10. Densidade de vilos do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

A Tabela 10 e a Figura 11 mostraram que aos 140 dias houve um aumento de densidade de vilos do cólon-reto. A menor densidade de vilos do cólon-reto foi observada aos 28 dias, em aves tratadas com alto nível de zinco que diferiu do grupo de aves aos 140 dias.

TABELA 10. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a densidade de vilos do cólon-reto de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média)

Programa	Densidade de vilos do cólon-reto	
	28 dias	140 dias
Califórnia	22,50 \pm 2,50ABa	30,00 \pm 2,50Aa
Cálcio	26,50 \pm 1,11Aa	26,75 \pm 0,63ABa
Zinco	17,75 \pm 1,11ABb	27,75 \pm 0,48ABa
Sódio	26,50 \pm 1,85Aa	29,00 \pm 0,25Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

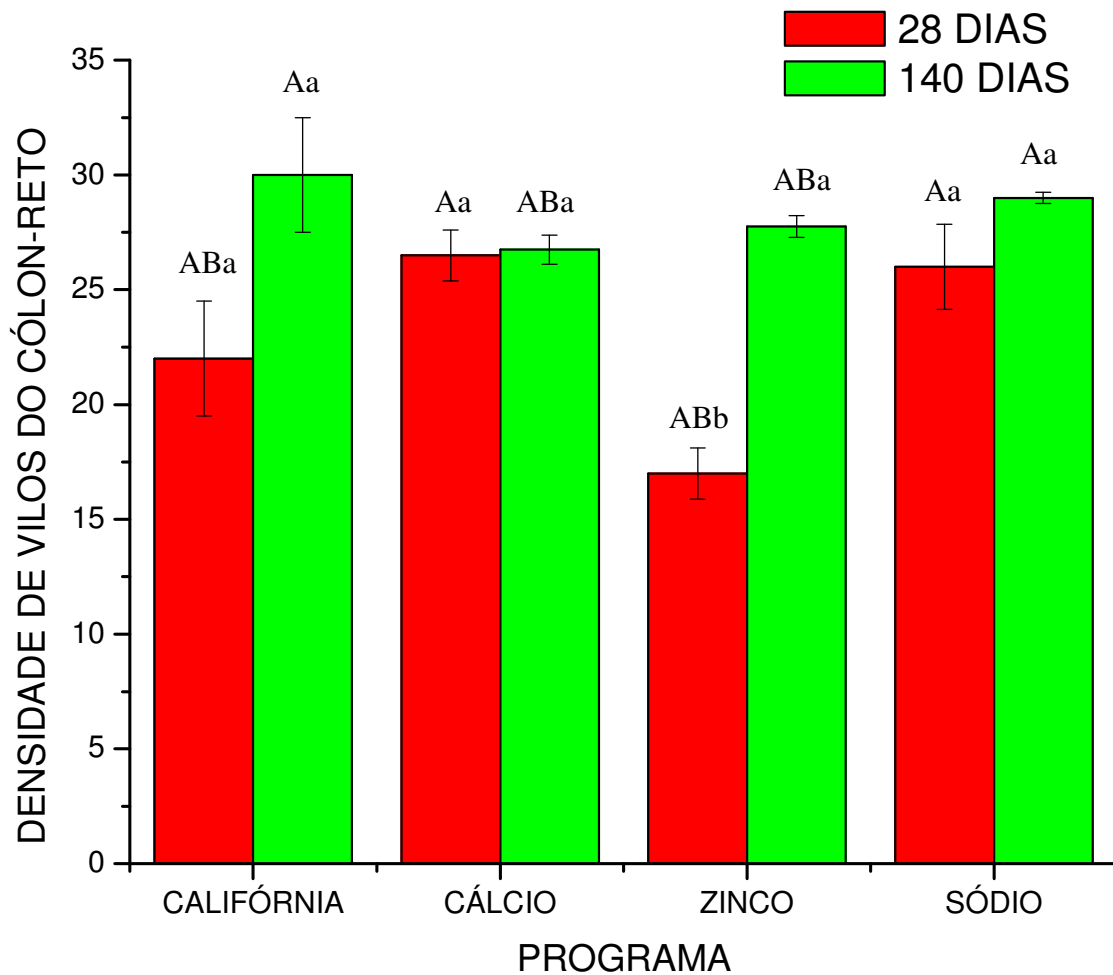


FIGURA 11. Densidade de vilos do cólon-recto de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

A Tabela 11 mostrou que houve diferença significativa na contagem das células caliciformes do jejuno e do ceco entre todos os programas de muda forçada nos dois ciclos de produção.

TABELA 11. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da contagem das células caliciformes do jejuno e do ceco de poedeiras aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

Programa	Jejuno*	Ceco*
Califórnia	109,45 \pm 0,68	9,50 \pm 0,76
Cálcio	156,20 \pm 8,55	11,80 \pm 1,32
Zinco	96,45 \pm 1,86	7,85 \pm 0,61
Sódio	106,07 \pm 5,54	12,30 \pm 1,12
Ciclo de produção (dias)		
28	99,58 \pm 4,90	11,56 \pm 1,34
140	137,31 \pm 9,21	8,87 \pm 0,69
Probabilidade		
Programa	0,001	0,001
C. Produção**	0,001	0,001
Programa x C.Produção	0,001	0,001
C.V. (%)	3,449507	23,69061

*Interação com desdobramento nas Tabelas 6.1 e 6.2

** C. Produção: ciclo de produção

A Tabela 12 e a Figura 12 mostraram que aos 28 dias experimentais, as aves do programa com baixo nível de sódio tiveram a menor média de células caliciformes e os animais em que foi fornecido baixo nível de cálcio na ração, apresentaram a maior média de células caliciformes do jejuno ($p < 0,05$). Porém aos 140 dias, observou-se a menor e a maior média do número de células caliciformes do jejuno ($p < 0,05$) para as aves do programa Califórnia e baixo nível de cálcio, respectivamente. Além disso, notou-se no decorrer do período experimental que o número de células caliciformes aumentaram nas aves de todos os programas analisados com exceção das aves do grupo Califórnia.

TABELA 12. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclo de produção) para a contagem de células calciformes do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Número de células calciformes do jejuno	
	28 dias	140 dias
Califórnia	112,50 \pm 0,64Ba	108,75 \pm 1,49Aab
Cálcio	119,75 \pm 1,18Ab	196,75 \pm 19,79Ba
Zinco	96,75 \pm 1,20Ab	111,75 \pm 1,43Aa
Sódio	69,33 \pm 1,33Bb	132,00 \pm 3,81Ba

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).
Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

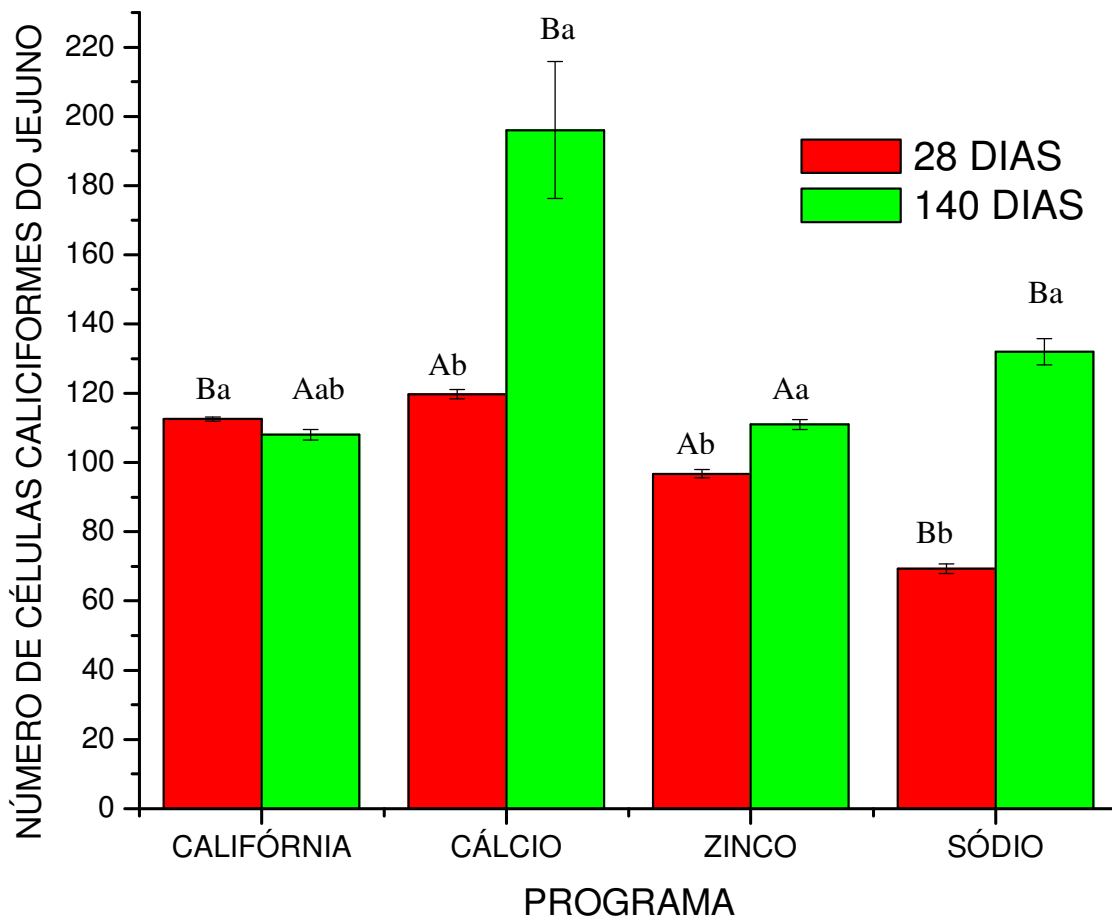


FIGURA 12. Número de células caliciformes do jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Na contagem de células caliciformes do ceco de galinhas (Tabela 13 e Figura 13) notou-se que no primeiro ciclo de produção, observou-se que as menores médias do número de células caliciformes para o ceco foram encontradas em aves dos programas com alto nível de zinco seguido dos animais tratados com baixo nível de sódio e, posteriormente, das aves em jejum e que foram significativo em relação aos animais que tiveram baixo nível nutricional de cálcio por 14 dias. Ainda, nas aves tratadas com baixa quantidade de cálcio adicionada à ração, há uma diminuição significativa de células caliciformes do ceco aos 140 dias em relação aos 28 dias.

