

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
6 December 2001 (06.12.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/91574 A2

(51) International Patent Classification⁷: A23K 1/00, 1/18

(74) Agents: ROEDEL, John, K., Jr. et al.; Senniger, Powers, Leavitt & Roedel, 16th floor, One Metropolitan Square, St. Louis, MO 63102 (US).

(21) International Application Number: PCT/US01/14937

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(22) International Filing Date: 9 May 2001 (09.05.2001)

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) Filing Language: English

Published:

(26) Publication Language: English

— without international search report and to be republished upon receipt of that report

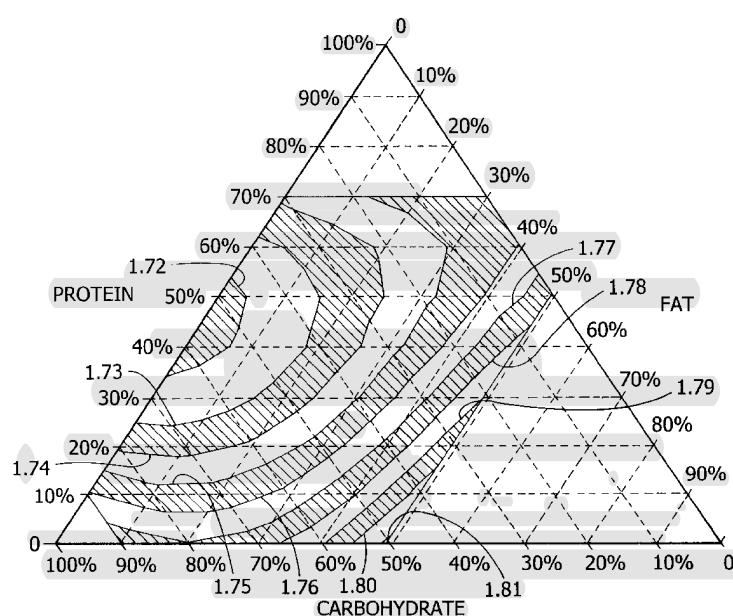
(30) Priority Data:
09/580,000 26 May 2000 (26.05.2000) US

(71) Applicant: NOVUS INTERNATIONAL, INC. [US/US];
530 Maryville Centre Drive, St. Louis, MO 63141 (US).

[Continued on next page]

(72) Inventors: IVEY, Francis, J.; 530 Maryville Centre Drive, St. Louis, MO 63141 (US). DIBNER, Julia, J.; 530 Maryville Centre Drive, St. Louis, MO 63141 (US). KNIGHT, Christopher, D.; 530 Maryville Centre Drive, St. Louis, MO 63141 (US).

(54) Title: PARTICULATE FEED FOR YOUNG POULTRY



(57) Abstract: A particulate feed composition containing nutrients and moisture and a process for providing the particulate feed to poultry hatchlings during the first days of life to promote their health, growth, and disease resistance are disclosed. The particulate feed contains water, digestible carbohydrates, and amino acid sources and optionally other ingredients to provide nutrition, disease resistance, increase consumption, and/or enhance growth of the animals. The composition is a soft, moist, extruded particulate feed that is a size and consistency that is easily consumed by the hatchlings, resists release of water, and may be provided to the hatchlings by manual or automated means.

WO 01/91574 A2

WO 01/91574 A2



For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

PARTICULATE FEED FOR YOUNG POULTRYBACKGROUND OF THE INVENTIONField of the Invention

The present invention is directed to a particulate feed
5 containing nutrients and moisture and a process for providing the particulate feed to poultry during the first days of life to promote their health, growth, and disease resistance.

Description of Related Art

10 The manner in which hatchling poultry are fed in the first few days of life makes a significant difference in their overall performance. A delay in their intake of feed and water can reduce early weight gains, negatively affect breast yield and other carcass characteristics, and slow
15 gastrointestinal and immune system development. Delayed early feeding directly contributes to mortality as well as to disease susceptibility in broiler chicks and other poultry hatchlings.

Poultry feeds have been formulated that contain high
20 concentrations of water to provide both nutrients as well as water to poultry. The feeds, such as those disclosed in WO 93/00017 (Forbes et al., 1993), can have a wet porridge or gruel consistency, and may be provided to poultry without also requiring water to be separately provided. Such feeds,
25 however, can release water in amounts that can dampen hatchlings or the floors of transportation containers upon contact or cause the food to stick to the hatchlings. Therefore, while water does not have to be separately provided, the risk of wetting hatchlings is still present.

30 In addition to the problem of wetting hatchlings, high moisture feeds often have handling and maintenance issues that are not well suited to the modern automated processes of the commercial poultry facilities. Such feeds typically require individualized handling in providing the feed to
35 hatchlings followed by cleaning of feed containers, pens, or transportation boxes. While permissible for small, non-

automated facilities, the additional handling and maintenance requirements increase costs and slow the processing of hatchlings in larger, automated facilities. In addition, the high moisture feeds also often have an associated odor with the fresh feed as well as old, spilled feed as the feeds are comprised of a wet organic mixture.

5 Other high moisture feeds have also been formulated to provide gels or pastes that resist syneresis. These feeds may contain gelatinizing ingredients such as gelatin or 10 carrageenans. While these feeds may avoid the hazards associated with wetting hatchlings, the gel or paste feeds, like wet formulations, often require individualized handling in providing the feed to hatchlings followed by cleaning of feed containers, pens, or transportation boxes. The gels 15 and pastes typically do not flow easily with gravity to permit the feeds to be poured into hatchling boxes in an automated manner, but rather require individual handling to provide them to hatchlings. Furthermore, they may also have odors associated with both fresh feed and old feed that must 20 be cleaned out of feed containers and transportation boxes (Dibner, J., Feeding Hatchling Poultry: Avoid Any Delay, Feed International, Dec. 1999; Ivey, F. J. et al, U.S. Pat. No. 5,976,580; Friedman, H., U.S. Pat. No. 4,495,208; Lewis, D., U.S. Pat. No. 2,620,274;

25 The poultry gels and pastes also have a drawback of forming a leathery surface as moisture evaporates from the feed over time. A leathery surface may form rapidly in environments with elevated temperatures such as when the gels or pastes are placed in incubators for hatchlings to 30 eat immediately after hatching. When hatchlings eat, they will peck at dry food to either break large food particles into smaller consumable pieces. When the feed is in the form of a gel or paste, they will peck at and tear off small consumable pieces from larger gel or paste feed particles. 35 As the surface of gel or paste feeds becomes leathery over time, however, the hatchlings are unable to tear off and consume small pieces of the feed.

Poultry gels and pastes have also been used in an extrudate form to facilitate their use in automated facilities. U.S. 5,976,580 discloses high moisture extrudates that are used as poultry feed. These high 5 moisture gels or pastes are pumped or compressed and forced through an opening directly to form an extrudate. This extrudate is provided in unit doses to locations where it may be eaten by hatchlings. The resulting extrudate therefore contains substantially the same amount of water as 10 the starting material. Thus, while the high moisture extrudates may reduce labor and be more suitable for automated poultry facilities, they also can become leathery and inedible by hatchlings as water evaporates from the surface of the extrudate.

15 It would therefore be beneficial to both large automated and smaller manual commercial poultry facilities to use a flowable poultry feed that provides both nutrients and water to hatchlings, resists syneresis, is a size that is easily consumable, remains consumable over time, and may 20 be provided in either manual or automated manners with low handling and maintenance requirements, and which has little to no associated odor.

SUMMARY OF THE INVENTION

Among the objects of the invention, therefore, is the provision of a flowable feed which provides nutrients, water and other ingredients to promote the health, growth, and disease resistance to poultry or animals in the first days of their lives, the provision of a feed that remains soft, moist, that resists syneresis and which may be easily broken up and consumed over time, the provision of a feed that is of an easily consumed size, the provision of a form of feed that can be provided to poultry or animals through automated processes, the provision of a feed that possesses little or 25 no associated odor.

Briefly, therefore, the present invention is directed to a particulate feed for promoting the health, growth and disease resistance to poultry hatchlings. The particulate feed contains about 20% to about 35% water, at least about 5 30% by weight carbohydrates, and at least about 15% by weight of an amino acid source. The particulate feed, at the largest dimension of a particle, is preferably less than about 3.5 mm. The particulate feed may also contain a food coloring to promote consumption by poultry hatchlings.

10 The present invention is further directed to a process for promoting the growth, health, and disease resistance of poultry hatchlings. The process comprises feeding a particulate feed containing at least about 20% to about 35% water, at least about 30% by weight carbohydrates, and at 15 least about 15% by weight of an amino acid source. The particulate feed is fed to hatchlings within the first five days of hatching before the hatchlings are provided dry food ad libitum. The particulate feed, at the largest dimension of a particle, is preferably less than about 3.5 mm. The 20 particulate feed may also contain a food coloring to promote consumption by poultry hatchlings.

Other objects and features of the invention will be in part apparent and in part pointed out hereinafter.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

25 Fig. 1 is a bar graph illustrating the effect of fasting or feeding a particulate feed on intestine and yolk sack weight over 21 days in turkey hatchlings.

Fig. 2 is a bar graph illustrating the effect of fasting or feeding a particulate feed on bursa and spleen 30 growth over 21 days in turkey hatchlings.

Fig. 3 is a graph illustrating the appearance of biliary IgA in chicken hatchlings that were fasted or fed a particulate feed.

Fig. 4 is a bar graph illustrating the effect of the 35 particulate feed on resistance to coccidia in chicken hatchlings.

Fig. 5 is a graph illustrating the feed conversion efficiencies of mixtures containing protein, fat and carbohydrate.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

5 It has been discovered that the particulate feed of the present invention can stimulate the development of gastrointestinal and immune systems of poultry hatchlings. A hatchling's growth and weight gain are improved by stimulating early development of the gastrointestinal system. Similarly, the hatchling's health and hardiness throughout its life are improved by early development of its immune system. Furthermore, the feed conversion efficiency of the hatchling is ultimately improved by providing hatchlings with feed that meets their nutritional needs 10 during the early development and growth of their bodies. 15

The particulate feed preferably comprises relatively soft and moist particles of a size which is attractive to and may be readily consumed by hatchlings. In general, the feed particles preferably have a size (largest dimension) 20 which is no greater than about 4 mm, more preferably no greater than about 3.5 mm. Furthermore, the size distribution of particles is such that the largest dimension of the average particulate feed by weight is preferably between about 1.5 mm to about 3.5 mm; more preferably no 25 more than about 5% by weight of the particles have a size greater than about 3.5 mm, and no more than about 20% by weight have a size less than about 1.5 mm. Described in terms of mesh screen size, the particulate feed preferably has a size distribution such that at least 80% by weight of 30 the particulate feed is retained on a 12 mesh screen (1680 microns), less than 60% by weight is retained on an 8 mesh screen (2360 microns), and less than 5% by weight is retained on a 6 mesh screen (3350 microns). The preferred size of the particulate feed can be easily consumed by 35 hatchlings.

Preferably, the feed granules contain about 20% to about 35% by weight water to provide the desired degree of softness and moisture. In general, granules containing less than about 20% by weight water tend to be too dry and unattractive to hatchlings. On the other hand, granules containing more than about 35% by weight water can be difficult to prepare by the extrusion process of the present invention. Also, hatchlings may become weak or die if they are wetted (or dampened) by water released by the feed as a consequence of their brushing up against or otherwise coming into contact with it. Accordingly, it is generally preferred that the feed granules contain a moisture content near the upper end of this range when manufactured to allow for some moisture loss before the granules are offered or consumed by the hatchlings and, in addition, that the particulate feed avoid releasing water (syneresis) in an amount that could dampen a hatchling.

For ease of handling, the particulate feed preferably comprises free-flowing, relatively non-tacky granules that do not agglomerate under normal handling, such as when the particulate feed is poured or conveyed by hand or automated means into containers wherein the hatchlings are held. Preferably, the particulate feed has an angle of repose ranging between about 25° and about 60°, more preferably less than about 40°. Nevertheless, the particulate feed will typically possess some tack; for example, hand-compressing the particulate feed will preferably produce a loosely held together agglomerate of particulate feed, wherein individual particles of feed remain identifiable from each other such that the agglomerate can be broken up again into separate feed particles by hand. Applying greater force to the particle feed can cause the feed to agglomerate into a homogenous solid that subsequently is not easily broken up into feed particles. In addition to compression forces, the water content of the particulate feed also affects its tackiness and propensity to agglomerate. Thus, particulate feed containing about 35% by weight water will more readily

stick together under hand compression or even more readily form an homogenous solid under greater force than particulate feed containing about 20% by weight water.

The flowability of the particulate feed is superior over prior art high moisture extrudates in that it can be conveyed by gravity or mechanical means. While high moisture extrudates of the prior art (e.g. U.S. Pat. No. 5,976,580) are flowable by being provided to hatchlings in unit doses (i.e., by extruding a single, comparatively large mass into a container housing the hatchlings) through an extrusion opening, they flow only by being pumped or compressed and will not simply pour through the opening by gravity. Conversely, the size, shape, and lack of tackiness of the particulate feed permit it to be poured or flow freely by gravity.

The non-aqueous fraction of the particulate feed is sometimes referred to herein as the "dry matter." The dry matter fraction consists of digestible carbohydrates, an amino acid source, and optional ingredients, including fat, stabilizers, and food coloring agents. In addition, the particulate feed can be used as a delivery system to provide orally introduced bioactive substances such as vaccines, adjuvants, probiotics, vitamins, minerals, digestibility enhancers and the like to poultry hatchlings.

Carbohydrates provide a source of nutrition for the animals and, in addition, can aid in the formation of the solid feed. In general, digestible carbohydrates constitute at least about 18% by weight of the particulate feed, preferably at least about 30% by weight of particulate feed, more preferably about 35% to about 45% by weight of the particulate feed. The digestible carbohydrates contemplated herein include isolated carbohydrates such as corn starch, potato starch, wheat starch, rice starch, cellulose, pectin, agarose, and gums; bioavailable sugars such as glucose, fructose, and sucrose; chemically modified starches such as modified corn starch, methylcellulose, carboxymethyl-cellulose, and dextrin; humectants such as glycerol or

propylene glycol; corn syrup; invert sugar; and ground complex carbohydrates such as corn, rice, oats, barley, wheat, sorghum, rye, millet, cassava, triticale and tapioca, in whole, ground, cracked, milled, rolled, extruded, 5 pelleted, defatted, dehydrated, solvent extracted or other processed form. Carbohydrates such as glucose may be chosen for high availability, or more complex sources such as ground corn or potato starch may be supplemented with enzymes or subjected to gelatinization to increase their 10 availability. Preferable particulate feed carbohydrates include corn starch, corn syrup, and grain sources such as ground corn, rice, oats, barley, wheat, sorghum, rye.

To increase its nutritional value, the particulate feed preferably comprises at least about 15% by weight, more 15 preferably about 15% to about 25% by weight of an amino acid source such as protein(s), amino acids, precursors or analogues of amino acids, and mixtures thereof. In addition, it is preferred that the weight ratio of all digestible carbohydrates to all amino acid sources in the 20 particulate feed be between about 0.6:1 and 3:1, respectively. Exemplary amino acids are essential amino acids such as methionine, tryptophan, threonine, arginine and lysine. Exemplary amino acid precursors are 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid sold, for example, under the 25 trademark Alimet® by Novus International (St. Louis, MO), and salts of 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid such as the calcium and sodium salts. Exemplary proteins include single cell proteins or hydrolysates of proteins such as those from yeast, algae or bacteria; isolated animal 30 proteins, peptides or hydrolysates of proteins such as hemoglobin, myosin, plasma, or other serum proteins, collagen, casein, albumin or keratin; complex protein sources or hydrolysates of proteins such as milk, blood, whey, blood meal, meatmeal, feathermeal, fishmeal, meat and 35 bone meal, poultry offal, poultry by-product meal, hatchery by-products, egg offal, egg white, egg yolk, and eggs without shells; plant protein or hydrolysate of proteins

such as soybean meal, soybean flour, isolated soybean protein, wheat protein, wheat germ, distillers grains and gluten. Preferable amino acid sources include vegetable protein sources such as soybean meal, isolated soybean 5 protein, soybean flour, corn gluten meal, and leguminous plant products, for example, peas, lupines, and rapeseed.

The digestibility of ingredients can be improved with additions to the formulation such as, but not limited to, enzymes, bile salts or surfactants. Similarly, overall 10 performance may be improved with the addition of selected micro ingredients, minerals, microorganisms, growth promotants, hormones, prostaglandins such as E₂ or other factors which promote enhanced digestive enzyme activity, nutrient absorption or maturation of the gastrointestinal 15 system as a whole.

In general, highly available protein sources might include hydrolyzed poultry protein, hydrolyzed casein, or peptone. In contrast, less available protein sources such as by-product meals or vegetable proteins might be fed in 20 combination with factors such as proteases or microorganisms that secrete proteases to increase digestibility.

Although not preferred for certain applications, fat may also be included in the particulate feed in relatively small proportions. A suitable particulate feed, therefore, 25 would comprise no more than about 5% by weight fat, preferably no more than about 2% by weight fat. Suitable fats include fatty acids such as linoleic acid; isolated plant oils such as sunflower, safflower, soybean, peanut, canola, corn, rapeseed, olive, linseed and palmkernal; fat 30 meals such as cottonseed, peanut, rapeseed, palmmeal and nut meals; and fats of animal origin such as egg yolk, lard, butter, poultry fat, tallow and fish oil.

To enable hatchlings to more effectively digest any fats which may be present in the particulate feed or to 35 enable the hatchlings to more effectively utilize its yolk-based lipid and protein, the particulate feed may contain bile salts, cholesterol, surfactants, emulsifying agents,

micelles, or an enzyme such as lipase, amylase, maltase, pepsin, trypsin, or other enzyme which commonly occur in the gastrointestinal system, or an enzyme such as keratinase which is not typically found in the gastrointestinal system
5 but which has useful activities. The concentration of the digestion aid will depend upon the application but, in general, will be between about 0.01% and about 5% by weight of the dry matter.

The particulate feed is preferably stabilized against
10 microbial growth, for example, by sterilizing, adding a microbial growth inhibitor such as methyl paraben or a sorbate to, or adjusting the pH of the mixture from which the particulate feed is formed. Preferably, the particulate feed is stabilized by adjusting the pH of the mixture with
15 an acid such as citric, propionic, phosphoric, sorbic, or fumaric acid to a pH within the range of about 3 to about 4, more preferably to a pH within the range of about 3 to 3.5. Such acid can be a low molecular weight carboxylic acid, preferably having a chain length of C₂ - C₁₀, more preferably
20 having a chain length of C₂ - C₇, most preferably having a chain length of C₂ - C₅. Examples of useful carboxylic acids include citric acid, propionic acid, sorbic acid and fumaric acid. Citric acid, in addition to inhibiting microbial growth, serves as an energy source for the hatchlings.
25 Phosphoric acid can also be used.

The concentrations of the acids in the particulate feed vary by the acid selected and the pH of the non-acid ingredients. Citric acid and fumaric acid are preferably present in an amount of about 3.5% dry weight of the
30 particulate feed. Sorbic acid may also be included in an amount of preferably about 1.2% dry weight of the particulate feed. Phosphoric acid is preferably about 2.2% dry weight of the particulate feed.

Food coloring agents can be added to the particulate
35 feed as an attractant or to improve its visibility to hatchlings. The food coloring agents useful in the present invention include, for example, red, yellow, green, blue,

blue-green, black, and beige. Preferably, the food coloring agents of the particulate feed include red, blue, green, blue-green food coloring agents. More preferably, the food coloring agents of the particulate feed include blue, green, 5 blue-green food coloring agents, or a mixture thereof that results in a final particulate feed color that is preferably blue or green, more preferably a blue-green in color.

Examples of preferred color shades of the particulate feed include those falling within the color range from about 10 PANTONE MATCHING SYSTEM color reference PANTONE 305 CVC to about PANTONE 377 CVC, preferably PANTONE MATCHING SYSTEM color reference PANTONE 305 to 308 CVC, 311 to 315 CVC, 3115 CVC, 3125 CVC, 3135 CVC, 3145 CVC, 3155 CVC, 318 to 322 CVC, 325 to 329 CVC, 3252 CVC, 3262 CVC, 3272 CVC, 3282 CVC, 3292 15 CVC, 3255 CVC, 3265 CVC, 3275 CVC, 3285 CVC, 3295 CVC, 3258 CVC, 3268 CVC, 3278 CVC, 3288 CVC, 3298 CVC, 332 to 335 CVC, 338 to 342 CVC, 3385 CVC, 3395 CVC, 3405 CVC, 3415 CVC, 3425 CVC, 345 to 349 CVC, 352 to 356 CVC, 359 to 363 CVC, 366 TO 370 CVC, to about 373 to 377 CVC, more preferably 20 PANTONE MATCHING SYSTEM color reference PANTONE 325 to 329 CVC, 3252 CVC, 3262 CVC, 3272 CVC, 3282 CVC, 3292 CVC, 3255 CVC, 3265 CVC, 3275 CVC, 3285 CVC, 3295 CVC, 3258 CVC, 3268 CVC, 3278 CVC, 3288 CVC, 3298 CVC, 332 to 335 CVC, 338 to 342 CVC, 3385 CVC, 3395 CVC, 3405 CVC, 3415 CVC, 25 3425 CVC, 345 to 349 CVC, 352 to 356 CVC as viewed on PANTONE COLORWEB PRO, Version 1.0 (Pantone, Inc., Carlstadt, NJ).

The particulate feed may additionally be used as a vehicle to deliver a variety bioactive substances to poultry 30 and other animals. For example, the particulate feed may contain a peptide such as epidermal growth factor, transforming growth factor, granulocyte-macrophage colony stimulating factor, erythropoietin, bombesin, fibroblast growth factor, keratinocyte growth factor, nerve growth 35 factor, vascular endothelial growth factor, bovine or other somatotropin or insulin-like growth factor (IGF-I or IGF-II). The particulate feed may also contain a steroid or

polypeptide hormone such as, estrogen, glucocorticoids, insulin, glucagon, gastrin, calcitonin or somatotropin. The particulate feed may further contain an antibiotic approved for use in animal feed such as bacitracin, BMD (bacitracin 5 methylenedisalicylate), lincomycin, or virginiamycin or other therapeutic drug. The particulate feed may also additionally contain a natural or synthetic antioxidant such as ethoxyquin, tocopherol, BHT (butylated hydroxytoluene), BHA (butylated hydroxyanisole), vitamin C or glutathione; a 10 receptor, transfer factor, chelator or complexing agent which modifies release rates of nutrients or other bioactive compounds; an immunoactive agent such as cytokines, vaccines and other immunomodulators, immunoglobulins, antigens, killed cells, attenuated strains, toxins, or adjuvants.

15 These substances can be used alone or in combination with one another. The concentration of these additives will depend upon the application but, in general, will be between about 0.0001% and about 10% by weight of the dry matter, more preferably between about 0.001% and about 7.5%, most 20 preferably between about 0.01% and about 5%.

Vaccines useful in the present invention include those effective against common diseases in poultry such as Newcastle's Disease, Marek's Disease, infectious bursal disease, infectious bronchitis, enteritis, coccidiosis, etc. 25 These vaccines include Newcastle's vaccine, Marek's Disease vaccine, infectious bursal disease vaccine, infectious bronchitis vaccine, and Coccivac®, for example. When used in conjunction with the particulate feed of the present invention, these vaccines can be administered to young birds 30 within 0 to about 10 days of hatching orally, via yolk sac injection, subcutaneously, *in ovo*, or via inhalation by mist or spray.

Protozoal oocysts may also be added to the particulate feed to vaccinate hatchlings against coccidiosis. To 35 achieve desired immune system response against coccidiosis, live protozoal oocysts must be utilized. As oocysts would not survive the heat and pressure of the extrusion process,

live oocysts can be sprayed upon the surface of the particulate feed in concentrations that provide sub-clinical infections in hatchlings. Protozoa that may be utilized for coccidiosis vaccines include *Eimeria* spp. For example, 5 these can include *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella*, *E. mitis*, and *E. necatrix*, among others.

An adjuvant, that is, a substance that enhances the immune stimulating properties of an antigen to produce a non-specific stimulation of the immune system, may be 10 incorporated into the particulate feed. The preferred concentration of a selected adjuvant varies depending on factors such as the selected adjuvant, the degree of non-specific stimulation desired, the antigen, the selected vaccine used, and so forth. Exemplary adjuvants include 15 microbiologically-derived substances, viruses, lectins, polysaccharides, oils, peptides, polypeptides, and proteins, and various nucleic acids. Microbiologically-derived substances include materials produced by, or which are cellular components of, microorganisms such as bacteria, 20 fungi such as yeasts, etc. Such substances can be used as orally effective adjuvants in poultry to stimulate the immune system and/or to enhance the resistance of poultry to pathogens or other stresses, including exposure to heat or cold, dehydration, ammonia fumes in litter, transport, etc. 25 Thus, such adjuvants, when orally administered, can positively affect the health, livability, weight gain, or feed conversion efficiency of poultry.

Microbiologically-derived adjuvants comprise a variety of different types of substances. For example, these can 30 include lysates of bacteria such as *Haemophilus* sp., *Diplococcus* sp., *Neisseria* sp., etc.; trehalose 6,6-diesters (cord factor) and synthetic analogues thereof; muramyl dipeptide (*N*-acetyl-muramyl-L-alanyl-D-isoglutamine) and synthetic analogues thereof; L-seryl and L-valyl derivatives 35 of muramyl dipeptide; killed bacteria and derivatives thereof such as *Escherichia* spp, *Clostridia* spp, *Salmonella* spp, *Lactobacillus* spp, *Streptococcus* spp, *Bacillus*

Calmette-Guerin, *Mycobacterium* spp, *Bordetella* spp, *Klebsiella* spp, *Brucella* spp, *Propionibacterium* spp such as *Corynebacterium parvum*, *Propionibacterium acnes*, *Pasteurella* spp, *Nocardia* spp such as *Nocardia rubra* and derivatives thereof such as *Nocardia* water soluble mitogen; *Staphylococcus* cell wall products; bestatin; killed yeast such as *Saccharomyces* spp and *Candida* spp; yeast derivatives such as zymosan, glucan, and lentinan; endotoxins and enterotoxins such as *Cholera* toxin; cell wall peptido-glycans; and bacterial ribonucleoproteins. Microbiologically-derived adjuvants also include viruses, for example Avipoxviruses and Parapoxviruses.

Useful lectins include, for example, concanavalin A, pokeweed mitogen, and phytohemagglutinin.

Useful polysaccharides include mannans such as acemannan, β -(1,4)-linked acetylated mannan, and mannan oligosaccharide; glucans; carrageenan and iota carrageenan; hemicelluloses; levans; agar; tapioca; dextrans; dextrins, for example dextran sulfate salts of various molecular weights; and lipopolysaccharides.

Oil emulsions useful as adjuvants can be produced using mineral oil, peanut oil, and sesame oil, for example.

Useful peptides and macromolecules include cytokines such as lymphokines, interleukins, Transfer Factor, Macrophage Activating Factor, Migration Inhibitory Factor, and mitogenic factors for lymphocytes; nucleic acid digests; interferon and interferon inducers such as BRL 5907; double stranded complementary RNA homopolymers such as poly I:C and poly A:U; immune RNA; thymic hormones such as thymostimulin, thymulin, thymosin, and thymopoietin; protease inhibitors; chemotactic factors for macrophages and other cells; tuftsin; and serum albumin (bovine, human, acetylated derivatives, beads, etc.).

Finally, a variety of other substances that can be employed as adjuvants in the present invention include saponins such as QuilA and Iscoms; tiabenezole; tylorone; statolon; maleic anhydride-divinyl ether; pyran copolymers;

amphotericin B; liposomes; silica; calcium phosphate; glycerol; betaine; protodyne; cyanidanol; imuthiol; picibanil; isoprinosine; lentinan; azimexon; lecithin; levamisole; vitamin A and other retinols; vitamin E and 5 other tocopherols; antioxidants, such as ethoxyquin; aluminum salts, such as sulfates and phosphates, including alum ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$); aluminum hydroxide; and aluminum oxide.

Probiotics or direct fed microbials of bacterial, yeast 10 or mold preparations, can also be included in the particulate feed to provide various benefits such as altering the gastrointestinal microflora/microbiota of poultry and other animals. Those microbial additives which have been approved for use in animal feeds are identified in 15 the annual Feed Additive Compendium published by The Miller Publishing Company (Minnetonka, MN) in cooperation with The Animal Health Institute and the Direct-fed Microbial, Enzyme and Forage Additive Compendium published by The Miller Publishing Company. Among the direct-fed microbials which 20 have been approved are strains of the lactic acid bacteria, particularly those classified in the following genera: Lactobacillus, Lactococcus, and Enterococcus. Included among these are the following species: Lactobacillus reuteri, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus casei, Lactobacillus lactis, Lactococcus lactis, Lactococcus thermophilus, Lactococcus diacetylactis, and Enterococcus faecium. In addition to these lactic acid bacteria, some 25 species of Bacillus (such as Bacillus subtilis and Bacillus toyoii), some species of Streptococcus (such as Streptococcus faecium), and yeasts and molds (such as Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus oryzae, and Torulopsis sp.) have 30 also been used as direct fed microbials. The amount of probiotics or direct fed microbials that may be added to 35 particulate feed is regulated by the Food and Drug Administration and identified in the annual Feed Additive

Compendium and the Direct-fed Microbial, Enzyme & Forage Additive Compendium.

The particulate feed of the present invention, therefore, may be used as a vehicle to administer direct-fed microbials to poultry and other animals. When used for this purpose, the particulate feed should contain sufficient colony forming units of the yeast or bacterium to be of benefit to the animal. In general, the particulate feed used as a direct fed microbial should contain at least about 10², preferably about 10⁴, and more preferably about 10⁶ colony forming units of bacteria or at least about 10, preferably about 10², and more preferably about 10⁴ colony forming units of yeast per gram of composition. The yeast or bacterium may be incorporated into the particulate feed prior to solidification or it may be deposited on or in the high moisture material after it has solidified. Although the particulate feed may be fed at anytime to alter the gastrointestinal microflora/microbiota of or provide other benefits to the animal, it is preferably fed to poultry as soon as possible after hatching to establish the direct fed microorganism(s) as the dominant flora or culture in the gastrointestinal tract and thereby exclude potential pathogens.

The particulate feed may additionally contain vitamins and minerals. Vitamin additives may be selected, for example, from vitamin A, B12, biotin, choline, folacin, niacin, pantothenic acid, pyridoxine, riboflavin, thiamin, C, D, 25-hydroxy D, E, and K. Mineral additives may be selected, for example, from calcium, phosphorous, selenium, chlorine, magnesium, potassium, sodium, copper, iodine, iron, manganese and chromium pincolinate. The concentration of the vitamins and minerals will depend upon the application but, in general, will be between about 0.01% and about 5% by weight of the dry matter.

The amount of particulate feed that should be provided to hatchlings varies upon factors such as species, age, access to water, environmental temperature, and humidity the

length of time from hatch to shipment to grower facilities, the total transit time and the like should be considered when determining the amount of particulate feed to feed hatchlings. While the particulate feed is moist and 5 contains between about 20% to about 35% by weight water, it is typically still a much more dry food than either a gel, paste, porridge, or liquid food. As such, if it is provided in quantities of more than 10 grams per hatchling per day without also providing the hatchlings access to water, there 10 is a risk that the hatchlings will suffer from impacted crops. Generally, at least about 2 grams of high moisture material per chick per day should be provided to 0 to 2 day old chicks, about 4 to 5 grams of high moisture material per chick per day should be provided to 2 to 3 day old chicks, 15 and up to about 8 to 9 grams of high moisture material per chick per day should be provided to 4 to 7 day old chicks. Greater quantities of feed may be given to hatchlings provided they have access to water.

In one extrusion process, dry ingredients, for example, 20 ground corn, soybean flour, anhydrous citric acid, and sorbic acid, are mixed together to form a dry mixture. During the mixing process, the dry ingredients may be subjected to grinders or other equipment that can grind or break down larger raw materials into smaller sizes.

25 The dry mixture is combined in an extruder with water and other ingredients, for example, corn syrup, phosphoric acid, propionic acid, food coloring, or other ingredients described herein. The ingredients are added in amounts to preferably produce a particulate that contains about 20% to 30 about 35% water. The extruder mixes and heats the combined ingredients to form a feed mixture. The feed mixture is pumped under pressure through an orifice or extrusion die of a desired dimension to produce an extrudate. The width of the orifice or extrusion die determines the diameter of the 35 particulate feed. The orifice or extrusion die width is preferably 2.0 mm to 3.0 mm wide, more preferably 2.0 mm to 2.5 mm wide. A 2.0 mm to 2.5 mm die is more preferred as it

produces a size of particulate feed that hatchlings can easily peck at, break up, and consume. As the size of extrudate increases, the hatchlings have increasing difficulty in breaking up and eating the extrudate.

5 As the feed mixture emerges from the orifice or extrusion die, a cutter or knife cuts the emerging feed mixture into desired lengths. The cut lengths of extrudate are subsequently cooled to produce a flowable feed that preferably have a size (largest dimension) which is no
10 greater than about 4 mm, more preferably no greater than about 3.5 mm. The size distribution of the flowable feed is such that the largest dimension of the average particulate feed by weight is preferably between about 1.5 mm to about 3.5 mm; more preferably no more than about 5% by weight of
15 the particles have a size greater than about 3.5 mm, and no more than about 20% by weight have a size less than about 1.5 mm.