TABELA 13. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (programa e ciclos de produção) para a contagem de células caliciformes do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

Programa	Número de células caliciformes do ceco	
	28 dias	140 dias
Califórnia	10,75 \pm 1,49Bab	7,25 \pm 1,10Ab
Cálcio	20,00 \pm 1,35Aa	7,00 \pm 0,80Ab
Zinco	6,00 \pm 1,65Ba	9,50 \pm 1,70Aa
Sódio	9,50 \pm 1,70Bb	11,75 \pm 0,85Ab

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

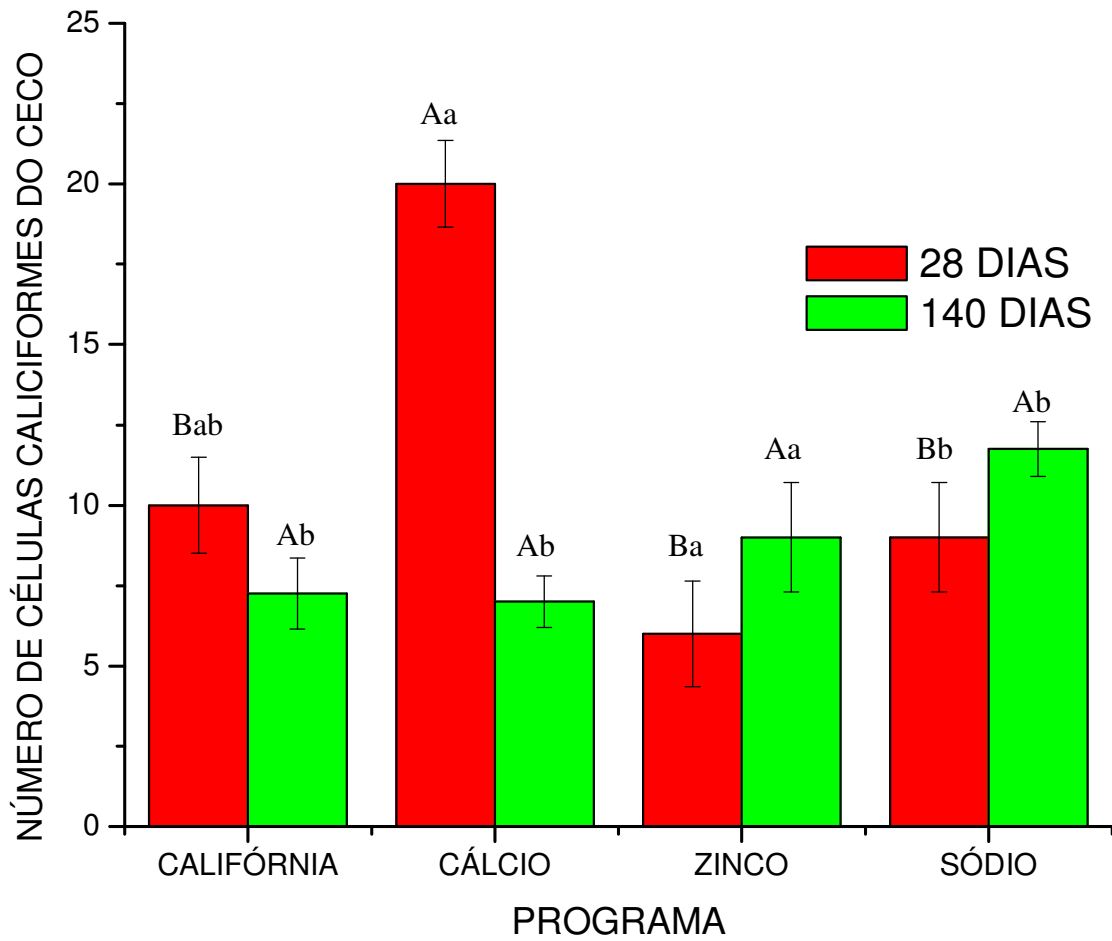


FIGURA 13. Número de células caliciformes do ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média \pm erro padrão da média).

4. DISCUSSÃO

Observou-se que o duodeno, o íleo, o ceco e o cólon-reto de aves tratadas com alto nível de zinco apresentaram as menores alturas de vilos (Tabela 2 e Figura 1) em relação aos demais programas. Os vilos são formados por células epiteliais representados pelos enterócitos, pelas células caliciformes e pelas enteroendócrinas (IMONDI e BIRD, 1966, BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA e HOLAN, 1976 citados por MAIORKA et al 2002). Quando o intestino responde a algum agente com um desequilíbrio no *turnover* celular ocorre uma modificação na altura de vilos, assim se ocorrer um aumento na taxa de extrusão celular, havendo manutenção ou diminuição da taxa de proliferação, haverá uma redução na altura de vilos e, conseqüentemente, uma diminuição em sua capacidade de digestão e absorção (MAIORKA et al., 2002). As células enteroendócrinas produzem as aminas biogênicas (SOLCIA et al., 1978) como as poliaminas que atuam como agentes tróficos melhorando o processo de digestão e absorção (YANG, et al., 1984) sendo que o crescimento celular normal e a diferenciação da mucosa intestinal requerem a presença de poliaminas e que, no reparo da mucosa ou situações que envolvem o desenvolvimento da mucosa a atividade da ornitina descarboxilase está aumentada (LUCK et al., 1980; LUCK e BAYLIN, 1983; SEIDEL et al., 1984; YANG et al., 1984). A ornitina oxidase participa do catabolismo de carbono de aminoácidos em que o zinco está intrínseco (MEIJER, et al., 1990). Pode-se sugerir que o aumento do nível de zinco adicionado a ração das poedeiras pode ter desbalanceado esse mineral que possui participação fundamental nos processos enzimáticos (TORRES, 1969; DUKES, 1996), desencadeando alterações na altura dos vilos intestinais.

Em relação aos ciclos de produção, constatou-se que o duodeno, o jejuno, o íleo e o ceco apresentaram a menor altura de vilos aos 140 dias em relação aos 28 dias (Tabela 2 e Figura 2), exceto em aves do programa sódio, em que o duodeno aumentou significativamente no último ciclo de produção (Tabela 3 e Figura 3). É importante salientar que GRANT et al., (1953) já haviam demonstrado que, após a ingestão da ração, ocorre grande perda celular na mucosa e talvez o último ciclo de produção (aos

140 dias) não tenha sido suficiente para que o *turnover* celular se restabelecesse, pois o processo de desenvolvimento da mucosa intestinal decorre de dois eventos citológicos sendo eles a renovação celular (proliferação e diferenciação) que ocorre na cripta e ao longo dos vilos e a perda de células por descamação que ocorre naturalmente no ápice dos vilos (UNI et al., 1998; UNI, 2000). Analisando-se a altura de vilos da mucosa do duodeno de aves do programa com baixo nível de sódio aos 28 dias, notou-se as menores alturas de vilos em relação aos demais programas estudados (Tabela 3 e Figura 3). BEGIN e JOHNSON, (1976); KUCHINSKI, et al., (1997) concluíram que deficiências de sódio na ração de galinhas de postura provocavam grande redução no consumo de ração e BERRY e BRAKE (1985) estudaram que a falta de sódio interfere na absorção de nutrientes, como as hexoses e aminoácidos no intestino que têm a absorção carregada por proteínas sódio-dependentes causando uma má absorção de nutrientes pela ave. A presença de nutrientes no lúmen é fator estimulante do crescimento dos vilos e criptas (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985), então sugere-se que dietas com baixo nível de sódio interferem na absorção de nutrientes que são fatores tróficos estimulantes do crescimento da mucosa intestinal, graças às suas características químicas.

Ao se analisar a altura de vilos do jejuno, constatou-se que no período de 28 dias, as aves tratadas com alto nível de zinco apresentaram a menor altura de vilos do jejuno (Tabela 4 e Figura 4). No jejuno ocorre a maior parte da digestão-absorção e é a porção intestinal posterior ao duodeno (HILL, 1976; NOY e SKLAN, 1995), e a parte de maior comprimento do intestino delgado (NICKEL et al., 1981) e de acordo com COUSINS (1985) a absorção do zinco ocorre principalmente no intestino delgado. O suco pancreático possui zinco na sua composição, sendo que, o aumento desse mineral na dieta provoca uma diminuição no consumo da ração pelas aves, por diminuir a palatabilidade (SAUVER, 1998; GARCIA, 2004). Sabe-se, ainda que, a presença de nutrientes no lúmen é fator estimulante para o crescimento dos vilos e criptas (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985), portanto pode-se sugerir que o aumento desse mineral na dieta das poedeiras pode ter interferido na ação do suco

pancreático que é excretado no duodeno, região anterior e próxima ao jejuno conseqüentemente, os alimentos não sofreram digestão e, ao alcançarem o jejuno, não foram absorvidos. Os nutrientes com seus compostos químicos que agem como um agente trófico para o desenvolvimento da mucosa intestinal não sendo absorvidos, não estimularam o aumento da altura dos vilos, pois é sabido que, apenas o estímulo físico não parece influenciar no desenvolvimento da mucosa (TARACHAI e YAMAUCHI, 2000).

Observou-se a menor altura de vilos do íleo de aves tratadas com alto nível de zinco (Tabela 5 e Figura 5), pois o íleo participa dos processos de absorção dos produtos finais da digestão de gorduras, açúcares e proteínas, além dos sais biliares (WOLFESON, et al., 1987) graças aos vilos intestinais (STISON e CALHOUN, 1982). Os vilos são formados por células epiteliais (IMONDI e BIRD, 1966, BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA e HOLAN, 1976 citados por MAIORKA et al 2002) entre elas os enterócitos responsáveis pela digestão final do alimento e pelo transporte trans-epitelial dos nutrientes (HILL, 1976, FERRER et al., 1995; PÁCHA, 2000), sendo que capacidade de absorção dos enterócitos não é similar para as diferentes regiões intestinais (WISSIG e GRANEY, 1968) então, provavelmente, com o aumento e desbalanceamento do zinco na dieta das aves, sugere-se que os nutrientes que agem como agentes tróficos para o crescimento da mucosa intestinal (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985; MAIORKA et al., 2002) não sofreram digestão corretamente, já que o zinco participa da composição do suco pancreático (SAUVER, 1998; GARCIA, 2004).

Ao analisar-se a altura de vilos do ceco (Tabela 6 e Figura 6) observou-se que aos 28 dias as aves do programa com baixo nível de sódio apresentaram maior altura significativa de vilos para esse segmento intestinal. Esse aumento da densidade de vilos pode ter ocorrido como uma forma de compensação celular na tentativa de aumentar a área de absorção de nutrientes, pois a deficiência de sódio na dieta provoca redução no consumo de ração pelas aves (BEGIN e JOHNSON, 1976; KUCHINSKI, et al., 1997), além da interferência de nutrientes que são sódio-dependentes (BERRY e BRAKE, 1985).

Em relação ao período, observou-se que houve um aumento na densidade de vilos aos 140 dias para todas as porções intestinais (Tabela 7 e Figura 8). MACARI (1999) afirmou que o número de vilosidades e seu tamanho, bem como de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, conferem às aves características próprias, sendo que, na presença de nutrientes a capacidade de absorção do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, o tamanho dos vilos e área de superfície disponível para a absorção. Então, os nutrientes ao agirem como agentes tróficos, promoveram o reparo e o desenvolvimento da mucosa intestinal e, conseqüentemente, na densidade de vilos aos 140 dias quando a dieta das aves já estava estabilizada. Ao se analisar a densidade de vilos do jejuno das poedeiras (Tabela 8 e Figura 9), verificou-se que as maiores alturas de vilos ocorreram em aves do programa Califórnia. Sabe-se que quanto maiores os vilos e sua densidade maiores serão as áreas de digestão e absorção (BOLELI et al., 2002), porém, GRANT et al., (1953) afirmaram que após a ingestão da ração, ocorria grande perda celular na mucosa e reepitelização da mucosa. Ainda, evidenciou-se que dentro do programa com baixo nível de sódio, houve um aumento significativo da densidade de vilos do ceco aos 140 dias em relação aos 28 (Tabela 9 e Figura 10). Os cecos têm a função de absorção de água e a digestão de aminoácidos e proteínas por uma microbiota cecal (MORTENSEN, 1984; CHAPIN, 1989). Com a estabilização da dieta aos 140 dias experimentais, houve a presença de nutrientes, no caso as proteínas da dieta que em contato com a mucosa intestinal pode ser considerada um agente trófico estimulante da mucosa intestinal por promover a síntese de DNA o que estimulará o aumento de taxa de mitoses celulares (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985; MAIORKA et al., 2002). Adicionalmente, como em todos os outros segmentos intestinais, o cólon-reto responsável pela retenção de água e eletrólitos (HILL, 1976), aumentou a densidade de vilos aos 140 dias, graças à estabilização da dieta, que promoveu o desenvolvimento da mucosa intestinal, pois ao entrar em contato com os nutrientes da dieta observa-se uma proliferação celular (UNI et al., 1998; UNI, 2000) favorecendo o aumento da densidade de vilos.

Ao se analisar as células caliciformes do jejuno, evidenciou-se que as aves do programa com cálcio apresentaram um número crescente de células caliciformes dos 28 dias aos 140 dias. Os vilos são formados por células epiteliais cilíndricas, entre elas as células caliciformes (IMONDI e BIRD, 1966, BARANYIOVA 1972; BARANYIOVA e HOLAN, 1976 citados por MAIORKA et al 2002), cuja função é a secreção de muco glicoprotéico (ROBERTIS e HIB, 2001) e que são estimuladas pela presença de nutrientes, pois o aumento do vilo corresponde ao aumento do número de suas células, já que o desenvolvimento da mucosa intestinal baseia-se em dois eventos citológicos, sendo a proliferação e a extrusão celular (UNI et al., 1998; UNI, 2000). O método de indução de muda pela diminuição de cálcio à dieta é um método quantitativo e qualitativo nutricional (CASTELO LLOBET et al., 1989), portanto há apenas a alteração desses nutrientes na ração das poedeiras, permanecendo todos os outros, pois o cálcio é indutor de muda forçada paralisando a produção de ovos, pois é o primeiro nutriente limitante da ovulação (BRAKE, 1993). Conclui-se então, que houve presença de nutrientes na mucosa intestinal das aves e, sendo um agente trófico estimulando o crescimento dos vilos intestinais (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985; MAIORKA et al., 2002). Isso implica no aumento do número das células caliciformes, de grande importância no jejuno, com a função primordial de digestão-absorção (HILL, 1976; NOY e SKLAN, 1995), sendo a porção de maior comprimento do intestino delgado (NICKEL et al., 1981).

A menor média de número de células caliciformes do jejuno ocorreu em aves do programa com baixo nível de sódio aos 28 dias. Apesar do sódio ser um método de muda forçada quantitativo e qualitativo nutricional (CASTELO LLOBET et al., 1989), o sódio está implícito no processo de absorção de hexoses e aminoácidos no intestino que são sódio-dependentes (BERRY e BRAKE, 1985). O nutriente tem ação trófica na mucosa intestinal (MAIORKA, et al., 2002), então a ausência de sódio na dieta afetou negativamente as células caliciformes localizadas nos vilos intestinais das aves aos 28 dias, desencadeando uma maior taxa de extrusão do que proliferação celular (MAIORKA, et al., 2002). Porém, aos 140 dias, houve um aumento significativo no

número de células caliciformes, graças à estabilização da dieta fornecida para as aves nesse período.

Já em relação ao número de células caliciformes do ceco constatou-se que as aves do programa com baixo nível de cálcio tiveram o maior número de células caliciformes aos 28 dias em relação aos outros programas estudados. O cálcio ao ativar a adenosina-trifosfatase (ATPase) para a produção de ATP e, conseqüentemente, produzindo energia para a contração muscular (WANNAMACHER e DIAS, 1986) que possivelmente, desencadeou o aumento do peristaltismo intestinal acelerando o trânsito da digesta em sentido unidirecional. Então, as células intestinais na presença de alimento tiveram um aumento de peristaltismo, sendo que, as células caliciformes secretoras de muco glicoprotéico (ROBERTIS e HIB, 2001) aumentaram, pois a presença de nutrientes no lúmen é fator estimulante do crescimento dos vilos e criptas (BARANYIOVÁ e HOLMAN, 1976; MORAN, 1985).

Ao se analisar as aves em jejum alimentar por 10 dias, observou-se um menor número de células caliciformes aos 140 dias em relação aos 28. Em verdade a alimentação à vontade promove um aumento da altura de vilos, porém não igualmente para todas as regiões intestinais (NOY e SKLAN, 1997; NAKAGE, 2000). Além disso, em caso de jejum prolongado, as células epiteliais apresentam grandes vacúolos autofágicos lisossomais, característicos de morte celular, sugerindo que o jejum causa digestão intracelular e conseqüente redução na altura dos vilos (YAMAUCHI et al., 1996), levando provavelmente a um aumento da taxa de extrusão e conseqüente redução na altura dos vilos. Sendo assim, sugere-se que o período experimental de 140 dias não foi suficiente para que as células caliciformes se recuperassem, além da altura de vilos da mucosa cecal (Tabela 13 e Figura 13) das aves submetidas ao método Califórnia.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se após a análise dos resultados e nas condições experimentais que aves submetidas ao programa Califórnia tiveram respostas histomorfométricas semelhantes aos animais que tiveram baixo nível de cálcio e de sódio na dieta. Observou-se, em animais que tiveram aumento do nível de zinco na dieta, uma destruição celular refletida pela diminuição da altura e densidade de vilos, além do menor número de células caliciformes, sugerindo que esse tipo de programa de muda forçada é uma forma mais agressiva celular e fisiologicamente aos enterócitos do que os outros métodos analisados.

6. REFERÊNCIAS

ARGENZIO, R.A.; SOUTHWORTH, M.; STEVENS, C.E. Sites of organic acid production and absorption in the equine gastrointestinal tract. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.226, n.5, p.1043-1050, 1974.

BARANIYOVÁ, E.; HOLMAN, J. Morphological changes in the intestinal wall in fed and fasted chickens in the first week after hatching. **Acta Veterinaria Brno**, v. 45, p. 151-158, 1976.

BEGIN, J. J.; JOHNSON, T. H. Effect of dietary salt on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 2395 – 2404, 1976.

BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C.; FREITAS NETO, A. G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: Edart. Ed. da Universidade de São Paulo, 1976. 257 p.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Comparison of parameters associated with molt induced by fasting, zinc and low dietary sodium in caged layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 20-27, 1985.

BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A. Conceitos modernos em muda forçada de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7º, SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2º, 2005, Goiânia. **Seminários Técnicos de Avicultura**. Goiânia, 2005. p. 1-13.

BOLELI, I. S.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p. 75-95.

BRAKE, J. T. Recent advances in molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 3, p. 929-931, 1993.

CASTELO LLOBET J. A.; PONTES, M.; FRANCO GONZALEZ F. **Producción de huevos**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 367 p.

CHAPLIN, S. B. Efecty of caecectomy on water and nutrient absorption of birds. **Journal Experimental of Zoology Supplement**, v. 3, p. 81-86, 1989.

COUSINS, R. J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. **Physiology Review**, Canadá, v. 65, n. 2, p. 238-309, 1985.

DUKES, G. E. Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. In: STURKIE, P. D. **Avian physiology**. 4. ed. Cornell University: Springer-Verlag, 1986. p. 269-288.

FERRER, R.; PLANAS, J. M.; MORETTO, M. Cell apical surface area in enterocytes from chicken small and large intestine during development. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 2, p. 1995-2002, 1995.

GARCIA, E. A. Muda forçada em poedeiras comerciais e codornas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...**, v. 2, p. 45-62.

GRANT, R.; GROSSMAN, M. I.; IVY, A. C. Histological changes in gastric mucosa during digestion and their relationship to mucosal growth. **Gastroenterology**, v. 25, p. 218-231, 1953.

HILL, K. J. The anatomy and general physiology of the alimentary tract. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Digestion in the fowl**. Brazillian Poultry Science, 1976, p. 3-24.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

KUCHINSKI, K. K.; HARMS, R. H.; RUSSEL, G. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANUAL MEETING, 1997, Athenas. **Proceedings...** Athens: Poultry Science, v. 59, suppl. 1, p. 236, 1997.

KUENZEL, W. J. Neurobiology of molt in avian species. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 981-991, 2003.

LUCK, G. D.; BAYLIN, S. B. Polyamines and intestinal growth-increased polyamines biosynthesis after jejunectomy. **American Journal of Physiology**, v. 24, p. 656-659, 1983.

LUCK, G. D.; MORTON, J. J.; BAYLIN, S. B. Ornithine descarboxilase is important in intestinal mucosa maturation and recovery from injury in rats. **Science**, v. 210, p. 195-198, 1980.

MACARI, M. Fisiologia do sistema digestivo das aves (II). **Aves e Ovos**, São Paulo, v. 15, n. 10, p. 2-20, 1999.

MAIORKA, A.; MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, São Paulo, 2002. p. 113-123.

MEIJER, A. J.; LAMERS, W. H.; CHAMULEAU, A. F. M. Nitrogen metabolism and ornithine cycle function. **Physiology Review**, v. 70, p. 701-748, 1990.

MORAN, E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.115, p.665-674, 1985.

MORTENSEN, A. Importance of microbial nitrogen metabolism in the ceca of the birds. In: KLUG, M. J.; REDDY, C. A. Current perspectives in microbial ecology. **American Society of Microbiology**, Washington D. C., pp. 273-278, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requeriments of poultry**. 9 ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. 155p.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A SEIFERLE, E. **The anatomy of domestic animals**. Berlim: Verlag Paul Parey, 1981. 5V.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**. Champaign, v. 74, n. 2, p.366-373, 1995.

NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development in poultry. **Journal Applied Poultry Research**, v. 6, p. 344-354, 1997.

PÁCHA, J. Development of intestinal transport function in Mammals. **Physiology Review**, Canadá, v. 80, n. 4, p.1633-1667, 2000.

ROBERTIS, E. M. F. de; HIB, J. **Bases da biologia celular e molecular**. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 408 p.

SAUVER, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs**. Paris: INRA, 1998. p. 449.

SEIDEL, E. R.; HADDOX, M. K.; JOHSON, L. R. Polyamines in the response to intestinal obstruction. **American Journal of Physiology**, Washington, v. 246, p. 649-653, 1984.

SOLCIA, E.; POLAK, J. M.; PEARSE, A. G. E.; FORSSMAN, W. G.; LARSSON, L. I.; SUNDLER, F.; LECHAGO, J.; GRIMELIUS, L.; FIJITA, T.; CREUTZFELDT, W.; GEPTS, W.; FALKMER, S.; LEFRANC, G.; HEITZ, P.; HAGES, E.; BUCHAN, A. M. J.; BLOOM, S. R.; GROSSMAN, M. I. Classification of gastroenteropancreatic endocrine cells. In BLOOM, S. R. (Ed.). **Gut hormones**. Edinburgh, Churchill-Livinstone, 1978. p. 40-48.

SILVA, J. H. V.; SANTOS, V. J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca dos ovos durante a muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1440-1445, 2000.

STISON, A. W.; CALHOUN, M. L. Sistema digestivo. In: DELLMANN, H.; BROWN, E. M. **Histologia veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara-Koogan, 1982. p. 163-211.

TARACHAI, P. E.; YAMAUCHI, K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 1578-1585, 2000.

TORRES, A. P. **Alimentação das aves**. São Paulo: Ed. Melhoramentos, 1969. 259 p.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n. 1, p. 75-82, 1998.

UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens in small intestine. **British Poultry Science**, London, v. 41, n. 2, p. 410-415, 2000.

WANNAMACHER, C. M. D.; DIAS, R. D. **Bioquímica fundamental**. Departamento de Bioquímica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 6. ed, 1986. 556 p.

WEBSTER, A. B. Physiology and behavior of the during induced molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 992-1002, 2003.

WISSIG, S. L.; GRANNEY, D. O. Membrane modifications in the apical endocytic complex of ileal epithelial cells. **Journal of Cell Biology**, New York, v. 39, n. 1, p.564-579, 1968.

WOLFENSON, D.; SKLAN, D.; GRABER, Y.; KEDAR, O.; BENGAL, I.; HURWITZ, S. Absorption of protein, fatty acids and minerals in young turkeys under heat and cold stress. **Brazilian Poultry Science**, Campinas, v. 28, p. 739-742, 1987.

YAMAUCHI, K. E.; ISHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 32, p. 67-78, 1991.

YAMAUCHI, K.; KAMISOYAMA, H.; ISSHIKI, Y. Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in white leghorn hens. **British Poultry Science**, London, v.37, n.5, p.909-921, 1996.

YANG, P.; BAYLIN, S. B.; LUCK, G. D. Polyamines and intestinal growth: absolute requirement for ODC activity in adaptation and lactation. **American Journal Physiology**, Washington, v. 247, p. 553-557, 1984.