After cooling from the extrusion process, the particulate feed is a free-flowing granulation with an angle of repose preferably ranging between about 25° and about 60°, more preferably less than about 40°. The particulate feed can therefore be provided to hatchlings through manual or automated means by pouring the particulate into hatchling containers within its free-flowing angle of
25 repose.

Newly hatched birds typically spend a period of time in the hatchery and in transport before they are placed in a poultry grower facility. If no outside source of nutrition is available during this period, the hatchlings must rely upon nutrients present in their yolk sacs. The present invention provides a particulate feed and method of feeding that provides hatchlings both nutrients and water needed in their first days after hatching.

The industry practice in hatcheries is to ship
35 hatchlings to poultry grower facilities within about two days of hatching. This practice has developed, in part, out of the fact that hatcheries typically do not provide food or

water to the hatchlings and the fact that the hatchlings will suffer if they do not receive water and a source of nutrition by about three days after hatch. Since particulate feed can provide both initial food and moisture to hatchlings, hatcheries may be able to delay sending hatchlings to poultry grower facilities for a longer period of time. Additionally, hatchlings may be shipped a greater distance without experiencing many of the difficulties associated with providing water and nutrition to the hatchlings.

The particulate feed provides both poultry hatcheries and poultry grower facilities greater flexibility during the initial days of the hatchlings' lives. As the hatchlings can immediately begin consuming the particulate feed after hatching, the hatcheries are not be under time pressure to have the hatchlings arrive at the poultry grower facility by the third day. Instead of fasting the hatchlings and shipping them within two days of hatch, hatcheries can provide them with the particulate feed for several days from hatching while additional poultry are hatched. Thus, the hatcheries can make fewer shipments of greater quantities of hatchlings. This allows hatcheries flexibility in their shipping schedules without risking the health of the hatchlings or requiring the hatcheries to expend additional resources to both feed the hatchlings dry food and provide water.

Early feeding has a greater effect than simply giving hatchlings a "head start" over those for which feeding is delayed for a day or two. The particulate feed, when consumed in the first days following hatching, can help achieve optimum gut development and immune competence which have positive long term effects throughout the hatchling's life. Early feeding can also improve hatchlings' response to vaccinations and is associated with increased disease resistance later in life. Therefore, initially feeding the particulate feed to hatchlings from the time they hatch until they are offered dry food or allowed to drink water ad

libitum results in improvements in their health, growth, and disease resistance by stimulating the development of their gastrointestinal and immune systems.

In one embodiment, the particulate feed is a soft, moist bead or granule that is manufactured through an extrusion process. The particulate feed, when initially offered to hatchlings, should contain at least about 20% by weight water (an amount which is in excess of the amount of water contained in "dry" poultry feeds), and preferably between about 20% and about 35% by weight water, based upon the weight of the particulate feed. The moisture content of the particulate feed provides adequate supply of water in the first day of life. Hatchlings can absorb the balance of water they need to survive from the residual yolk, which contains about three grams of water at the time of hatch.

When hatchlings are transported from the hatchery to a poultry grower facility, they are typically placed in boxes in capacity numbers. This causes the hatchlings to brush against each other, the floor and sides of the box, and any food or other objects placed in the transportation boxes. If either a hatchling or the interior of the box becomes wet or damp, the confined space of the transportation box can cause other hatchlings to become damp as they either brush against the box or each other. It is therefore necessary that any food provided in the chick boxes does not release sufficient amounts of water to result in dampening the hatchlings or the floor or sides of the box.

The particulate feed provides hatchlings with a significant amount of dietary moisture to supplement their water needs without releasing sufficient water to wet or dampen the hatchlings or transportation container floors or walls. Additionally, the particulate feed is produced in an extrusion process that incorporates water and humectants into a mixture of dry ingredients thereby permitting it to maintain soft and moist over time. Particulate feed that is soft and moist permits the hatchlings to peck at, break up, and consume the feed without requiring water to be

simultaneously provided. Furthermore, the particulate feed will not form a tough, leathery skin that prevents hatchlings from tearing off or breaking the feed into consumable pieces. The ability of the particulate feed to 5 maintain its moisture content is significant as poultry hatchlings typically will not consume dry feed (i.e. feed containing less than 20% water) without being provided water to drink.

In another embodiment of the present invention, the 10 particulate feed is first fed to poultry hatchlings which are within five days of hatching. Preferably, the particulate feed is fed to the hatchlings before they are offered dry food or allowed to drink water ad libitum, and more preferably, before they are offered dry food at all. 15 For example, the particulate feed may be placed in the incubator boxes containing the eggs from which the poultry will hatch so that the particulate feed is available to the hatchlings immediately upon hatching. Providing the particulate feed to the hatchlings prior to their 20 introduction to dry feed provides the hatchlings with nutrients and water in their initial stages of life.

In another embodiment of the present invention, the particulate feed may be made available to the hatchlings prior to or during their shipment to poultry grower 25 facilities. In this embodiment, the particulate feed is placed with the hatchlings in the transportation boxes so that the hatchlings will have the opportunity to consume the particulate feed while they are shipped to poultry grower facilities. This permits hatchlings to begin feeding during 30 transit to poultry grower facilities, thereby providing them with oral nutrients and moisture needed to develop and maintain biomolecules present in their yolk sacs available for passive immunity purposes.

In a further embodiment of the present invention, the 35 particulate feed alone, with or without water, is fed to the poultry after they arrive at either a poultry grower facility or an intermediate facility until they begin eating

dry food and drinking water ad libitum. Hatchlings often do not immediately transition to eating dry food, thus the particulate feed may be provided to the hatchlings as feed until they make the transition.

5 In still another embodiment, the particulate feed can be used to promote transitioning the hatchlings to dry feed by sprinkling the particulate feed over the top of dry feed (top dressing the feed). The hatchlings, having been previously introduced to the particulate feed in the
10 incubator, in transportation boxes, and/or as a sole feed source, are attracted to the particulate feed as food. If the particulate feed is sprinkled on top of dry food, the hatchlings will begin pecking and consuming the particulate feed and dry feed. Thus, the hatchlings will transition to
15 consuming dry feed ad libitum.

The particulate feed may also be utilized to administer drugs or other substances to poultry as described herein.

The following examples will illustrate the invention.

Example 1

20 The effect that early nutrition has on gut weight and yolk sac weight as a percent of total body weight was studied in which turkey hatchlings fed the particulate feed during days 0 to 4 after hatching were compared to turkey hatchlings that were fasted during the same time period.
25 The results of the study are outlined in Fig. 1.

The development of the hatchlings' small intestines, which is necessary for normal development in the hatchlings, is evidenced by increased intestine weights. In terms of body weight, the fasted hatchlings lost an average of
30 1.12 grams, while hatchlings that were fed the particulate feed gained an average of 1.0 grams over the four day treatment.

As evidenced by the results of Fig. 1, oral intake of food is required for growth and development of the
35 hatchlings' gastrointestinal system. While potential nutrients are present in the yolk sac for all birds, the

increase in gut weight does not occur if the residual yolk is used for nutrition. Thus, as observed in Fig. 1, the small intestine growth was significantly greater in the fed birds.

- 5 While hatchlings are able to utilize their yolk sacs, the rate of utilization of the yolk sac was not changed by fasting. Relative yolk sac weight (*i.e.* yolk sac as a proportion of body weight), was greater in fasted birds, which in part was the result of a decrease in body weight.
- 10 Absolute yolk sac weights, however, did not indicate an acceleration of utilization of the yolk in fasted birds.

Example 2

A study was conducted to identify the effect of early feeding of particulate feed on the bursa and spleen of 15 hatchlings. The bursa and spleen are primary and secondary immune system organs in birds. The bursa and spleen each produce lymphocytes, or white blood cells, that are active in immune responses to antigens. The study consisted of feeding the particulate feed to turkey hatchlings during 20 days 0 to 4 after hatching. A second group of turkey hatchlings was fasted during the same period. The study continued for a period of 21 days after which the bursas and spleens of the two groups were compared.

The results, which are outlined in Fig. 2 indicate that 25 the bursa and spleen of hatchlings that were fed the particulate feed were heavier than those of the fasted group. Conversely, the lack of nutrients, hormone responses to fasting, or oral antigen deprivation during the first days of a hatchling's life appear to affect the bursa and 30 spleen weight on a long term basis. Thus, initially feeding hatchlings particulate feed during the first days of their life could improve their resistance to disease while fasting hatchlings may have the opposite effect.

Example 3

A study of biliary IgA levels broiler chicks suggests that the practice depriving hatchlings of food and water in their initial days of life may cause long-term negative consequences to key immune functions. Biliary IgA is an immunoglobulin that is a part of the mucosal immune system and critical for disease resistance in the gastrointestinal and respiratory systems. The study consisted of feeding the particulate feed to broiler chicks during days 0 to 4 after hatching. A second group of broiler chicks was fasted during the same period. The study continued for a period of 21 days during which the IgA levels of the two groups were measured and compared. The results of the study on biliary IgA on broiler chicks is outlined in Fig. 3.

As indicated in Fig. 3, hatchlings that were initially fed the particulate feed in their first days of life had significant levels of biliary IgA earlier than fasted hatchlings. In addition, the day by day levels of IgA which were measured from day 8 through the end of the study were greater in the group that was fed the particulate feed than the IgA levels measured in the fasted group.

Example 4

The negative effects of fasting on hatchling's immune systems may directly affect the bird's response to a vaccine and their overall resistance to disease. Research was conducted on two groups of turkey hatchlings. The first group of hatchlings (treatments 1, 3, 5, and 7) were fed nothing for the first 2 days of life while the second group (2, 4, 6, and 8) was fed the particulate feed for the same period. Additionally, the hatchlings of treatments 5 to 8 were immunized on days 0 and 1 using a commercial coccidiosis vaccine (Coccivac-B, American Scientific Laboratories, Inc., subsidiary of Schering-Plough Animal Health, Union, N.J.) at the recommended dosage. Hatchlings in treatments 2, 4, 7 and 8 were challenged on day 14 using

a high dose (100 doses per 100 grams body weight) of the coccidiosis vaccine.

The results, as summarized in Fig. 4, show that the hatchlings that were fed the particulate feed had significantly greater body weights on day 20 in all treatments when compared to the fasted controls. Feeding the hatchlings the particulate feed not only resulted in superior performances of the vaccinated, challenged hatchlings (treatment 8) to resist the disease challenge, but also resulted in improved resistance of the non-vaccinated hatchlings (treatment 4) when compared to the fasted controls (treatments 3 and 7).

The data indicate that feeding hatchlings the particulate feed in the first days of their lives improves the general performance of the hatchlings and their ability to respond to a disease challenge, whether vaccinated or not over fasted hatchlings. Furthermore, the data suggest that hatchlings receiving an optimum nutrient formulation immediately after hatch are better able to respond to physiological and environmental challenges present in the poultry industry.

The above Examples illustrate that the particulate feed improved the general performance of poultry hatchlings and their ability to respond to a disease challenge when fed to the hatchlings immediately after hatch. Furthermore, the beneficial effects of initially feeding particulate feed to hatchlings was seen later in their lives, long after the feeding of the particulate feed ended and the hatchlings began to eat dry food and drink water ad libitum.

30 Example 5

An experiment was conducted to determine the optimum ratio of fat, protein, and carbohydrate in a poultry feed formulation. An experimental design was generated to meet the stated objective and it was implemented as a 96 pen, 35 41 day study. In this study, 1-4 day old chicken hatchlings were fed the formulation or were fasted for 48 hours. The

results are present in Figure 5. The performance parameter illustrated in Figure 5 is the estimated feed conversion for a 2kg broiler at 41 days. The percentages given in Fig. 5 represent the percentages of fat, protein, and carbohydrate 5 in the dry matter portion of the total formulation. A response surface model was made for feed conversion corrected to a constant live weight. It was found that fat had a large negative impact on performance. The birds treated with greater than 20% fat in the total dry matter 10 showed losses in live weight and increased feed conversion. The best performance occurred with the protein and carbohydrate treatments where the birds exhibited body weight corrected feed conversions of 1.72-1.73. This occurred when protein was between 20% to 70% of the total 15 dry matter and carbohydrate was between 30% to 80% of the total dry matter. Mortality was lowest at 21 days for treatments with higher levels of protein, and highest with treatments that contained significant amounts of fat.

In view of the above, it will be seen that the several 20 objects of the invention are achieved.

As various changes could be made in the above compositions and processes without departing from the scope of the invention, it is intended that all matter contained in the above description be interpreted as illustrative and 25 not in a limiting sense.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A particulate feed for enhancing the health livability, cumulative weight gain or feed conversion efficiency of poultry hatchlings comprising about 20% to about 35% by weight water, at least 18% by weight digestible carbohydrates, and at least about 15% by weight of an amino acid source, wherein the size distribution of particles is such that the largest dimension of the average particulate feed by weight is between about 1.5 mm to about 3.5 mm.
5
2. The particulate feed of claim 1 wherein the largest dimension of the particulate feed is less than about 3.5 mm.
3. The particulate feed of claim 1 wherein no more than about 5% by weight of the particles have a size greater than about 3.5 mm, and no more than about 20% by weight have a size less than about 1.5 mm.
4. The particulate feed of claim 1 further comprising a food coloring agent.
5. The particulate feed of claim 1 wherein the particulate feed has a color selected from the group consisting of blue, green, or blue-green.
6. The particulate feed of claim 1 wherein no more than about 5% by weight of the particles have a size greater than about 3.5 mm at the largest dimension of the particle and no more than about 20% by weight have a size less than about 1.5 mm at the largest dimension of the particle.
5
7. A particulate feed for enhancing the health livability, cumulative weight gain or feed conversion efficiency of poultry hatchling comprising about 20% to about 35% by weight water, about 35% to about 45% by weight digestible carbohydrates, about 15% to about 25% by weight
5

of an amino acid source, and no more than about 5% by weight fat, wherein the size distribution of particles is such that the largest dimension of the average particulate feed by weight is between about 1.5 mm to about 3.5 mm.

8. The particulate feed of claim 7 wherein no more than about 5% by weight of the particles have a size greater than about 3.5 mm, and no more than about 20% by weight have a size less than about 1.5 mm.

9. The particulate feed of claim 8 containing a food coloring agent is a color selected from the group consisting of red, blue, green, or blue-green.

10. The particulate feed of claim 8 wherein the particulate feed has a color selected from the group consisting of blue, green, or blue-green.

11. The particulate feed of claim 10 further comprising one or more ingredients selected from the group consisting of acid stabilizers, vaccines, adjuvants, probiotics, vitamins, and minerals.

12. A process for enhancing the health, livability, weight gain or feed conversion efficiency of poultry, the process comprising feeding a particulate feed containing about 20% to 35% by weight water, at least 35% by weight digestible carbohydrates, and at least about 15% by weight of an amino acid source to the poultry before the poultry is offered dry food ad libitum, wherein the largest dimension of the particles is less than about 4 mm.

13. The process of claim 12 further comprising a food coloring agent.

14. The process of claim 13 wherein the food coloring agent is a color selected from the group consisting of red, blue, green, or blue-green.

15. The process of claim 12 wherein the particulate feed is placed in close proximity to dry feed.

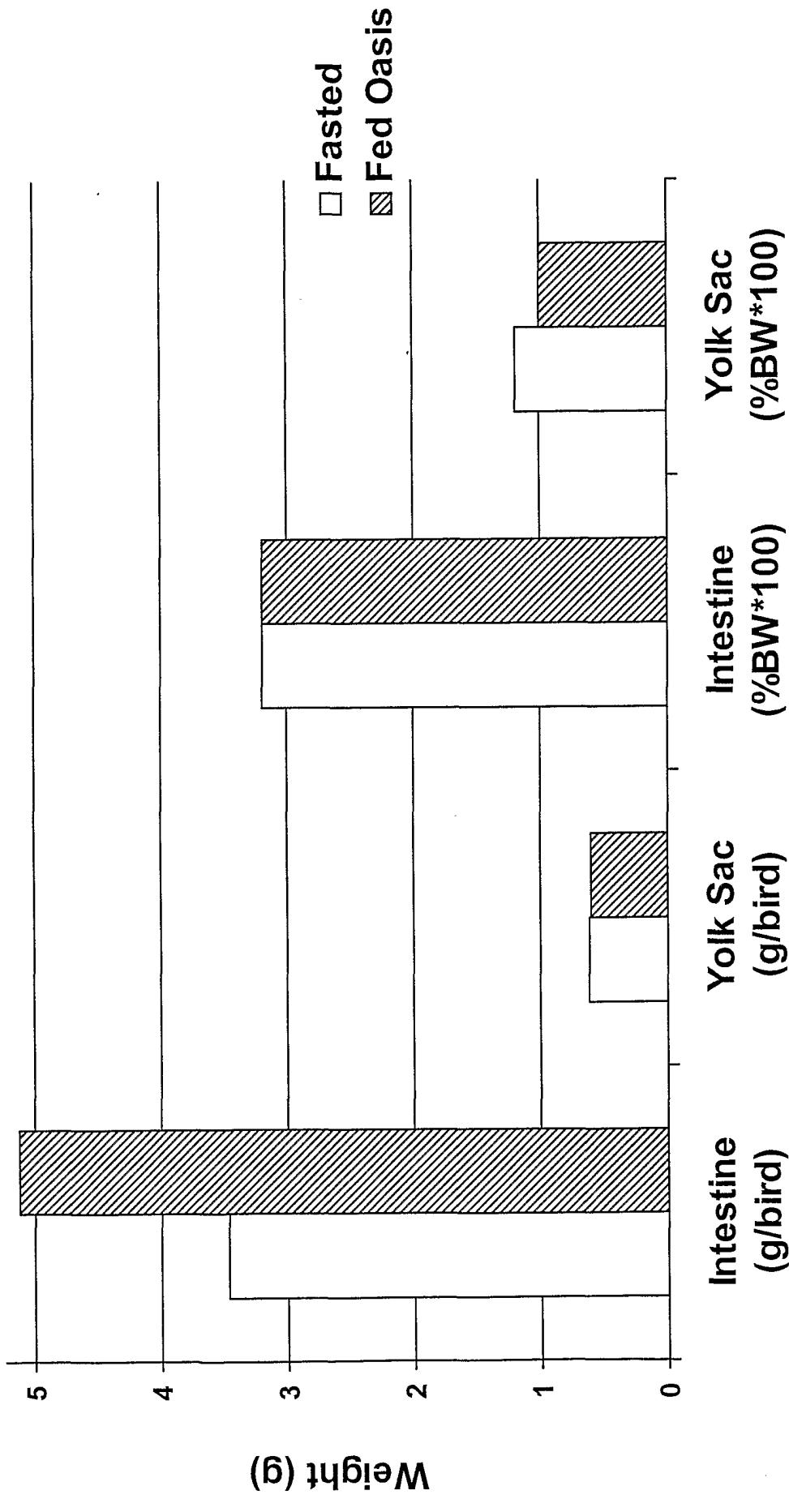
16. The process of claim 12 wherein the largest dimension of the particulate feed is less than about 3.5 mm.

17. The process of claim 12 wherein the largest average dimension of the particulate feed by weight is between about 1.5 mm to about 3.5 mm.

18. The process of claim 12 wherein the particulate feed further comprises one or more ingredients selected from the group consisting of acid stabilizers, vaccines, adjuvants, probiotics, vitamins, and minerals.

1/5

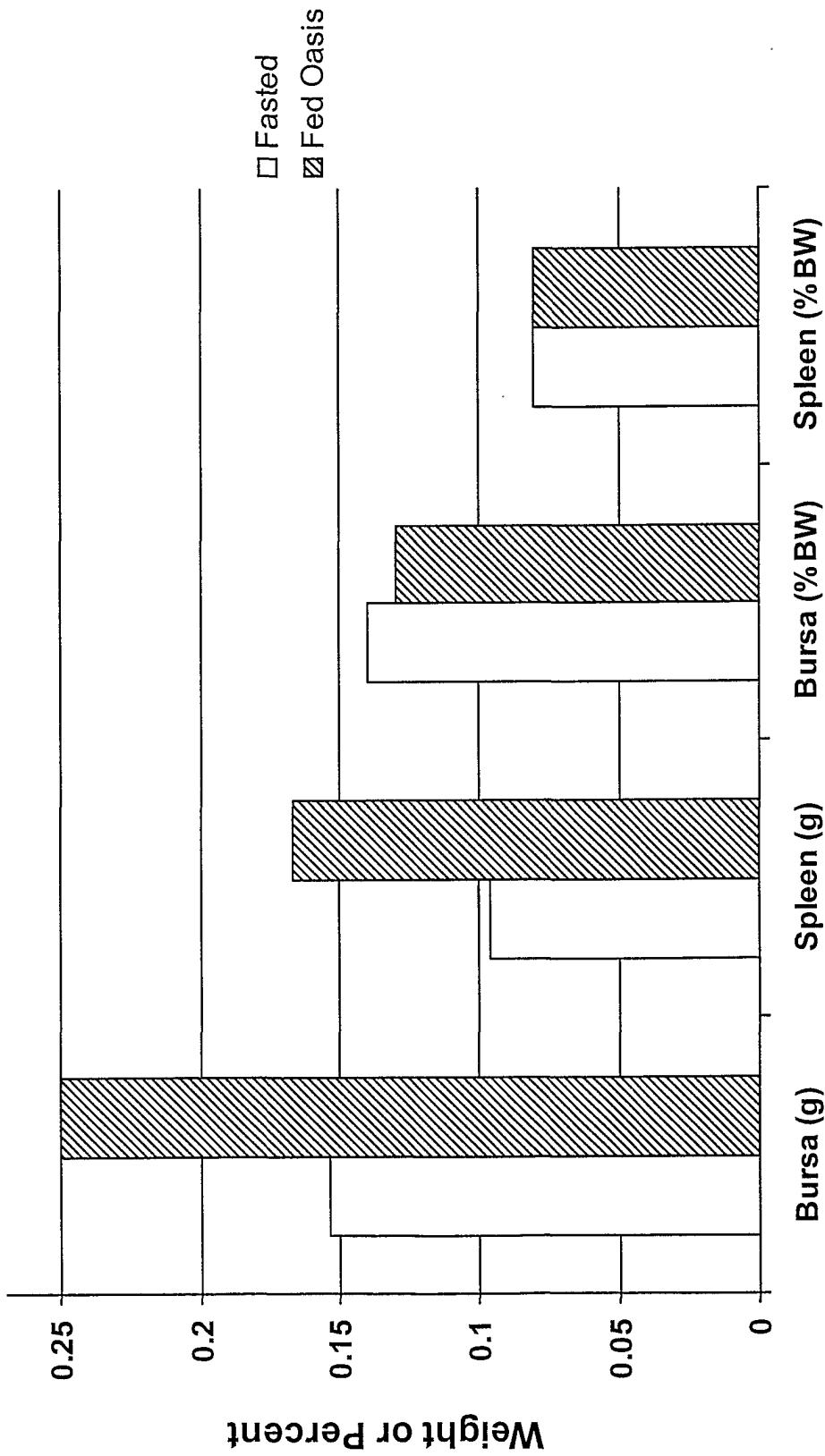
FIG. 1 Effect of Fasting or Feeding Oasis® on Intestine and Yolk Sac Development



2/5

FIG. 2

Effect of Fasting or Feeding Oasis (Days 0-4)
on Growth of Bursa and Spleen in Poults over 21 Days



3/5

**FIG. 3
Effect of Early Feeding on Biliary IgA**

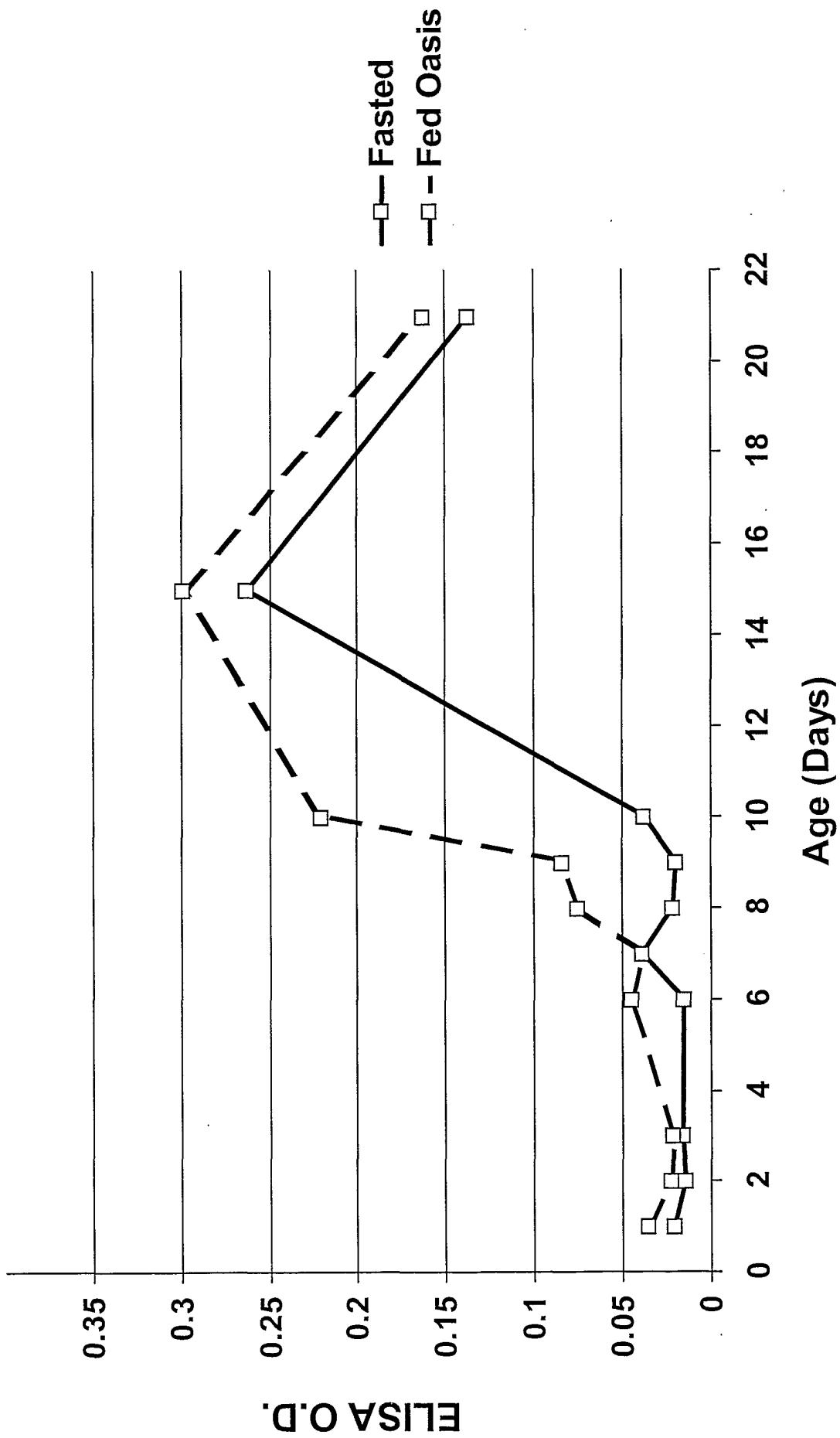
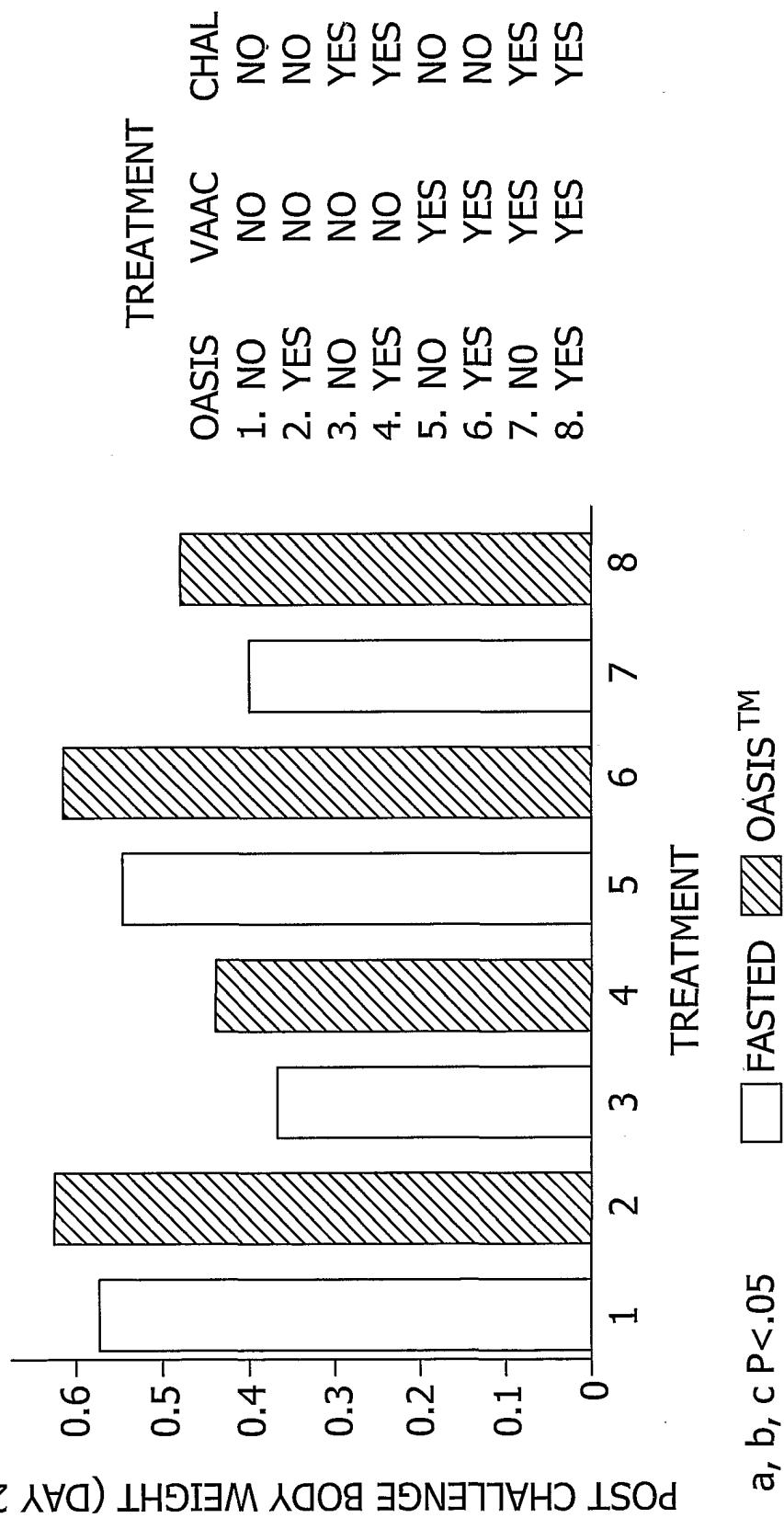
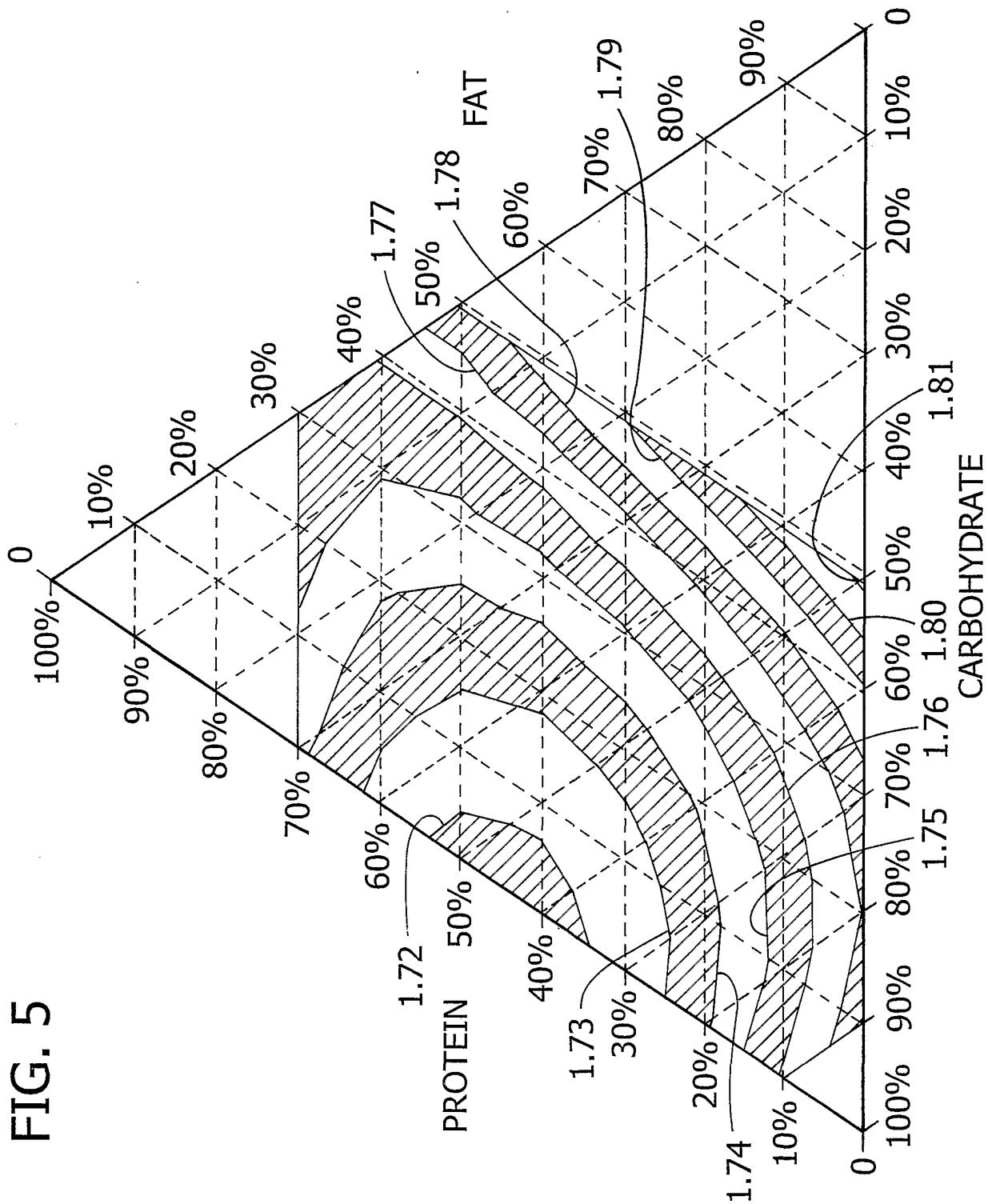


FIG. 4

5/5





República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) PI 0207685-3 A



(22) Data de Depósito: 13/02/2002
(43) Data de Publicação: 17/01/2006
(RPI 1828)

(51) Int. Cl⁷:
A61K 47/00
A61K 9/14
A61K 39/395

(54) Título: MÉTODO PARA AUMENTAR O PESO VIVO DE AVES DOMÉSTICAS, PRODUTO ALIMENTÍCIO DE PLASMA, E, PRODUTO AQUOSO DE PLASMA

(30) Prioridade Unionista: 14/02/2001 US 60/268,772

(71) Depositante(s): The Lauridsen Group Incorporated (US)

(72) Inventor(es): Joy M. Campbell, Louis E. Russell, Barton S. Borg, James D. Quigley, III

(74) Procurador: Momsen, Leonardos & Cia

(86) Pedido Internacional: PCT US02/04321 de 13/02/2002

(87) Publicação Internacional: WO 02/063948 de 22/08/2002

(57) Resumo: "MÉTODO PARA AUMENTAR O PESO VIVO DE AVES DOMÉSTICAS, PRODUTO ALIMENTÍCIO DE PLASMA, E, PRODUTO AQUOSO DE PLASMA". A presente invenção diz respeito a um método de aumento do peso vivo de aves domésticas através da administração de um produto do plasma para a aves domésticas através da alimentação e/ou água do animal. O produto é efetivo em aumentar o peso vivo de aves domésticas. O produto é também surpreendentemente efetivo em aumentar o rendimento de carne branca em detrimento de carne preta.