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO GLICOGÊNIO HEPÁTICO EM POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS AOS DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA

RESUMO

O glicogênio hepático é um polissacarídeo armazenado em células animais utilizado como reserva energética celular e responsável pela manutenção constante do nível de glicose sangüínea. O presente experimento foi conduzido no aviário da Unesp, campus Jaboticabal, no qual alojou-se 32 poedeiras comerciais com 58 semanas de idade da linhagem Hisex Brown mantidas em gaiolas galvanizadas (2 aves/gaiola) e distribuídas aleatoriamente em quatro programas: método Califórnia, dieta com baixo nível de cálcio, dieta com alto nível de zinco e dieta com baixo nível de sódio. Cada tratamento continha quatro aves em dois ciclos de produção aos 28 e 112 dias. As aves receberam ração e água à vontade e programa de luz crescente até 17 horas por dia depois do período de indução. Fragmentos dos lobos hepáticos das aves foram coletados para dosagem do glicogênio através do método de Glicogênio Trinder em Placa de ELISA com leitura em fotoespectômetro a 490-550 nm. Os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS (2002) e em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Houve um aumento do nível de glicogênio hepático das aves do método Califórnia e tratadas com baixo nível de sódio aos 112 dias. No entanto, em aves do programa com baixo nível de cálcio e alto nível de zinco, o nível de glicogênio hepático diminuiu, o que sugere que tal reserva energética celular foi mobilizada para manutenção da homeostase celular, além da manutenção da glicose sangüínea.

Palavras-chave: carboidratos, fígado, intestino, muda forçada, poedeiras.

ABSTRACT

The hepatic glycogen is a polysaccharides stored in animal cells and used as cellular energy and responsible by the constant maintenance of the level of sanguine glucose. This experiment was led in the aviary of Unesp, campus Jaboticabal, that were caged 32 hisex Brown commercial laying hen with 58 weeks of age maintained in cages (2 birds/ cage) and distributed into four programs: Califórnia method, diet with low level of calcium, diet with high level of zinc and diet with low level of sodium. Each treatment contained four birds in two production cycles (28 and 112 days). The birds received ration and water *ad libitum* and program of growing light up to 17 hours a day after the induction period. Fragments of the liver were collected to the measurement of level of hepatic glycogen through GlycogenTrinder's method in ELISA plate with reading in espectrophotometer to 490-550 nm. The data were submitted to the variance analysis through the procedure GLM of the SAS program (2002) and in case of significant difference, the averages were compared by the Tukey's test. There was an increase of hepatic glycogen's levels of the animals pertaining to Califórnia program and the birds treated with low level of sodium to the 112 days. However, in birds of the program with low level of calcium and high level of zinc, the levels of hepatic glycogen decreased, what suggests that such a cellular energy reservation was mobilized for maintenance of the cellular homeostasis, besides the maintenance of the sanguine glucose.

Keywords: carbohydrates, liver, intestine, forced molting, laying hen.

1. INTRODUÇÃO

Os carboidratos são importantes para o metabolismo animal sendo que o glicogênio hepático é fundamental como fonte de energia e fornecedor de glicose para a manutenção da homeostase glicêmica (LEHNNINGER et al., 1995). A glicose é o açúcar mais prevalente no organismo animal e quando são polimerizadas formam um polissacarídeo, o glicogênio (FRANDSON, 2005). Durante o exercício físico a fonte de energia muscular provém inicialmente do metabolismo de carboidratos. Se mantida a atividade muscular, gradualmente os lipídios tornam-se a principal fonte energética, já que a reserva de glicogênio começa a se esgotar em torno de 40 minutos após iniciado o esforço físico (DIMAURO e DIMAURO, 1983; BERTONINI et al., 1980; WERNECK, 1983).

A absorção de monossacarídeos resultantes da digestão de carboidratos dietéticos constitui uma fonte de glicose sangüínea importante, sendo que após uma refeição rica em carboidratos as concentrações sangüíneas de glicose podem ficar muito acima daquelas do estado de jejum, mas em um espaço de tempo relativamente curto, então uma segunda fonte contínua e variável de glicose sangüínea resulta da síntese endógena no fígado a partir de aminoácidos (BEITNER, 1985; HEMS et al., 1981). Se um animal ficar em jejum por 24 horas ou mais, o fígado pode ter o glicogênio quase esgotado, sendo que o consumo dietético de substâncias glicogênicas como a glicose resulta em uma rápida biossíntese de glicogênio hepático, portanto o glicogênio hepático serve como um importante reservatório para a manutenção de glicose sangüínea (HEMS et al., 1981). A síntese de glicogênio é o processo pelo qual a glicose é polimerizada a glicogênio, que é acumulado nas células em quantidades variáveis de acordo com o tipo celular, funcionando aí como depósito de energia acessível à célula. Em determinadas células, como nas do fígado e músculo, este processo pode ser intenso e ocorrem grandes depósitos de glicogênio (BELLAMY e LEONARD, 1965; FREEMAN, 1969; RUTZ, 2002). A transformação de glicose em glicogênio e o armazenamento desse se dá nas células hepáticas e musculares (VIEIRA, 2002). Ao nível hepático, os carboidratos podem se transformar em glicogênio

ou ser degradados até dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), formando a molécula adenosina trifosfato (ATP) no ciclo de Krebs (BELLAMY e LEONARD, 1965; FREEMAN, 1969; RUTZ, 2002).

O fígado tem várias funções, entre elas a estocagem de carboidratos, gorduras e vitaminas (BORGSTROM et al., 1979 a, b). O glicogênio é a única forma importante de armazenamento de carboidratos nos animais, sendo encontrado em quase todos os tecidos corporais como uma forma de energia armazenada de rápida disponibilidade e seus principais locais de armazenamento são o fígado e os músculos (VIEIRA, 2002; DAWES, 1968).

A muda forçada em poedeiras comerciais tem sido bastante estudada nos últimos anos com a finalidade de melhorar o desempenho reprodutivo e aumentar a produtividade das poedeiras em 25 a 30 semanas pela melhoria da casca do ovo e da produção de ovos (RAMOS et al., 1999).

A retirada da ração dos comedouros durante 10 a 12 dias é o método mais simples de induzir a muda forçada em poedeiras e, nos primeiros dias, a produção de ovos declina até a suspensão completa da postura de quatro a cinco dias do início do jejum (SILVA e SANTOS, 2000). Este jejum provoca um estresse severo e causa a perda de peso da ave paralisando a postura de ovos (BERTECHINI e GERALDO, 2005). BERRY e BRAKE (1985) ao avaliarem o efeito de diferentes técnicas de muda observaram que as aves submetidas ao jejum perderam de 30 a 34% do peso corporal. De acordo com HAZELWOOD (1986) durante o período de jejum, a formação do substrato para a síntese de glicose plasmática é acelerada através da via gliconeogênica. Em aves, as enzimas chaves para a gliconeogênese são as mesmas dos mamíferos: glicose-6-fosfatase, frutose-6-difosfatase, piruvato carboxilase e fosfoenolpiruvato carboxiquinase.

O glicogênio presente no fígado atende às demandas corporais imediatas de glicose em situações em que há jejum no consumo de alimentos ou estresse. Os estoques de glicogênio são comparativamente pequenos em relação ao total de energia requerida pelas aves, e dessa forma, são de pouca duração (algumas horas) (LANGSLOW et al., 1970; VIEIRA, 2002), porém a ave armazena glicogênio hepático

para diversas situações em que haverá o aumento do metabolismo celular (HAZELWOOD, 1986).

O cálcio atua na ativação da adenosina-trifosfatase (ATP) que age na liberação de um grupo fosfato da molécula de ATP, transformando-a em ADP nos processos de mobilização de energia (WANNAMACHER e DIAS, 1986), além disso, o cálcio também atua ativando a fosforilase quinase na glicogenólise hepática que fornece glicose para o músculo durante a perda da fase aeróbica do exercício (McDOWELL, 1992).

TORRES (1969), estudando aves, ressaltou que o zinco atua na fixação do cálcio sob a forma de carbonato de cálcio nos ossos e ovos e que o excesso de zinco pode diminuir a atividade de enzimas como a citocromo oxidase, catalase e enzimas ferrosas, pois é um componente funcional de diversos sistemas enzimáticos. O funcionamento do zinco nos sistemas enzimáticos está altamente relacionado ao metabolismo de ácidos nucléicos, na síntese de proteínas e no metabolismo de carboidratos (WANNACHER e DIAS, 1986). A indução de muda forçada pelo zinco promove uma intoxicação e torna o alimento de péssimo paladar provocando a diminuição em seu consumo alimentar (SAUVER, 1989).

O sódio está implícito em processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos e sais biliares, pois faz parte da composição eletrolítica do suco pancreático (JANOWITZ, 1968), além disso, BERRY e BRAKE (1985) concluíram que o efeito de níveis baixos de sódio na ração pode não ser devido somente a deficiência deste elemento por si só, mas possivelmente devido à escassez de outros nutrientes que tem a absorção ligada ao sódio, como as hexoses e aminoácidos no intestino que têm a absorção carregada por proteínas sódio-dependentes causando uma má absorção de nutrientes pela ave. Deficiências de sódio na ração de galinhas de postura tem provocado grande redução no consumo de ração e no peso corporal das aves (KUCHINSKI, et al., 1997). BEGIN e JOHNSON (1976) observaram uma queda significativa na produção (75 para 29%) no peso dos ovos, no consumo de ração e no peso corporal quando poedeiras com 20 semanas de idade foram submetidas a uma dieta baixa em sódio por um período de 28 dias. BERRY e BRAKE (1985) verificaram

que aves com 65 semanas de vida tratadas com 500 ppm de sódio na ração (baixo nível de sódio) perderam menos peso do que aves que permaneceram em jejum.

MOURA (1999) utilizando poedeiras leves e semipesadas com 20 semanas de idade notou o efeito de seis níveis suplementares de sódio (0,00; 0,06; 0,12; 0,18; 0,24 e 0,30%) em rações à base de milho e farelo de soja contendo 0,027% de sódio, sobre a produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso das aves. Concluiu-se que todas essas variáveis foram influenciadas pelos níveis de sódio e otimizados quando o nível suplementar foi de 0,18%, tanto para poedeiras leves, quanto para poedeiras semipesadas, recomendando uma exigência de sódio total na ordem de 0,207%.

De acordo com o exposto, o objetivo deste trabalho é a avaliação de respostas fisiológicas de poedeiras submetidas aos quatro programas de muda forçada, por meio da dosagem do nível do glicogênio hepático.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalações e equipamentos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Campus de Jaboticabal, São Paulo. O galpão de postura utilizado foi do tipo convencional medindo três metros de largura e dois metros de pé-direito com gaiolas de postura em arame galvanizado que constavam de quatro compartimentos de 25x40x40 centímetros, distribuídas lateralmente em dois andares. Trabalhou-se com duas aves por gaiola, o comedouro era tipo calha e o bebedouro nipple tipo copo plástico.

2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição

Utilizou-se 32 aves de postura da linhagem comercial Hisex Brown, com aproximadamente 58 semanas de idade, alojadas em gaiolas de postura. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constando de quatro

tratamentos e dois ciclos de produção aos 28 e 112 dias, sendo que cada tratamento continha quatro aves. No início do experimento, as aves foram submetidas à seleção, pesadas e distribuídas aleatoriamente em parcelas experimentais. Durante o período de indução da muda forçada, as aves receberam somente luz natural e após, introduziu-se a luz artificial progressivamente até que atingisse 17 horas de luz ao dia (luz artificial + luz natural).

As aves receberam água e ração *ad libitum* e a dieta à base de milho e farelo de soja seguiu as recomendações de exigências nutricionais, de acordo com o NRC (National Research Council) (1994). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

Os tratamentos utilizados para muda forçada foram: método Califórnia (jejum alimentar) em que houve jejum alimentar nos primeiros 10 dias da realização da muda e fornecimento de milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura do 11^o ao 28^o dia de forma escalonada na proporção de 20 g/ave/dia até que o fornecimento se normalizasse atingindo 100 g/ave/dia; a utilização de uma dieta com baixo nível de cálcio (0,1%) durante 14 dias, sendo que, a partir deste dia até o 28^o dia forneceu-se milho moído com suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com alto nível de zinco, em que as aves receberam uma dieta com 2% de óxido de zinco durante 10 dias e do 11^o ao 28^o dia consumiram milho moído acrescido de suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com baixo nível de sódio (0,05%) durante 14 dias, após os quais houve fornecimento de milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura até o 28^o dia. Para todos os tratamentos, após os 28 dias, as aves receberam uma dieta de postura (Tabela 1).

TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.

Ingrediente	Baixo Ca	Alto Zn	Baixo Na	Postura
	(%)			
Milho	69,94	69,94	69,94	65,71
Farelo de Soja	14,67	14,67	14,67	18,87
Farelo de Trigo	10,00	10,00	10,00	4,50
Lisina	0,00	0,00	0,00	0,02
Calcário	0,00	1,31	1,31	9,02
Fosfato bicálcico	0,15	1,00	1,00	1,26
Sal comum	0,28	0,28	0,04	0,42
Supl. vit. min. aminoácido*	0,20	0,20	0,20	0,20
Óxido de zinco	0,00	2,00	0,00	0,00
Inerte	4,76	0,60	2,84	0,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis Nutricionais				
EM, kcal/kg	2,900	2,900	2,900	2,750
PB (%)	14,25	14,25	14,25	15,00
Ca (%)	0,10	0,80	0,80	3,80
Pd (%)	0,30	0,30	0,30	0,34
Metionina (%)	0,23	0,23	0,23	0,40
Metionina + cistina (%)	0,48	0,48	0,48	0,65
Lisina (%)	0,62	0,62	0,62	0,72
Na (%)	0,15	0,15	0,05	0,20
Ácido linoléico (%)	1,50	1,50	1,50	1,35

* Níveis de garantia do suplemento vitamínico mineral aminoácido por quilograma do produto: vit. A: 5.000.000 mg; vit. D₃: 1.100.000 mg; vit. E: 4.000 mg; vit. K₃: 1.000 mg; vit. B₁: 500 mg; vit. B₂: 1.500 mg; vit. B₆: 500 mg; vit. B₁₂: 3.000 mcg; biotina: 10 mg; pantotenato: 5.000 mg; niacina: 10.000 mg; ácido fólico: 100 mg; promotor crescimento: 30.000 mg; cloreto de colina 50%: 100.000 mg; cobalto: 50 mg; cobre: 3.000 mg; iodo: 500 mg; selênio: 100 mg; manganês: 25.000 mg; zinco: 25.000 mg; ferro: 25.000 mg; DL-Metionina: 400.000 mg. coccidiostático: 31.250 mg; antioxidante: 2.000 mg; veículo q.s.p: 1.000 g

2.3. Avaliação do glicogênio hepático das aves

Para a dosagem de glicogênio hepático, fragmentos dos lobos esquerdo e direito do fígado de galinhas poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada foram coletados aos 28^o e aos 112^o dias experimentais. Posteriormente foram embalados em sacos plásticos e congelados sobre gelo seco e estocado em freezer a – 70°C. O glicogênio foi dosado pelo método de Glicogênio Trinder, Placa de ELISA (Moon et al., 1989), com leitura em fotoespectômetro a 490-550 nm (Metrolab 1700UV visível spectrophotometer).

2.4. Análise estatística

Os dados referentes ao nível de glicogênio hepático das galinhas poedeiras submetidas a diferentes programas de muda forçada foram verificados quanto à presença de valores discrepantes (“outliers”) e testou-se as pressuposições de normalidade dos erros studentizados (teste de Cramer Von Mises) e de homogeneidade de variância (teste de Brown-Forsythe). Após constatada a não violação dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento GLM do programa SAS (SAS Institute, 2002) e em caso de diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

3. RESULTADOS

A média das dosagens do glicogênio hepático de galinhas poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown submetidas a diferentes programas de muda forçada em diferentes ciclos de produção estão representados nas Tabelas 2 e 3 e Figura 1.

Analisando o glicogênio hepático das aves, verificou-se que os diferentes métodos de muda forçada apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2) no decorrer do período experimental (Tabela 3 e Figura 1).

Aos 28 dias, observou-se que o maior nível de glicogênio hepático ocorreu nas aves que estavam recebendo baixo nível de cálcio na ração, diferindo dos grupos tratados com baixo nível de sódio e das aves do método Califórnia ($p < 0,05$) sendo que neste último tratamento, o nível de glicogênio foi o menor em relação aos demais tratamentos. No entanto aos 112 dias o nível de glicogênio não diferiu entre os tratamentos, porém no segundo ciclo de produção (112 dias), notou-se que nas aves tratadas com baixo nível de cálcio com alto nível de zinco na dieta, os níveis de glicogênio hepático diminuíram significativamente quando comparado ao primeiro ciclo de produção (28 dias). Entretanto, as aves do método Califórnia e dieta com baixo nível de sódio observou-se o aumento ($p > 0,05$) do nível do glicogênio hepático aos 112 dias em relação aos 28 dias.

TABELA 2. Médias \pm erro padrão da média e análise de variância da média do nível de glicogênio hepático de poedeiras comerciais submetidas a diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

TRATAMENTO	NÍVEL DE GLICOGÊNIO*
CALIFÓRNIA	4,33 \pm 0,84
CÁLCIO	4,43 \pm 1,60
ZINCO	5,40 \pm 0,95
SÓDIO	5,60 \pm 0,84
CICLO DE PRODUÇÃO (DIAS)	
28	7,01 \pm 0,99
112	4,87 \pm 0,55
PROBABILIDADES	
TRATAMENTO	0,0161
CICLO DE PRODUÇÃO	0,0190
TRATAMENTO x CICLO DE PRODUÇÃO	0,0052
S	2,41

*Interação com desdobramento na Tabela 3

TABELA 3. Resultado do desdobramento dos fatores estudados (tratamento e ciclos de produção) para média do nível de glicogênio hepático (%) de poedeiras comerciais submetidas a diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção (média ± erro padrão da média).

Tratamento	Nível de glicogênio hepático	
	28 dias	112 dias
Califórnia	3,36 ± 0,94 Ba	5,31 ± 1,33 Aa
Cálcio	11,68 ± 2,18 Aa	5,17 ± 0,38 Ab
Zinco	7,64 ± 0,75 ABa	3,16 ± 0,55 Ab
Sódio	5,38 ± 0,79 Ba	5,83 ± 1,61 Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Médias seguidas de letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

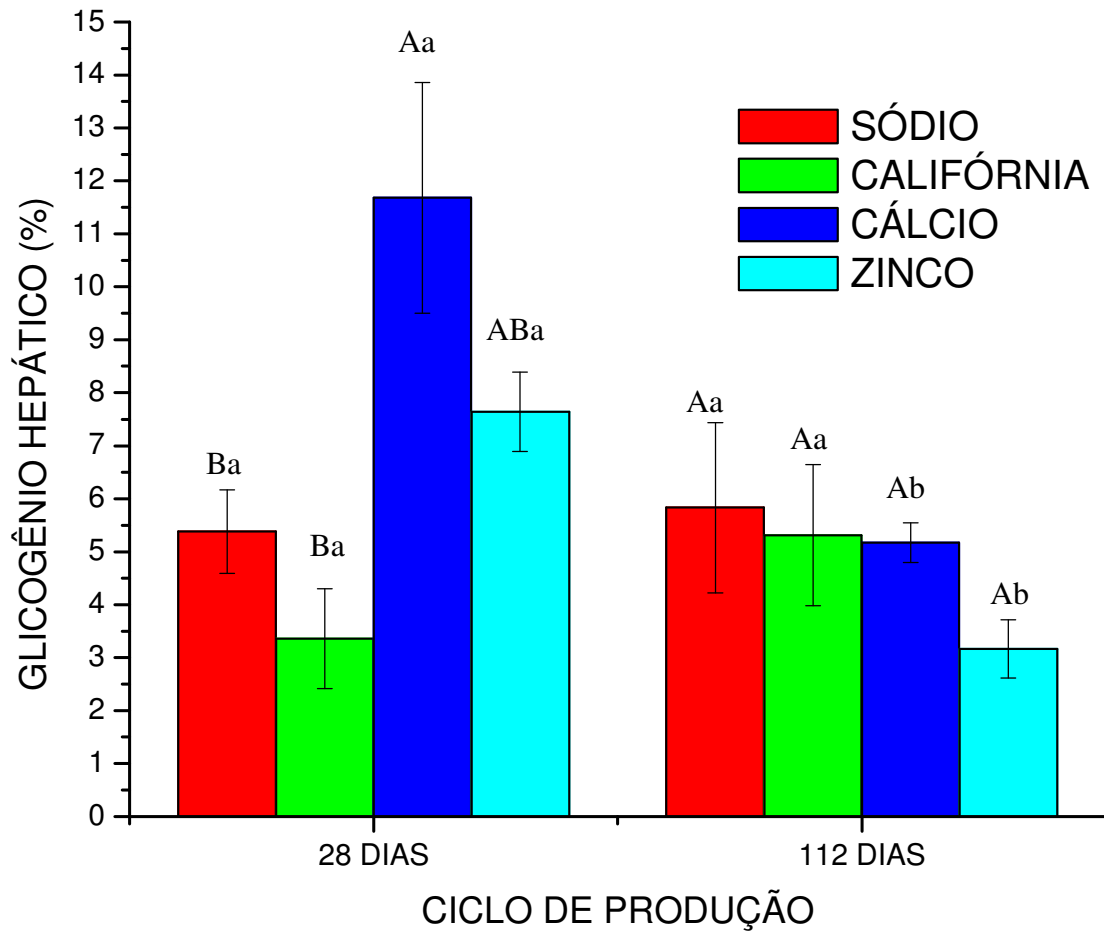


FIGURA 1. Média \pm erro padrão da média do nível de glicogênio hepático de poedeiras comerciais submetidas a diferentes programas de muda forçada em dois ciclos de produção.

4. DISCUSSÃO

BELLAMY e LEONARD (1965), FREEMAN, (1969), BORGSTROM et al., (1979 a, b), RUTZ (2002) verificaram a estocagem do glicogênio em hepatócitos de frangos de corte, o que foi confirmado em galinhas poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada. HAZELWOOD (1986) relata que o fígado de poedeiras aumenta o seu peso nos períodos que antecedem a postura armazenando energia para o período de postura. Essa resposta é clara em aves submetidas aos diferentes métodos de muda forçada aos 28 dias, quando o nível de glicogênio hepático apresentou-se elevado.

Pode-se constatar que nessas poedeiras, o glicogênio hepático atendeu às demandas corporais de glicose em animais submetidos ao programa Califórnia, dieta com baixo nível de cálcio, ração com alto nível de zinco e baixo nível de sódio, proporcionando a manutenção homeostática das aves. O glicogênio hepático é fundamental como fonte de energia e fornecedor de glicose para a manutenção da homeostase glicêmica (LEHNNINGER et al., 1995).

Em aves dos programas com baixo nível de cálcio e alto nível de zinco, houve uma diminuição do nível de glicogênio hepático no decorrer do período experimental. HAZELWOOD (1986) afirmou que durante o período de jejum, a formação do substrato para a síntese de glicose plasmática é acelerada através da via gliconeogênica, sendo que em aves, as enzimas chaves são as mesmas dos mamíferos: glicose-6-fosfatase, frutose-6-difosfatase, piruvato carboxilase e fosfoenolpiruvato carboxiquinase. Sabe-se que o cálcio está intrínseco na glicogenólise conforme afirmou McDOWELL (1992) e também, em processos de mobilização de energia (WANNAMACHER e DIAS, 1986). Considerando-se que as aves foram submetidas a uma dieta com baixo teor de cálcio, conseqüentemente o nível de glicogênio hepático apresentou-se menor ($p > 0,05$) aos 112 dias em relação aos 28 dias experimentais. Resposta semelhante pode-se observar em animais que tiveram zinco adicionado em altas concentrações à ração. SAUVER (1989) relatou que a adição do zinco ao alimento torna-o menos palatável, diminuindo o consumo, portanto, o glicogênio hepático foi utilizado via glicogenólise

para atender o metabolismo celular. LANGSLOW et al. (1970) e VIEIRA (2002) já estudaram que o glicogênio presente no fígado atende às demandas corporais imediatas de glicose em situações em que há jejum no consumo de alimentos ou estresse. Além disso, TORRES (1969) observou que excesso de zinco pode diminuir a atividade de enzimas interferindo no metabolismo dos carboidratos.