“MÉTODO PARA AUMENTAR O PESO VIVO DE AVES DOMÉSTICAS, PRODUTO ALIMENTÍCIO DE PLASMA, E, PRODUTO AQUOSO DE PLASMA”.

REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

5 Este pedido reivindica prioridade para o Pedido Provisional US N° de Série 60/268.772 protocolado em 14 de Fevereiro de 2001.

CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção diz respeito a uma composição e método para o aumento de peso vivo de aves domésticas. Especificamente, esta invenção diz
10 respeito a administração de soro ou componentes de Ig purificados às aves domésticas.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Embora a Pirâmide de Guia de Alimento promova o consumo de carne em moderação, a carne ainda é o alimento básico na maioria das
15 dietas das famílias. Ela é uma de nossas quatro melhores fontes de ferro e zinco, e é rica em proteína, vitaminas B, magnésio, e fósforo. A Pirâmide de Guia de Alimento promove o consumo de não mais do que 141,75 a 198,45 gramas de carne cozida por dia. Tão importante quanto a quantidade de carne consumida, entretanto, é a quantidade de gordura que acompanha a carne
20 selecionada.

A ave doméstica é uma excelente fonte de proteína, e tem a gordura muito mais baixa do que o bife. Enquanto 113 gramas de carne magra contêm 18 gramas de gordura, uma porção de 113,4 gramas de peito de peru sem pele contém menos de 2 gramas de gordura. Mesmo a carne preta mais gorda de pato tem menos de 13 gramas de gordura por porção de 113,4 gramas quando a pele é removida. Tanto o frango quanto o peru são as bases principais do prato que muitas pessoas aumentaram o seu consumo devido ao seu valor nutricional de proteína alta e gordura baixa. Os avanços em tecnologias de processamento além disso têm encorajado o consumo de

produtos de aves domésticas na produção de novos produtos tais como cachorros quentes, frios sortidos, e toicinho defumado feito dessas carnes.

Embora a carne preta de aves domésticas, i.e., coxas, pernas, e asas, tenham sido premiada em muitas partes do mundo, os estudos mostram que os americanos geralmente preferem a carne branca, i.e. carne de peito. Neste país, perus e francos são criados para incluir uma percentagem maior de carne branca. Além de ser preferida pelo sabor, a carne branca tem menos gordura e menos calorias do que a carne preta e a pele. Isto se mantém verdadeiro para todos os tipos de aves domésticas que têm tanto carne branca quanto preta, incluindo peru, frango e galinhas cárnicas. Abaixo são gráficos comparativos de produtos de aves domésticas e seus perfis de calorias e gordura. Todos os tamanhos de porção são de 99,2 gramas, não cozidos.

<u>Peru</u>	<u>Calorias</u>	<u>Gordura (gramas)</u>
Peito sem pele	135	1
Peito com pele	153	3
Perna sem pele	159	4
Perna com pele	170	5
Asa sem pele	163	3
Asa com pele	207	10
Moído	123	7
<u>Frango</u>	<u>Calorias</u>	<u>Gordura (gramas)</u>
Peito sem pele	165	4
Peito com pele	197	8
Perna sem pele	191	8
Perna com pele	232	13
Asa sem pele	203	8
Asa com pele	290	20
Moído	176	7
<u>Galinhas cárnicas</u>	<u>Calorias</u>	<u>Gordura (gramas)</u>
Carne branca	190	18
Carne preta	245	22

Em diversos exemplos, mesmo quando a pele é deixada sobre a carne, a carne branca tende a ter a mesma ou menos gordura e calorias que a carne preta com a pele removida.

Conforme mostrado, baseado na preferência dos consumidores pela carne branca, e devido aos benefícios nutricionais e de saúde associados com a carne branca, seria vantajoso determinar um meio para a reprodução e/ou criação de aves domésticas aumentar o peso vivo médio. Seria ainda mais vantajoso determinar um meio para a reprodução e/ou criação de aves domésticas que têm um alto rendimento de carne branca à custa do rendimento de carne preta.

Conseqüentemente, é um objetivo primário da presente invenção proporcionar uma composição e método para o aumento do peso vivo de aves domésticas usando um produto baseado em plasma animal.

É um objetivo adicional da presente invenção proporcionar 5 uma composição e método para o aumento do rendimento de carne branca em aves domésticas à custa do rendimento de carne preta usando um produto baseado em plasma animal.

É um objetivo adicional da presente invenção proporcionar 10 uma composição e método para o tratamento de animais que aumenta o crescimento e ganho de peso.

É ainda um objetivo adicional da presente invenção proporcionar uma composição e método para o aumento do peso vivo de aves domésticas que é conveniente e econômico para administrar.

É ainda um objetivo adicional da presente invenção 15 proporcionar uma composição e método para o aumento do peso vivo de aves domésticas que é fácil e econômico para fabricar.

O método e os meios de realização de cada um dos objetivos acima bem como outras coisas se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada da invenção que segue daqui em diante.

20 SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Os requerentes verificaram que o soro, plasma, ou porções purificadas a partir disso preferivelmente contendo imunoglobulinas, quando administrados às aves domésticas proporcionam um aumento no peso vivo das aves domésticas. Muito surpreendentemente, o aumento de peso foi visto 25 preferencialmente no rendimento de carne de peito à custa do rendimento de perna e coxa.

O soro, plasma, ou componentes Ig purificados podem ser administrados oralmente como suplemento em água, em forma seca como um suplemento alimentar, ou através de qualquer outro método ad libitum.

Também, fontes de espécie cruzada de plasma ou componentes Ig purificados comprovaram ser efetivos.

<u>DESCRICA</u> <u>o</u>	<u>DETALHADA</u>	<u>DA</u>	<u>REALIZA</u> <u>o</u>
<u>PREFERIDA</u>			

5 A presente invenção diz respeito a um novo método e composição para o aumento do peso vivo em aves domésticas através da administração de soro animal, plasma, ou porções purificadas dos mesmos, preferivelmente que contenham imunoglobulinas. A presente invenção considera o uso com qualquer ave doméstica que inclui, mas sem se limitar a,
10 frangos, perus, patos, gansos, faisões, e galinhas cárnicas.

A presente invenção está baseada na descoberta de que a administração de proteínas do plasma às aves domésticas, através do sistema de água dos animais, em alimentação seca, ou outra forma, é eficaz em aumentar o peso vivo de aves domésticas. O plasma (soro) é composto de
15 cerca de 55-60% de albumina, 25-30% de globulina, 10% de fibrinogênio, e outras proteínas. Quando aqui usado, o termo "plasma" inclui a porção de plasma do sangue de fontes naturais animal ou de meios recombinantes (a forma recombinante que é fabricada de microrganismos transformados ou de animais ou plantas transgênicos), assim como quaisquer frações dos mesmos,
20 ou qualquer dos componentes de proteína que podem ser além disso purificados a partir disso, tais frações ou componentes podem incluir mas sem se limitar a soro, albumina, globulinas e assim por diante. A purificação desses componentes do plasma são métodos conhecidos e comumente praticados através daqueles de habilidade na técnica.

25 O produto de proteína do plasma da presente invenção pode ser administrado às aves domésticas durante todos os estágios de seus ciclos de vida para melhorar sua saúde e nutrição, mas é especialmente efetivo em aves domésticas recentemente chocadas e jovens para aumentar os seus pesos. O consumo de proteínas do plasma melhora a saúde entérica de curto prazo

do animal o que promove a ingestão de alimentação e água. A provisão de proteínas do plasma assegura a proteção de curto prazo da saúde entérica das aves domésticas.

No preparo do suplemento desta invenção, as proteínas do plasma podem ser coletadas de fontes recombinantes transgênicas e/ou de microrganismo conforme observado acima usando métodos bem conhecidos para aqueles habilitados na técnica, ou de fontes de sangue animal. Quando se isola as proteínas do plasma do sangue animal, o sangue é primeiro coletado, preferivelmente em plantas de abate. A fonte do sangue pode ser de qualquer animal que tem sangue contendo plasma e proteínas do plasma. Por conveniência, o sangue de matadouro de fontes de carne, porco, e aves domésticas são as fontes preferidas de sangue para uso nesta invenção. Em uma realização, o sangue pode ser mantido em um tanque de aço inoxidável de circulação com anticoagulantes tais como citrato de sódio ou fosfato de sódio para prevenir a coagulação. A prevenção de coagulação não é essencial para a invenção uma vez que efeitos similares podem ser obtidos com soro removido de coágulo ou plasma desfibrinado. Tipicamente, o sangue total é a seguir separado, preferivelmente através de centrifugação, embora qualquer outro método de separação possa ser usado, em duas partes, o material celular (corpúsculos vermelhos, corpúsculos brancos, plaquetas, e outras células precursoras em circulação das categorias anteriores de células) e plasma (ou soro). Após a separação, o plasma pode ser resfriado e armazenado em um tanque isolado até aprontar para secar.

O plasma e/ou os componentes purificados de plasma, podem a seguir ser adicionalmente concentrados (p.ex., através de filtração por membrana). O produto concentrado é a seguir seco, preferivelmente através de secagem por pulverização para formar uma substância pulverulenta bege. Tradicionalmente, uma temperatura de entrada no secador de aproximadamente 190-230°C e uma temperatura de saída do secador de 82-

95°C cumprirão este objetivo. A substância pulverulenta resultante terá um tamanho de partícula de cerca de 5-30 microns. Este pó pode então ser compactado ou comprimido (em torno de 8280 - 9660 kPa), moído e opcionalmente pode ser peneirado ou de outra maneira separado por tamanho para aumentar a homogeneidade. O tamanho resultante de partícula é pelo menos cerca de 50 microns. Preferivelmente, o tamanho é maior do que cerca de 100 microns porém menor do que cerca de 2000 microns de diâmetro.

O plasma seco em pó considerado para uso nesta invenção é composto de altos níveis de aminoácidos. Uma dosagem típica de aminoácido do pó através de hidrólise ácida e subsequente cromatografia em coluna resulta nas seguintes concentrações de aminoácido (em gramas/100 gramas de pó):



	8
Alanina	4,2
Arginina	4,7
Ácido Aspártico	7,9
Cistina	2,8
Ácido Glutâmico	11,7
Glicina	3,0
Histidina	2,8
Isoleucina	2,9
Leucina	7,8
Lisina	6,8
Metionina	0,7
Fenilalanina	4,6
Prolina	4,5
Serina	4,7
Treonina	4,8
Triptofano	1,4
Tirosina	3,6
Valina	5,3

As propriedades químicas e de outras espécies de plasma seco incluem cerca de 60-80% de proteína, 9% de umidade, 5-20% de cinzas, 2% de gordura, 50,0 ppm de ferro, 0,15% de cálcio, 1,50% de cloreto, 1,7% de fósforo, 0,09% de potássio, solubilidade aquosa de 88% .

- 5 Se intencionado para administração em água, o produto do plasma pode ser substancialmente purificado e substancialmente livre de fibrinogênio. O termo “substancialmente purificado” diz respeito ao fato de que o produto de proteína do plasma contém quantidades insuficientes de outras substâncias que forçarão o produto a coagular ou geleificar em água.
- 10 Similarmente, o termo “substancialmente livre” de fibrinogênio diz respeito ao fato de que o produto de proteína do plasma contém quantidades

insuficientes de fibrinogênio para coagular ou geleificar em água.

Também, se intencionado para administração em água, o produto de proteína do plasma desta invenção é preferivelmente estável em água. O termo “estável em água” diz respeito ao fato de que o produto de proteína do plasma desta invenção não geleifica, precipita, ou coagula. Em vez disso, o produto estável em água é um fluido com características de solução de livre escoamento.

O plasma á a seguir preferivelmente tratado com uma quantidade de composto cloreto de cálcio suficiente para precipitar a fração de fibrinogênio do plasma e depois preferivelmente removido através de centrifugação, embora qualquer outro método de separação possa ser usado. Por conveniência, o cloreto de cálcio é preferivelmente adicionado ao plasma em uma concentração de cerca de 0,3-1% em peso do plasma. O polietileno glicol pode também ser usado para precipitar o fibrinogênio e albumina. O componente do plasma pode então ser adicionalmente concentrado (p.ex., através de filtração em membrana) e depois secado.

A composição de proteína do plasma final pode também ser secado por pulverização em um pó. O pó permite embalagem mais fácil e permanece estável durante um período mais longo de tempo. O pó inclui aproximadamente 15-30% de IgG. Outros excipientes podem também ser adicionados às proteínas do plasma tais como enchedores, ácidos, emulsificantes, corantes e assim por diante e todos são tencionados a ficar dentro do escopo da invenção.

O plasma animal secado por pulverização é comercialmente disponível de diversas fontes incluindo APC Company, Inc. produto vendido mediante a marca de AP 920TM, ou AppeteinTM, AP 920 é um produto de proteína composto de proteínas de albumina e globulina. Especificamente, o AP 920 contém cerca de 78,0% de proteína bruta, cerca de 0,3% de gordura bruta, e cerca de 0,5% de fibra bruta. O perfil de aminoácido típico para AP

920 é como segue:

Alanina	4,2%	Lisina	6,8%
Arginina	4,7%	Metionina	0,7%
Ácido Aspártico	7,9%	Fenilalanina	4,6%
Cistina	2,8%	Prolina	4,5%
Ácido Glutâmico	11,7%	Serina	4,7%
Glicina	3,0%	Treonina	4,8%
Histidina	2,8%	Triptofano	1,4%
Isoleucina	2,9%	Tirosina	3,6%
Leucina	7,8%	Valina	5,3%

Outra fonte aceitável de plasma seco por pulverização para uso nesta invenção é Nutragamma™ 20, um produto de soro bovino rico em imunoglobulina fabricado através de Proliant. O Nutrogamma 20 contém 5 imunoglobulina G, albumina, α-2-macroglobulina, e transferrina, assim como concentrações significantes de peptídeos tais como o fator-1 de crescimento similar a insulina, fator de crescimento de fibroblasto, e fator-β de crescimento de transformação. O desmembramento de aminoácido do Nutragamma 20 é como segue (através de % do teor de proteína total):

Alanina	8,3%	Lisina	2,3%
Treonina	5,0%	Arginina	4,4%
Triptofano	1,1%	Alanina	4,3%
Metionina	1,0%	Ácido Aspártico	8,1%
Valina	5,9%	Glicina	2,2%
Isoleucina	2,5%	Ácido Glutâmico	11,3%
Leucina	8,8%	Prolina	4,5%
Fenilalanina	4,8%	Serina	4,8%
Cistina	2,5%	Tirosina	4,7%

10 A composição de proteína do plasma é administrada ao animal colocando-a no sistema de alimentação ou água do animal. Se tratada para

remover o componente de fibrinogênio, a composição de proteína do plasma não coagula ou geleifica em água e não entope as linhas de água. A composição de proteína do plasma deve estar na alimentação ou água em uma concentração de cerca de 0,05-3,0% em peso de água, com cerca de 0,1-1,5% em peso de água sendo preferido com até 15% em peso da alimentação dos animais.

A composição de proteína do plasma pode ser administrada às aves domésticas em qualquer estágio da vida dos animais. Entretanto, por uma questão prática ela será mais freqüentemente administrada em aves domésticas recentemente chocadas ou jovens de um dia de idade a maturidade para melhorar o ganho de peso e crescimento.

Quando alimentada às aves domésticas, foi descoberto surpreendentemente que além de aumentar o peso total das aves domésticas, a composição de proteína do plasma desta invenção preferencialmente aumenta o rendimento médio de carne do peito à custa do rendimento de carne de perna e coxa. O aumento médio no rendimento de carne do peito foi descoberto variar entre cerca de 6-8%.

Os exemplos a seguir são oferecidos para ilustrar mas sem limitar a invenção. Por conseguinte, eles são apresentados com o entendimento que várias modificações de formulação assim como o método distribuição das modificações podem ser feitos e ainda ficar dentro do espírito da invenção.

EXEMPLO 1

Aumento de Rendimento da Carne de Peito em Aves a Serem Grelhadas

O objetivo do estudo foi avaliar as proteínas do plasma distribuídas por meio da água no desempenho e características de carcaça em aves a serem grelhadas.

Materiais e Métodos

Oitenta e oito machos de um dia de idade de aves a serem

grelhadas Jumbo Cornish X Rock foram aleatoriamente designados a tratamentos. O peso inicial do corpo foi 38 g. Os tratamentos foram aplicados em um desenho fatorial 2 x 2 que consiste de 1) vacinação ou sem vacinação e 2) água tratada com soro ou água não tratada. As aves a serem grelhadas foram alojadas em 10 ou 11 aves a serem grelhadas por recinto gradeado utilizando um total de 8 recintos gradeados. O peso do corpo, ingestão de alimentação e as ingestões de água foram determinados diariamente. As aves a serem grelhadas receberam uma dieta comercialmente disponível iniciadora e de crescimento que consistiu de 22% e 19% de proteína, respectivamente.

As proteínas de soro foram misturadas com água diariamente para manter o frescor. A concentração de soro na água tratada foi alterada semanalmente e consistiu de 1,32% (semana 1), 0,85% (semana 2), 0,45% (semana 3), 0,28% (semana 4), 0,14% (semana 5), e 0,28% (semana 6), respectivamente para cada semana de d 0-42. As aves a serem grelhadas foram vacinadas em d 2, d 7, e d 14 com B1B1 New Castles/Bronchitis, IBD, e La Sota New Castles/Bronchitis, respectivamente. No d 42, um grupo selecionado aleatoriamente de 24 aves a serem grelhadas representando 6 aves a serem grelhadas por tratamento foram aturdidas, sangradas, depenadas, evisceradas, e desmembradas para determinar as características de carcaça de carne do peito, asas, e coxas e pernas. O fígado e baço foram também pesados na hora de evisceração.

Os dados foram analisados como um desenho fatorial usando os procedimentos GLM de SAS (SAS/STAT Versão 6.11 SAS Institute, Cary, NC). O modelo soma de quadrados consistiu de vacinação e tratamento de água. Os mínimos médios quadrados são registrados.

Resultados

Os dados de desempenho são apresentados na Tabela 1. Nenhuma interação entre a vacinação ou tratamento com água foi observada, por conseguinte, os efeitos principais são registrados. A inclusão de proteínas

do plasma na água aumentou ($P < 0,001$) o ganho médio diário (ADG) durante as primeiras 3 semanas (D 0-7, 7-14, 14-21) com aumentos ($P < 0,05$) globais de d 0-42 comparada com a água não tratada oferecida aos pássaros. Nenhuma diferença ($P > 0,10$) foi observada devido a vacinação. A ingestão 5 média de alimentação diária (ADFI) de pássaros que receberam água contendo soro foi aumentada ($P < 0,05$) a partir de d 0-7 comparado aquela de pássaros que receberam água não tratada. Nenhuma diferença ($P > 0,10$) foi observada em ADFI durante o restante do estudo devido ao tratamento com 10 água ou vacinação. A eficiência de alimentação (G/F) foi aumentada ($P < 0,05$) de d 0-7, 7-14, e 0-14 em pássaros que receberam água contendo soro comparado aquela de pássaros que receberam água não tratada. Nenhuma diferença foi observada em G/F durante o restante do estudo de consumo de 15 água tratada ou vacinação. A ingestão de água foi aumentada ($P < 0,05$) em d 0-7, 7-14, e 0-14 em pássaros que receberam a água tratada comparado aquela de pássaros que receberam água não tratada. Os tratamentos de vacinação ou 20 com água durante o restante do estudo não afetaram a ingestão de água ($P > 0,10$).

As características de carcaça são apresentadas na Tabela 2. O peso vivo, peso de carcaça fria, e rendimento de carne do peito sem pele 20 foram aumentados ($P < 0,05$) em pássaros que receberam a água contendo soro comparado com aquele dos pássaros que receberam água não tratada. Os rendimentos de coxa e perna foram reduzidos ($P < 0,01$) em pássaros que receberam água tratada com soro comparado aquele dos pássaros controle. Nenhuma diferença ($P > 0,10$) em peso de baço ou fígado foi observada 25 devido ao consumo de água tratada. A vacinação aumentou ($P < 0,05$) o rendimento de coxa e perna.

Discussão

O estudo corrente demonstra as melhorias na produção de aves domésticas e os parâmetros de carcaça devidos ao consumo de proteínas do

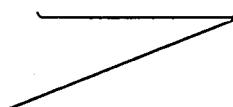
plasma na água. Um aumento ($P < 0,05$) de 7,2% em peso vivo foi observado quando os pássaros receberam água contendo soro. O aumento no peso do corpo foi um resultado de rendimento aumentado de carne do peito (6,9%) à custa do rendimento de coxa e perna. Por conseguinte, a distribuição de proteínas do plasma por meio da água aumenta o desempenho em aves domésticas que resulta em rendimento aumentado da carne do peito.

TABELA 1

Efeito Principal do Tratamento de Água e Vacinação sobre o Desempenho e

Ingestão em Aves a serem grelhadas

<u>ADG</u> (g/d)	<u>NV</u>	<u>Vac</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>	<u>Água</u>	<u>Soro</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>	
D 0-7	17,47	17,66	0,28	0,6310	D 0-7	15,25	19,89	0,28	0,0001
D 7-14	41,46	42,32	0,66	0,3600	D 7-14	39,17	44,61	0,66	0,0001
D 14-21	64,00	62,99	0,97	0,4542	D 14-21	61,23	65,76	0,95	0,0011
D 21-28	77,13	76,65	1,37	0,8025	D 21-28	76,00	77,78	1,33	0,3431
D 28-35	89,74	93,49	1,70	0,1135	D 28-35	93,06	90,17	1,68	0,2179
D 35-42	81,35	83,33	2,61	0,5824	D 35-42	79,37	85,30	2,57	0,1009
D 0-14	29,41	29,97	0,43	0,3530	D 0-14	27,20	32,19	0,42	0,0001
D 0-21	40,85	40,95	0,55	0,8904	D 0-21	38,50	43,30	0,54	0,0001
D 0-28	49,92	49,88	0,68	0,9673	D 0-28	47,88	51,92	0,67	0,0001
D 0-35	57,95	58,76	0,78	0,4548	D 0-35	57,00	59,71	0,77	0,0133
D 0-42	61,85	62,85	0,91	0,4281	D 0-42	60,73	63,97	0,90	0,0115
<u>ADFI</u> (g/d)	<u>N/V</u>	<u>Vac</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>	<u>Água</u>	<u>Soro</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>	
D 0-7	17,73	19,01	0,60	0,2043	D 0-7	17,19	19,55	0,60	0,0494
D 7-14	55,08	56,89	0,90	0,2245	D 7-14	54,65	57,32	0,90	0,1033
D 14-21	103,53	103,76	2,39	0,9474	D 14-21	100,40	106,89	2,39	0,1276
D 21-28	166,08	158,11	3,34	0,1667	D 21-28	161,22	162,96	3,34	0,7319
D 28-35	173,17	177,00	2,70	0,3728	D 28-35	177,96	172,22	2,70	0,2075
D 35-42	173,56	168,42	3,20	0,3199	D 35-42	168,76	173,22	3,20	0,3806
D 0-14	36,04	37,95	0,72	0,1354	D 0-14	35,80	38,20	0,72	0,0785
D 0-21	57,55	59,89	1,31	0,2752	D 0-21	57,04	60,40	1,31	0,1433
D 0-28	83,04	84,44	1,99	0,6430	D 0-28	82,35	85,13	1,99	0,3788
D 0-35	99,89	102,75	2,04	0,3782	D 0-35	100,95	101,69	2,04	0,8100
D 0-42	111,12	113,45	2,04	0,4634	D 0-42	111,80	112,77	2,04	0,7550



Eficiência de Alimentaçãoganho/alimentação)

	<u>NV</u>	<u>Vac</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>		<u>Água</u>	<u>Soro</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>
D 0-7	0,97	0,93	0,02	0,1141	D 0-7	0,89	1,01	0,02	0,0043
D 7-14	0,73	0,75	0,01	0,3142	D 7-14	0,71	0,77	0,01	0,0106
D 14-21	0,61	0,61	0,01	0,9359	D 14-21	0,61	0,61	0,01	0,8024
D 21-28	0,46	0,48	0,01	0,1825	D 21-28	0,47	0,48	0,01	0,5352
D 28-35	0,51	0,52	0,01	0,5848	D 28-35	0,52	0,51	0,01	0,3970
D 35-42	0,47	0,49	0,01	0,3560	D 35-42	0,47	0,48	0,01	0,5258
D 0-14	0,79	0,79	0,01	0,9538	D 0-14	0,75	0,83	0,01	0,0022
D 0-21	0,69	0,69	0,01	0,8766	D 0-21	0,67	0,71	0,01	0,0521
D 0-28	0,58	0,59	0,01	0,5560	D 0-28	0,57	0,60	0,01	0,1202
D 0-35	0,56	0,57	0,01	0,5023	D 0-35	0,56	0,57	0,01	0,1910
D 0-42	0,54	0,55	0,01	0,2606	D 0-42	0,53	0,55	0,01	0,1106

Ingestão de Água(ml/d)

	<u>NV</u>	<u>Vac</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>		<u>Água</u>	<u>Soro</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>
D 0-7	50,82	53,06	2,00	0,4711	D 0-7	46,62	57,26	2,00	0,0197
D 7-14	116,67	121,88	2,27	0,1795	D 7-14	112,85	125,70	2,27	0,0160
D 14-21	189,20	196,78	4,57	0,3058	D 14-21	187,34	198,65	4,57	0,1549
D 21-28	283,02	296,18	9,24	0,3709	D 21-28	286,20	293,00	9,24	0,6302
D 28-35	389,12	365,19	21,75	0,5179	D 28-35	368,66	385,65	21,75	0,6363
D 35-42	442,74	409,34	18,69	0,2603	D 35-42	407,42	444,66	18,69	0,2204
D 0-14	83,11	87,47	2,02	0,2017	D 0-14	79,52	91,04	2,02	0,0155
D 0-21	116,94	123,91	2,76	0,1489	D 0-21	114,96	125,89	2,76	0,0490
D 0-28	155,86	166,98	3,30	0,0759	D 0-28	156,48	166,35	3,30	0,1025
D 0-35	203,74	206,42	4,09	0,6887	D 0-35	197,86	212,30	4,09	0,1302
D 0-42	241,45	239,50	6,85	0,8587	D 0-42	231,33	249,62	6,85	0,1995

ADG = ganho diário médio

NV = não vacinado

Vac = vacinado

SEM = erro padrão de média

P = valor de P



Tabela 2

Resultado Médio de Tratamento de Água e Vacinação sobre as Características
de Carcaça em Aves a serem grelhadas

	<u>NV</u>	<u>Vac</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>	<u>Água</u>	<u>Soro</u>	<u>SEM</u>	<u>P</u>
Peso vivo, g	2715,58	2702,25	52,62	0,8596	2614,5	2803,33	52,62	0,0196
Carcaça Fria	1934,06	1917,18	40,04	0,7687	1838,76	2012,48	40,04	0,0061
Peso, g								
Carne Peito	269,02	264,51	3,75	0,4053	257,87	275,66	3,75	0,0032
Sem Pele, g/kg BW								
Coxa e perna, g/kg BW	305,85	313,9	2,66	0,0452	315,78	303,97	2,66	0,0052
Asas, g/kg BW	108,39	108,37	1,64	0,9943	110,31	106,45	1,64	0,1115
Baço, g/kg BW	1,09	1,32	0,09	0,0849	1,17	1,24	0,09	0,6088
Fígado, g/kg BW	24,82	24,93	0,78	0,9236	24,76	25	0,78	0,8322

peso de corpo da carcaça fria = BW

Deve ser apreciado que modificações menores de dosagem e

5 formulação da composição e as faixas aqui expressas podem ser feitas e ainda incluir dentro do escopo e espírito da presente invenção.

Tendo descrito a invenção com referência às composições particulares, teorias de eficiência, e assim por diante, ficará aparente para aqueles de habilidade na técnica que não é tencionado que a invenção seja 10 limitada através de tais realizações ilustrativas ou mecanismos, e que modificações podem ser feitas sem se afastar do escopo ou espírito da invenção, conforme definido através das reivindicações apensadas. É tencionado que todas as modificações óbvias dessa natureza e variações sejam incluídas dentro do escopo da presente invenção conforme definido nas 15 reivindicações apensadas. As reivindicações são tencionadas a cobrir os componentes reivindicados e etapas em qualquer seqüência que é eficaz para atender os objetivos aí tencionados, a não ser que o contexto especificamente indique o contrário.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para aumentar o peso vivo de aves domésticas, caracterizado pelo fato de que consiste de:

5 administrar às aves domésticas um suplemento que consiste de plasma animal.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suplemento é administrado através da alimentação dos animais.

10 3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o suplemento consiste de até 15% em peso da alimentação dos animais.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suplemento é administrado através do suprimento de água dos animais.

15 5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o suplemento consiste de até cerca de 0,05-3,0% em peso.

6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o suplemento consiste de até cerca de 0,1 – 1,5% em peso de água.

20 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suplemento é secado por pulverização.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o tamanho de partícula do plasma animal é pelo menos 50 microns.

25 9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o tamanho de partícula do plasma animal é menor do que cerca de 2000 microns.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fonte do plasma animal é um meio recombinante selecionado do grupo que consiste de um microrganismo transformado, um

animal transgênico, e uma planta transgênica.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fonte do plasma animal é um animal de criação.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado 5 pelo fato de que a fonte do plasma animal é sangue suíno ou bovino.

13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a ave doméstica é selecionada do grupo que consiste de frangos, perus, galinhas cárnicas, faisões, patos, e gansos.

14. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado 10 pelo fato de que o suplemento é administrado às aves domésticas recentemente chocadas.

15. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o suplemento é administrado às aves domésticas em qualquer tempo no ciclo de produção.

16. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado 15 pelo fato de que a administração do suplemento às aves domésticas preferencialmente aumenta o rendimento de carne branca.

17. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado 20 pelo fato de que a administração do suplemento preferencialmente aumenta o rendimento de carne branca em cerca de 6-8% em peso.

18. Produto alimentício de plasma para o aumento do peso vivo de aves domésticas, caracterizado pelo fato de que compreende: alimentação de aves domésticas; e plasma animal.

19. Produto alimentício de plasma de acordo com a 25 reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o plasma animal compreende até 100% em peso do produto.

20. Produto alimentício de plasma de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o plasma animal é seco.

21. Produto alimentício de plasma de acordo com a

reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o plasma animal é granulado ou pulverizado.

22. Produto aquoso de plasma para o aumento do peso vivo de aves domésticas, caracterizado pelo fato de que compreende: uma fonte de água para o citado animal, e um plasma animal.

23. Produto aquoso de plasma de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o plasma animal compreende até 0,05 a cerca de 3,0% em peso de água.

24. Produto aquoso de plasma de acordo com a reivindicação 10 23, caracterizado pelo fato de que o plasma animal compreende até cerca de 0,1 – a cerca de 1,5% em peso de água.

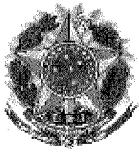
25. Produto aquoso de plasma de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o plasma animal é seco.

26. Produto aquoso de plasma de acordo com a reivindicação 15 22, caracterizado pelo fato de que o plasma animal é granulado ou pulverizado.

RESUMO

“MÉTODO PARA AUMENTAR O PESO VIVO DE AVES DOMÉSTICAS, PRODUTO ALIMENTÍCIO DE PLASMA, E, PRODUTO AQUOSO DE PLASMA”.

5 A presente invenção diz respeito a um método de aumento do peso vivo de aves domésticas através da administração de um produto do plasma para a aves domésticas através da alimentação e/ou água do animal. O produto é efetivo em aumentar o peso vivo de aves domésticas. O produto é também surpreendentemente efetivo em aumentar o rendimento de carne
10 branca em detrimento de carne preta.



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) PI 0503574-0 A



(22) Data de Depósito: 29/08/2005
(43) Data de Publicação: 27/06/2006
(RPI 1851)

(51) Int. Cl⁷:
A23K 1/04
A23P 1/02

**(54) Título: MÉTODO PARA PREPARAR UMA RAÇÃO
PARA AVES DOMÉSTICAS PELOTIZADA, RAÇÃO
PARA AVES DOMÉSTICAS PELOTIZADA, E,
MÉTODO PARA AUMENTAR O CRESCIMENTO DAS
AVES DOMÉSTICAS**

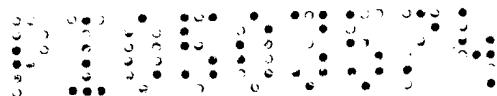
(30) Prioridade Unionista: 30/08/2004 US 10/929836

(71) Depositante(s): APC, Inc. (US)

(72) Inventor(es): Joy Campbell, Louis E. Russell

(74) Procurador: Momsen, Leonardos & Cia.

**(57) Resumo: "MÉTODO PARA PREPARAR UMA RAÇÃO PARA AVES
DOMÉSTICAS PELOTIZADA, RAÇÃO PARA AVES DOMÉSTICAS
PELOTIZADA, E, MÉTODO PARA AUMENTAR O CRESCIMENTO DAS
AVES DOMÉSTICAS". A presente invenção refere-se a ração para aves
domésticas pelotizada contendo plasma e a métodos para produzir e
utilizar ração para aves domésticas pelotizada contendo plasma.**



“MÉTODO PARA PREPARAR UMA RAÇÃO PARA AVES DOMÉSTICAS PELOTIZADA, RAÇÃO PARA AVES DOMÉSTICAS PELOTIZADA, E, MÉTODO PARA AUMENTAR O CRESCIMENTO DAS AVES DOMÉSTICAS”

5

Campo Da Invenção

A presente invenção refere-se a rações para aves domésticas contendo plasma e a métodos de produzir e utilizar ração para aves domésticas contendo plasma.

Fundamentos Da Invenção

10 Melhorar o desenvolvimento de animais, tais como frangos e perus, é um importante objetivo para os produtores que criam frangos e perus. Atualmente, nos Estados Unidos, mais do que 80% da alimentação para animais não-ruminantes, tais como frangos e perus, é pelotizada e os suínos e aves domésticas, alimentadas com rações pelotizadas, melhoraram o desempenho de crescimento (Fairfield, 2003a e 2003b).

15 O plasma pode ser adicionado a uma dieta de suíno a fim de aumentar a ingestão de ração e o crescimento. Entretanto, o aumento da temperatura de condicionamento, durante o processo de pelotização da ração, diminui as propriedades do plasma de aumentar o crescimento dos suínos (Steidinger *et al.*, 2000). Há atualmente uma necessidade de rações para aumento do crescimento das aves domésticas, tais como frangos e perus, tais como rações pelotizadas.

Sumário De Certas Formas De Realização Da Invenção

Verificou-se inesperadamente que a ração para aves domésticas contendo plasma pode ser preparada em uma forma pelotizada, utilizando-se temperaturas elevadas durante o processo de pelotização. Foi também inesperado que, em comparação com ração preparada sem plasma, a ração preparada utilizando-se elevadas temperaturas, que inclui plasma, aumentou as características de promoção do crescimento.

Por conseguinte, a presente invenção provê um método pra preparar uma ração para aves domésticas pelotizada, incluindo aquecer uma mistura incluindo plasma animal e ração para aves domésticas a uma temperatura de pelo menos cerca de 77°C e pelotizar a mistura para prover a ração para aves domésticas. Em algumas formas de realização da presente invenção, a ração para aves domésticas pelotizada é ração para frangos, por exemplo, frangos a serem grelhados e/ou poedeiras. Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas pelotizada é fornecida a perus.

A presente invenção também provê ração para aves domésticas pelotizada, preparada de acordo com o método da invenção. Também são providos métodos pra aumentar o crescimento das aves domésticas, incluindo alimentar as aves domésticas com uma quantidade eficaz da ração para aves domésticas pelotizada da invenção. Em algumas formas de realização da invenção, as aves domésticas, alimentadas com a ração para aves domésticas pelotizada da invenção, têm aumentos em seu ganho diário médio, ingestão diária média de ração, eficiência de ração (ganho: ração) e/ou aumentos em seu peso corporal.

Descrição Detalhada Da Invenção

É atualmente aceito que ingredientes especiais, tais como proteínas de plasma, são prejudicados, por exemplo, por desnaturação térmica pelo processo de pelotização usado para manufaturar ração pelotizada. Assim, acredita-se que melhorias no desempenho do animal, por exemplo, ganho diário médio (ADG), ingestão média diária de ração (ADFI), eficiência de ração (ganho: ração) e/ou peso corporal (BW), que pode resultar do consumo de plasma, seriam reduzidas ou eliminadas se o plasma for submetido a altas temperaturas, por exemplo, durante um processo de pelotização (vide Steidinger *et al.*, 2000). Inesperadamente, foi verificado que as aves a serem grelhadas, alimentadas com ração pelotizada, que foi formulado para conter

plasma e manufaturado empregando-se temperaturas de condicionamento elevadas, têm aumentado crescimento, em comparação com aves a serem grelhadas que foram alimentadas com ração similar, que não continham plasma. Assim, verificou-se que é possível incluir proteínas sensíveis, tais como proteínas de plasma, em ração, antes do aquecimento e pelotização, sem perda da função ou valor nutricional.

Verificou-se inesperadamente que ração, por exemplo, ração para aves domésticas para frangos ou perus, contendo plasma, pode ser preparado em uma forma pelotizada, empregando-se elevadas temperaturas durante o processo de pelotização, enquanto mantendo-se as características promocionais de crescimento, do plasma. A ração assim preparada tem, inesperadamente, características promocionais de crescimento, que são atribuídas à inclusão do plasma na ração pelotizada.

Por conseguinte, a presente invenção provê um método para preparar uma ração para aves domésticas pelotizada, incluindo aquecer uma mistura, incluindo plasma animal e ração para aves domésticas, a uma temperatura de pelo menos cerca de 77°C e pelotizando-se a mistura para fornecer a ração para aves domésticas pelotizada. A ração para aves domésticas pelotizada pode ser ração para frango pelotizada ou ração para peru pelotizada. A ração para aves domésticas pelotizada contém uma quantidade promotora de crescimento de plasma animal, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas, quando comparado com uma ração para aves domésticas pelotizada que não contém plasma. O método opcionalmente inclui a etapa de esmigalhar a ração para aves domésticas pelotizada, por exemplo, para aves domésticas muito jovens. O método também, opcionalmente, inclui a etapa de processar a mistura com um dilatador, por exemplo, antes da pelotização. Em algumas formas de realização da invenção, em seguida a processamento com o dilatador, a mistura não é pelotizada, porém pode, opcionalmente, ser esmigalhada. A

presente invenção também provê ração para aves domésticas pelotizada, preparada de acordo com os métodos da invenção.

Em algumas formas de realização da invenção, o plasma animal é seco, por exemplo, plasma animal seco por pulverização, por exemplo, de fonte bovina, porcina e/ou aviária. Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas é ração para peru. Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas é ração para frango, por exemplo, ração para poedeiras ou frangos a serem grelhados.

10 Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas pelotizada é ração para aves domésticas formulada para alimentação de fase. Por exemplo, a ração pode ser ração especificamente formulada para a fase pré-inicial, fase inicial, fase de crescimento ou fase de término de aves domésticas, tais como frangos (por exemplo, frangos a serem 15 grelhados e poedeiras) e perus.

Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas pelotizada inclui cerca de 1% a cerca de 0,5% ou cerca de 0,25% de plasma. Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas pelotizada inclui cerca de 0,1% a cerca de 5% de plasma. Em 20 algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas pelotizada inclui cerca de 0,25% a cerca de 1% de plasma. Genericamente, a concentração de plasma é mais elevada nas fases mais iniciais de alimentação e a percentagem de plasma é geralmente diminuída durante as fases posteriores de alimentação.

25 Em algumas formas de realização da invenção, a mistura contendo o plasma e a ração para aves domésticas é aquecida a cerca de 80°C, 85°C, 90°C, 95°C, 100°C, 105°C, 110°C, 115°C, 120°C, pelo menos cerca de 77°C, pelo menos cerca de 80°C, pelo menos cerca de 85°C, pelo menos cerca de 90°C, pelo menos cerca de 95°C, pelo menos cerca de 100°C, pelo menos

cerca de 105°C, pelo menos cerca de 110°C, pelo menos cerca de 115°C ou pelo menos cerca de 120°C. A expressão “cerca de”, como aqui usada, destina-se a abranger variações de temperatura por todo o corpo do volume da
ração que é aquecido, bem como imprecisão nas temperaturas determinadas em
5 pontos individuais, como seria reconhecido por uma pessoa hábil na técnica.

Em algumas formas de realização da invenção, a quantidade promotora do crescimento do plasma animal, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas, é uma quantidade que aumenta o ganho diário médio (ADG) das aves domésticas, por exemplo, perus ou frangos. Em
10 algumas formas de realização da invenção, a quantidade promotora do crescimento de plasma animal, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas, é uma quantidade que aumenta a ingestão diária média de ração (ADFI) pelas aves domésticas. Em algumas formas de realização da invenção, a quantidade de plasma animal promotora do crescimento, em uma forma que
15 promove o crescimento das aves domésticas, é uma quantidade que aumenta o peso corporal (BW) das aves domésticas. Em algumas formas de realização da invenção, a quantidade de plasma animal promotora do crescimento, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas, é uma quantidade que melhora a eficiência de ração (ganho: ração) das aves domésticas.

20 A presente invenção também provê um método para aumentar o crescimento das aves domésticas, incluindo a alimentação a aves domésticas de uma quantidade eficaz da ração para aves domésticas pelotizada da invenção. Em algumas formas de realização da invenção, a ração para aves domésticas pelotizada é alimentada às aves domésticas durante uma fase
25 específica da alimentação. Por exemplo, a ração pode ser ração para a fase pré-inicial, fase inicial, fase de crescimento ou a fase de término para aves domésticas, tais como frangos (por exemplo, frangos para grelhar e poedeiras) e perus.

Em algumas formas de realização da invenção, as aves

domésticas são perus. Em algumas formas de realização da invenção, as aves domésticas são frangos, por exemplo, poedeiras e/ou frangos para grelhar.

São também providos métodos para aumentar o crescimento das aves domésticas, incluindo alimentação às aves domésticas de uma quantidade eficaz da ração para aves domésticas pelotizada da invenção. Em algumas formas de realização da invenção, as aves domésticas alimentadas com a ração para aves domésticas pelotizada da invenção têm aumentos em seu ganho diário médio (ADG), ingestão média diária de ração (ADFI), eficiência de ração (ganho:ração) e/ou aumentos em seu peso corporal (BW).

As rações pelotizadas da presente invenção são úteis como ração para aves, por exemplo, para aves domésticas. “Aves domésticas” como aqui usado geralmente refere-se a aves machos e fêmeas, criadas por sua carne, ovos, penas e/ou outras partes de seu corpo, tais como mas não limitado a frangos, perus, avestruz, periquitos australianos, aves de caça e aves aquáticas, por exemplo, faisão, gansos e patos, incluindo galinhas criadas para pôr ovos (poedeiras), galos castrados quando jovens para melhorar a qualidade de sua carne para ração (capões) e frangos adequados para grelhar (aves a serem grelhadas).

Como aqui usado, uma “quantidade promotora do crescimento” de plasma na ração para aves domésticas pelotizada da invenção, é uma quantidade de plasma em uma forma que faz com que as aves domésticas consumam a ração para aves domésticas pelotizada como pelo menos uma parte de sua dieta para crescer em uma taxa aumentada, em comparação com aves domésticas que consumem uma ração para aves domésticas que não contém o plasma promotor do crescimento. Como descrito aqui, verificou-se inesperadamente que, pelotizando-se a ração para aves domésticas contendo plasma em mais temperaturas mais elevadas, por exemplo, a cerca de 80°C, a cerca de 85°C, a cerca de 90°C ou a cerca de 95°C, não se elimina as características promotoras de crescimento do plasma.

Assim, tal ração para aves domésticas pelotizada, que é aquecida e pelotizada de uma mistura de ração para aves domésticas e plasma, retém as características promotoras do crescimento do plasma. Em outras palavras, a ração para aves domésticas pelotizada da invenção contém plasma em uma forma que retém pelo menos algumas, todas ou mais das características promotoras do crescimento, do plasma.

Como aqui usado, “ração para aves domésticas” refere-se a ração que é formulada e produzida para ser alimentada por aves domésticas, por exemplo, especificamente por aves domésticas. Por exemplo, o National Research Council provê diretrizes para as exigências nutricionais de aves domésticas (vide Nutrition Requirements of Poultry, 9a. edição, National Academy Press, Washington, D.C. (1994)). Como reproduzido por Nutrition Requirements of Poultry, 9a. edição, National Academy Press, Washington, D.C. (1994), as necessidades nutricionais dos perus são providas na Tabela A, as necessidades nutricionais dos frangos para grelhar são providas na Tabela B e as necessidades nutricionais das poedeiras são fornecidas na Tabela C. Em algumas formas de realização da invenção, as rações para aves domésticas da invenção satisfazem ou excedem as diretrizes providas pelo National Research Council, por exemplo, para quaisquer ou todos os nutrientes listados nas diretrizes, tais como proteína (por exemplo, proteína bruta), gordura e macrominerais, minerais de traço, vitaminas solúveis em gordura e vitaminas solúveis em água. Como é evidente nas Tabelas, a ração pode ser especificamente formulada para perus, frangos para grelhar e poedeiras.

Diversas características de algumas rações específicas de aves domésticas da invenção incluem aquelas rações tendo um teor de proteína bruta de cerca de 23%, um teor de óleo de cerca de 4,5%, um teor de fibra de cerca de 3%; e um teor de proteína bruta de cerca de 19%, um teor de óleo de cerca de 5,5%, um teor de fibra de cerca de 3%. Outras rações para aves domésticas específicas são caracterizados nas Tabelas A, B, C, 2 e 7.

TABELA A: Necessidades de Nutrientes pelos Perus em Percentagens ou Unidades por Quilograma de Dieta
(90 % de matéria seca)

Nutriente	Unidade	Perus em Desenvolvimento, Machos e Fêmeas						Animais Reprodutores	
		0 a 4 Semanas ^a ; 0 a 4 Semanas ^b ; 2,800 ^c	4 a 8 Semanas ^a ; 4 a 8 Semanas ^b ; 2,800 ^c	8 a 12 Semanas ^a ; 8 a 11 Semanas ^b ; 3,000 ^c	12 a 16 Semanas ^a ; 11 a 14 Semanas ^b ; 3,100 ^c	16 a 20 Semanas ^a ; 14 a 17 Semanas ^b ; 3,200 ^c	20 a 24 Semanas ^a ; 17 a 20 Semanas ^b ; 3,300 ^c		
Proteína e amino ácidos								Fazenda; 2,900 ^c	Galinhas Poedeiras; 2,900 ^c
Proteína ^d	%	28,0	26	22	19	16,5	14	12	14
Arginina	%	1,6	1,4	1,1	0,9	0,75	0,6	0,5	0,6
Glicina e serina	%	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5
Histidina	%	0,58	0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,2	0,3
Isoleucina	%	1,1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,45	0,4	0,5
Leucina	%	1,9	1,75	1,5	1,25	1,0	0,8	0,5	0,5
Lisina	%	1,6	1,5	1,3	1,0	0,8	0,65	0,5	0,6
Metionina	%	0,55	0,45	0,4	0,35	0,25	0,25	0,2	0,2
Metionina + cistina	%	1,05	0,95	0,8	0,65	0,55	0,45	0,4	0,4
Fenilalanina	%	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,55
Fenilalanina + tirosina	%	1,8	1,6	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0
Treonina	%	1,0	0,95	0,8	0,75	0,6	0,5	0,4	0,45
Triptofano	%	0,26	0,24	0,2	0,18	0,15	0,13	0,1	0,13
Valina	%	1,2	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,58
Gordura									
Ácido linoleico	%	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,1
Macrominerais									
Cálcio	%	1,2	1,0	0,85	0,75	0,65	0,55	0,5	2,25

∞

		Perus em Desenvolvimento, Machos e Fêmeas								
Nutriente	Unidade	0 a 4 Semanas ^a ; 0 a 4 Semanas ^b ; 2,800 ^c	4 a 8 Semanas ^a ; 4 a 8 Semanas ^b ; 2,800 ^c	8 a 12 Semanas ^a ; 8 a 11 Semanas ^b ; 3,000 ^c	12 a 16 Semanas ^a ; 11 a 14 Semanas ^b ; 3,100 ^c	16 a 20 Semanas ^a ; 14 a 17 Semanas ^b ; 3,200 ^c	20 a 24 Semanas ^a ; 17 a 20 Semanas ^b ; 3,300 ^c	Animais Reprodutores		
								Fazenda; 2,900 ^c	Galinhas Poedeiras; 2,900 ^c	
Fósforo Não fitato	%	0,6	0,5	0,42	0,38	0,32	0,28	0,25	0,35	
Potássio	%	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	
Sódio	%	0,17	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
Cloro	%	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
Magnésio	%	500	500	500	500	500	500	500	500	
Minerais de traço										
Manganês	mg	60	60	60	60	60	60	60	60	
Zinco	mg	70	65	50	40	40	40	40	65	
Ferro	mg	80	60	60	60	50	50	50	60	
Cobre	mg	8	8	6	6	6	6	6	8	
Iodo	mg	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Selênio	mg	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Vitaminas solúveis em gordura										
A	IU	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
D ₃ ^g	ICU	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	
E	IU	12	12	10	10	10	10	10	25	
K	mg	1,75	1,5	1,0	0,75	0,75	0,50	0,5	1,0	
Vitaminas solúveis em água										
B ₁₂	mg	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
Biotina	mg	0,25	0,2	0,125	0,125	0,100	0,100	0,100	0,20	
Colina	mg	1.600	1.400	1.100	1.100	950	800	800	1.000	

Nutriente	Unidade	Perus em Desenvolvimento, Machos e Fêmeas							Animais Reprodutores	
		0 a 4 Semanas ^a ; 0 a 4 Semanas ^b ; 2,800 ^c	4 a 8 Semanas ^a ; 4 a 8 Semanas ^b ; 2,800 ^c	8 a 12 Semanas ^a ; 8 a 11 Semanas ^b ; 3,000 ^c	12 a 16 Semanas ^a ; 11 a 14 Semanas ^b ; 3,100 ^c	16 a 20 Semanas ^a ; 14 a 17 Semanas ^b ; 3,200 ^c	20 a 24 Semanas ^a ; 17 a 20 Semanas ^b ; 3,300 ^c			
Folacina	mg	1,0	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
Niacina	mg	60,0	60,0	50,0	50,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Ácido pantotênico	mg	10,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	16,0
Piridoxina	mg	4,5	4,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
Riboflavina	mg	4,0	3,6	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0
Tiamina	mg	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

^a Os intervalos de idade para necessidades de nutrientes de machos são baseados na real cronologia da pesquisa anterior. Melhorias genéticas de ganho de peso corporal resultaram em uma implementação mais cedo destes níveis, a 0 a 3, 3 a 6, 6 a 9, 9 a 12, 12 a 15 e 15 a 18 semanas, respectivamente, pela indústria em geral.

^b Os intervalos de idade para necessidades de nutrientes de fêmeas são baseados na cronologia real da pesquisa anterior. As melhorias genéticas em ganho de peso corporal resultaram em uma implementação mais cedo destes níveis, a 0 a 3, 3 a 6, 6 a 9, 9 a 12, 12 a 14 e 14 a 16 semanas, respectivamente, pela indústria em geral. 01

^c Estes são valores de energia metabolizável (ME) aproximados, providos com rações típicas baseadas em farinha milho-soja, expressas em kcal ME_n/kg dieta. Espera-se que tal energia, quando acompanhada pelos níveis de nutriente sugeridos, forneça crescimento próximo do máximo, particularmente com ração pelotizada.

^d Os perus não têm uma necessidade de proteína bruta por si. Entretanto, deve haver suficiente proteína bruta, para assegurar um adequado suprimento de nitrogênio, para síntese de amino ácidos não-essenciais. As necessidades sugeridas de proteína bruta são típicas daquelas derivadas de dietas de farinha de milho-soja e os níveis podem ser reduzidos quando são usados amino ácidos sintéticos.

^e A exigência de cálcio pode ser aumentada quando as dietas contêm altos níveis de fósforo fitato (Nelson, 1984).

^f O fósforo orgânico é geralmente considerado ser associado com a fitina e de disponibilidade limitada.

^g Estas concentrações de vitamina D são consideradas satisfatórias quando níveis de cálcio e fósforo associados são usados.

^h As exigências podem aumentar com dietas baseadas em trigo.

TABELA B: Necessidades de Nutrientes de Frangos para Grelhar, em Percentagens ou Unidades por Quilograma de Dieta (90 % matéria seca)

Nutrientes	Unidade	0 a 3 Semanas ^a ; 3,200 ^b	3 a 6 Semanas ^a ; 3,200 ^b	6 a 8 Semanas ^a ; 3,200 ^b
Proteína e amino ácidos				
Proteína bruta	%	23,00	20,00	18,00
Arginina	%	1,25	1,10	1,00
Glicina + serina	%	1,25	1,14	0,97
Histidina	%	0,35	0,32	0,27
Isoleucina	%	0,80	0,73	0,62
Leucina	%	1,20	1,09	0,93
Lisina	%	1,10	1,00	0,85
Metionina	%	0,50	0,38	0,32
Metionina + cistina	%	0,90	0,72	0,60
Fenilalanina	%	0,72	0,65	0,56
Fenilalanina + tirosina	%	1,34	1,22	1,04
Prolína	%	0,60	0,55	0,46
Treonina	%	0,80	0,74	0,68
Triptofano	%	0,20	0,18	0,16
Valina	%	0,90	0,82	0,70
Gordura				
Ácido linoleico	%	1,00	1,00	1,00
Macrominerais				
Cálcio	%	1,00	0,90	0,80
Cloro	%	0,20	0,15	0,12
Magnésio	mg	600	600	600
Fósforo Não fitato	%	0,45	0,35	0,30
Potássio	%	0,30	0,30	0,30
Sódio	%	0,20	0,15	0,12
Minerais de traço				
Cobre	mg	8	8	8
Iodo	mg	0,35	0,35	0,35
Ferro	mg	80	80	80
Manganês	mg	60	60	60
Selênio	mg	0,15	0,15	0,15
Zinco	mg	40	40	40
Vitaminas solúveis em gordura				
A	IU	1.500	1.500	1.500
D ₃	ICU	200	200	200
E	IU	10	10	10
K	mg	0,50	0,50	0,50
Vitaminas solúveis em água				
B ₁₂	mg	0,01	0,01	0,007
Biotina	mg	0,15	0,15	0,12
Colina	mg	1,300	1,000	750

Nutrientes	Unidade	0 a 3 Semanas ^a ; 3,200 ^b	3 a 6 Semanas ^a ; 3,200 ^b	6 a 8 Semanas ^a ; 3,200 ^b
Folacina	mg	0,55	0,55	0,50
Niacina	mg	35	30	25
Ácido pantotênico	mg	10	10	10
Piridoxina	mg	3,5	3,5	3,0
Riboflavina	mg	3,6	3,6	3
Tiamina	mg	1,80	1,80	1,80

^a Os intervalos de 0 a 3, 3 a 6 e 6 a 8 semanas, para necessidades de nutrientes, são baseados na cronologia para a qual os dados de pesquisa estavam disponíveis; entretanto, estas exigências de nutrientes são com freqüência implementadas em intervalos de idade mais jovem ou em uma base de peso-de-ração consumida.

^b Estas são concentrações de energia dietética típicas, expressas em kcal ME_N/kg dieta. Diferentes valores de energia podem ser apropriados, dependendo dos preços e disponibilidade locais dos ingredientes.

^c Os frangos para grelhar não têm uma necessidade de proteína bruta por si. Entretanto, deve haver suficiente proteína bruta, para assegurar um adequado suprimento de nitrogênio, para síntese de amino ácidos não essenciais. As necessidades sugeridas para proteína bruta são típicas daquelas derivadas de dietas de farinha de milho-soja e os níveis podem ser reduzidos, quando são usados amino ácidos sintéticos.

^d A necessidade de cálcio pode ser aumentada quando as dietas contêm altos níveis de fósforo fitato (Nelson, 1984).

TABELA C: Necessidades de Nutrientes das Galinhas Poedeiras Tipo Leghorn, em Percentagens ou Unidades por Quilograma de Dieta (90 % matéria seca)

Nutriente	Unidade	Conc. Dietéticas Requeridas pelas Poedeiras de Ovos-Brancos em Diferentes Ingestões de Ração			Quantidades Requeridas por galinha Diariamente (mg ou UI)		
		80 ^{a,b}	100 ^{a,b}	120 ^{a,b}	Animais Reprodutores de Ovos-Brancos a 100 g de Ração por galinha Diariamente ^b	Poedeiras de Ovos Brancos a 100 g de Ração por galinha Diariamente	Poedeiras de Ovos Marrons a 110 g de Ração por galinha Diariamente ^c
Proteína e amino ácidos							
Proteína bruta ^d	%	18,8	15,0	12,5	15.000	15.000	16.500
Arginina ^e	%	0,88	0,70	0,58	700	700	770
Histidina	%	0,21	0,17	0,14	170	170	190
Isoleucina	%	0,81	0,65	0,54	650	650	715
Leucina	%	1,03	0,82	0,68	820	820	900
Lisina	%	0,86	0,69	0,58	690	690	760
Metionina	%	0,38	0,30	0,25	300	300	330
Metionina + cistina	%	0,73	0,58	0,48	580	580	645
Fenilalanina	%	0,59	0,47	0,39	470	470	520
Fenilalanina + tirosina	%	1,04	0,83	0,69	830	830	910
Treonina	%	0,59	0,47	0,39	470	470	520
Triptofano	%	0,20	0,16	0,13	160	160	175
Valina	%	0,88	0,70	0,58	700	700	770
Gordura							
Ácido linoleico	%	1,25	1,0	0,83	1.000	1.000	1.100
Macrominerais							
Cálcio ^f	%	4,06	3,25	2,71	3.250	3.250	3.600
Cloreto	%	0,16	0,13	0,11	130	130	145
Magnésio	mg	625	500	420	50	50	55
Fósforo Não fitato ^g	%	0,31	0,25	0,21	250	250	275
Potássio	%	0,19	0,15	0,13	150	150	165
Sódio	%	0,19	0,15	0,13	150	150	165
Minerais de traço							
Cobre	mg	?	?	?	?	?	?
Iodo	mg	0,044	0,035	0,029	0,010	0,004	0,004
Ferro	mg	56	45	38	6,0	4,5	5,0

Nutriente	Unidade	Conc. Dietéticas Requeridas pelas Poedeiras de Ovos-Brancos em Diferentes Ingestões de Ração			Quantidades Requeridas por galinha Diariamente (mg ou UI)		
		80 ^{a,b}	100 ^{a,b}	120 ^{a,b}	Animais Reprodutores de Ovos-Brancos a 100 g de Ração por galinha Diariamente ^b	Poedeiras de Ovos Brancos a 100 g de Ração por galinha Diariamente	Poedeiras de Ovos Marrons a 110 g de Ração por galinha Diariamente ^c
Manganês	mg	25	20	17	2,0	2,0	2,2
Selênio	mg	0,08	0,06	0,05	0,006	0,006	0,006
Zinco	mg	44	35	29	4,5	3,5	3,9
Vitaminas solúveis em gordura							
A	IU	3.750	3.000	2.500	300	300	330
D ₃	IU	375	300	250	30	30	33
E	IU	6	5	4	1,0	0,5	0,55
K	mg	0,6	0,5	0,4	0,1	0,05	0,055
Vitaminas solúveis em água							
B ₁₂	mg	0,004	0,004	0,004	0,008	0,0004	0,0004
Biotina	mg	0,13	0,10	0,08	0,01	0,01	0,011
Colina	mg	1,310	1,050	875	105	105	115
Folacina	mg	0,31	0,25	0,21	0,035	0,025	0,028
Niacina	mg	12,5	10,0	8,3	1,0	1,0	1,1
Ácido pantotênico	mg	2,5	2,0	1,7	0,7	0,20	0,22
Piridoxina	mg	3,1	2,5	2,1	0,45	0,25	0,28
Riboflavina	mg	3,1	2,5	2,1	0,36	0,25	0,28
Tiamina	mg	0,88	0,70	0,60	0,07	0,07	0,08

^a Gramas de ingestão de ração por galinha diariamente.

^b Com base em concentrações ME_n dietéticas de aproximadamente 2.900 kcal/kg e uma taxa presumida de produção de ovos de 90 por cento (90 ovos por 100 galinhas diariamente).

^c Os valores em itálico são baseados naqueles de poedeiras de ovos-brancos, porém foram aumentados em 10 por cento por causa do maior peso corporal e possibilidade de mais massa de ovos por dia.

^d As galinhas poedeiras não têm necessidade de proteína bruta por si. Entretanto, deve haver suficiente proteína bruta, para assegurar um adequado suprimento de amino ácidos não-essenciais. As necessidades sugeridas para proteína bruta são típicas daquelas derivadas de dietas de farinha de milho-soja e os níveis podem ser reduzidos um pouco, quando são usados amino ácidos sintéticos.

^e Os valores dos amino ácidos em itálico, para galinhas poedeiras de ovos brancos foram estimados utilizando-se o Modelo B (Hurwitz e Borstein, 1973), presumindo-se um peso corporal de 1800 g e 47 g de massa de ovo por dia.

^f A necessidade pode ser mais elevada para máxima espessura de casca de ovo.

^g A necessidade pode ser mais elevada em temperaturas muito quentes.

Plasma

O plasma pode ser obtido pelo trabalhador da técnica de várias fontes, por exemplo, de fontes animais, tais como fontes bovina, porcina e/ou aviária. Em algumas formas de realização da invenção, o plasma é o 5 componente de plasma do sangue que foi separado do sangue. Em algumas formas de realização da invenção, o plasma é plasma que não foi separado do sangue, isto é, o sangue é combinado com a ração para aves domésticas. O plasma pode ser na forma de plasma seco, por exemplo, seco por congelamento, seco por pá e/ou plasma de animal seco por pulverização. O 10 plasma pode ser seco por qualquer método que não faça com que o plasma perca sua funcionalidade como um aditivo promotor do crescimento para a ração. Formas comercialmente disponíveis de plasma são disponíveis, por exemplo, na APC Inc., Ankeny, IA.

Preparo da Ração para aves domésticas Pelotizada

15 A ração para aves domésticas pelotizada pode ser preparada, por exemplo, por qualquer processo adequado para produzir a ração para aves domésticas pelotizada, por exemplo, submetendo-se as misturas da ração para aves domésticas e o plasma a elevadas temperaturas de condicionamento (por exemplo, vide Tabela 8) e pelotizando-se as misturas, por exemplo, 20 utilizando-se uma matriz de 0,40 cm x 3,18 cm e tempo de retenção de condicionamento de cerca de 15 segundos, para produzir a ração para aves domésticas pelotizada. Em algumas formas de realização da invenção, o método para produzir a ração para aves domésticas pelotizada inclui a etapa de condicionar com um dilatador, o que pode envolver temperaturas que 25 podem alcançar e exceder cerca de 120°C. Procedimentos de pelotização gerais, incluindo o uso de dilatadores, são conhecidos do trabalhador da técnica (vide Fairfield (2003a e 2003b; Feed Manufacturing Technology IV, (1994); e The Pelletinz Handbook (1994)). A ração para aves domésticas pelotizada da invenção pode ser esmigalhada por métodos conhecidos do

trabalhador da técnica, por exemplo, para uso em uma dieta de fase partida.

A invenção será agora ilustrada pelos seguintes Exemplos não limitativos.

Exemplo 1: Efeitos de localização do plasma e de temperatura de condicionamento da pelota da ração para frango para grelhar contendo plasma, sobre o desempenho e mortalidade durante condições de produção simuladas

O objetivo do estudo é determinar a resposta de desempenho e a mortalidade de frangos para grelhar, alimentados com plasma em ração pelotizada, durante condições de produção simuladas.