Em aves tratadas com baixo nível de sódio observou-se um menor nível de glicogênio hepático aos 28 dias, pois a deficiência de sódio na dieta pode causar má absorção de nutrientes como aminoácidos e hexoses (JANOWITZ, 1968; BERRY e BRAKE, 1985). Notou-se que aves induzidas à muda com baixo nível de sódio (BEGIN e JOHNSON, 1976; BERRY e BRAKE, 1985; KUCHINSKI, et al., 1997; MOURA, 1999) perderam peso corporal, sugerindo que as reservas energéticas foram consumidas (LANGSLOW et al., 1970; VIEIRA, 2002). Houve um aumento do glicogênio hepático aos 112 dias sugerindo que ao estabilizar-se a glicose sangüínea houve estocagem de glicogênio hepático (BEITNER, 1985; HEMS et al., 1981).

5. CONCLUSÕES

Conclui-se após a análise dos resultados e nas condições experimentais que o nível do glicogênio hepático apresentou-se elevado, sugerindo que o fígado das poedeiras armazenou glicogênio no período que antecede a postura, independentemente do programa de muda forçado aplicado. Além disso, conclui-se que os métodos Califórnia e dieta com baixo nível de sódio são os mais recomendáveis considerando-se que as aves desses programas mantiveram o nível glicogênio hepático no decorrer do período experimental.

6. REFERÊNCIAS

BEGIN, J. J.; JOHNSON, T. H. Effect of dietary salt on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 2395 – 2404, 1976.

BEITNER, R. Glucose-1,6-bisphosphate. The regulation of carbohydrate metabolism, v. I, p. 1-27, CRC Press, Boca. Raton, Florida, 1985.

BELLAMY, D.; LEONARD, R. A. Effect of cortisol on the growth of chicks. **General Comparative Endocrinology**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 402-405, 1965.

BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A. Conceitos modernos em muda forçada de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7º, SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2º, 2005, Goiânia. **Seminários Técnicos de Avicultura**. Goiânia, 2005. p. 1-13.

BERTORINI, T.; YEH, Y. Y.; TREVISAN, C.; STADLAN, E.; SABESIN, S.; DIMAURO, S. Carnitine palmitoyl transferase deficiency: myoglobinuria and respiratory failure. **Neurology**, India v. 30, p. 263-271, 1980.

BERRY, W. D.; BRAKE, J. Comparison of parameters associated with molt induced by fasting, zinc and low dietary sodium in caged layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 20-27, 1985.

BORGSTROM, B.; ERLANSON-ALBERTSON, C.; WIELOCH, T. Pancreatic colipase: chemistry and physiology. **Journal Lipid Research**, Maryland, v. 20, n. 7, p. 805- 816, 1979a.

BORGSTROM, B.; WIELOCH, T.; ERLANSON-ALBERTSON, C. Evidence for a pancreatic pro-colipase and its activities by trypsin. **FEBS Letters**, v. 108, p. 407-410, 1979b.

DAWES, G. S. **Fetal and neonatal physiology**. Chicago: Yearbook Medical Publishers, 1968. 247 p.

DIMAURO, S.; DIMAURO, P. M. M. Muscle carnitine palmitoyl transferase deficiency and myoglobinuria. **Science**, p.182:929, 1983.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. Anatomia e fisiologia da célula In: FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda. 6. ed. Rio de Janeiro:Guanabara-Koogan, 2005. cap 2, p. 14- 44.

FREEMAN, B. M. Thermobilization of hepatic glycogen in *Gallus domesticus* at the end of incubation. **Comparative Biochemistry Physiology**, Beford, v. 28, p. 1169, 1969.

HAZELWOOD, R. L. Carbohydrate metabolism. In: STURKIE, P. D. **Avian physiology**. New York: Spring-Verlag, 1986. p. 303-325.

JANOWITZ, H. D. Pancreatic secretion of fluid and electrolytes. In: CODE, C. F.; HEIDEL, W., (Ed.). Handbook of Physiology: sç. 6, Alimentary canal. v. 2, Secretion. **American Physiology Society**, Washington, p 925-933.

KUCHINSKI, K. K.; HARMS, R. H.; RUSSEL, G. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANUAL MEETING, 1997, Athenas. **Proceedings...** Athens: Poultry Science, v. 59, suppl. 1, p. 236, 1997.

LANGSLOW, D. R.; BUTLER, E. J.; HALES, C. N.; PEARSON, A. W. The response of plasma insulin, glucose and non-sterified fatty acids to various hormones, nutrients and drugs in the domestic fowl. **Journal Endocrinology**, v. 46, p. 243-246, 1970.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

McDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. London: Academic Press, 1992. 552 p.

MOON, T. W.; FOSTER, G. D.; PLISETSKAYA, E. M. Changes in peptide hormone and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 67, p. 2189-2193, 1989.

MOURA C. O. **Exigência nutricional de sódio para poedeiras leves e semipesadas no período de verão**. 1999. (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9 ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. 155p.

RAMOS, R. B.; FUENTES, M. F. F.; ESPÍNDOLA, G. B.; LIMA, F. A. Efeito de diferentes métodos de muda forçada sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1340-1346, 1999.

RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 14, p. 175-185.

SAS INSTITUTE. **Software and services**: system for Windows, version 8.0 software Cary, 2002.

SAUVER, B. **Reproduction des volailles et production d'oeufs**. Paris: INRA, 1998. p. 449.

SILVA, J. H. V.; SANTOS, V. J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca dos ovos durante a muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1440-1445, 2000.

VIEIRA, S. L. Carboidratos: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 9, p. 125-133.

WANNAMACHER, C. M. D.; DIAS, R. D. **Bioquímica Fundamental**. 6. ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986. 556 p.

WERNECK, L. C.; BÔER, C. A.; PAPADIMITRIOU, A.; DIMAURO, S. Myopathy due to carnitine palmitoyltransferase: report of 2 cases with enzymatic analyses on muscle tissue. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v. 41, Rio de Janeiro, p. 377-384, 1983.

CAPÍTULO 5 - ESTUDO HISTOQUÍMICO DO JEJUNO E DO CECO DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROGRAMAS DE MUDA FORÇADA

RESUMO

No presente experimento realizou-se o estudo das glicoproteínas do jejuno e do ceco de poedeiras comerciais mediante técnicas histoquímicas. Para isso, foram utilizadas 32 galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown com 58 semanas de vida alojadas em gaiolas de postura (2 aves/gaiola) e distribuídas aleatoriamente em quatro programas de muda forçada, sendo: método Califórnia (controle), dieta com baixo nível de cálcio, ração com alto nível de zinco e dieta com baixo nível de sódio com quatro aves em cada tratamento em dois ciclos de produção (28 e 140 dias) no aviário da FCAV-Unesp, campus de Jaboticabal. As aves receberam ração e água à vontade e programa de luz crescente até 17 horas por dia depois do período de indução de muda forçada. Os fragmentos de jejuno e ceco foram corados mediante as técnicas histoquímicas de PAS, PAS + amilase, AB 0,5 e AB 2,5 no qual observou-se a presença de glicoproteínas, glicogênio, polissacarídeos ácidos sulfatados e carboxilados, respectivamente. Os resultados sugerem que os diferentes tratamentos de muda forçada nas condições experimentais não interferiram na integridade das células intestinais dos dois segmentos intestinais analisados. Conclui-se que os quatro tratamentos de muda forçada não interferiram na presença dos polissacarídeos celulares intestinais assim como na integridade da morfologia das células intestinais e do glicocálice.

Palavras-chave: ceco, histoquímica, jejuno, muda forçada, poedeiras.

ABSTRACT

In this experiment was carried out the study of glycoprotein of jejunum and cecum of commercial laying hens through histochemistry techniques. Then, 32 Hisex Brown laying hen with 58 weeks of age were caged (2 birds/cage) that were distributed at random into four programs of forced molting: Califórnia method (control program), diet with low level of calcium, diet with high level of zinc and diet with low level of sodium in two production cycles (28 and 140 days). The study occurred in aviary of FCAV-Unesp, campus Jaboticabal. The birds received ration and water *ad libitum* and a program of growing light up to 17 hours a day after the induction period. The fragments of jejunum and cecum were submitted to the histochemistry techniques: PAS, PAS + amilase, AB 0,5 and AB 2,5 and were observed the glycoprotein, glycogen, sulfated and carboxyled polysaccharides, respectively. The results suggest that the different treatments of forced molting in the experimental conditions did not interfere in the integrity of intestinal cells of these segments. Then, these four treatments of forced molting didn't interfere in the presence of the polysaccharides in intestine as well as in the integrity of the intestinal cells morphology in glycocalyx.

Keywords: cecum, histochemistry, jejunum, forced molting, laying hens.

1. INTRODUÇÃO

A mucosa intestinal é um relevante aspecto da fisiologia da digestão, por representar uma extensa área envolvida na ingestão, digestão e absorção de nutrientes (BLIKSLARGER e ROBERTS, 1997). NICKEL et al., (1981) relataram que o jejuno é a maior porção do intestino sendo contínuo ao duodeno, próximo à artéria mesentérica cranial, estendendo-se caudalmente como várias alças, dispostas frouxamente e unidas pelo mesentério. No jejuno ocorre a maior parte da digestão e absorção (HILL, 1976; NOY e SKLAN, 1995). Os cecos são constituídos por dois apêndices em fundo cego, ligados à junção entre o intestino delgado e grosso. A absorção de água e a digestão da celulose por uma microbiota cecal são funções dos cecos (BANKS, 1992). Reveste-se de importância a análise da mucosa intestinal por ser área envolvida na absorção de nutrientes, sabendo-se que estes influenciam fortemente a produção das poedeiras. Nesse aspecto, portanto, nada se sabe a respeito da histoquímica da mucosa intestinal do jejuno e do ceco de poedeiras submetidas a diferentes programas de muda forçada.

BERTECHINI e GERALDO (2005) ao estudarem diferentes programas de muda forçada, observaram que a maioria dos programas de muda forçada utiliza a retirada da ração por um período de oito a 14 dias provocando um estresse severo e a perda de peso da ave paralisando a produção de ovos.

Nos últimos anos, algumas pesquisas têm sido efetuadas com o objetivo de obter métodos alternativos ao de jejum prolongado para obter a muda forçada (GARCIA, 2004), como é o caso de dietas com baixo nível de cálcio (MARTIN et al., 1973; GILBERT e BLAIR, 1975; WAKELING, 1977) e baixo nível de sódio (NESBETH et al., 1976; CAMPOS e BAIÃO, 1979) e com alto nível de zinco (ROBERSON e FRANCIS, 1979; GARCIA, 2004). Esses programas de muda forçada chamados de métodos qualitativos referem-se ao uso de dietas com carência ou excesso de nutrientes (DECUYPERE e VERHEYEN, 1986).

Diante disso, nenhum autor relaciona o período de muda forçada com a morfologia e a histoquímica intestinal em aves. O intestino delgado é o segmento do

canal alimentar onde ocorrem os processos finais da digestão, sendo formado pelo duodeno, jejuno e íleo, que guardam semelhanças nas suas características morfofuncionais. São encontradas nesses segmentos as células absortivas, as de Paneth, as neuroendócrinas, as células M e as calciformes, estas últimas produtoras de glicoproteínas cuja principal função é lubrificar e proteger o epitélio intestinal (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

Os carboidratos presentes nas biomembranas correspondem às porções glicídicas das suas glicoproteínas, proteoglicanos e glicolipídeos e têm como função principal formar o glicocálice (CARVALHO e RECCO-PIMENTEL, 2001).

Considerando-se que a histoquímica compreende métodos de localização de diferentes substâncias nos tecidos, que se baseiam em reações químicas específicas, tendo como resultado a produção de compostos insolúveis nas células (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004) e que não há relatos de observação desses compostos em aves submetidas a diferentes tratamentos dietéticos, o objetivo do presente trabalho consiste em avaliar as respostas morfofuncionais do epitélio intestinal de poedeiras submetidas a quatro programas diferentes de muda forçada, por meio da morfologia das mucosas do jejuno e do ceco e verificar se esses tratamentos alteraram ou não a presença de glicoproteínas nas mesmas, submetendo-nas às diferentes reações histoquímicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Instalações e equipamentos

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, São Paulo. O galpão de postura utilizado foi do tipo convencional medindo três metros de largura e dois metros de pé-direito com gaiolas de postura em arame galvanizado que constavam de quatro compartimentos de 25x40x40 centímetros, distribuídas lateralmente em dois andares. Trabalhou-se com duas aves por gaiola, o comedouro era tipo calha e o bebedouro nipple tipo copo plástico.

2.2. Aves experimentais, manejo e nutrição

Utilizou-se 32 aves de postura da linhagem comercial Hisex Brown, com aproximadamente 58 semanas de idade, alojadas em gaiolas de postura. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado constando de quatro tratamentos e dois ciclos de produção (28 e 140 dias), sendo que cada tratamento continha quatro aves. No início do experimento, as aves foram submetidas à seleção, pesadas e distribuídas aleatoriamente em parcelas experimentais. Durante o período de indução da muda forçada, as aves receberam somente luz natural. Após esse período, introduziu-se a luz artificial progressivamente até que atingisse 17 horas de luz ao dia (luz artificial + luz natural).

As aves receberam água e ração *ad libitum* e a dieta à base de milho e farelo de soja seguiu as recomendações de exigências nutricionais, de acordo com o NRC (National Research Council) (1994). A composição percentual das rações, assim como os valores calculados dos níveis nutricionais encontram-se na Tabela 1.

Os tratamentos utilizados para indução da muda forçada correspondem ao método Califórnia (jejum alimentar que foi utilizado como grupo controle) em que houve jejum alimentar durante 10 dias e fornecimento de milho moído com suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura do 11^o ao 28^o dia de forma escalonada até 100g de ração/dia/ave, a utilização de uma dieta com baixo nível de cálcio durante 14 dias, sendo que, a partir deste dia até o 28^o dia forneceu-se milho moído com suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura, o fornecimento de dieta com alto nível de zinco, em que as aves receberam uma dieta com 2% de óxido de zinco durante 10 dias e do 11^o ao 28^o dia consumiram milho moído acrescido de suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura; o fornecimento de dieta com baixo nível de sódio (0,05%) durante 14 dias, após os quais houve fornecimento de milho moído e suplemento vitamínico mineral aminoácido de postura até o 28^o dia. Para todos os tratamentos, após os 28 dias, as aves receberam 100 g de ração para postura (Tabela 1).

TABELA 1. Composição percentual de alimentos utilizados em dietas experimentais das galinhas poedeiras da linhagem Hisex Brown.

Ingrediente	Baixo Ca	Alto Zn	Baixo Na	Postura
	(%)			
Milho	69.94	69.94	69.94	65.71
Farelo de Soja	14.67	14.67	14.67	18.87
Farelo de Trigo	10.00	10.00	10.00	4.50
Lisina	0.00	0.00	0.00	0.02
Calcário	0.00	1.31	1.31	9.02
Fosfato bicálcico	0.15	1.00	1.00	1.26
Sal comum	0.28	0.28	0.04	0.42
Supl. vitamínico e mineral*	0.20	0.20	0.20	0.20
Óxido de zinco	0.00	2.00	0.00	0.00
Inerte	4.76	0.60	2.84	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Níveis Nutricionais				
EM, kcal/kg	2.900	2.900	2.900	2.750
PB (%)	14.25	14.25	14.25	15.00
Ca (%)	0.10	0.80	0.80	3.80
Pd (%)	0.30	0.30	0.30	0.34
Metionina (%)	0.23	0.23	0.23	0.40
Metionina + cistina (%)	0.48	0.48	0.48	0.65
Lisina (%)	0.62	0.62	0.62	0.72
Na (%)	0.15	0.15	0.05	0.20
Ácido linoléico (%)	1.50	1.50	1.50	1.35

* Níveis de garantia do suplemento vitamínico e mineral por quilograma do produto: vit. A: 5.000.000 mg; vit. D₃: 1.100.000 mg; vit. E: 4.000 mg; vit. K₃: 1.000 mg; vit. B₁: 500 mg; vit. B₂: 1.500 mg; vit. B₆: 500 mg; vit. B₁₂: 3.000 mcg; biotina: 10 mg; pantotenato: 5.000 mg; niacina: 10.000 mg; ácido fólico: 100 mg; promotor crescimento: 30.000 mg; cloreto de colina 50%: 100.000 mg; cobalto: 50 mg; cobre: 3.000 mg; iodo: 500 mg; selênio: 100 mg; manganês: 25.000 mg; zinco: 25.000 mg; ferro: 25.000 mg; DL-Metionina: 400.000 mg. coccidiostático: 31.250 mg; antioxidante: 2.000 mg; veículo q.s.p: 1.000 g

2.3. Reações histoquímicas do jejuno e do ceco das aves

As análises histoquímicas do jejuno e do ceco foram realizadas no Departamento de Anatomia Humana da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Amostras de dois centímetros de jejuno e ceco de quatro poedeiras por tratamento foram coletadas aos 28 e 140 dias experimentais. As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical. Os fragmentos intestinais foram abertos longitudinalmente, lavados em solução tampão

fosfato (0,1 M, pH 7,4) e fixados em solução de Bouin por 24 horas. Posteriormente, banhos sucessivos de álcool 70% foram aplicados sobre as amostras para a retirada do fixador, em seguida, desidratados em concentração crescente de álcool etílico. Após a desidratação do material, as amostras foram recortadas em fragmentos de 0,5 cm de comprimento, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Em cada lâmina foram colocados cinco cortes semi-seriados com cinco micrômetros de espessura, sendo que entre um corte e o subsequente foram desprezados 12 cortes. Foram preparadas cinco lâminas por segmento, de cada animal. Os fragmentos coletados foram submetidos às reações histoquímicas de PAS (detecção de glicoconjugados neutros), PAS+ amilase (detecção de glicogênio), AB pH 0,5 (detecção de glicoconjugados ácidos sulfatados) e AB pH 2,5 (detecção de glicoconjugados ácidos carboxilados), de acordo com McMANUS (1946), LILLIE (1965) e PEARSE (1980), visando a detecção de glicosaminoglicanas, glicogênio, polissacarídeos genericamente e polissacarídeos ácidos, respectivamente. A análise das secções de jejuno e ceco foi realizada em microscópio de luz Olympus B202 e a documentação fotográfica em microscópio de luz Olympus BX41.

3. RESULTADOS

As análises histoquímicas do jejuno e do ceco de galinhas submetidas à muda forçada não apresentaram diferenças significativas entre os grupos experimentais nos dois ciclos de produção, evidenciando que os diferentes tratamentos de muda forçada não interferiram no nível de polissacarídeos neutros (Tabelas 1 e 2 e Figuras 1 e 2). À microscopia de luz, verificou-se que não ocorreram modificações na morfologia epitelial do jejuno e do ceco de galinhas poedeiras.

O epitélio do jejuno apresentou reação PAS e PAS+ amilase positiva, indicando a existência de mucosubstâncias neutras e glicoproteínas e a presença de glicogênio, respectivamente. Também apresentaram reação moderada ou fraca para o AB pH 0.5 em todos os programas de muda forçada analisados e que se constatou a presença de

mucopolissacarídeos sulfatados, porém de moderada a forte para o AB pH 2.5 o que revela a presença de mucopolissacarídeos ácidos carboxilados (Tabela 2).

A comparação dos diferentes tratamentos nos respectivos períodos revela, por meio das reações de PAS e PAS + amilase, que a presença dos polissacarídeos não se altera no decorrer dos períodos de tratamento, com exceção de um aumento dos mesmos no método Califórnia aos 140 dias evidenciando maior reatividade em relação aos 28 dias. Já em aves submetidas aos tratamentos com baixo nível de cálcio e alto nível de zinco as análises das reações de AB pH 2,5 e AB pH 0,5 mostraram-se fracas, no período experimental.

TABELA 2. Reações histoquímicas de PAS, PAS+amilase, AB pH 2,5 e AB pH 0,5 em jejuno de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada: método Califórnia, baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio nos dois ciclos de produção.

JEJUNO					
PROGRAMA/ CICLO DE PRODUÇÃO (dias)	PAS	PAS +AMILASE	AB 2,5	AB 0,5	
CALIFÓRNIA 28	++	++	+	++	
CALIFÓRNIA 140	+++	++	++	++	
CÁLCIO 28	+++	+++	+++	++	
CÁLCIO 140	+++	+++	++	++	
ZINCO 28	+++	+++	+++	++	
ZINCO 140	+++	+++	+++	+	
SÓDIO 28	+++	+++	+++	+	
SÓDIO 140	+++	+++	+++	++	

+: reação fraca; ++: reação moderada; +++: reação forte

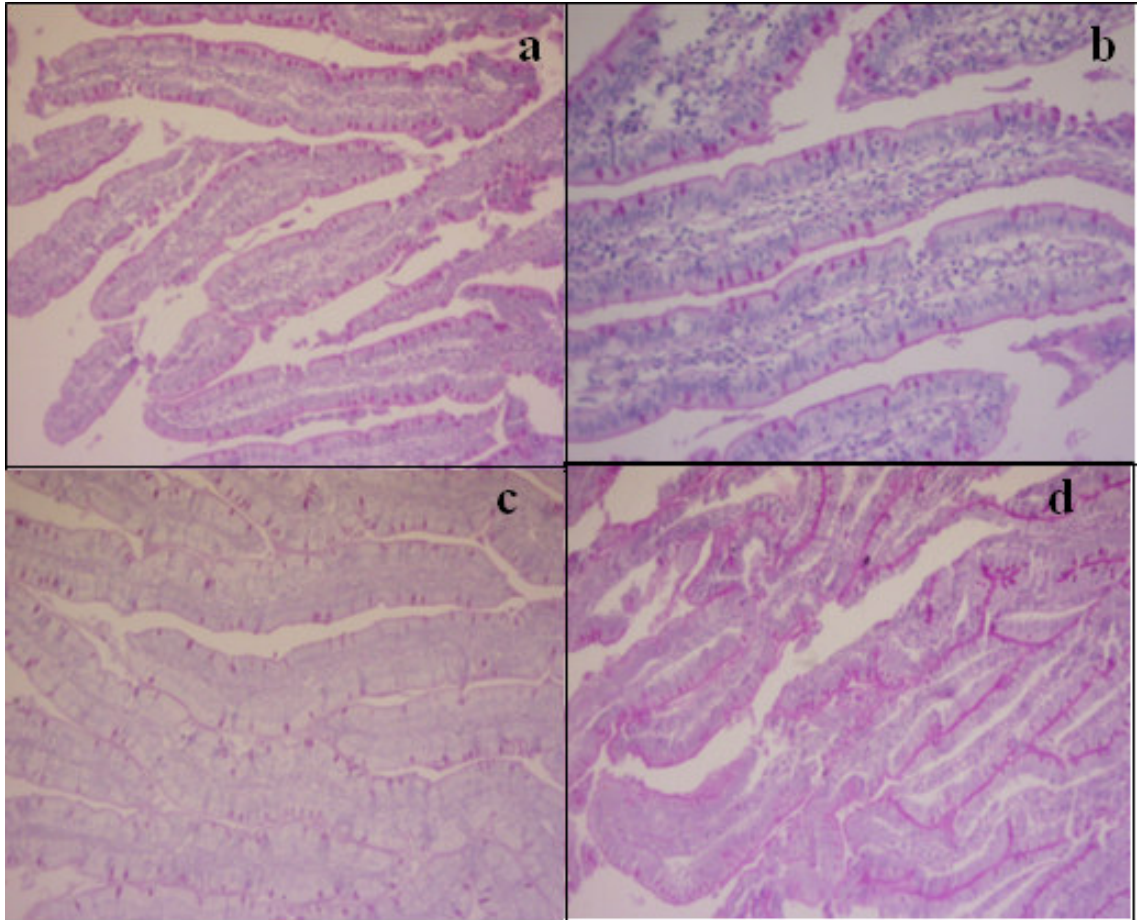


FIGURA 1. Fotomicrografia do jejuno de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown submetidas a diferentes programas de muda forçada em reação de PAS. Em a: Sódio, 40X; b: Cálcio, 40X, c: Zinco, 40X; d: Restrição: 40X.