Materiais e Métodos

Cento e oitenta frangos para grelhar machos Ross & Ross 308 (Welp Hatchery, Brancroft, IA; 1 d de idade; 34,9 g) foram aleatoriamente designados para receber um de três tratamentos experimentais. Os tratamentos foram controle (sem plasma), plasma revestido pós-pelotização ou plasma misturado dentro da farinha e então pelotizado em temperatura de condicionamento de pelota alvo de 85°C, de acordo com a Tabela 1. O programa de alimentação consistiu de três fases: uma fase de “partida” dos dias 0 a 14; uma fase de “crescimento” dos dias 15 a 28; e uma fase de “término” dos dias 29 a 42.

Tabela 1. Tratamentos Experimentais

Trat.	Alim. D 0 a 14	Alim. D 15 a 28	Alim. D 29 a 42	Alim. Processo	Temperat. condicion. Pelota	Localização do Plasma
1	Controle	Controle	Controle	Pelotizado	85°C/29°C	Nenhuma
2	1,0% Plasma	0,5% Plasma	0,25% Plasma	Pelotizado	85°C/29°C	Revestido Fora
3	1,0% Plasma	0,5% Plasma	0,25% Plasma	Pelotizado	85°C/29°C	Dentro pelota

O plasma seco por pulverização (AP 920; APC Inc., Ankeny, IA) foi produzido de acordo com procedimentos de manufatura padrão. Este plasma é um ingrediente de alta proteína, composto de plasma bovino seco por pulverização. É um pó de cor bronzeada clara e de fluxo livre, tendo as

seguintes características: proteína bruta, mínimo 78%; gordura bruta, mínimo de 0,3%; fibra bruta, máximo de 0,5%; umidade, máximo 9%; cinza, máximo 10%; e sódio, máximo 3%. Água foi suprida via fontes de aves domésticas de 3,8 l de posicionamento independente (CT Farm and Country, Ames, IA). As 5 fontes eram lavadas diariamente e reenchidas com água fresca. A ração foi manufaturada utilizando-se as fórmulas da Tabela 1. O processo de manufatura resultou na ração ser misturada com parte da gordura, pelotizada e esmigalhada, de acordo com os padrões da indústria. A ração foi esmigalhada somente para a fase de partida. As dietas foram pelotizadas em suas 10 respectivas temperaturas de condicionamento (Tabela 3), utilizando-se uma matriz de 0,40 cm x 3,18 cm e tempo de condicionamento de 15 segundos. Após esmigalhamento ou pelotização, as dietas eram colocadas em um misturador a seco para adição da gordura restante, com ou sem plasma adicionado ao misturador pós-pelotização. A ração foi oferecida ad libitum 15 em bandejas (729 cm^2) dos dias 0 a 3. Em seguida, a ração foi oferecida em alimentadores por fluxo de gravidade suspensos (Brower[®], Houghton, IA). Os alimentadores suspensos foram ajustados regularmente para manter a altura ótima para consumo da ração. Os frangos para grelhar (6 por cercado; 10 cercados por tratamento) foram alojados em cercados de pavimento (56 x 20 122).

Os cercados continham fitas de madeira macia usadas como palha (aproximadamente 10 cm de profundidade). As lâmpadas de aquecimento mantinham as temperaturas médias, no nível da ave, de 32°C, 29°C, 27°C e 24°C durante a semana 1, 2, 3, 4 e até ao fim, respectivamente. 25 Os frangos para grelhar eram mantidos em ciclo de luz de 23 h e de escuridão de 1 h.

As vacinações em pré-incubação foram de $\frac{1}{2}$ dose de Mareks e antes do embarque $\frac{1}{2}$ dose de Newcastle e Bronchitis na incubadora. No dia 7, todas as aves foram vacinadas com vacina de Doença Bursal (Merial Select,

Inc., Gainsville, GA) via a água e no dia 14 vacinados com vacina Newcastle-Bronchitis (B1 B1; Merial Select, Inc., Gainsville, GA) por pulverização grosseira.

A ingestão de ração e a mortalidade foram medidos diariamente. Os pesos dos animais mantidos nos cercados foram medidos diariamente durante os 7 dias iniciais do experimento e então semanalmente em seguida. Os pesos corporais individuais foram medidos no dia 0 e 42.

Os dados foram analisados como um projeto de bloco completo aleatorizado, empregando-se os procedimentos GLM de SAS (SAS, 1990). Os animais mantidos nos cercados foi a unidade experimental, enquanto a colocação dentro das instalações foi o critério de bloqueio. São informadas as médias dos quadrados mínimos.

Resultados

O ganho diário médio (ADG) e a ingestão média de ração diária (ADFI) foram aumentados ($P < 0,05$) durante o período de partida (dias 0 a 14), devido ao consumo de plasma, independente do local dentro da ração ou temperatura de condicionamento das pelotas (Tabela 4). A eficiência da ração (ganho:ração) não foi afetada ($P > 0,05$) pelo consumo de plasma, em comparação com o controle. Durante o período de crescimento (dias 15 a 28), o ADG e ADFI foram aumentados ($P < 0,05$) devido ao consumo de plasma, independente do local da alimentação ou da temperatura de condicionamento das pelotas (Tabela 4). A eficiência da ração não foi afetada ($P > 0,05$) pelo consumo de plasma, em comparação com o controle. Próximo do período de término (dias 29 a 42), O ADG, ADFI e eficiência da ração não foram afetados ($P > 0,05$) pelo consumo de plasma, em comparação com o controle.

No total (dias 0 a 42), a ADFI foi aumentada ($P < 0,08$) devido ao consumo de plasma, independente do local da alimentação ou temperatura de condicionamento da pelota, em comparação com o controle. O ganho diário médio e a eficiência da alimentação não foram afetados ($P > 0,05$) pelo

consumo de plasma, em comparação com o controle.

O Peso Corporal (BW; Tabela 5) foi aumentado ($P < 0,05$) devido ao consumo de plasma, independente do local da alimentação ou da temperatura de condicionamento das pelotas, em comparação com o controle dos dias 7 a 28. Pelo dia 42, o BW foi numericamente aumentado em 62 a 125 gramas por ave, devido ao consumo de plasma, em comparação com o controle. A sobrevivência (Tabela 5) não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tratamento.

O consumo de plasma melhorou significativamente o desempenho do frangos para grelhar, durante os primeiros 28 dias, independente do local dentro da ração (fora vs. dentro) ou da temperatura de condicionamento da pelota, por exemplo, até 85°C. Assim, a inclusão de plasma dentro da ração para frango para grelhar pelotizada não reduz o desempenho do frango para grelhar, resultante do consumo de plasma.

Tabela 2. Fórmula e análise do nutriente das dietas em uma base como-é (%)

Análise nutrientes
calculados

Proteína bruta. %	21,50	21,50	20,00	20,00	18,00	18,00
Gordura. %	5,21	4,70	6,56	6,31	6,67	6,55
ME. Kcal/kg	3050	3050	3150	3150	3200	3200
Cinza. %	5,66	5,64	5,35	5,34	5,02	5,02
Ca. %	1,00	1,00	0,95	0,95	0,90	0,90
P. %	0,70	0,70	0,66	0,66	0,63	0,63
P inorg. %	0,45	0,45	0,42	0,42	0,40	0,40
Na. %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cl. %	0,32	0,29	0,33	0,31	0,33	0,32
K. %	0,84	0,81	0,78	0,77	0,70	0,69
Lisina. %	1,25	1,25	1,15	1,15	1,00	1,00
Metionina. %	0,58	0,57	0,52	0,51	0,43	0,43
Metionina + cistina . %	0,95	0,95	0,86	0,86	0,75	0,75
Triptofano. %	0,30	0,30	0,28	0,28	0,25	0,25
Treonina. %	0,83	0,85	0,77	0,78	0,69	0,70
Isoleucina. %	1,10	1,08	1,02	1,01	0,90	0,90

¹ Plasma seco por pulverização de origem bovina (AP 920; APC, Inc., Ankeny, IA).

² Fornecido por 907 kg de dieta; monensina, 90 g.

Tabela 3. Condições de manufatura da ração das dietas¹

Fórmula ID	Partida (d 0 a 14)				Crescimento (d 15 a 28)		Término (d 29 a 42)		
	1	2	2	3	4	4	5	6	6
Temp. condicionamento pelota, °C	85	85,3	85	85,6	85,3	85,4	85,5	85,4	85,2
Temp. pelota quente, °C	85	86,6	86,2	85,7	87	86,5	87,5	86,8	86,9

¹ O tempo de retenção do condicionamento da pelota foi de 15 segundos, com uma taxa de produção de 1634 kg/h.

Tabela 4. Médias dos quadrados mínimos do desempenho de consumo de plasma em ração seca^{1,2} dos frangos para grelhar

Local do Plasma	Controle Revestido Dentro e Fora			Contrastes ($P < ^4$)		
	Temperatura de condicionamento da pelota. °C			SEM ³	Contrastes ($P < ^4$)	
	85	85	85		1	2
Tratamento	1	2	3			
Dia 0 a 14						
ADG, g/d	28,40	29,16	30,01	0,33	0,0094	0,0877
ADFI, g/d	36,65	38,65	38,38	0,45	0,0036	NS
Ganho: ração	0,778	0,756	0,785	0,004	NS	0,0001
Dia 15 a 28						
ADG, g/d	76,26	80,62	78,69	1,10	0,0210	NS
ADFI, g/d	114,69	121,74	117,57	1,58	0,0197	0,0783
Ganho: ração	0,665	0,662	0,670	0,005	NS	NS

Dia 29 a 42						
ADG, g/d	96,62	97,32	95,54	1,88	NS	NS
ADFI, g/d	176,51	178,50	179,68	2,97	NS	NS
Ganho: ração	0,547	0,545	0,532	0,005	NS	0,0542
Dia 0 a 42						
ADG, g/d	66,79	68,76	67,58	0,81	NS	NS
ADFI, g/d	109,28	112,98	111,88	1,39	0,0800	NS
Ganho: ração	0,615	0,612	0,610	0,004	NS	NS

¹ Os valores representam a média de dez réplicas por tratamento com seis frangos para grelhar por cercado.

² NS = não-significativo ($P > 0,10$).

³ Erro padrão da média.

⁴ Os contrastes foram como segue: 1) Controle (tratamento 1) vs. plasma seco por pulverização (tratamentos 2 e 3); 2) plasma seco por pulverização revestido (tratamento 2) vs. plasma seco por pulverização pelotizado (tratamento 3).

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos de peso corporal e sobrevivência^{1,2}

Local do Plasma	Controle			Dentro por Fora	Contrastes ($P < ^4$)		
	Temperatura de condicionamento da pelota, °C						
	85	85	85		SEM ³	1	
Tratamento	1	2	3			2	
Dia							
0	34,88	34,88	34,88	0,06	NS	NS	
7	152,42	156,13	159,87	2,04	0,0383	NS	
14	433,55	444,67	458,01	4,99	0,0093	0,0748	
21	907,13	947,34	959,64	8,99	0,0005	NS	
28	1501,16	1573,31	1559,63	18,49	0,0099	NS	
35	2208,11	2272,34	2158,63	34,10	NS	0,0299	
42	2829,84	2955,46	2891,65	48,33	NS	NS	
Sobrevivência, %	93,3	95,0	95,0	2,7	NS	NS	

¹ Os valores representam a média de dez réplicas por tratamento com seis frangos para grelhar por cercado.

² NS = não-significativo ($P > 0,10$).

³ Erro padrão da média.

⁴ Os contrastes foram como segue: 1) Controle (tratamento 1) vs. plasma seco por pulverização (tratamentos 2 e 3); 2) plasma seco por pulverização revestido (tratamento 2) vs. plasma seco por pulverização pelotizado (tratamento 3).

Exemplo 2: Efeitos do aumento das temperaturas de condicionamento das pelotas de ração para frango para grelhar contendo plasma sobre o desempenho e mortalidade durante condições simuladas de produção

O objetivo do estudo foi determinar a resposta de desempenho e a mortalidade dos frangos para grelhar, alimentados com plasma dentro da

ração de temperaturas mais elevadas de condicionamento de pelotas, durante condições simuladas de produção.

Materiais e Métodos

Duzentos e quarenta frangos para grelhar machos Ross x Ross

5 308 (Welp Hatchery, Bancroft, IA; 1 d de idade; 39,0 g) foram aleatoriamente designados para receber um de cinco tratamentos experimentais. Os tratamentos foram controle (sem plasma), revestido com plasma pós-peletização ou misturado com plasma dentro da farinha e então peletizado em temperaturas alvo de condicionamento de pelotas de 85°C, 90°C ou 95°C
10 (vide Tabela 6). O programa de alimentação consistiu de três fases de alimentação: uma fase de “partida” dos dias 0 a 14; uma fase de “crescimento” dos dias 15 a 28; e uma fase de “término” dos dias 19 a 42.

Tabela 6. Tratamentos Experimentais

Trat.	Alim. D 0 a 14	Alim. D 15 a 28	Alim. D 29 a 42	Alim. Processo	Temperat. Alvo condicion. Pelota	Localização do Plasma
1	Controle	Controle	Controle	Pelotizado	85°C/29°C	Nenhuma
2	1,0% Plasma	0,5% Plasma	0,25% Plasma	Pelotizado	85°C/29°C	Fora
3	1,0% Plasma	0,5% Plasma	0,25% Plasma	Pelotizado	85°C/29°C	Dentro
4	1,0% Plasma	0,5% Plasma	0,25% Plasma	Pelotizado	88°C/32°C	Dentro
5	1,0% Plasma	0,5% Plasma	0,25 Plasma	Pelotizado	95°C/35°C	Dentro

O plasma seco por pulverização (AP 920; APC Inc., Ankeny, IA) foi produzido de acordo com procedimentos de manufatura padrão. Água foi suprida via fontes de aves domésticas de 3,8 l de posicionamento livre (CT Farm and Country, Ames, IA). As fontes eram lavadas e reenchidas com água fresca diariamente.

A ração foi manufaturada de acordo com as fórmulas da Tabela 7. O processo de manufatura resultou na ração ser misturada com parte da gordura, pelotizada e esmigalhada de acordo com os padrões da indústria. A ração foi esmigalhada somente para a fase inicial. As dietas foram pelotizadas em suas respectivas temperaturas de condicionamento (Tabela 8), empregando-se uma matriz de 0,40 x 3,18 cm e tempo de retenção de condicionamento de 15 segundos. Após esmigalhar ou pelotizar, as dietas foram colocadas em um misturador a seco, para adição da gordura restante, com ou sem plasma adicionado ao misturador pós-pelotização.

A ração foi oferecida ad libitum em bandejas (729 cm²) dos dias 0 a 3. Após o dia 3, a ração foi oferecida em alimentadores de fluxo por gravidade suspensos (Brower®, Houghton, IA). Os alimentadores suspensos foram ajustados regularmente para manter altura ótica para consumo da ração. Os frangos para grelhar (6 por cercado; 8 cercados por tratamento) foram alojados em cercados com pavimento (56 x 122 cm).

Os cercados continham fitas de madeira macia usadas como palha (aproximadamente 10 cm profundidade). Lâmpadas térmicas mantiveram as temperaturas médias, em nível de ave, de 32°C, 29°C, 27°C e 24°C na semana 1, 2, 3,3 e até o final, respectivamente. Os frangos para grelhar foram mantidos em um programa de 23 horas de luz e 1 hora de escuridão.

As vacinações na pré-incubação foram de ½ dose de Mareks e antes do embarque ½ dose de Newcastle and Bronchitis na Incubadora. No dia 7, todos as aves foram vacinadas com vacina de Doença Bursal (Merial

Select, Inc., Gainsville, GA) via a água e no dia 14 vacinadas com vacina Newcastle-Brochitis (B1 B1; Merial Select, Inc., Gainsville, GA) por pulverização grosseira.

A ingestão de ração e a mortalidade foram medidos diariamente. Os pesos de cercados foram medidos diariamente durante os 7 dias iniciais do experimento e em seguida semanalmente. Os pesos corporais individuais foram medidos no dia 0 e 42.

Os dados foram analisados como um projeto de bloco completo aleatorizado, empregando-se os procedimentos GLM da SAS (SAS, 1990). O cercado foi a unidade experimental, enquanto a colocação dentro das instalações foi o critério de bloqueio. As médias dos quadrados mínimos são informadas.

Resultados

O ganho diário médio (ADG) e a eficiência de ração foram aumentados ($P < 0,05$) durante o período inicial (dias 0 a 14), devido ao consumo de plasma, independente da colocação na ração ou das temperaturas de condicionamento das pelotas (Tabela 9). A ingestão diária média da ração (ADFI) não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tratamento durante o período inicial do estudo. Durante o período de crescimento (dias 15 a 28), ADG, ADFI e a eficiência da ração foram aumentados ($P < 0,05$) devido ao consumo de plasma, independente da colocação da ração ou temperaturas de condicionamento das pelotas (Tabela 9). Próximo do período de término (dias 29 a 42), ADG, ADFI e a eficiência da ração não foram afetados ($P > 0,05$) pelo consumo do plasma, em comparação com o controle.

No total (dias 0 a 42), o ADG e a ADFI foram aumentados ($P < 0,05$) devido ao consumo de plasma, independente da colocação do plasma na ração ou das temperaturas de condicionamento das pelotas, em comparação com o controle. Além disso e inesperadamente, o ADG foi maior ($P < 0,05$) quando foi incluído plasma dentro da pelota, comparado com no lado de fora. A eficiência da ração tendeu ($P < 0,10$) a ser aumentada devido

ao consumo de plasma, independente da colocação na ração ou das temperaturas de condicionamento das pelotas, em comparação com o controle. O peso corporal (Tabela 10) foi aumentado ($P < 0,05$) devido ao consumo de plasma, independente da colocação na ração ou das temperaturas de condicionamento das pelotas, em comparação com o controle, dos dias 14 a 42. Inesperadamente, a maior melhoria do peso corporal foi observada pelo consumo de ração contendo plasma dentro da pelota, em comparação com no lado externo ($P < 0,05$). A sobrevivência (Tabela 10) não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tratamento. Portanto, o aumento da temperatura de condicionamento das pelotas não reduziu ($P > 0,05$) o melhorado desempenho, associado com o consumo de plasma.

O consumo de plasma melhorou o desempenho global, independente da colocação na ração (no lado de fora vs. dentro) ou das temperaturas de condicionamento das pelotas (por exemplo, até 95°C).
15 Inesperadamente, o aumento das temperaturas de condicionamento das pelotas de ração para aves domésticas não afeta o desempenho dos frangos para grelhar, resultante do consumo de plasma.

Tabela 7 Fórmula e análise calculada de dietas em uma base como-é (%)

Análise nutrientes
calculados

Proteína bruta , %	21,50	21,50	20,00	20,00	18,00	18,00
Gordura, %	5,30	4,80	6,65	6,40	6,76	6,64
ME, Kcal/kg	3050	3050	3150	3150	3200	3200
Cinza, %	5,74	5,72	5,43	5,42	5,10	5,10
Ca. %	1,00	1,00	0,95	0,95	0,90	0,90
P. %	0,70	0,70	0,66	0,66	0,63	0,63
Inorg P. %	0,45	0,45	0,42	0,42	0,40	0,40
Na. %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cl. %	0,32	0,29	0,33	0,31	0,33	0,32
K. %	0,84	0,81	0,78	0,77	0,70	0,69
Lisina. %	1,25	1,25	1,15	1,15	1,00	1,00
Metionina. %	0,58	0,57	0,52	0,51	0,43	0,43
Metionina + cistina . %	0,95	0,95	0,86	0,86	0,75	0,75
Triptofano. %	0,30	0,30	0,28	0,28	0,25	0,25
Treonina. %	0,83	0,85	0,77	0,78	0,69	0,70
Isoleucina. %	1,10	1,08	1,02	1,01	0,90	0,90

¹ Plasma seco por pulverização de origem bovina (AP 920; APC, Inc., Ankeny, IA).

² Provisto por 907 kg de dieta: monensina, 90 g

Tabela 8. Condições de manufatura da ração das dietas¹

Fórmula ID	Inicial (d 0 a 14)				Crescimento (d 15 a 28)				Término (d 29 a 42)			
	1	2	2	2	2	3	4	4	4	5	6	6
Temp. condicionamento das pelotas, °C	85	85	85	90,5	93,3	85,5	85,3	85	90,3	93,9	85,5	85,3
Temp. pelotização quente, °C	a	86,1	86,1	86,4	91,1	94,4	86,7	86,9	86,1	91,1	93,9	86,1

¹ O tempo de retenção do condicionamento das pelotas foi de 15 segundos, com uma taxa de produção de 1634 kg/h

Tabela 9. Médias dos quadrados mínimos de desempenho de consumo de plasma em ração seca^{1,2} dos frangos para grelhar

Local do Plasma	Controle	Lado de fora	Dentro	Dentro	Dentro	SEM ³	Contrastes (P <) ⁴			
	85	85	85	90	95		1	2	3	4
Tratamento	1	2	3	4	5					
Dias 0 a 14										
ADG, g/d	26,92	28,39	28,26	28,94	28,45	0,58	0,0201	NS	NS	NS
ADFI, g/d	36,50	37,00	37,16	37,80	37,45	0,64	NS	NS	NS	NS
Ganho:ração	0,737	0,772	0,761	0,766	0,763	0,009	0,0090	NS	NS	NS
Dias 15 a 28										
ADG, g/d	72,05	78,54	78,71	79,57	80,55	1,57	0,0003	NS	NS	NS
ADFI, g/d	109,63	116,67	116,24	117,64	117,27	2,49	0,0135	NS	NS	NS
Ganho:ração	0,659	0,675	0,677	0,677	0,687	0,005	0,0018	NS	NS	NS
Dias 29 a 42										
ADG, g/d	87,45	83,97	90,31	90,23	89,30	1,93	NS	0,0121	NS	NS
ADFI, g/d	172,86	171,56	178,17	178,95	180,49	2,93	NS	0,0318	NS	NS
Ganho:ração	0,506	0,489	0,507	0,504	0,493	0,007	NS	NS	NS	NS
Dias 0 a 42										
ADG, g/d	61,49	62,80	65,09	66,12	65,40	0,97	0,0044	0,0213	NS	NS
ADFI, g/d	106,33	108,41	110,52	111,46	111,74	1,60	0,0257	NS	NS	NS
Ganho:ração	0,588	0,592	0,599	0,595	0,594	0,004	0,0990	NS	NS	NS

¹ Os valores representam a média de oito réplicas por tratamento, com seis frangos para grelhar por cercado.

² NS = não significativo (P > 0,010). ³ Erro Padrão da média.

⁴ Os contrastes foram como segue: 1) controle (tratamento 1) vs. plasma seco por pulverização (tratamentos 2, 3, 4 e 5); 2) plasma seco por pulverização, revestido externamente (tratamento 2) vs. plasma seco por pulverização dentro da pelota (tratamentos 3, 4 e 5); 3) temperatura de condicionamento (tratamentos 3, 4 e 5) linear; e (4) temperatura de condicionamento (tratamentos 3, 4 e 5) quadrática.

Tabela 10. Médias dos quadrados mínimos do peso corporal e sobrevivência^{1,2}

Local do Plasma	Controle	Revestido	Dentro	Dentro	Dentro	SEM ³	Contrastes (P <) ⁴			
		lado de fora					1	2	3	4
Item	85	85	85	90	95					
Tratamento	1	2	3	4	5					
Dia										
0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	0,06	NS	NS	NS	NS
7	154,9	160,0	157,4	158,6	160,5	2,92	NS	NS	NS	NS
14	416,3	439,6	434,6	444,2	435,9	7,89	0,0174	NS	NS	NS
21	854,8	914,8	911,5	917,2	917,8	16,96	0,0035	NS	NS	NS
28	1418,1	1541,3	1539,6	1558,2	1563,6	26,95	0,0001	NS	NS	NS
35	2097,7	2210,3	2227,2	2240,7	2287,4	33,25	0,0006	NS	NS	NS
42	2679,7	2708,6	2822,4	2839,6	2853,6	41,05	0,0102	0,0105	NS	NS
Sobrevivência, %	87,50	77,08	81,25	89,58	75,00	5,56	NS	NS	NS	NS

¹ Os valores representam a média de oito réplicas por tratamento com seis frangos para grelhar por cercado.

² NS = não significativo (P > 0,10).

³ Erro padrão da média.

⁴ Os contrastes foram como segue: 1) controle (tratamento 1) vs. plasma seco por pulverização (tratamentos 2, 3, 4 e 5); 2) plasma seco por pulverização revestido externamente (tratamento 2) vs. plasma seco por pulverização dentro da pelota (tratamentos 3, 4 e 5); 3) temperatura de condicionamento (tratamentos 3, 4 e 5) linear; e 4) temperatura de condicionamento (tratamentos 3, 4 e 5) quadrática.

Embora na especificação precedente esta invenção tenha sido descrita com relação a certas de suas formas de realização preferidas e muitos detalhes tenham sido expostos para fins de ilustração, será evidente para aqueles hábeis na técnica que a invenção é susceptível de formas de realização adicionais e que determinados detalhes aqui descritos podem ser variados consideravelmente, sem desvio dos princípios básicos da invenção.

Todas as publicações, patentes e pedidos de patente aqui citados são aqui incorporados por referência.

Documentos citados

- 10 Fairfield, “Pelleting for Profit – Part I”, Feed and Feeding Digest, 54(6) (2003a).
- Fairfield, “Pelleting for Profit – Part 2”, Feed and Feeding Digest, 54(7) (2003b).
- 15 Feed Manufacturing Technology IV, American Feed Industry Association, Inc., Arlington, VA (1994).
- Nutrition Requirements of Poultry, 9a. edição, National Academy Press, Washington, D.C. (1994).
- Nutrition Requirements of Swine, 10a. edição, National Academy Press, Washington, D.C. (1998).
- 20 SAS/STAT User’s Guide, 4a. edição. SAS Inst. Inc., Cary, NC. (1990).
- The Pelleting Handbook – A Guide for Production Staff in the Compound Feed Industry, Reedprint Limited, Windson, Berkshire (1994).
- Steidninger *et al.*, J. Anim. Sci. 78, 3014-3018 (2000).



REIVINDICAÇÕES

1. Método para preparar uma ração para aves domésticas pelotizada, caracterizado pelo fato de compreender:

a) aquecer uma mistura compreendendo plasma animal e ração

5 para aves domésticas a uma temperatura de pelo menos cerca de 77°C; e

b) pelotizar a mistura para prover a ração para aves domésticas pelotizada, em que a ração para aves domésticas pelotizada é ração para frango pelotizada ou ração para peru pelotizada.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

10 fato da ração para aves domésticas pelotizada compreender uma quantidade promotora do crescimento de plasma animal, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas em um maior grau do que uma ração para aves domésticas pelotizada que não contenha plasma.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

15 fato do plasma animal ser plasma animal seco por pulverização, seco por congelamento e/ou seco por pá.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato do plasma animal ser de uma fonte bovina, porcina ou aviária.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

20 fato do plasma animal da mistura ser na forma de sangue integral não separado.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato da ração para aves domésticas ser ração para peru.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

25 fato da ração para aves domésticas ser ração para frango.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo

fato da ração para frango ser ração para poedeiras.

9. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo

fato da ração para frango ser ração para frangos para grelhar.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da mistura compreender o plasma e a ração para aves domésticas ser aquecida a uma temperatura de pelo menos cerca de 85°C.

5 11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato da mistura compreender o plasma e a ração para aves domésticas ser aquecida a uma temperatura de pelo menos cerca de 90°C.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a mistura compreender o plasma e a ração para aves domésticas ser aquecida a uma temperatura de pelo menos cerca de 95°C.

10 13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da mistura compreender o plasma e a ração para aves domésticas ser aquecida a uma temperatura dentro da faixa de cerca de 77°C a cerca de 120°C.

15 14. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da ração para aves domésticas pelotizada compreender cerca de 1% de plasma.

15 15. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da ração para aves domésticas pelotizada compreender cerca de 0,5% de plasma.

20 16. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da ração para aves domésticas pelotizada compreender cerca de 0,25% de plasma.

25 17. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da ração para aves domésticas pelotizada compreender cerca de 0,1% a cerca de 5% de plasma.

18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato da ração para aves domésticas pelotizada compreender cerca de 0,25% a cerca de 1% de plasma.

19. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de compreender ainda processar a mistura com um dilatador antes da pelotização.

20. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda esmigalhar a ração para aves domésticas 5 pelotizada.

21. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da quantidade promotora de crescimento de plasma animal, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas, ser uma quantidade 10 que aumenta o ganho médio diário (ADG) das aves domésticas a um maior grau do que uma ração para aves domésticas pelotizada que não contenha plasma.

22. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da quantidade promotora de crescimento de plasma animal, em uma forma que promove o crescimento das aves domésticas, ser uma quantidade 15 que aumenta a ingestão média diária de ração (ADFI) das aves domésticas a um maior grau do que uma ração para aves domésticas pelotizada que não contenha plasma.

23. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da quantidade promotora de crescimento de plasma animal, em uma 20 forma que promove o crescimento das aves domésticas, ser uma quantidade que aumenta o peso corporal (BW) das aves domésticas a um maior grau do que uma ração para aves domésticas pelotizada que não contenha plasma.

24. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da quantidade promotora de crescimento de plasma animal, em uma 25 forma que promove o crescimento das aves domésticas, ser uma quantidade que aumenta a eficiência de ração (ganho:ração) das aves domésticas a um maior grau do que uma ração para aves domésticas pelotizada que não contenha plasma.

25. Ração para aves domésticas pelotizada, caracterizado pelo

fato de ser preparado de acordo com o método como definido na reivindicação 1.

26. Método para aumentar o crescimento das aves domésticas, caracterizado pelo fato de compreender alimentar as aves domésticas com 5 uma quantidade eficaz da ração para aves domésticas pelotizada como definida na reivindicação 25.

27. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato das aves domésticas serem perus.

28. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado 10 pelo fato das aves domésticas serem frangos.

29. Método de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato dos frangos serem poedeiras.

30. Método de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato dos frangos serem frangos para grelhar.

RESUMO

“MÉTODO PARA PREPARAR UMA RAÇÃO PARA AVES DOMÉSTICAS PELOTIZADA, RAÇÃO PARA AVES DOMÉSTICAS PELOTIZADA, E, MÉTODO PARA AUMENTAR O CRESCIMENTO 5 DAS AVES DOMÉSTICAS”

A presente invenção refere-se a ração para aves domésticas pelotizada contendo plasma e a métodos para produzir e utilizar ração para aves domésticas pelotizada contendo plasma.

**AVALIAÇÃO DE FONTES DE CARBOIDRATO E
PROTEÍNA E SUA UTILIZAÇÃO NA DIETA PRÉ-INICIAL
DE FRANGOS DE CORTE**

FLAVIO ALVES LONGO

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Ciência Animal e Pastagens

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 2003

**AVALIAÇÃO DE FONTES DE CARBOIDRATO E PROTEÍNA E SUA
UTILIZAÇÃO NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE**

FLAVIO ALVES LONGO
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência
Animal e Pastagens

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/ USP

Longo, Flavio Alves
Avaliação de fontes de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frangos de corte. -- Piracicaba, 2003.
98 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
Bibliografia.

1. Carboidratos 2. Carcaça 3. Dieta animal 4. Frangos de corte 5. Proteínas 6.
Trato digestivo de animal I. Título

CDD 635.5085

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Dedico

Aos meus pais, Wilson e Edna,
ao Cássio, Isabela e Paula,
pelo carinho e, acima de tudo,
o exemplo de fé e vida

Ao Heraldo, Alda,
Gustavo, Milena,
Alexandre, Cristiana,
Juliana, Leonardo e Guilherme
pelo exemplo de família e afeto

Ofereço

A Dri,
pelo amor e apoio
sempre presentes, especialmente
nos momentos mais difíceis,
além do exemplo de honestidade
e caráter

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Ao Prof. Menten, pela confiança e orientação, além de exemplo de paciência, serenidade e profissionalismo,

Ao Prof. Valdomiro, pela amizade, conselhos e exemplo de justiça,

Ao amigo Zé Otávio, pelo companheirismo, amizade e auxílio no desenvolvimento dos trabalhos,

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pela convivência e ensinamentos,

A Adriana Pedroso, Aline, Juliano, Carlos Eduardo, Liliana, Lua, Juliana, Cláudia, Cláudio, Itibêre e amigos do Departamento de Zootecnia pelos ótimos momentos de trabalho em equipe e principalmente pela amizade,

Aos amigos Ike, Verinha, Cláudia e demais funcionários do Departamento de Zootecnia pela disposição de sempre ajudar e pela amizade,

As empresas, A.D.M., Ajinomoto, A.P.C., Corn Products do Brasil, MCassab, Sohovos e Supremais, cada qual representada por ótimos funcionários, que sempre estiveram a disposição para colaborar no desenvolvimento dos trabalhos,

A FAPESP, pelos recursos financeiros e bolsa de estudos concedidos.

Em especial aos amigos e familiares envolvidos de alguma maneira no decorrer desses últimos anos em que estive desenvolvendo o curso de doutoramento em Ciência Animal e Pastagens.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Alguns aspectos relacionados à fase pré-inicial em aves.....	2
2.2 O processo de maturação do trato gastrintestinal.....	3
2.3 Aspectos relacionados à digestão e absorção de nutrientes.....	6
2.4 A fase pré-inicial e o aproveitamento energético dos alimentos.....	9
2.5 A importância da alimentação pré-inicial no crescimento da ave.....	11
3 VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DE MILHO, FARELO DE SOJA E SOJA INTEGRAL MICRONIZADA PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE PRÉ-INICIAL.....	15
Resumo.....	15
Summary.....	16
3.1 Introdução.....	16
3.2 Material e Métodos.....	18
3.3 Resultados e Discussão.....	21
3.4 Conclusões.....	25
4 CARBOIDRATOS NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE.....	26
Resumo.....	26

Summary.....	27
4.1 Introdução.....	28
4.2 Material e Métodos.....	30
4.2.1 Experimento 1.....	30
4.2.2 Experimento 2.....	32
4.2.3 Análises Estatísticas.....	33
4.3 Resultados e Discussão.....	36
4.3.1 Experimento 1.....	36
4.3.2 Experimento 2.....	38
4.4 Conclusões.....	46
5 DIFERENTES FONTES DE PROTEÍNA NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE.....	47
Resumo.....	47
Summary.....	48
5.1 Introdução.....	48
5.2 Material e Métodos.....	51
5.2.1 Experimento 1.....	52
5.2.2 Experimento 2.....	53
5.2.3 Análises Estatísticas.....	54
5.3 Resultados e Discussão.....	57
5.3.1 Experimento 1.....	57
5.3.2 Experimento 2.....	59
5.4 Conclusões.....	68
6 MANIPULAÇÃO DE FONTES DE CARBOIDRATO E PROTEÍNA NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE.....	69
Resumo.....	69
Summary.....	70
6.1 Introdução.....	71
6.2 Material e Métodos.....	73
6.3 Resultados e Discussão.....	77

6.4 Conclusões.....	85
7 CONCLUSÕES GERAIS.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

AVALIAÇÃO DE FONTES DE CARBOIDRATO E PROTEÍNA E SUA UTILIZAÇÃO NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE

Autor: FLAVIO ALVES LONGO

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN

RESUMO

Existe uma série de evidências que os pintos de corte na fase pré-inicial têm seu sistema digestório ainda imaturo, implicando em menor capacidade de aproveitamento dos alimentos. Em função desse fato, ingredientes de maior digestibilidade seriam recomendados para proporcionar um desenvolvimento adequado do organismo. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi determinar a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de ingredientes como fontes de carboidrato e proteína para frangos de corte na fase pré-inicial, bem como avaliar a utilização destes ingredientes sobre o desenvolvimento inicial de órgãos do trato gastrintestinal, desempenho e características da carcaça das aves. Os ingredientes avaliados foram: milho (MI), amido de milho (AMI), amido de mandioca (AMA), glicose (GLI), lactose (LAC) e sacarose (SAC), como fontes de carboidrato; e farelo de soja (FS), soja integral micronizada (SIM), isolado protéico de soja (IS), ovo em pó (OP), plasma sanguíneo (PS), farelo de glúten de milho (GM) e levedura seca (LS), como fontes de proteína. Para a determinação da EMAn foram desenvolvidos vários ensaios de metabolismo utilizando-se o método de coleta total de excretas. Para a avaliação do desempenho, desenvolvimento do trato gastrintestinal e características da

carcaça foram conduzidos diversos experimentos, em gaiolas e em piso de galpão experimental, com a inclusão dos ingredientes nas dietas. Os valores de EMAn para a fase pré-inicial das fontes de carboidrato foram: 3.213; 3.269; 3.690; 3.427; 1.225 e 3.524 kcal/kg para MI, AMI, AMA, GLI, LAC e SAC, respectivamente. Para as fontes protéicas a EMAn foi: 2.085; 4.068; 2.110; 5.095; 3.831; 3.374 e 2.037 kcal/kg para FS, SIM, IS, OP, PS, GM e LS, respectivamente. Para as aves criadas em gaiolas pode-se dizer que o desenvolvimento do trato gastrintestinal, de maneira geral, não foi influenciado pelas diferentes fontes de carboidrato, mas o consumo de ração das aves foi aumentado pelo fornecimento de carboidrato de maior disponibilidade na dieta pré-inicial, contribuindo para um aumento no peso vivo das aves. As diferentes fontes de proteína afetaram o desenvolvimento dos órgãos, mas esse efeito não foi suficiente para explicar as variações no desempenho das aves. A adição de diferentes fontes de proteína e carboidrato, bem como suas misturas, em dietas pré-iniciais de frangos de corte criados sob piso de galpão experimental, promoveram alterações no desempenho e no desenvolvimento do intestino delgado das aves até o sétimo dia de idade, entretanto as diferenças de desempenho não foram mantidas nas fases subsequentes, contribuindo para que as características da carcaça e composição da carne de perna não apresentassem diferenças no momento do abate.

CARBOHYDRATE AND PROTEIN SOURCES EVALUATION AND ITS UTILIZATION IN THE DIETS OF NEWLY HATCHED CHICKS

Author: FLAVIO ALVES LONGO

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ FERNANDO MACHADO MENTEN

SUMMARY

There are some evidences in the literature that newly hatched chicks have the digestive system still immature, what result in a small capacity to metabolize feed ingredients. So, more digestible ingredients could be recommended to allow an adequate development of the body. Herewith, the objective of this work was to determine the N-corrected apparent metabolizable energy (EMAn) of carbohydrate and protein sources for newly hatched chicks, and to evaluate the utilization of these ingredients on the early development of gastrointestinal tract organs, performance and carcass characteristics of birds. The ingredients evaluated were: corn (MI), corn starch (AMI), cassava starch (AMA), glucose (GLI), lactose (LAC) and sucrose (SAC), as carbohydrates sources, and soybean meal (FS), micronized full fat soybean (SIM), isolated soy protein (IS), dried whole eggs (OP), blood plasma (PS), corn gluten meal (GM) and dried sugar cane yeast (LS), as protein sources. Several metabolism trials were conducted to determine the EMAn, using the total excreta collection method. To evaluate the performance, gastrointestinal tract development and carcass characteristics, experiments were conducted, in cages and floor pens, using diets containing those ingredients. The EMAn of the carbohydrate sources determined for chicks in the first week were: 3,213; 3,269;

3,690; 3,427; 1,225 and 3,524 kcal/kg for MI, AMI, AMA, GLI, LAC and SAC, respectively. The EMAn for protein sources were: 2,085; 4,068; 2,110; 5,095; 3,831; 3,374 and 2,037 kcal/kg for FS, SIM, IS, OP, PS, GM and LS, respectively. For the birds reared in cages, the results showed, in general, that the different carbohydrate sources did not affect the gastrointestinal tract development, but the feed consumption of the birds was improved by the more available carbohydrate sources in the newly hatched chicks diets, contributing to a higher liveweight of the birds. Otherwise, the different protein sources affected the gastrointestinal tract development, but these effects did not explain the changes on broiler performance. The addition of different protein and carbohydrate sources, and their mixtures, in the diets of newly hatched chicks reared in the floor pens resulted in differences on performance and on small intestine development of the birds until seven days of age, but these differences were not maintained on the following phases, contributing to a similar carcass characteristics and similar chemical composition of the whole leg meat at slaughter time.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da nutrição e metabolismo na fase neonatal de frangos de corte é uma área importante que pode ajudar na otimização do manejo alimentar, buscando a máxima expressão do potencial de crescimento e produção de carne. A taxa de crescimento de frangos tem aumentado substancialmente nas últimas décadas, fazendo com que, a cada ano o peso de abate seja atingido mais precocemente, elevando, assim, a representatividade da fase pós-eclosão. Penz Jr. & Vieira (1998) afirmaram que as perdas no desenvolvimento inicial de frangos de corte são mais limitantes hoje em dia do que foram no passado.

As taxas de crescimento e eficiência alimentar em aves dependem basicamente da disponibilidade de nutrientes e de oxigênio para os tecidos. O crescimento inicial da ave pode ser afetado pela quantidade de saco vitelino residual, qualidade e quantidade de alimento e água, nível de enzimas pancreáticas e intestinais, área de superfície do trato gastrintestinal (TDI), transportadores de nutrientes e, sobretudo, pela digestibilidade dos nutrientes (Dibner, 1996).

Todas as características do desenvolvimento após a eclosão das aves, associadas à necessidade de se explorar de maneira cada vez mais eficaz a produção de carne de frango de corte, vêm chamando a atenção de muitos pesquisadores nos últimos anos, isso tem contribuído com um enorme avanço no que se refere ao estudo da nutrição na fase pré-inicial.

O objetivo do presente estudo foi de avaliar fontes de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alguns aspectos relacionados à fase pré-inicial em aves

Na fase final de incubação das aves, o saco vitelino é interiorizado para a cavidade abdominal e passa a ser a única fonte de nutrientes até a alimentação exógena ser fornecida pós-eclosão. Logo após a eclosão, o saco vitelino corresponde a cerca de 20 a 25% do peso vivo de frangos e 10 a 12% do peso vivo de perus (Noy & Sklan, 1998a). Aos 7 dias de idade, esse peso passa a representar menos de 1%, sendo que, a absorção do conteúdo do saco vitelino é considerada como fundamental nos primeiros dias de vida da ave para estimular o desenvolvimento de todo o sistema digestório (Iji et al., 2001a).

O conteúdo do saco vitelino é utilizado via transferência direta de nutrientes para a circulação, ou através do transporte dos nutrientes para o lúmen intestinal. Movimentos antiperistálticos são responsáveis pela transferência do conteúdo das porções distais, onde é secretado, para as porções proximais do intestino delgado, onde ocorre a ação de enzimas como a lipase pancreática (Noy & Sklan, 2002).

O saco vitelino da ave é rico em proteínas e lipídios, mas muito pobre em carboidratos. Com o crescimento da ave e mantendo-se estáveis os níveis circulantes de glicose, verifica-se uma necessidade de gliconeogênese a partir da proteína do saco vitelino e corporal, já que os lipídios não contribuem no metabolismo de síntese de glicose. Além do mais, essas reservas provenientes do saco vitelino das aves se esgotam em poucos dias após a eclosão (Noy et al., 1996). E se todos os triglicerídos presentes no saco vitelino fossem metabolizados com 100% de eficiência, resultaria no

fornecimento de, no máximo, 9 kcal, o que não é suficiente para atender às exigências energéticas de 11 kcal para manutenção do primeiro dia de vida do pinto (Dibner et al., 1998). Portanto, o saco vitelino desempenha um papel como fonte de energia temporária somente até o momento em que a ave apresenta capacidade de obter sua energia a partir do alimento oferecido.

Cerca de 20% da proteína residual do saco vitelino é representada pelas imunoglobulinas maternas, e a gordura bruta residual é constituída basicamente de triglicerídios, fosfolipídios e de colesterol. É evidente que o uso dessas proteínas para fins nutricionais priva o pinto da proteção de anticorpos. Além disso, os fosfolipídios e o colesterol não são fontes adequadas de energia, sendo mais eficientes quando utilizados como componentes essenciais de membranas celulares (Dibner et al., 1998). Com isso, os componentes residuais do saco vitelino não devem ser utilizados como fonte de energia e aminoácidos, uma vez que oferecem ao neonato macromoléculas com funções mais valiosas quando não metabolizadas (Maiorka, 2001).

Para dar suporte ao seu crescimento, as aves necessitam adquirir rápida capacidade de absorver nutrientes externos (Jin et al., 1998). Noy & Sklan (1997) comentaram que a entrada de nutrientes do saco vitelino e da dieta exógena no intestino delgado serve como um estímulo ao crescimento e desenvolvimento do TGI e, consequentemente, das funções de digestão e absorção. Portanto, quanto mais cedo for o estímulo da alimentação, menor é a perda de peso inicial pós-eclosão, maior é a taxa de crescimento e melhor é a uniformidade de peso das aves até 21 dias de idade (Sklan et al., 2000).

2.2 O processo de maturação do trato gastrintestinal

O TGI se encontra imaturo durante a fase embrionária e, após a eclosão, passa a ter grande importância no crescimento das aves. Nos primeiros dias de vida, os segmentos do TGI sofrem sensíveis alterações morfológicas e fisiológicas que preparam a ave para o consumo e utilização de alimentos, sendo então, necessário um período de maturação até que o intestino delgado atinja um adequado tamanho relativo e o pâncreas alcance níveis de produção enzimática que não limitem a taxa de crescimento.

O desenvolvimento do TGI durante a primeira semana de vida é essencial para que o frango de corte possa expressar seu alto potencial genético para ganho de peso, permitindo que diminua o tempo necessário para atingir o peso de abate (Nitsan, 1995).

O pâncreas, o fígado, a moela e o intestino delgado desenvolvem-se rapidamente após a eclosão, demonstrando a importância destes órgãos para as aves neonatas (Iji et al., 2001a; Katanbaf et al., 1988). Este rápido crescimento dos órgãos do TGI atinge um pico entre três e sete dias e declina em seguida (Iji et al., 2001a; Murakami et al., 1992). Nitsan et al. (1995) relataram que, durante a primeira semana de vida dos pintos de corte, o pâncreas e o intestino delgado aumentam quatro vezes e o fígado duas vezes mais do que o peso do corpo. Além do mais, o peso do pâncreas pode representar mudanças na capacidade digestiva da ave, devido a alta correlação entre o peso do mesmo com a atividade das enzimas digestivas pancreáticas (Corless & Sell, 1999).

Entretanto, é mais provável que os fatores físicos do sistema gastrintestinal, como o tamanho e a área de superfície epitelial, limitem mais o crescimento precoce do que a disponibilidade de enzimas (Nitsan et al., 1991; Pinchasov & Noy, 1993).

A ingestão de alimento, bem como as propriedades químicas dos nutrientes presentes no lúmen intestinal, são consideradas como um estímulo ao desenvolvimento da mucosa intestinal (Maiorka, 2001). Com o estímulo do fornecimento de alimento tem sido verificado que o peso do intestino delgado aumenta cerca de 600% dentro dos primeiros sete dias (Noy et al., 2001) e o tamanho dos vilos e profundidade das criptas intestinais aumentam consideravelmente de 4 a 21 dias de idade (Batal & Parsons, 2002). Esse processo de desenvolvimento do intestino delgado antecede ao crescimento dos outros órgãos do TGI no período imediatamente pós-eclosão (Uni et al., 1999).

O comprimento do intestino delgado aumenta durante a primeira semana mesmo quando a ave não recebe alimento, mas, para o desenvolvimento das vilosidades, a alimentação é essencial (Baranyiovä & Holman, 1976).

Entre 0 e 48 horas pós-eclosão, perus com acesso ao alimento aumentaram o peso corporal em aproximadamente 11g. Durante esse período, o saco vitelino perdeu 3g, disponibilizando 0,9g de proteína e 0,5g de gordura para a ave, sendo que o peso total do intestino delgado aumentou 3,5g. A falta de alimentação das aves nesse mesmo período provocou uma perda de 10g de peso vivo e 2,8g de saco vitelino, enquanto que o intestino delgado aumentou somente 0,2g (Noy et al., 2001), destacando-se a importância do conteúdo do saco vitelino e dos nutrientes exógenos para o desenvolvimento do intestino delgado.

O atraso no estímulo com o fornecimento de nutrientes exógenos ainda causa o comprometimento das vilosidades até seis semanas de idade das aves (Michael & Hedges, 1973).

Durante essa fase inicial, a profundidade das criptas e o número de enterócitos por secção longitudinal das vilosidades aumentam e a densidade dos enterócitos nos diferentes segmentos do intestino não varia, mas a concentração das vilosidades decresce com o avançar da idade da ave (Jin et al., 1998).

Uma das principais modificações na dinâmica dos enterócitos e desenvolvimento da mucosa das aves após a eclosão é descrita por, inicialmente, as células dos vilos possuírem alta capacidade mitótica, sendo que, com o passar da idade, essa capacidade é reduzida. Esse processo de mitose celular desempenha uma importante função na hiperplasia pós-eclosão, enquanto que a redução dessa atividade mitótica das células dos vilos, com o passar da idade, é compensada através do crescimento em tamanho e largura das criptas (Geyra et al., 2001).

No momento da eclosão, as criptas do intestino delgado são rudimentares, sendo pequenas e contendo poucas células. Entretanto, após a eclosão as criptas aumentam rapidamente de tamanho e complexidade, principalmente no jejuno. O tamanho das criptas aumenta consideravelmente a partir da eclosão, atingindo um platô em aproximadamente 120 horas. A taxa de aumento do número de células por cripta também é maior nessa fase, atingindo um valor máximo cerca de 108 horas pós-eclosão, declinando em seguida (Uni et al., 2000).

Relacionando o peso e o comprimento do intestino delgado, pode-se avaliar indiretamente o crescimento da mucosa intestinal, onde menores densidades do intestino podem representar um decréscimo na altura e diâmetro das vilosidades, os quais promovem uma redução na capacidade digestiva e absorptiva do TGI (Uni et al., 1998).

Acredita-se que o aumento no comprimento do intestino delgado e na área de superfície da mucosa com a idade é também uma estratégia para compensar a perda de atividade enzimática por célula ou por unidade de superfície da mucosa intestinal, que ocorre com o passar da idade da ave. Em idades mais avançadas, as vilosidades se estendem para sustentar uma alta atividade total das enzimas em relação aos pequenos vilos de aves jovens (Iji et al., 2001b).

2.3 Aspectos relacionados à digestão e absorção de nutrientes

O aproveitamento de um nutriente pela ave está na dependência da digestão e absorção deste a partir do TGI, e a digestão e absorção de macromoléculas requer suficiente hidrólise enzimática. Em aves recém-eclodidas, quando ocorre um rápido aumento na taxa de consumo alimentar, um maior tempo de retenção, ou taxa de passagem mais lenta, pode ser necessário para a hidrólise no intestino delgado, promovendo maior exposição do alimento à atividade enzimática (Noy & Sklan, 1995). A taxa de passagem do alimento pelo TGI é importante na determinação do tempo de exposição a enzimas digestivas e processos absorptivos (Sibbald, 1979).

A adição de açúcares simples na dieta promove uma taxa de passagem mais rápida por todo o TGI em relação a dietas com amido, consequentemente, a digestibilidade de açúcares simples é vista como menor que do amido (Mateos & Sell, 1980).

Pintos de corte apresentam uma correlação negativa entre ingestão alimentar e digestibilidade dos nutrientes durante a primeira semana de vida. Na segunda semana, esta correlação torna-se positiva, o que pode estar relacionado com a otimização do crescimento intestinal e da atividade enzimática. A partir da terceira semana, não existe mais relação entre o consumo de alimento e digestibilidade, provavelmente

porque o TGI já atingiu o seu equilíbrio (Nir, 1998). Geralmente, o TGI das aves não é totalmente competente para a digestão e absorção até duas semanas de idade (Vieira & Moran Jr., 1999a).

Em relação a aves que são mantidas em jejum, aquelas alimentadas logo após a eclosão têm aumentada a atividade das enzimas tripsina, amilase e lipase na mucosa intestinal e isto está também correlacionado com o aumento no peso do intestino e no peso corporal. Além disso, apesar de estudos indicarem que as enzimas pancreáticas estão presentes no intestino delgado das aves, ainda durante os estágios embrionários, o consumo do alimento é fundamental para desencadear a secreção constante de amilase e tripsina (Sklan, 2000).

As enzimas digestivas do proventrículo e pâncreas iniciam a digestão, mas uma completa digestão de certos peptídeos e carboidratos depende da atividade de enzimas localizadas na superfície da mucosa intestinal (Tarvid, 1995).

A digestão de carboidratos ocorre tanto no lúmen do intestino delgado como na membrana em borda em escova dos enterócitos. A enzima amilase pancreática hidrolisa o amido da dieta a oligossacarídeos (maltose, maltotriose) e α -dextrinas. A digestão final desses produtos, bem como a hidrólise dos dissacarídeos (sacarose, trealose e lactose) ocorre na membrana dos enterócitos pelas dissacardases (Chotinsky et al., 2001).

As dissacardases são enzimas ligadas à membrana, e qualquer alteração na superfície onde estas enzimas estão ligadas pode alterar as suas atividades. Sell et al. (1991) observaram que, alimentando aves com dietas ricas em carboidratos, a atividade das dissacardases aumentavam, enquanto que Siddons (1972) observou que dietas sem carboidratos levaram à redução da atividade das dissacardases. Tais fatos comprovam que a concentração de carboidrato da dieta promove mudanças na atividade dessas enzimas. Desta mesma forma, Moran Jr. (1985) destacou que a digestão e absorção de carboidratos em aves não são fixas, mas são altamente adaptáveis de acordo com sua presença na dieta.

Essa capacidade de digestão de carboidratos, como o amido, é observada logo após a eclosão. A amilase pancreática é encontrada em aves já no 18º dia de

incubação, e sua máxima atividade específica ocorre quatro dias após a eclosão (Chotinsky et al., 2001; Marchaim & Kulka, 1967). A atividade específica das enzimas maltase e a sacarase aumenta rapidamente entre 19 e 21 dias de incubação, enquanto que, após a eclosão, a atividade dessas enzimas continua a aumentar até o abate das aves (Chotinsky et al., 2001).

Concordando com essas características, Moran Jr. (1985) concluiu que aves são capazes de digerir amido logo após a eclosão, sendo que Uni et al. (1995) observaram que aos quatro dias de idade as aves possuem completa capacidade para digestão do amido.

Da mesma maneira, a digestão de proteínas também sofre adaptações marcantes no período pós-eclosão. As pesquisas indicam que esses processos são influenciados pelo nível de alimentação e a composição da dieta. As proteases pancreáticas, geralmente, aumentam suas atividades quando é aumentada a concentração de proteína na dieta das aves, enquanto que dietas livres de proteína diminuem a atividade destas enzimas (Corring, 1980).

Em revisão sobre a digestão de proteína em frangos, Tarvid (1995) relatou que o desenvolvimento das peptidases intestinais de aves neonatas é semelhante ao de mamíferos recém-nascidos. O autor ainda salientou que, durante o desenvolvimento pré-inicial, a atividade específica das peptidases intestinais de aves é menor que na eclosão, e a atividade total da peptidase aumenta com a idade.

Os aumentos nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e aminoácidos com a idade podem ser explicados pelo aumento na atividade de enzimas proteases, aumento na eficiência de absorção desses aminoácidos e pelo desenvolvimento de maneira geral do TGI (Noy & Sklan, 1995).

Sell et al. (1991) observaram que o aproveitamento da proteína da dieta aumenta notavelmente entre cinco e sete dias pós-eclosão. Verifica-se, então, que tão importante quanto o processo de digestão enzimática é a capacidade absorptiva dos subprodutos. A taxa de absorção de lipídios e carboidratos ao quarto dia de idade da ave é de aproximadamente 85%, ao passo que, a absorção de proteína é de 80%, entretanto estes valores aumentam com a idade (Noy & Sklan, 1995).

Em aves recém-eclodidas a capacidade de absorção intestinal de glicose para a circulação sanguínea aumenta com a idade, entretanto no momento da eclosão tem sido descrito um problema de baixa absorção de glicose (Noy & Sklan, 2001; Sulistyanto et al., 1999). Essa reduzida capacidade de absorção de glicose nessa fase é atribuída tanto a uma insuficiente concentração de sódio (Na) para eficiente funcionamento dos co-transportadores intestinais de glicose (Na-glicose), como a inibição por competição de absorção de compostos hidrofílicos (glicose) pelos compostos hidrofóbicos do saco vitelino presentes na eclosão (Sklan, 2003).

Outro fator que pode influenciar tanto a capacidade de digestão quanto a absorção de nutrientes pelas aves nessa fase é a quantidade e tipo de camada de muco intestinal. O desenvolvimento desse muco, composto predominantemente por mucinas glicoprotéicas e sintetizado e secretado pelas células caliciformes distribuídas ao longo dos vilos, ocorre nas fases finais de formação do embrião e imediatamente após a eclosão. A camada de muco tem funções de proteção e transporte de nutrientes, que podem ser alteradas tanto sob influência do tempo de jejum, ou atraso no fornecimento da dieta exógena (Uni et al., 2003), bem como pelo tipo e composição do alimento fornecido (Sharma et al., 1997).

De maneira geral, a imaturidade associada aos processos de desenvolvimento do sistema digestório de aves na fase pré-inicial reduz a capacidade de utilização dos nutrientes. Com isso, tendo em mãos informações sobre os processos digestivos e absorptivos das aves, podem-se determinar e incrementar estratégias nutricionais para melhorar a utilização de nutrientes em aves jovens (Jin et al., 1998).

2.4 A fase pré -inicial e o aproveitamento energético dos alimentos

A deficiência no aproveitamento dos nutrientes pelas aves na fase pré-inicial parece levar a um decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) das dietas. Resultados mostraram que os valores são menores principalmente entre quatro e sete dias de idade dos frangos (Murakami et al., 1992; Sulistyanto et al., 1998). Nesse sentido, Corless & Sell (1999) relataram que valores de energia metabolizável de dietas aos quatro, sete e 14 dias de idade foram bem inferiores aos valores calculados com base

no valor apresentado para os ingredientes da dieta no National Research Council (NRC) (1994).

Mahagna et al. (1988) avaliaram diferentes alimentos em dietas para aves e observaram que as diferenças da EM entre a primeira, segunda e terceira semanas de idade, para o milho e sorgo, ficaram entre 200 e 250 kcal/kg, enquanto para o trigo e soja as diferenças foram de 500 e 1100 kcal/kg, respectivamente. Essa maior diferença na metabolização da energia observada para o trigo e soja foi atribuída ao aumento da viscosidade da digesta ocasionado por esses alimentos, o que, associado a um sistema enzimático imaturo, promoveram redução ainda maior da digestibilidade.

Alguns experimentos foram conduzidos para avaliação do valor de EM de dietas contendo farelo de soja (FS) e produtos de soja (IPS - isolado protéico de soja e CPS - concentrado protéico de soja), verificando-se um aumento significativo no aproveitamento da energia das diferentes dietas de 3-4 a 21 dias de idade (Batal & Parsons, 2003). Um aproveitamento melhor dos nutrientes para ingredientes como o CPS e IPS em relação ao FS já era esperado, devido à remoção dos oligossacarídeos, como a rafinose e estaquiose, os quais têm sido apresentados como fatores antinutricionais do FS, reduzindo a digestibilidade em aves (Parsons et al., 2000).

Sulistyanto et al. (1999) sugerem que o aumento no valor de EM com o avançar da idade para uma dieta contendo milho e farelo de soja é resultado principalmente das variações no aproveitamento do farelo de soja. Entretanto, Batal & Parsons (2002) verificaram que o valor de EM de uma dieta baseada em milho e farelo de soja realmente aumenta com a idade atingindo um platô aos 14 dias de idade, mas a digestibilidade aparente do amido e da gordura desse tipo de dieta também aumentou em 6 e 18%, respectivamente. Nesse estudo, a digestibilidade dos aminoácidos também aumentou com a idade, atingindo um platô aos 10 dias de idade das aves. O melhor aproveitamento energético desse tipo de dieta com o passar da idade foi, provavelmente, resultado da combinação do aumento no aproveitamento do amido do milho, da gordura do milho e óleo de soja adicionado, da proteína do milho e farelo de soja e possivelmente de outros carboidratos presentes no milho e farelo de soja (Batal & Parsons, 2002).

A disponibilidade da energia proveniente da metabolização de carboidratos, independente se fonte purificada ou ingredientes ricos nesse nutriente, foi menor no primeiro dia de idade das aves e é altamente dependente da idade. Essa dependência da idade corresponde ao perfil de atividade da amilase no pâncreas e no intestino delgado (Akiba & Murakami, 1995).

Sulistyanto et al. (1999) observaram que a metabolizabilidade do oligossacarídeo dextrina em frangos com 1 dia de idade foi significativamente melhor que a do amido, um polissacarídeo. Entretanto, essa diferença não foi observada aos 3 e 10 dias de idade. Dentre as fontes de carboidratos avaliadas pelos mesmos autores, o milho foi o alimento que apresentou melhor aproveitamento energético para aves na fase pré-inicial.

Da mesma maneira, quando avaliadas diferentes fontes de proteína, verificou-se uma influência da idade, aumentando os valores de EM e metabolizabilidade de 1 a 10 dias de idade dos frangos, exceto para o ingrediente caseína que desde o primeiro dia já apresentou maior taxa de aproveitamento energético (Sulistyanto et al., 1999).

2.5 A importância da alimentação pré-inicial no crescimento da ave

A fonte de energia predominante de pintos muda de, principalmente, lipídios provenientes do saco vitelino para carboidratos da dieta entre dois a três dias pós-eclosão. Dietas com alto teor de carboidrato, fornecidas logo após o nascimento, promoveram um aumento na concentração de glicose no sangue e queda na atividade da glicose-6-fosfatase, o que indica uma redução da gliconeogênese (Donaldson & Christensen, 1991). O decréscimo na necessidade de gliconeogênese para manter a glicemia na ave, a partir de reservas protéicas do saco vitelino e corporais, contribui com maior disponibilidade dessa proteína para imunização e manutenção do tecido corporal, respectivamente.

Uma dependência dos lipídios provenientes do saco vitelino como fonte de energia primária, associada à falta de glicose, resulta num processo progressivo de

cetose, que pode ser evitado com uma suplementação de carboidratos na dieta pré-inicial (Best, 1966).

Turner et al. (1999) mostrou que dietas com 60% de milho elevaram o conteúdo de glicogênio hepático de perus, de níveis abaixo de 10 mg/g para níveis superiores a 100 mg/g, entre o nascimento e dois dias de idade. Lilburn (1998) comentou que, sob o ponto de vista prático, o milho pode ser uma boa fonte de carboidrato. O autor criticou ainda o uso de dietas com elevado teor de proteína, e carboidratos de baixa disponibilidade, fazendo com que as necessidades iniciais de glicose sejam atendidas pelo processo de gliconeogênese.

Donaldson e Liou (1976) postularam que o fornecimento de carboidratos nos primeiros estágios de vida de pintos de corte é essencial para o início do desenvolvimento das aves. Os mesmos autores confirmaram essa teoria, quando uma dieta contendo açúcares simples foi fornecida para aves e ativou as transferases de ácido graxo no fígado, que são enzimas essenciais para síntese de ácidos graxos de cadeia longa e, consequentemente, formação de membranas celulares, importantes no processo de crescimento.

Após a eclosão, o acesso precoce à glicose pode ser possível por aplicação via oral de açúcares (Waldroup et al., 1974). Moran Jr. (1990), alimentando aves neonatas, observou que uma dieta contendo 20% de glicose promoveu um aumento de ganho de peso e consumo alimentar. Entretanto, se a glicose aplicada for em concentrações excessivas pode levar a um processo de diarréia (Moran Jr., 1988), comprometendo o desenvolvimento inicial da ave.

O desenvolvimento inicial de frangos e perus jovens, acompanhado da absorção das reservas vitelínicas e ingestão de carboidratos, são essenciais para se atingir o máximo potencial de crescimento (Moran Jr., 1990; Chamblee, 1992). Aves com deficiências nutricionais na fase pré-inicial dificilmente atingem o mesmo peso que aves sem deficiências (Nir & Levanon, 1993).

Comparando-se aves alimentadas somente com milho com aves que receberam dieta basal nos primeiros três dias de idade, Vieira & Moran Jr. (1999b) observaram redução na mortalidade das aves alimentadas somente com milho.

Entretanto verificaram prejuízos no ganho de peso das aves, além de menor rendimento de carcaça e maior acúmulo de gordura abdominal. Os autores sugeriram que um desbalanço nutricional, principalmente devido à deficiência em proteína nessa fase, causou prejuízos no desenvolvimento normal das aves, ressaltando a importância de uma dieta que atenda às exigências nutricionais.

Variações nos níveis de nutrientes em dietas pré-iniciais, desde que não deficientes, não causam efeitos irreversíveis no desempenho das aves (Noy & Sklan, 2002). Entretanto, é importante se considerar que a manipulação da nutrição precoce de frangos de corte pode modificar seu crescimento e acúmulo de gordura (Akiba & Murakami, 1995). Em algumas espécies, o excesso de consumo de alimento no início da vida favorece a maturação e o aumento no número de adipócitos, mas com frangos de corte estas características não são confirmadas (Penz Jr. & Vieira, 1998).

Hargis & Creger (1980) concluíram que, quando não se adicionou gordura na dieta de frangos na primeira semana de idade, reduziu-se a deposição de gordura abdominal aos 49 dias de idade. Observaram, ainda, que níveis elevados de proteína na dieta inicial (0 a 14 dias) foram prejudiciais ao desenvolvimento das aves neste período, mas benéfico no sentido de maximizar o ganho de peso e a eficiência alimentar, durante a fase final (28 a 49 dias).

Levando em consideração que aves recém ecloididas possuem as células satélites ativas, uma disponibilidade adequada de proteína nessa fase pode ser particularmente importante para aumentar o desenvolvimento muscular. Dietas ricas em carboidratos também podem beneficiar o desenvolvimento muscular da ave neonata através do aumento da glicose circulante e economia da proteína corporal (Vieira & Moran Jr., 1999b).

Noy & Sklan (1998a) determinaram que a proporção de músculo de peito ao abate é cerca de 4 a 10% maior em aves com rápido acesso à alimentação, demonstrando a importância que a alimentação neonatal tem nas características da carcaça final.