Em relação à mucosa do ceco das poedeiras, observou-se que as reações AB pH 0.5 e 2.5 foram fracas (Tabela 3) nos quatro programas de muda forçada estudados e, também, nos diferentes ciclos de produção, indicando uma pequena presença de polissacarídeos. Porém, as reações moderadas de PAS e PAS+ amilase indicaram que há glicosaminoglicanas e presença de glicogênio, respectivamente.

TABELA 3. Reações histoquímicas de PAS, PAS+amilase, AB pH 2,5 e AB pH 0,5 em ceco de poedeiras submetidas aos diferentes programas de muda forçada: método Califórnia, baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio em dois ciclos de produção.

CECO				
PROGRAMAS/ CICLO DE PRODUÇÃO (dias)	PAS	PAS +AMILASE	AB 2,5	AB 0,5
CALIFÓRNIA 28	++	++	+	+
CALIFÓRNIA 140	++	++	+	+
CÁLCIO 28	++	++	+	+
CÁLCIO 140	++	++	+	+
ZINCO 28	++	++	+	+
ZINCO 140	++	++	+	+
SÓDIO 28	++	++	+	+
SÓDIO 140	++	++	+	+

+: reação fraca; ++: reação moderada; +++: reação forte

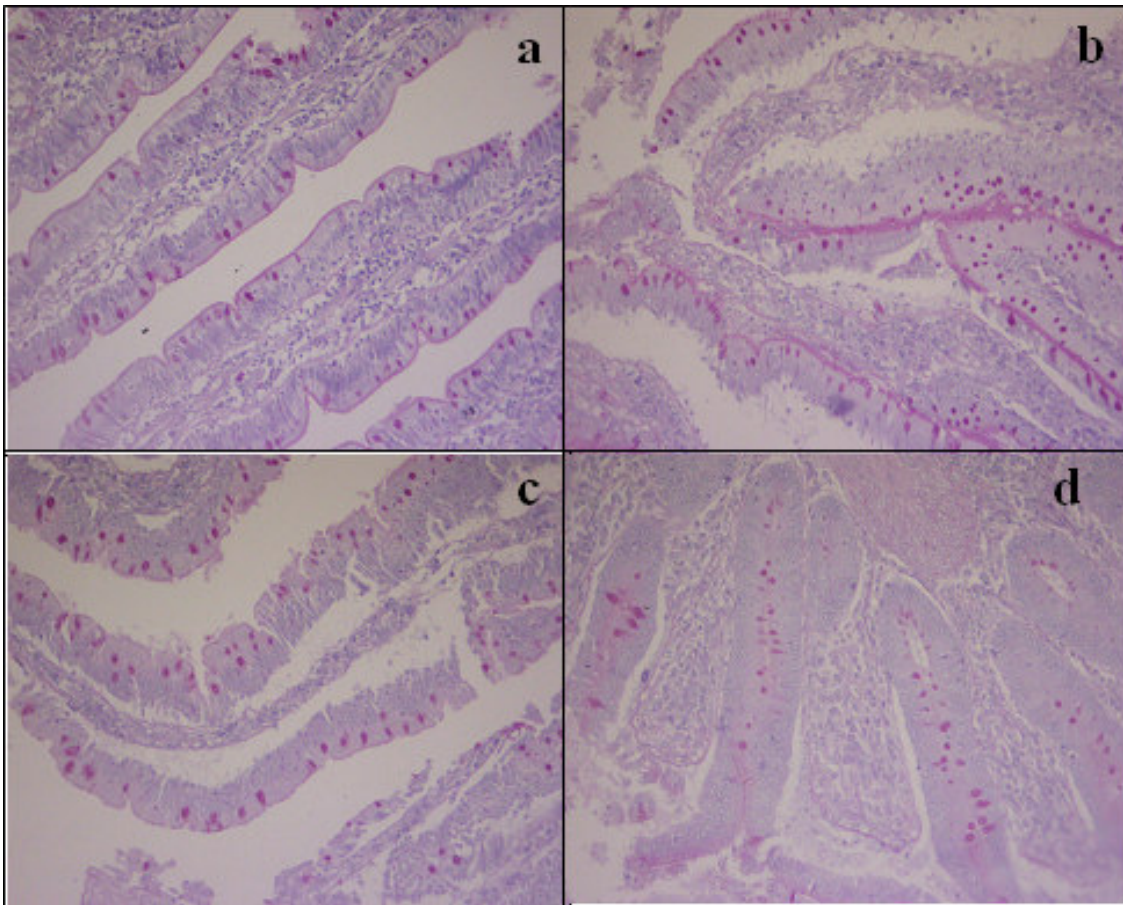


FIGURA 2. Fotomicrografia de ceco de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown submetidas a diferentes programas de muda forçada, em reação de PAS. Em a: Sódio, 40X; b: Cálcio, 40X; c: Zinco, 40X; d: Restrição: 40X.

4. DISCUSSÃO

Do estudo realizado através da imagem microscópica da composição química ou da atividade metabólica dos polissacarídeos em cortes histológicos verificou-se que a mucosa do jejuno e do ceco é representada pela presença de glicoproteínas e de glicogênio, além de mucopolissacarídeos sulfatados e mucopolissacarídeos ácidos sulfatados, já que o jejuno é uma importante área de digestão e absorção (HILL, 1976; NOY e SKLAN, 1995), assim como o ceco, cuja função é a absorção de água e a digestão da celulose realizada graças à microbiota cecal (BANKS, 1992).

Notou-se que o glicogênio estava presente e constante na mucosa do jejuno de aves submetidas aos programas com baixo nível de cálcio, alto nível de zinco e baixo nível de sódio, pois esses métodos são quantitativos (DECUYPERE e VERHEYEN, 1986), portanto as aves não permaneceram em jejum alimentar, mas a quantidade de nutrientes foi alterada nas diferentes dietas testadas. Aves submetidas ao jejum alimentar apresentaram um menor índice de glicogênio e glicoproteínas, pois os carboidratos presentes nas biomembranas correspondem às porções glicídicas das suas glicoproteínas, proteoglicanos e glicolipídeos e têm como função principal formar o glicocálice (CARVALHO e RECCO-PIMENTEL, 2001). Adicionalmente, no período de jejum aos 28 dias constatou-se que na mucosa do jejuno foi quantificado um menor índice de glicogênio, glicoproteínas, mucopolissacarídeos ácidos sulfatados e carboxilados, por meio das técnicas de PAS, PAS + amilase, AB pH 0,5 e AB pH 2,5, respectivamente, indicando que durante esse ciclo de produção nesse método de muda forçada, as aves consumiram a maior quantidade de polissacarídeos existentes na mucosa, pois durante o jejum alimentar por 10 dias há estresse e perda de peso da ave (BERTECHINI e GERALDO, 2005).

No entanto as aves submetidas ao tratamento com baixo nível cálcio, reação AB pH 2,5 e alto nível de zinco, reação AB pH 0,5, no decorrer do período experimental analisado apresentaram uma queda do nível de mucopolissacarídeos sugerindo que ambos os minerais, pela falta ou pelo excesso, fez com que as células jejunais necessitassem de mais energia visando atender a homeostase celular. BANKS (1992) relata que a irritabilidade é uma propriedade das células que as capacitam a responder a estímulos e comportamentos biológicos.

Já em relação à mucosa do ceco, observou-se reação moderada a fraca para todas as reações histoquímicas analisadas, pois os carboidratos presentes têm como função principal formar o glicocálice da membrana (CARVALHO e RECCO-PIMENTEL, 2001).

Nota-se a importância da integridade da mucosa intestinal como afirmou BLIKSLARGER e ROBERTS (1997), pois a histoquímica compreende métodos de localização de diferentes substâncias nos tecidos com base em reações químicas

específicas, tendo como resultado a produção de compostos insolúveis nas células (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados e para as condições do experimento realizado, conclui-se por meio das análises histoquímicas efetuadas nos grupos experimentais que não houve diferenças histoquímicas aparentes e significativas nos dois ciclos de produção, evidenciando que os quatro tratamentos de muda forçada não interferiram na presença dos polissacarídeos celulares intestinais assim como na integridade da morfologia das células intestinais e do glicocálice.

6. REFERÊNCIAS

BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Manole, 1992. 583 p.

BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A. Conceitos modernos em muda forçada de poedeiras comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7º, SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2º, 2005, Goiânia. **Seminários Técnicos de Avicultura**. Goiânia. 2005. p. 1-13.

BLIKSLARGER, A.T.; ROBERTS, C. Mechanisms of intestinal mucosal repair. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Washington, v. 211, n. 9, p.1437-1441, 1997.

CAMPOS, E. J.; BAIÃO, N. C. The effects of methods of forced molting on performance of commercial layers. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 1040. 1979 (abstract).

CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **A célula**. 1ª ed. São Paulo : Manole, 2001. 296 p.

DECUYPERE, E.; VERHEYEN, G. Physiological basics of induced molting and tissue regeneration in fowls. **World's Poultry Science**, v. 42, n. 1, p. 56-68, 1986.

GARCIA, E. A. Muda forçada em poedeiras comerciais e codornas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2004. p. 45-62.

GILBERT, A. B.; BLAIR, R. A. A comparison of effects of low calcium diets on egg production in the domestic fowl. **British Poultry Science**, London, v. 16, p. 547-552, 1975.

HILL, K. J. The anatomy and general physiology of the alimentary tract. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Digestion in the fowl**, Brazilian Poultry Science, 1976, p. 3-24.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 540 p.

LILIE, R. D. Acid-fast stain. **Histopathologic technique and practical histochemistry**, 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1965. 715 p.

McMANUS, J. F. A. Histological demonstration of mucin after periodic acid. **Nature**, London, v. 158, p. 202, 1946.

MARTIN, G. A.; MORRIS, T. B.; GEHLE, M. H.; HARWOOD, D. G. Forced molting by limiting calcium intake. **Poultry Science**, Champaign, v. 52, p. 2058. 1973 (abstract).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. 155p.

NESBETH, W. G.; DOUGLAS, C. R.; HARMS, R. H. The potential use of dietary salt deficiency for the force resting of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 2375-2380, 1976.

NICKEL, R.; SCHUMMER, A SEIFERLE, E. **The anatomy of domestic animals**. Berlim: Verlag Paul Parey, 1981. 5v.

NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorpton in the young chick. **Poultry Science**. Champaign, v. 74, n. 2, p. 366-373, 1995.

ROBERSON, R. H.; FRANCIS, D. W. Effect of two molting methods on true performance of Hy-Line and Saver hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 1098, 1979 (abstract).

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry: theoretical and applied**, 4. ed, Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1980. 1055 p.

WAKELING, D. E. The use of low calcium and low sodium diets to induce an egg production pause in commercial layers. **Agricultural Development Advisory Service Bulletin**, Devon, v. 8, p 51-76, 1977.