Mas em experimentos realizados recentemente, verificou-se que a manipulação no nível de proteína bruta da dieta na fase pré-inicial não promoveu

alterações significativas tanto para o desenvolvimento de órgãos do TGI (moela, fígado e intestino delgado), como para a composição da carcaça. Entretanto, dietas com menores de proteína nessa fase promovem melhor eficiência de retenção protéica (Noy & Sklan, 2002).

Combinações de ingredientes de alta digestibilidade e elevado teor protéico podem ser usados com altos níveis de milho para atender tanto às exigências energéticas como protéicas para aves jovens. Este tipo de dieta deve ser utilizada nos primeiros sete ou dez dias de vida das aves, e ser considerada como um investimento e não um custo no sistema de produção (Lilburn, 1998).

Muito é discutido em relação a esse aumento no custo de uma dieta pré-inicial. Entretanto, este tipo de dieta poderá ser produzida com os melhores e mais caros ingredientes disponíveis na fábrica de ração, pois a quantidade consumida nesta fase corresponde a somente cerca de 3,5% do total da dieta que será consumida pelos frangos de corte até o abate (Penz Jr. & Vieira, 1998).

3 APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE MILHO, FARELO DE SOJA E SOJA INTEGRAL MICRONIZADA PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE PRÉ-INICIAL

Resumo

Existem algumas evidencias na literatura que ressaltam o menor aproveitamento energético de alimentos para aves na fase pré-inicial. Com isso, um ensaio de metabolismo foi realizado para determinar os valores de energia metabolizável do milho, do farelo de soja e da soja integral micronizada para pintos na primeira semana de vida. Foi utilizado o método de coleta total de excretas, com 192 pintos de corte machos de um a sete dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições de 12 aves. O período de coleta das excretas foi do quarto ao sétimo dia. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência, duas dietas-teste com 60% da dieta referência e 40% de inclusão dos ingredientes-teste: milho (MI) e farelo de soja (FS), e uma dieta-teste com 80% da dieta referência e 20% de inclusão da soja integral micronizada (SIM). Foram determinados os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), respectivamente, de 3.213 kcal/kg e 81,6% para o MI; 2.085 kcal/kg e 49,7% para o FS; e 4.068 kcal/kg e 74,8% para a SIM.

Summary

Energetic utilization of corn, soybean meal and micronized full fat soybean for newly hatched broilers

There are some evidences in the literature that show small metabolizability of energy from ingredients in newly hatched chicks. Herewith, a metabolism trial was carried out with the objective of determining the metabolizable energy of corn grain, soybean meal and micronized full fat soybean for newly hatched broilers. The total excreta collection method was used, with 192 males chicks from one to seven days, allotted to a completely randomized design with four treatments and four replicates of twelve birds. The collect period was from four to seven days. The treatments were a reference diet, two test-diets with 60% of reference diet and 40% of the test ingredients: corn grain (MI) and soybean meal (FS), and one test-diet with 80% of reference diet and 20% of micronized full fat soybean (SIM). The N-corrected apparent metabolizable energy (EMAn) and metabolizability coefficient of crude energy (CMEB) of the ingredients determined for the chicks were, respectively, 3,213 kcal/kg and 81,6% for MI; 2,085 kcal/kg and 49,7% for FS and 4,068 kcal/kg and 74,8% for SIM.

3.1 Introdução

O estudo da nutrição e metabolismo na fase neonatal de frangos de corte é uma área importante que pode ajudar na otimização do manejo alimentar, buscando a máxima expressão do potencial de crescimento e produção de carne. A taxa de crescimento de frangos tem aumentado substancialmente nas últimas décadas, fazendo com que o peso de abate seja atingido a cada ano mais precocemente. Desta forma, a fase neonatal tem uma representatividade cada vez maior no tempo total de crescimento dos frangos.

Entretanto, a imaturidade do sistema digestório de aves na fase pré-inicial reduz a capacidade de utilização dos alimentos, em relação às aves de idades mais avançadas. Geralmente, o trato gastrintestinal (TGI) das aves não é totalmente

competente para a digestão e absorção até duas semanas de idade (Vieira & Moran Jr., 1999a).

Assim, carboidratos, proteínas e gorduras são menos disponíveis na fase neonatal do que nas outras fases. Noy & Sklan (1995) observaram que a absorção de lipídios e carboidratos ao quarto dia de idade foi de 85%, ao passo que a absorção de proteína foi de 80%.

Essa deficiência no aproveitamento dos nutrientes pelas aves na fase pré-inicial parece levar a um decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) das dietas. Resultados mostraram que os valores são menores principalmente entre quatro e sete dias de idade dos frangos (Murakami et al., 1992; Sulistyanto et al., 1998). Concordando, Corless & Sell (1999) relataram que valores de energia metabolizável de dietas aos quatro, sete e 14 dias de idade foram bem inferiores aos valores calculados com base no valor apresentado para os ingredientes da dieta no NRC (1994).

Mahagna et al. (1988) avaliaram diferentes alimentos em dietas para aves e observaram que as diferenças da EM entre a primeira, segunda e terceira semanas de idade, para o milho e sorgo, ficaram entre 200 e 250 kcal/kg, enquanto para o trigo e soja as diferenças foram de 500 e 1100 kcal/kg, respectivamente. Essa maior diferença na metabolização da energia observada para o trigo e soja foi atribuída ao aumento da viscosidade da digesta ocasionado pela presença de polissacarídeos não amiláceos destes alimentos, o que, associado a um sistema enzimático imaturo, promove ainda maior redução da digestibilidade.

De acordo com Leeson & Summers (2001), a presença de oligossacarídeos no farelo de soja, como a rafinose e estaquiose, é parcialmente responsável pela digestibilidade da energia relativamente baixa do farelo de soja para aves.

O valor de EM de uma dieta baseada em milho e farelo de soja aumenta com a idade atingindo um platô aos 14 dias de idade. A melhora com a idade no aproveitamento energético desse tipo de dieta é resultado da combinação do aumento no aproveitamento do amido do milho, da gordura do milho e óleo de soja adicionado, da proteína do milho e farelo de soja e, possivelmente, de outros carboidratos presentes no

milho e farelo de soja (Batal & Parsons, 2002). Portanto, mesmo sendo estes alimentos considerados como padrão para aves, verifica-se que podem ter seu aproveitamento diminuído nos dias iniciais da vida dos pintos.

É esperado um aproveitamento melhor dos nutrientes para ingredientes como o concentrado protéico de soja e isolado protéico de soja em relação ao farelo de soja, devido à remoção dos oligossacarídeos, os quais têm sido apresentados como fatores antinutricionais do farelo de soja, que reduzem a digestibilidade em aves (Parsons et al., 2000).

Uma outra opção à utilização do farelo de soja nas dietas pré-iniciais de frangos de corte é a soja integral micronizada, fabricada a partir do grão de soja selecionado e submetido a tratamento térmico, descascamento, pré-moagem e micronização. O resultado final é um produto de fina granulometria, variando de 30 a 300 µm. Além disso, a ausência de casca na composição final do produto beneficia sua utilização para monogástricos (Goldflus, 2001).

Penz Jr. & Vieira (1998) comentaram que a dieta pré-inicial poderá ser produzida com os melhores ingredientes disponíveis na fábrica de ração, pois a quantidade consumida nesta fase corresponde a apenas 3,5% do total da ração que será consumida pelos frangos de corte até o abate.

Diante da possibilidade prática de se utilizarem ingredientes mais caros e de melhor qualidade nessas rações, torna-se necessário o conhecimento do real aproveitamento dos ingredientes disponíveis para essa fase, inclusive dos mais utilizados, como o milho e farelo de soja, para que os nutricionistas possam determinar e incrementar estratégias nutricionais para melhorar a utilização dos nutrientes em aves jovens.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar os valores de energia metabolizável e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta do milho, farelo de soja e soja integral micronizada para frangos de corte na fase pré-inicial.

3.2 Material e Métodos

Foi realizado um ensaio de metabolismo em sala climatizada do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP/Piracicaba, utilizando-se 192 pintos de corte machos (marca comercial AgRoss) de um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições de 12 aves cada. As aves foram alojadas em baterias com aquecimento automático. Sob o piso de arame havia bandejas revestidas com plástico, adequadas para coleta de excretas.

Os tratamentos consistiram em uma dieta basal de referência (Tabela 1) formulada para atender às exigências nutricionais das aves na fase pré-inicial, de acordo com Rostagno et al. (2000), e três dietas-teste, sendo duas com 60% de dieta de referência e 40% dos ingredientes-teste (milho e farelo de soja) e uma com 80% de dieta de referência e 20% da soja integral micronizada.

O período de um a três dias de vida das aves foi considerado como fase de adaptação às instalações e dietas experimentais. Durante o intervalo de quatro a sete dias de idade foi utilizado o método de coleta total de excretas, em que as quantidades da dieta ingerida e excretas produzidas durante os quatro dias foram registradas. Ao início e ao final do período correspondente às coletas de excretas, as rações foram marcadas com óxido de ferro para que as excretas fossem identificadas.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, identificadas e congeladas, sendo posteriormente descongeladas e homogeneizadas. Depois de retiradas amostras representativas para cada repetição, as mesmas foram pré-secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas e preparadas para análises posteriores segundo metodologia proposta por Silva (1990). Nas amostras dos ingredientes, dietas experimentais e excretas foram determinados os teores de matéria seca, nitrogênio, extrato etéreo e energia bruta.

Tabela 1. Composição e valores nutricionais da dieta referência

Ingredientes	%
Milho	57,30
Farelo de soja	36,75
Fosfato bicálcico	1,89
Calcário calcítico	1,00
Sal	0,50
DL-Metionina	0,21
L-Lisina.HCl	0,18
Cloreto de colina - 60%	0,05
Óleo vegetal	1,92
Suplemento vitamínico ¹	0,10
Suplemento mineral ²	0,10
Composição calculada	
Energia metabolizável, kcal/kg	2.950
Proteína bruta, %	21,92
Metionina, %	0,54
Metionina + Cistina, %	0,93
Lisina, %	1,31
Fósforo disponível, %	0,47
Cálcio, %	0,99

1. Fornecendo por kg de dieta: vit. A, 10.000 UI; vit. D₃, 2.000 UI; vit. E, 12,5 mg; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 2,4 mg; Riboflavina, 6,0 mg; Piridoxina, 3,2 mg; vit. B₁₂, 0,012 mg; ácido fólico, 1,0 mg; pantotenato de Ca, 12,5 mg; niacina, 30 mg; selênio, 0,2 mg; BHT, 15 mg.

2. Fornecendo por kg de dieta: manganês, 65 mg; cobre, 12 mg; zinco, 50 mg; ferro, 40 mg; iodo, 1 mg.

Os resultados obtidos nas análises para a dieta ingerida e excreta produzida foram utilizados para determinar a energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas experimentais segundo proposto por Matterson et al. (1965). Com os valores de EMAn determinados para as dietas experimentais foi possível, então, calcular os valores de EMAn de cada ingrediente teste, sendo:

$$\text{EMAn ing.} = \frac{\text{EMAn ref.} + (\text{EMAn teste} - \text{EMAn ref.})}{(\% \text{ substituição} / 100)}$$

Onde:

EMAn – energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio calculada (kcal/kg);

ing. – ingrediente testado;

ref. – dieta referência;

teste – dieta basal + ingrediente teste;

% substituição – nível de substituição da dieta basal pelo ingrediente teste.

A partir dos valores de energia bruta (EB) e da EMAn dos ingredientes foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB = EMAn/EB x 100).

Os CMEB dos ingredientes avaliados foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 1996). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey.

3.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentados os valores da composição em matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) do milho, farelo de soja e soja integral micronizada avaliados no ensaio. As composições bromatológicas dos ingredientes determinadas em laboratório são semelhantes às composições apresentadas em tabelas nutricionais.

Tabela 2. Valores determinados de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) para o milho, o farelo de soja e a soja integral micronizada avaliados no ensaio^{*}

	Milho	Farelo de soja	Soja integral micronizada
MS (%)	89,92	91,67	98,35
EB (kcal/kg)	3.943	4.197	5.438
PB (%)	9,26	47,52	41,70
EE (%)	4,63	1,80	23,12

* Valores expressos na matéria natural.

Os valores calculados de EMAn e os CMEB do milho, farelo de soja e soja integral micronizada obtidos no ensaio de metabolismo, além de valores de EMA da literatura, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores calculados e seus respectivos desvios-padrão para a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) do milho, farelo de soja e soja integral micronizada

Ingredientes	EMAn calculada (kcal/kg MN ⁻¹)	CMEB (%)	EMAn literatura ² (kcal/kg MN ⁻¹)
Milho	3.213 ± 31	81,60 ± 0,78 ^a	3.350 – 3.371
Farelo de soja	2.085 ± 45	49,67 ± 1,07 ^c	2.230 – 2.540
Soja integral micronizada	4.068 ± 78	74,81 ± 1,38 ^b	3.950

a, b, c - Médias seguidas de diferentes letras sobrescritas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,01$)

Coeficiente de Variação = 1,61%

1. MN = na matéria natural

2. NRC (1994) e Rostagno et al. (2000).

Verificou-se que os valores determinados de EMAn, para pintos de um a sete dias de idade, foram cerca de 150 e 300 kcal/kg inferiores às médias dos valores encontrados na literatura para o milho (3.360 kcal/kg) e farelo de soja (2.385 kcal/kg), respectivamente (NRC, 1994; Rostagno et al., 2000). Entretanto, o ingrediente soja integral micronizada apresentou valor semelhante ao encontrado na literatura (4.068 vs 3.950 kcal/kg). Vale ressaltar que os valores de energia metabolizável encontrados na literatura foram determinados em aves em idades mais avançadas.

Sulistyanto et al. (1998), estudando a metabolização de cereais como o milho e trigo para pintos aos um, três e 10 dias de idade, verificaram que os valores de energia do trigo e milho tenderam a aumentar com a idade, entretanto, as diferenças encontradas não foram significativas.

Café (1993) avaliou a EMAn da soja integral micronizada para pintos de 16 a 23 dias de idade e encontrou valor de 4.176 kcal/kg (na matéria natural), sendo este valor somente 108 kcal/kg maior que o valor determinado no presente estudo de 4.068 kcal/kg.

Em relação aos valores de CMEB, observou-se diferença significativa ($P<0,01$) entre os ingredientes avaliados, sendo que o milho apresentou um melhor aproveitamento energético, a soja integral micronizada proporcionou aproveitamento intermediário, enquanto que o pior aproveitamento energético foi observado para o farelo de soja. Dentre vários alimentos ricos em carboidratos, como trigo, sorgo e milho, avaliados para aves na fase pré-inicial por Sulistyanto et al. (1999), o milho destacou-se com melhor aproveitamento energético.

Considerando-se valores de CMEB para aves em idades mais avançadas calculados a partir das tabelas brasileiras de composição de alimentos para aves e suínos (Rostagno et al., 2000), verifica-se que os valores obtidos no presente ensaio para a fase pré-inicial (Tabela 3) foram semelhantes para a soja integral micronizada (75,3% vs 74,81%), pouco menores para o milho (85,7% vs 81,6%) e cerca de 11% menor para o farelo de soja (60,7% vs 49,7%).

Os menores valores de EMAn e CMEB, para o milho e o farelo de soja, encontrados neste trabalho em comparação aos valores da literatura devem estar relacionados às características dos alimentos, bem como à menor capacidade de digestão e absorção da ave, em função da imaturidade do sistema digestório, evidenciando que as características metabólicas existentes na fase pré-inicial para frangos de corte podem afetar o aproveitamento energético dos alimentos.

Entretanto, a semelhança observada para os valores determinados e da literatura para EMAn e CMEB da soja integral micronizada destaca a importância do

correto e padronizado processamento da soja e da retirada da casca do grão por completo, para se obter um melhor aproveitamento do ingrediente, principalmente para frangos em fase inicial de desenvolvimento.

Em trabalho realizado com suínos, Pupa (2000) não observou diferenças significativas no coeficiente de metabolização da energia bruta da soja integral micronizada para leitões em fase de pré-desmame – 22 dias (76,7%) e pós-desmame – 33 dias (80,0%).

Os resultados obtidos no presente ensaio comprovaram os relatos de Mahagna et al. (1988), os quais associaram a maior diferença na metabolização da energia para a soja em frangos jovens devido ao aumento da viscosidade da digesta proporcionado por esse alimento, o que, associado a um sistema enzimático imaturo, promove ainda maior redução da digestibilidade.

A determinação precisa da EMAn, principalmente do milho e farelo de soja, para frangos de corte neonatos, antecipa até mesmo o estudo de outros ingredientes alternativos, visando uma formulação mais precisa e adequada, uma vez que, em função dos resultados do presente ensaio e segundo Nir (1998), os valores de EMAn de alimentos encontrados em tabelas da literatura estão acima dos valores corretos para pintos na primeira semana.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, para a EMAn do milho e farelo de soja na fase pré-inicial, pode-se estimar que a dieta de referência formulada originalmente para conter 2.950 kcal/kg na realidade fornecia apenas 2.800 kcal/kg. Desta forma, ao se formularem dietas contendo ingredientes alternativos cujos valores energéticos tenham sido determinados especificamente para a fase pré-inicial, deve-se levar em conta que a dieta considerada padrão não tem a concentração energética inicialmente preconizada.

3.4 Conclusões

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta foram: 3.213 kcal/kg e 81,6%; 2.085 kcal/kg e 49,7%; e 4.068 kcal/kg e 74,8% para o milho, farelo de soja e soja integral micronizada, respectivamente.

As diferenças entre valores calculados e os valores de literatura evidenciam a deficiência dos processos digestivos e absorтивos das aves de um a sete dias de idade e a necessidade do estudo do aproveitamento de alimentos nessa fase, visando uma maior precisão na formulação e balanceamento de dietas.

4 CARBOIDRATOS NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE

Resumo

O estudo teve como objetivo determinar a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de ingredientes como fonte de carboidrato para frangos de corte de um a sete dias de idade, bem como avaliar a utilização destes diferentes ingredientes em dietas pré-iniciais, sobre o desenvolvimento inicial de órgãos do trato gastrintestinal (TGI) e desempenho das aves. No Experimento 1, foi utilizado o método de coleta total das excretas com 264 pintos de quatro a sete dias de idade, alojados em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (uma dieta referência e cinco dietas com inclusão de 20% do ingrediente teste) e quatro repetições de 11 aves. Os ingredientes avaliados foram: amido de milho (AMI), amido de mandioca (AMA), glicose (GLI), lactose (LAC) e sacarose (SAC). No Experimento 2, foram utilizados 520 pintos de corte machos de um dia de idade distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de 26 aves. Os tratamentos foram aplicados de um a sete dias, sendo que no período subsequente, as aves tiveram acesso a uma dieta basal padrão. Os tratamentos consistiram em: 1 - dieta de milho e farelo de soja, 2 - dieta de milho e farelo de soja + AMI, 3 – dieta de milho e farelo de soja + AMA, 4 – dieta de milho e farelo de soja + GLI, 5 – dieta de milho e farelo de soja + SAC. O valor da EMAn determinado para frangos de corte na fase pré-inicial foi 3.269; 3.690; 3.427, 1.225 e 3.524 kcal/kg para AMI, AMA, GLI, LAC e SAC, respectivamente. Verificou-se que o desenvolvimento do TGI, de maneira geral, não foi influenciado pelos diferentes tratamentos, mas o consumo de ração das aves foi aumentado pelo

fornecimento de carboidrato de maior disponibilidade na dieta pré-inicial, contribuindo para um aumento no peso vivo das aves.

Summary

Carbohydrates in the diets of newly hatched chicks

This work was carried out to determine the N-corrected apparent metabolizable energy (EMAn) of different carbohydrates sources for broilers from one to seven days, and to evaluate the effect of utilization of these ingredients in the newly hatched broilers feed on the gastrointestinal tract (TGI) development and on the performance of the chicks. In Trial 1, the total excreta collection method was used, with 264 male chicks from four to seven days, allotted to a completely randomized design with six treatments (a reference diet and five diets with inclusion of 20% of the test ingredients) and four replicates of 11 birds. The ingredients evaluated were corn starch (AMI), cassava starch (AMA), glucose (GLI), lactose (LAC) and sucrose (SAC). In Trial 2, 520 day-old male chicks were allotted to a completely randomized design with five treatments and four replicates of 26 birds. The birds received the treatments only from one to seven days. From eight to 21 days all the birds received a standard diet. The treatments were: 1- corn and soybean meal diet, 2- corn and soybean meal diet + AMI, 3- corn and soybean meal diet + AMA, 4- corn and soybean meal diet + GLI, 5- corn and soybean meal diet + SAC. The EMAn values of the ingredients determined for broilers in the first week were 3,269; 3,690; 3,427; 1,225 and 3,524 kcal/kg for AMI, AMA, GLI, LAC and SAC, respectively. In general, the results showed that the treatments did not affect the TGI development, but the feed consumption of the birds was improved by the more available carbohydrate sources in the newly hatched chicks diets, contributing to a higher liveweight of the birds.

4.1 Introdução

Com o avanço do potencial genético de frangos de corte, aos 42 dias de idade é possível se obterem aves com peso ideal para o abate. Assim, a manipulação de dietas na fase pré-inicial tornou-se mais importante, pois o comprometimento desse desenvolvimento precoce pode levar a um pior resultado de desempenho, qualidade da carcaça final e até maior mortalidade das aves.

As taxas de crescimento e a eficiência alimentar em aves dependem basicamente da disponibilidade de nutrientes e de oxigênio para os tecidos. Essa taxa de crescimento inicial da ave pode ser afetada pela quantidade de saco vitelino residual, qualidade e quantidade de alimento e água, nível de enzimas pancreáticas e intestinais, área de superfície do trato gastrintestinal (TDI), transportadores de nutrientes e, sobretudo, pela digestibilidade dos nutrientes (Dibner, 1996).

O maior desafio da nutrição pré-inicial em aves, considerando-se a digestibilidade dos nutrientes, parece ser a mudança no tipo de nutrientes fornecidos, os quais passam de exclusivamente proteínas e gorduras do saco vitelino, para uma dieta predominantemente composta por carboidratos.

Dietas com alto teor de carboidrato fornecidas logo após o nascimento das aves promoveram um aumento na concentração de glicose no sangue e queda na atividade da glicose-6-fosfatase, o que indica uma redução da gliconeogênese (Donaldson & Christensen, 1991). Esse decréscimo na necessidade de gliconeogênese para atender a exigência em energia e manter os níveis de glicose circulante, a partir de reservas protéicas do saco vitelino e corporais, contribui com maior disponibilidade dessa proteína para formação do tecido corporal e desenvolvimento da ave neonata.

Entretanto, o TDI se encontra imaturo durante a fase embrionária e, após a eclosão, passa a ter grande representatividade no crescimento das aves. Nos primeiros dias de vida, os segmentos do TDI sofrem sensíveis alterações morfológicas e fisiológicas que preparam a ave para o consumo e utilização de alimentos (Mozdziak et al., 2002; Geyra et al., 2001; Iji et al., 2001a; Noy et al., 2001; Nitsan, 1995; Murakami et al., 1992).

Essa imaturidade do sistema digestório de aves na fase pré-inicial reduz a capacidade de utilização dos nutrientes, o que parece levar a um decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) do alimento. Resultados de literatura mostraram que os valores de EM de alimentos são menores, principalmente entre quatro e sete dias de idade dos pintos (Sulistiyanto et al., 1999).

O aproveitamento de um nutriente pela ave está na dependência da digestão e absorção de macromoléculas, o que requer suficiente hidrólise enzimática. A disponibilidade da energia proveniente da metabolização de carboidratos, independente se fonte purificada ou ingredientes ricos nesse nutriente, foi menor no primeiro dia de idade das aves e é altamente dependente da idade. Essa dependência da idade corresponde ao perfil de atividade da amilase no pâncreas e no intestino delgado (Akiba & Murakami, 1995).

A digestão de carboidratos ocorre tanto no lúmen como na membrana borda em escova dos enterócitos do intestino delgado. A enzima amilase pancreática hidrolisa o amido da dieta a oligossacarídeos (maltose, maltotriose) e α -dextrinas. A digestão final desses produtos, bem como a hidrólise dos dissacarídeos (sacarose, trealose e lactose) ocorre na membrana dos enterócitos pelas dissacaridases (Chotinsky et al., 2001).

As dissacaridases são enzimas ligadas à membrana intestinal e qualquer alteração na superfície, onde estas enzimas estão ligadas, pode alterar as suas atividades. Sell et al. (1991) encontraram que, alimentando aves com dietas ricas em carboidratos, as atividades das dissacaridases aumentavam. Anteriormente, Siddons (1972) havia observado que dietas sem carboidratos levaram à redução da atividade das dissacaridases, comprovando que a concentração de carboidrato da dieta promove mudanças na atividade das dissacaridases intestinais. Desta forma, Moran Jr. (1985) indicou que a digestão e a absorção de carboidratos em aves não são fixas, mas são altamente adaptáveis de acordo com sua presença na dieta.

Essa capacidade de digestão de carboidratos, como o amido, é observada logo após a eclosão. A amilase pancreática é encontrada em aves já no 18º dia de

incubação, e sua máxima atividade específica ocorre quatro dias após a eclosão (Chotinsky et al., 2001; Marchaim & Kulka, 1967). A atividade específica das enzimas maltase e a sacarase aumenta rapidamente entre 19 e 21 dias de incubação, enquanto que, após a eclosão, a atividade dessas enzimas continua a aumentar até o abate das aves (Chotinsky et al., 2001). Moran Jr. (1985) concluiu que as aves são capazes de digerir amido logo após a eclosão, sendo que Uni et al. (1995) descreveram que, aos quatro dias de idade, as aves possuem completa capacidade para digestão do amido.

Com isso, o presente estudo teve como objetivo a determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de alguns ingredientes como fonte de carboidrato para frangos de corte no período de um a sete dias de idade, bem como avaliar a utilização destes diferentes ingredientes em dietas pré-iniciais, sobre o desenvolvimento inicial de órgãos do trato gastrintestinal e desempenho das aves de um a sete e oito a 21 dias de idade.

4.2 Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados com frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial em sala climatizada do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ / USP de Piracicaba, sendo avaliados cinco fontes de carboidratos: amido de milho¹ (AMI), amido de mandioca² (AMA), glicose³ (GLI), lactose⁴ (LAC) e sacarose⁵ (SAC).

4.2.1 Experimento 1

Foi realizado um ensaio de metabolismo, utilizando-se 264 pintos de corte machos (marca comercial AgRoss) de um a sete dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado por seis tratamentos e quatro repetições de 11

¹ AMISOL® 3408 (Corn Products Brasil)

² Fécula de mandioca comercial

³ Xarope de glicose MOR-REX® 1940 (Corn Products Brasil)

⁴ Lactose M-30 (M. Cassab Comércio e Indústria LTDA)

⁵ Açúcar de cana cristal (União)

aves cada, alojadas em baterias com aquecimento automático. Sob o piso de arame havia bandejas revestidas com plástico, adequadas para coleta de excretas.

Os tratamentos consistiram em uma dieta referência baseada em milho e farelo de soja e cinco dietas com 80% de dieta de referência e 20% dos ingredientes (AMI, AMA, GLI, LAC e SAC) como fonte de carboidrato..

A dieta referência foi formulada de acordo com os níveis nutricionais propostos por Rostagno et al. (2000) (Tabela1).

O período de um a três dias de vida das aves foi considerado como fase de adaptação às instalações e dietas experimentais. Durante o intervalo de quatro a sete dias de idade foi utilizado o método de coleta total de excretas, em que as quantidades da dieta ingerida e excreta produzida durante os quatro dias foram registradas.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, identificadas e congeladas diariamente, sendo posteriormente descongeladas e homogeneizadas. Depois da retirada de amostras representativas para cada repetição, elas foram secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas e preparadas para análises posteriores segundo metodologia proposta por Silva (1990). As amostras dos ingredientes, dietas experimentais e excretas foram submetidas à determinação da matéria seca, nitrogênio, extrato etéreo e energia bruta.

Os resultados obtidos nas análises para a dieta ingerida e excreta produzida foram utilizados para determinar a energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas experimentais, de acordo com Matterson et al. (1965). Com os valores de EMAn determinados para as dietas experimentais foi possível então, calcular os valores de EMAn de cada ingrediente teste, sendo:

$$\text{EMAn ing.} = \frac{\text{EMAn ref.} + (\text{EMAn teste} - \text{EMAn ref.})}{(\% \text{ substituição} / 100)}$$

Onde:

EMAn – energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio calculada (kcal/kg);

ing. – ingrediente testado;

ref. – dieta referência;

teste – dieta basal + ingrediente teste;

% substituição – nível de substituição da dieta basal pelo ingrediente teste;

A partir dos valores de energia bruta (EB) e da EMAn dos ingredientes foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta ($CMEB = EMAn/EB \times 100$).

4.2.2 Experimento 2

Foram utilizados 520 pintos de corte machos de um dia de idade, marca comercial AgRoss, provenientes de matrizes com 62 semanas de idade, alojados em baterias com aquecimento automático, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado por cinco tratamentos e quatro repetições de 26 aves.

Os tratamentos foram aplicados de um a sete dias, sendo que no período subsequente (oito a 21 dias), as aves tiveram acesso a uma dieta basal padrão (Tabela 1). Os tratamentos consistiram em: 1 - dieta de milho e farelo de soja (testemunha), 2 - dieta de milho e farelo de soja + AMI, 3 – dieta de milho e farelo de soja + AMA, 4 - dieta de milho e farelo de soja + GLI, 5 - dieta de milho e farelo de soja + SAC.

As dietas experimentais, fornecidas nos experimentos para avaliação dos ingredientes como fonte de carboidratos na fase pré-inicial (Tabela 2), foram formuladas para atender às exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2000), sendo apenas ajustados os valores de EM para esta fase, de 2.950 para 2.800 kcal/kg. Esse ajuste foi considerado aplicando-se os valores de EMAn determinados para o milho e farelo de soja na fase pré-inicial (Menten et al., 2002).

Para a utilização das fontes de carboidrato foi considerado o valor de energia metabolizável determinado no Experimento 1, de forma que o mesmo participou na dieta contribuindo com 20% do valor de EM total.

Nos períodos de um a sete e oito a 21 dias, foram registrados o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória. Nos dias um, sete e 21 de idade, as aves foram pesadas individualmente para o cálculo de uniformidade da parcela, considerando como uniformidade a porcentagem de aves com peso dentro da faixa de $\pm 10\%$ do peso médio da parcela. Antes do alojamento, quatro aves foram retiradas para avaliação inicial dos órgãos (dia zero). Aos um, quatro e sete dias de idade, foram retiradas aleatoriamente duas aves por parcela para avaliação do peso relativo dos órgãos e comprimento do trato gastrintestinal. As aves foram abatidas por deslocamento cervical e os órgãos retirados para mensurações. Foram retirados e determinados o peso relativo (% do peso vivo) do saco vitelino residual, proventrículo, moela, pâncreas, fígado e o peso relativo, comprimento (cm) e densidade (mg/cm) do intestino delgado vazio.

4.2.3 Análises Estatísticas

Os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta dos ingredientes avaliados, os resultados de desempenho e desenvolvimento dos órgãos do trato gastrintestinal foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 1996). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey e as diferenças foram consideradas significativas quando $P<0,05$ para o coeficiente de metabolizabilidade e desempenho das aves e quando $P<0,10$ para os dados de desenvolvimento dos órgãos do trato gastrintestinal.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais das dietas fornecidas às aves na fase pré-inicial (Experimento 1) e inicial (Experimento 2)

Ingredientes	Pré-inicial - 1 a 7 dias (experimento 1)	Inicial - 8 a 21 dias (experimento 2)
	(%)	
Milho	57,30	62,60
Farelo de soja	36,75	32,50
Fosfato bicálcico	1,89	1,76
Calcário calcítico	1,00	1,12
Sal	0,50	0,40
DL-Metionina	0,21	0,17
L-lisina.HCl	0,18	0,20
Cloreto de colina - 60%	0,05	0,05
Óleo vegetal	1,92	1,12
Supl. Vitamínico ¹	0,10	0,08
Supl. Mineral ²	0,10	0,10
Composição calculada		
EM (kcal/kg)	2.950	3.050
PB (%)	21,92	21,22
Metionina (%)	0,54	0,49
Met. + cis. (%)	0,97	0,85
Lisina (%)	1,31	1,26
Arginina (%)	1,45	1,36
Treonina (%)	0,84	0,82
Triptofano (%)	0,27	0,25
Fósforo disp. (%)	0,47	0,45
Cálcio (%)	0,99	0,96

1. Quantidade por kg de produto: vit. A, 10.000.000 UI; vit. D₃, 2.000.000 UI; vit. E, 12,5 g; vit. K₃, 2,5 g; Tiamina, 2,4 g; Riboflavina, 6,0 g; Piridoxina, 3,2 g; vit. B₁₂, 12 mg; ácido fólico, 1,0 g; pantotenato de Ca, 12,5 g; niacina, 30 g; selênio, 0,2 g; BHT, 15 g.

2. Quantidade por kg de produto: manganês, 65 g; cobre, 12 g; zinco, 50 g; ferro, 40 g; iodo, 1 g.

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais fornecidas às aves na fase pré-inicial para avaliação dos ingredientes fontes de proteína (Experimento 2)

Ingredientes	Testemunha	Glicose	Sacarose	Amido de milho	Amido de mandioca
Milho ¹	61,19	41,03	41,79	39,58	43,27
Farelo de soja ¹	33,57	37,35	37,27	37,48	36,97
Carboidrato teste	-	16,34	15,89	17,13	15,18
Fosfato bicálcico	1,86	1,90	1,90	1,90	1,89
Calcário calcítico	1,04	0,97	1,00	0,99	1,00
Óleo vegetal	1,29	1,43	1,17	1,93	0,70
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19
L-lisina HCl	0,22	0,14	0,14	0,14	0,15
Cloreto de colina 60%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Supl. Vitamínico ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Supl. Mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Composição calculada					
EM (kcal/kg) ⁴	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PB (%)	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92
Metionina (%)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Met. + cis. (%)	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86
Lisina (%)	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Arginina (%)	1,39	1,44	1,44	1,44	1,44
Treonina (%)	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84
Triptofano (%)	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27
Fósforo disp. (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Cálcio (%)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

1. Composição em EM ajustado para a fase segundo proposto por Menten et al. (2002).

2. Fornecendo por kg de dieta: vit. A, 10.000 UI; vit. D3, 2.000 UI; vit. E, 12,5 mg; vit. K3, 2,5 mg; Tiamina, 2,4 mg; Riboflavina, 6,0 mg; Piridoxina, 3,2 mg; vit. B12, 0,012 mg; ácido fólico, 1,0 mg; pantotenato de Ca, 12,5 mg; niacina, 30 mg; selênio, 0,2 mg; BHT, 15 mg.

3. Fornecendo por kg de dieta: manganês, 65 mg; cobre, 12 mg; zinco, 50 mg; ferro, 40 mg; iodo, 1 mg.

4. Valor ajustado de EM para a fase segundo proposto por Menten et al. (2002).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Experimento 1

Os valores analisados de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos ingredientes avaliados no presente ensaio (Tabela 3) são coerentes com os valores encontrados em tabelas de composição.

Tabela 3. Valores determinados de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos ingredientes

Ingredientes	MS (%)	EB (kcal/kg) *	PB (%) *	EE (%) *
AMI	89,30	3.619	1,43	0,36
AMA	97,81	3.770	0,87	1,72
GLI	93,17	3.819	1,03	0,86
SAC	97,82	3.922	0,85	0,66
LAC	97,89	3.696	0,97	1,43

* Valores expressos na matéria natural.

Na Tabela 4 são apresentados os valores calculados de EMA_n e CMEB dos ingredientes avaliados no ensaio de metabolismo, além de valores de EMA descritos na literatura. Verifica-se que os valores de EMA_n para pintos de um a sete dias de idade foram superiores para a GLI, semelhantes para o AMI e inferiores para a SAC, quando comparados aos apresentados na literatura (NRC, 1994; Rostagno et al., 2000).

Essa maior EMA_n encontrada para GLI, na fase pré-inicial, pode estar relacionada a um maior aproveitamento deste monossacarídeo, concordando com os relatos de Batal & Parsons (2003). A obtenção de um alto valor de EMA_n para uma dieta composta por dextrose-caseína para frangos jovens foi atribuída, pelos mesmos autores, ao alto valor de contribuição energética da glicose, indicando que esse ingrediente é muito bem aproveitado por aves neonatas.

Tabela 4. Valores calculados e seus respectivos desvios-padrão para a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) dos ingredientes avaliados no ensaio experimental

Ingrediente	EMAn ¹ (kcal/kg MN)	CMEB (%)	EMAn literatura ² (kcal/kg MN)
AMI	3.269 ± 0,105	90,33 ± 2,89 ^{ab}	3.201 – 3.625
AMA	3.690 ± 0,154	97,89 ± 4,07 ^a	-
GLI	3.427 ± 0,099	89,74 ± 2,58 ^b	3.168 – 3.326
SAC	3.524 ± 0,206	89,85 ± 5,24 ^{ab}	3.831
LAC ³	1.225 ± 0,238	33,14 ± 6,44	-

1. MN = na matéria natural

2. NRC (1994), Rostagno et al. (2000)

3. O ingrediente lactose foi desconsiderado na análise estatística.

a, b, c. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$) - coeficiente de variação=4,18%.

O elevado valor de EMAn para o AMA e valor semelhante do AMI para aves durante a primeira semana de vida, em comparação aos valores descritos na literatura (aves em idades mais avançadas), demonstram a capacidade precoce de digestão do amido em aves.

Esses resultados comprovam as evidências apresentadas na literatura em relação à capacidade de digerir o carboidrato amido logo após a eclosão e especialmente após os quatro dias de idade (Marchaim & Kulka, 1967; Moran Jr., 1985; Uni et al., 1995).

Para a SAC verificou-se um valor de EMAn cerca de 300 kcal/kg inferior aos valores propostos por Rostagno et al. (2000). Essa diferença pode estar associada a menor atividade da enzima sacarase ainda na fase jovem, uma vez que existem evidências de que se o carboidrato sacarose fosse hidrolisado pela enzima, a glicose derivada teria uma maior taxa de absorção em relação à forma livre fornecida, e consequentemente, um melhor aproveitamento energético (Levin, 1976).

O baixo valor de EMAn encontrado no presente ensaio para LAC evidencia a dificuldade de aves aproveitarem esse carboidrato devido à ausência da enzima lactase. Esse baixo, mas existente, aproveitamento da lactose é mantido durante

toda a fase de criação da ave e geralmente é associado a uma coincidência na especificidade da lactose por outras enzimas digestivas (Moran Jr., 1985), ou mesmo resultado da atividade microbiana sobre a lactose.

Apesar do alto valor energético da GLI, verifica-se que o coeficiente de metabolizabilidade foi significativamente menor ($P<0,05$) em relação ao AMA, sendo que o AMI e a SAC apresentaram valores intermediários.

Um alto valor de metabolizabilidade foi observado para o AMA até sete dias de idade, ressaltando a importância de se verificar os efeitos da utilização deste ingrediente sobre o desempenho e desenvolvimento dos órgãos em aves neonatas.

A partir dos valores encontrados nas tabelas brasileiras de composição de alimentos (Rostagno et al., 2000), pode-se calcular o coeficiente de metabolizabilidade de alguns dos ingredientes avaliados no presente experimento e verificar que o aproveitamento energético da glicose e sacarose na fase pré-inicial (Tabela 4) é menor que em aves adultas (98,4% e 95,7%, respectivamente). Por outro lado, para o amido de milho (Tabela 4), os valores são mais próximos aos da literatura (93,6%).

Esses resultados concordam com Mateos & Sell (1980), os quais observaram que a adição de açúcares simples na dieta pré-inicial promove uma taxa de passagem mais rápida por todo o TGI em relação a dietas com amido. Conseqüentemente, a digestibilidade de açúcares simples é menor que a do amido.

A diferença encontrada entre os valores determinados neste ensaio e os da literatura ressalta que as características metabólicas existentes em cada fase de desenvolvimento podem afetar o valor energético dos alimentos e consequentemente alterar o valor de energia metabolizável fornecido na dieta.

4.3.2 Experimento 2

Os valores médios dos tratamentos para as variáveis de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), uniformidade e viabilidade criatória na fase de um a sete dias de idade são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Desempenho de frangos de corte de 1 a 7 dias de idade alimentados com diferentes fontes de carboidrato

	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Uniformidade inicial (%)	Uniformidade 7 dias (%)	Viabilidade 1 a 7 dias (%)
TES	127,3	141,1 ^b	1,11	77,9	64,7	96,2
AMI	132,6	142,1 ^b	1,07	79,8	71,6	97,1
AMA	136,0	147,2 ^{ab}	1,08	81,7	69,6	97,1
GLI	141,8	157,5 ^a	1,11	74,0	73,1	97,1
SAC	134,7	149,4 ^{ab}	1,11	76,9	79,4	96,2
CV(%)	5,27	4,07	3,07	12,40	15,70	2,12

a, b. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

CV(%) = coeficiente de variação

Observou-se um efeito significativo ($P<0,05$) dos tratamentos somente sobre o consumo de ração das aves, sendo que as aves que receberam o carboidrato GLI tiveram um maior consumo em relação às aves dos tratamentos AMI e TES. O consumo de ração em aves durante a fase pré-inicial pode estar relacionada à capacidade de digestão da dieta de tal forma que esse consumo não exceda a capacidade digestiva (Noy & Sklan, 1995).

De maneira geral, foi observado um maior ganho de peso das aves alimentadas nessa fase com as diferentes fontes de carboidrato (AMA, AMI, GLI e SAC), em relação à testemunha, sendo que a maior diferença, apesar de também não significativa ($P>0,05$), foi de cerca de 14g/ave, ou 11%, entre o tratamento GLI e TES. Esse resultado pode ser explicado em função das diferenças no consumo de ração das aves, que foi significativo ($P<0,05$) para GLI. Apesar de diferença não significativa ($P>0,05$), os tratamentos AMI, AMA e SAC promoveram maior consumo de ração das aves em relação ao tratamento TES. A conversão alimentar das aves nesse período não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$).

Ao serem alojadas, as aves dos diferentes tratamentos apresentavam uniformidade semelhante ($\pm 80\%$), mas, apesar de não significativo ($P>0,05$),

verificaram-se diferenças, ao decorrer dos sete dias, sendo que os tratamentos AMA, TES e AMI prejudicaram em 12, 13 e 8%, respectivamente. O tratamento GLI manteve e SAC melhorou em cerca de 3% a uniformidade das aves nesse período. A viabilidade criatória de um a sete dias de idade das aves não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$).

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios de peso relativo do saco vitelino, proventrículo e moela aos um, quatro e sete dias de idade dos frangos dos diferentes tratamentos.

Tabela 6. Peso relativo (% do peso vivo) do saco vitelino, proventrículo e moela aos 1, 4 e 7 dias de idade para frangos alimentados com diferentes fontes de carboidrato na dieta pré-inicial

	Saco vitelino			Proventrículo			Moela		
	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias
TES	5,728	0,885	0,213	1,340	1,525	1,045	5,235	5,305	4,315
AMI	5,883	0,485	0,160	1,053	1,503	1,060	5,395	5,135	4,205
AMA	5,625	0,890	0,175	1,330	1,375	1,098	5,558	5,118	4,095
GLI	6,308	0,523	0,148	1,098	1,343	1,270	5,435	4,853	4,120
SAC	5,558	1,14	0,288	1,220	1,328	1,108	5,625	4,958	4,385
CV(%)	24,82	71,64	55,02	15,94	7,48	13,17	6,45	5,48	8,51

A absorção do saco vitelino das aves que receberam as diferentes fontes de carboidratos não diferiu significativamente ($P>0,10$). Entretanto, para o tratamento GLI verificou-se, após 24 horas de alimentação, um maior peso relativo do saco vitelino. Aos quatro e sete dias as aves dos tratamentos GLI e AMI apresentaram um menor peso relativo do saco vitelino, evidenciando uma maior absorção do conteúdo do mesmo nessa fase, enquanto que o tratamento com SAC prejudicou a absorção desse conteúdo pelas aves. O fato de não ter sido verificado diferenças significativas entre os tratamentos para essa variável deve estar relacionado ao alto valor do coeficiente de variação encontrado.

Considerando-se que as aves, ao serem alojadas, no presente experimento, apresentavam um saco vitelino de 10,23% do peso vivo (5,34g), observa-se uma rápida

absorção do conteúdo do saco já nas primeiras 24 horas (média de 5,82% do peso vivo ou 3,3g). Aos 4 dias de idade, o peso relativo do saco vitelino corresponde a menos de 1% do peso vivo da ave, exceto para as aves do tratamento SAC (1,14%). Essa absorção dos nutrientes do saco vitelino no intestino delgado é fundamental para o crescimento inicial da ave e serve como um estímulo ao desenvolvimento do TGI e, consequentemente, das funções de digestão e absorção (Iji et al., 2001a; Noy & Sklan, 1997).

O desenvolvimento do proventrículo das aves não sofreu influência ($P>0,10$) dos diferentes carboidratos fornecidos. Esse efeito não significativo não causa surpresa, uma vez que, o proventrículo, está mais relacionado à digestão protéica, sendo responsável apenas por uma pequena hidrólise química dos carboidratos a partir do HCl produzido. De maneira geral, o proventrículo das aves, no momento do alojamento, pesava 0,430g (0,824% do peso vivo), desenvolvendo-se mais em relação ao peso vivo das aves até os 4 dias de idade (1,41%).

Quanto à moela, considerada como o estômago mecânico das aves, poder-se-ia esperar uma pequena variação em função do tamanho de partículas das dietas (Krabbe, 2000), sendo que maiores quantidades de partículas finas, como AMI, AMA e GLI, exigiriam menor atividade de maceração e consequentemente menor peso relativo da moela. Entretanto não foi observado efeito de tratamento ($P>0,10$) sobre o peso relativo da moela aos um, quatro e sete dias de idade.

As aves apresentaram, no dia zero, a moela com peso de 4,93% do peso vivo (2,57g), sendo que se observa, considerando um peso médio entre os diferentes tratamentos, um desenvolvimento maior que o peso da ave nas primeiras 24 horas (5,45% do peso vivo), a partir de então, a moela continua a se desenvolver, mas em proporções menores que o peso vivo da ave.

Para o desenvolvimento do pâncreas das aves (Tabela 7) não foi observado efeito das diferentes fontes de carboidratos ($P>0,10$). O peso do pâncreas pode representar mudanças na capacidade digestiva da ave, devido à alta correlação entre o peso do mesmo com a atividade das enzimas digestivas pancreáticas (Corless & Sell, 1999). Em função disso, esperava-se uma redução no tamanho relativo desse órgão

das aves alimentadas com GLI, devido à presença de glicose disponível, sem necessidade de enzimas para o processo de digestão, além de um aumento do peso relativo do órgão das aves que receberam os tratamentos AMA e AMI, em função da maior concentração do carboidrato amido.

De maneira geral, o pâncreas apresentou um peso de 0,172% do peso vivo (0,090g) no dia de alojamento, aumentando em três vezes mais em relação ao peso da ave até os quatro dias de idade (0,51%), após esse período o crescimento do pâncreas acompanhou o crescimento da ave.

O pâncreas desenvolve-se rapidamente após a eclosão, enfatizando a importância deste órgão para as aves neonatas (Katanbaf et al., 1988). Nitsan et al. (1995) relatou que, durante a primeira semana de vida dos pintos de corte, o pâncreas aumenta quatro vezes e o fígado duas vezes mais do que o peso do corpo.

Tabela 7. Peso relativo (% do peso vivo) do pâncreas e fígado aos 1, 4 e 7 dias de idade para frangos alimentados com diferentes fontes de carboidrato na dieta pré-inicial

	Pâncreas			Fígado		
	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias
TES	0,315	0,465	0,480	3,875	5,615 ^{ab}	4,568
AMI	0,265	0,505	0,498	3,485	4,833 ^b	4,600
AMA	0,285	0,545	0,528	3,573	5,743 ^a	4,743
GLI	0,273	0,550	0,465	3,735	5,498 ^{ab}	5,170
SAC	0,228	0,498	0,495	3,705	5,315 ^{ab}	5,170
CV(%)	17,34	20,15	11,35	7,89	8,55	6,62

a, b. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,10$)

O fígado das aves (Tabela 7), do alojamento aos quatro dias de idade, independentemente dos tratamentos, aumentou de 2,78% (1,45g) para 5,40% do peso vivo, ou seja, cerca de duas vezes mais em proporção ao peso da ave.

Após 24 horas, não se observou efeito significativo ($P>0,10$) dos carboidratos sobre o peso relativo do fígado. Aos quatro dias de idade verificou-se que o

tratamento com AMA proporcionou maior peso relativo ($P<0,10$) desse órgão das aves em relação ao tratamento AMI.

Aos sete dias, apesar das diferenças não significativas ($P>0,10$), verifica-se um maior peso relativo do fígado das aves que foram alimentadas com alguma fonte de carboidrato. As aves que receberam os tratamentos com os carboidratos GLI e SAC apresentaram um valor 13% maior que as aves do tratamento somente com milho (TES). Essa diferença é superior ao valor de 6% de aumento, proposto por Guyton (1992), em relação ao quanto ocorre de hipertrofia hepática em função da deposição de glicogênio.

Os resultados médios do desenvolvimento do intestino delgado aos um, quatro e sete dias de idade das aves em função das diferentes fontes de carboidrato fornecidas são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Peso relativo (% do peso vivo), comprimento (cm) e densidade (mg/cm) do intestino delgado aos 1, 4 e 7 dias de idade para frangos alimentados com diferentes fontes de carboidrato na dieta pré-inicial

	Peso relativo (% PV)			Comprimento (cm)			Densidade (mg/cm)		
	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias
TES	2,96	4,46 ^{ab}	4,54	53,00	80,00	96,50	32,50	60,00	82,50
AMI	3,16	5,12 ^a	4,61	50,25	80,63	93,13	35,00	70,00	87,50
AMA	3,07	4,52 ^{ab}	4,53	52,25	78,25	96,50	35,00	57,50	87,50
GLI	3,11	4,20 ^b	4,72	51,38	76,38	99,38	35,00	57,50	90,00
SAC	3,80	4,45 ^{ab}	4,81	51,13	80,63	99,50	40,00	62,50	87,50
CV(%)	19,83	9,82	11,72	6,91	5,14	7,59	17,44	12,06	9,84

a, b. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,10$)

Não houve efeito de tratamento ($P>0,10$) sobre o peso relativo do intestino delgado (ID) aos um e sete dias de idade. Aos quatro dias, as aves do tratamento AMI apresentaram maior peso do ID em relação às aves do tratamento GLI.

Considerando-se um valor médio do peso relativo do ID dos tratamentos que receberam algum tipo de carboidrato (AMI, AMA, GLI e SAC), observou-se sempre um maior peso relativo do ID das aves submetidas a esses tratamentos em relação ao tratamento TES.

No momento do alojamento, as aves apresentaram um ID com peso de 2,64% do peso vivo (1,38g), sendo que esse órgão aumentou pouco menos de duas vezes em relação ao peso da ave até os sete dias de idade (4,64%). Em termos de peso bruto, esse aumento correspondeu a cerca de 600%, concordando com os relatos de Noy et al. (2001), que observaram que com o estímulo do fornecimento de alimento foi verificado que o peso do intestino delgado pode aumentar em até cerca de 600% dentro dos primeiros sete dias.

Em relação ao comprimento do ID das aves, não se verificou efeito significativo ($P>0,10$) dos tratamentos nas diferentes idades. Apesar das diferenças não estatísticas, aos sete dias de idade verifica-se um comprimento do ID das aves maior em cerca de 3 cm dos tratamentos SAC e GLI em relação aos outros tratamentos.

Observou-se um rápido crescimento em tamanho do ID das aves nessa fase de criação, partindo de cerca de 39cm, ao alojamento, até cerca de 97cm aos sete dias de idade, ou seja, um aumento de mais de duas vezes o tamanho inicial. Essa medida do comprimento do ID aos sete dias corresponde a cerca de 2/3 do comprimento final aos 42 dias desse órgão (Sorbara, 2003), ressaltando a importância desse desenvolvimento inicial.

O comprimento do intestino delgado aumenta durante a primeira semana mesmo quando a ave não recebe alimento, mas, para o desenvolvimento das vilosidades, a alimentação é essencial (Baranyiovä & Holman, 1976). Entretanto, também não foi observado efeito significativo ($P>0,10$) dos tratamentos sobre a densidade, ou seja, a relação peso:comprimento do ID.

A densidade aumentou muito do primeiro (média de 35,5mg/cm) ao sétimo dia de vida da ave (média de 87mg/cm), resultado indireto do crescimento da mucosa intestinal, onde maiores densidades do intestino podem representar um desenvolvimento em altura e diâmetro das vilosidades (Corless & Sell, 1999; Uni et al., 1998), e consequentemente aumento da capacidade digestiva e absorptiva.

Além do desenvolvimento das vilosidades, vários fatores podem estar contribuindo para o aumento da densidade do ID com o passar da idade: a quantidade de muco depositada, que pode ser influenciada pela composição da dieta; o estímulo para o

desenvolvimento, influenciado pelo tempo de jejum inicial e pela maior ou menor disponibilidade de substrato para digestão e absorção; e ainda as características da dieta fornecida, que, quanto menos ou mais abrasiva, menor ou maior necessidade de turnover celular da membrana.

A ingestão de alimento, bem como as propriedades químicas dos nutrientes presentes no lúmen intestinal, são consideradas como um estímulo ao desenvolvimento da mucosa intestinal (Maiorka, 2001).

Acredita-se que o aumento no comprimento do intestino delgado e na área de superfície da mucosa com a idade é também uma estratégia para compensar a perda de atividade enzimática por célula ou por unidade de superfície da mucosa intestinal, que ocorre com o passar da idade da ave. Em idades mais avançadas, as vilosidades se estendem para sustentar uma alta atividade total das enzimas em relação aos pequenos vilos de aves jovens (Iji et al., 2001b).

Os valores médios dos tratamentos para as variáveis de desempenho, uniformidade e viabilidade criatória na fase de oito a 21 dias de idade são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade alimentados com diferentes fontes de carboidrato na fase pré-inicial

	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Uniformidade 21 dias (%)	Viabilidade 8 a 21 dias (%)
TES	611,3	877,6	1,41	62,78	99,69
AMI	614,4	869,6	1,40	65,53	100
AMA	638,3	934,6	1,47	84,09	100
GLI	626,6	905,2	1,46	76,69	99,63
SAC	604,2	893,9	1,43	59,04	100
CV(%)	4,56	4,32	3,61	24,13	0,44

De maneira geral, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para o desempenho e viabilidade criatória das aves durante o período de oito a

21 dias de idade. Entretanto, observou-se uma diferença numérica no ganho de peso das aves dos tratamentos AMA e GLI, sendo 27 e 15g/ave superiores ao tratamento TES.

O peso vivo das aves aos 21 dias foi 822, 816, 795 e 787g para os tratamentos AMA, GLI, AMI e SAC, respectivamente. Todos estes valores, foram numericamente superiores ao das aves do tratamento TES (785g) na mesma idade, evidenciando um efeito benéfico das fontes de carboidrato, especialmente AMA e GLI.

Apesar dos efeitos não significativos ($P>0,05$) entre os tratamentos aos sete e 21 dias, verificou-se que a uniformidade nesse período melhorou em 15 e 3% para as aves dos tratamentos AMA e GLI, respectivamente; manteve-se para o tratamento TES; e piorou em 6 e 20% para os tratamentos AMI e SAC. Vale salientar que valores maiores de uniformidade das aves podem contribuir com maiores facilidades de manejo e redução nas perdas de aves por refugagem.

Algumas estratégias devem ser estudadas para um melhor aproveitamento dos efeitos benéficos dos carboidratos na fase pré-inicial, assim como a avaliação em condições práticas sobre piso e também a associação desses ingredientes com fontes de proteína de melhor qualidade.

4.4 Conclusões

Os valores da energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio determinado para frangos de corte na fase pré-inicial foram 3.269; 3.690; 3.427; 1.225 e 3.524 kcal/kg (na matéria natural) para o amido de milho, amido de mandioca, glicose, lactose e sacarose, respectivamente.

O desempenho e desenvolvimento do trato gastrintestinal, de maneira geral, não foram influenciados pelos diferentes tratamentos nas diferentes fases de criação. Apenas o consumo de ração das aves foi aumentado pelo fornecimento de carboidratos na dieta pré-inicial, o que contribuiu para um pequeno aumento no peso vivo das aves.

5 DIFERENTES FONTES DE PROTEÍNA NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE

Resumo

O objetivo deste estudo foi determinar o valor de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de ingredientes protéicos alternativos para frangos de corte na fase pré-inicial, e avaliar os efeitos da utilização desses ingredientes na primeira semana de vida de frangos sobre o desempenho e o desenvolvimento do trato gastrintestinal (TGI). No ensaio de metabolismo, 288 aves, de quatro a sete dias de idade, foram distribuídas por seis tratamentos (uma dieta referência e cinco dietas com inclusão dos ingredientes teste) e quatro repetições de 12 aves. Os ingredientes foram: isolado protéico de soja (IS), ovo em pó (OP), plasma sanguíneo (PS), farelo de glúten de milho (GM) e levedura seca (LS). Na avaliação do desempenho e do TGI, 624 aves foram alojadas em baterias com seis tratamentos e quatro repetições de 26 aves. Os tratamentos consistiram em: 1- dieta de milho e farelo de soja, 2- dieta de milho e farelo de soja + IS, 3- dieta de milho e farelo de soja + OP, 4- dieta de milho e farelo de soja + PS, 5- dieta de milho e farelo de soja + GM e 6- dieta de milho e farelo de soja + LS. As aves foram submetidas aos tratamentos de um a sete dias de idade. Aos um, quatro e sete dias de idade aves foram abatidas para mensurar os órgãos do TGI. A EMAn dos ingredientes foi 2.110, 5.095, 3.831, 3.374 e 2.037 kcal/kg (na matéria natural) para IS, OP, PS, GM e LS, respectivamente. De maneira geral, o desempenho das aves de um a sete dias de idade foi afetado pelos diferentes tratamentos, mas de oito a 21 dias esse efeito dos tratamentos foi diluído. As diferentes fontes de proteína afetaram o desenvolvimento do TGI, mas esses efeitos não explicam o desempenho das aves.

Summary

Different Sources of Protein in the Diet of Newly Hatched Chicks

The objective of this work was determine the N-corrected apparent metabolizable energy (EMAn) of alternative protein ingredients for newly hatched chicks, and to evaluate the effects of the utilization of these ingredients in the first week broilers feed, on the performance and gastrointestinal tract (TGI) development. In the metabolism trial, 288 male chicks from four to seven days were allotted to a completely randomized design with six treatments (a reference diet and five diets with inclusion of the test ingredients) and four replicates of 12 birds. The ingredients evaluated were: isolated soy protein (IS), dried whole eggs (OP), blood plasma (PS), corn gluten meal (GM) and dried sugar cane yeast (LS). To evaluate the performance and TGI, 624 birds were allotted in brooder batteries with six treatments and four replicates of 26 birds. The treatments were: 1- corn and soybean meal diet, 2- corn and soybean meal diet + IS, 3- corn and soybean meal diet + OP, 4- corn and soybean meal diet + PS, 5- corn and soybean meal diet + GM and 6- corn and soybean meal diet + LS. The birds received the treatments only from one to seven days. In the first, fourth and seventh days birds were slaughtered to evaluate the TGI organs. The EMAn of the ingredients determined for chicks in the first week were 2,110; 5,095; 3,831; 3,374 and 2,037 kcal/kg (as-fed basis) for IS, OP, PS, GM and LS, respectively. In general, the performance of the birds from one to seven days was affected by the different treatments, but from eight to 21 days this treatment effect was diluted. The different protein sources affected the TGI development, but these effects did not explain the broiler performance.

5.1 Introdução

Cerca de 20% da proteína residual do saco vitelino é representada pelas imunoglobulinas maternas, ficando evidente que o uso de proteínas do saco vitelino para fins nutricionais priva o pinto da proteção de anticorpos (Dibner, 1996). Com isso, os

componentes residuais do saco vitelino não devem ser utilizados como fonte de energia e aminoácidos, uma vez que oferecem ao neonato macromoléculas com funções mais valiosas quando não metabolizadas (Maiorka, 2001).

Assim, com o objetivo de dar suporte ao seu crescimento, as aves necessitam adquirir rápida capacidade de absorver nutrientes externos (Jin et al., 1998). Iji et al. (2001a) comentaram que a entrada de nutrientes do saco vitelino e da dieta exógena no intestino delgado serve como um estímulo ao crescimento e desenvolvimento do trato gastrintestinal (TDI) e, consequentemente, das funções de digestão e absorção.

O TDI das aves se encontra imaturo durante a fase embrionária e, na fase pós-eclosão, seus diferentes segmentos sofrem sensíveis alterações morfológicas e fisiológicas que preparam a ave para o consumo e utilização de alimentos. A capacidade de digestão e absorção de proteínas sofre adaptações marcantes no período pós-eclosão, sendo que as pesquisas indicam que esses processos são influenciados pelo nível de alimentação e a composição da dieta (Corring, 1980).

Durante esse período de desenvolvimento e amadurecimento do TDI, o aproveitamento de nutrientes em geral pode ser reduzido, principalmente durante os primeiros 7 a 10 dias pós-eclosão (Uni et al., 1995). Essa deficiência no aproveitamento dos nutrientes pelas aves na fase pré-inicial parece levar a um decréscimo dos valores de energia metabolizável (EM) das dietas. Corless & Sell (1999) relataram que valores de energia metabolizável de dietas aos quatro, sete e 14 dias de idade foram bem inferiores aos valores calculados com base no valor apresentado para os ingredientes da dieta no NRC (1994).

Hoje em dia é indiscutível a importância do farelo de soja como fonte protéica para frangos de corte, entretanto a presença de fatores antinutricionais, como os oligossacarídeos rafinose e estaquiose (Parsons et al., 2000), associados à imaturidade do sistema digestório na fase pré-inicial (Iji et al., 2001a; Noy et al., 2001; Uni et al., 2000; Corless & Sell, 1999; Dibner, 1996; Baranyiová & Holman, 1976), reduzem ainda mais a digestibilidade e disponibilidade de energia deste ingrediente nessa fase.

Tanto a EM quanto a digestibilidade dos nutrientes de dietas milho-farelo de soja para pintos aumentam de 0 a 21 dias de idade; essa diferença foi atribuída principalmente a mudanças no aproveitamento de nutrientes do farelo de soja (Batal & Parsons, 2003).

Algumas fontes protéicas, como isolado protéico de soja (IS), ovo em pó (OP), plasma sanguíneo (PS), glúten de milho ou protenose (GM) e levedura seca (LS) em função de suas características, poderiam ser utilizadas na fase pré-inicial, em busca de uma maior digestibilidade da dieta, bem como de propriedades nutricionais que podem de certa forma contribuir com o desenvolvimento neonatal da ave.

Dentre as características principais desses ingredientes podemos citar ausência de fatores antinutricionais do isolado protéico de soja, resultado do processamento do farelo de soja descascado, promovendo a remoção da maioria dos componentes não protéicos e solúveis em água (Goldflus, 2001), assim como dos carboidratos solúveis, principalmente os oligossacarídeos (Batal & Parsons, 2003).

O ovo em pó é considerado uma fonte de proteína animal de excelente qualidade, de alto valor biológico e distribuição balanceada de vitaminas e minerais (Egg Products, 2000), bem como apresenta altos níveis de energia e aminoácidos essenciais (Junqueira et al., 2001), além de alto teor de imunoglobulinas (Figueiredo, 2002).

No caso do plasma sanguíneo desidratado vale a pena avaliar seus efeitos, uma vez que, além de alta concentração de proteína animal, também contém altos níveis de imunoglobulinas que podem trazer benefícios ao desempenho das aves (Dudley-Cash, 2002), como já verificado em suínos.

Segundo Butolo (2002) a protenose é resultado do processamento do milho após remoção da maior parte do amido, gérmen e porções fibrosas, concentrando o teor protéico em torno de 60%.

Enquanto que a levedura seca é um produto obtido da sangria do leite de levedura no processo de fermentação etanólica, após termólise e secagem em condições definidas, contendo cerca de 33% de proteína bruta (Butolo, 2002).

Entretanto, poucos estudos foram desenvolvidos para avaliar esse tipo de ingredientes na fase pré-inicial quanto a sua contribuição em energia metabolizável para as aves, bem como seus efeitos sobre o desempenho em frangos de corte.

Em função das evidências de importância da qualidade da proteína da dieta para o desenvolvimento total da ave, conhecendo-se as características inerentes a ave em relação ao desenvolvimento após a eclosão e sabendo-se da habilidade que os embriões possuem de absorver aminoácidos através do trato gastrintestinal mesmo antes da eclosão, justifica-se o estudo dos efeitos de diferentes fontes de proteína na alimentação pré-inicial.

O presente trabalho teve como objetivo determinar o valor de energia metabolizável de alguns ingredientes protéicos alternativos de um a sete dias de idade, bem como a utilização destes diferentes ingredientes como fonte de proteína em dietas pré-iniciais, sobre o desenvolvimento inicial de órgãos do trato gastrintestinal e desempenho das aves.

5.2 Material e Métodos

Dois experimentos foram realizados com pintos de corte em sala climatizada do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ / USP, Piracicaba, sendo avaliados cinco ingredientes alternativos como fontes de proteína: o isolado protéico de soja¹ (IS), ovo em pó² (OP), plasma sanguíneo³ (PS), farelo de glúten de milho - 60%⁴ (GM) e a levedura seca⁵ (LS).

¹ Ardex® AF 066-960 (ADM Company)

² Ovo Desidratado por “Spray-dried” (Sohovos Industrial Ltda)

³ AP-920 (APC – American Protein Corporation)

⁴ Proteneose®(Corn Products Brasil)

⁵ Levedura seca de cana (Usina São Martinho)

5.2.1 Experimento 1

Foi realizado um ensaio de metabolismo utilizando-se 288 pintos de corte machos (marca comercial AgRoss) de um a sete dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado por seis tratamentos e quatro repetições de 12 aves cada, alojados em baterias com aquecimento automático; sob o piso de arame havia bandejas revestidas com plástico, adequadas para coleta de excretas.

Os tratamentos consistiram em uma dieta de referência baseada em milho e farelo de soja e cinco dietas com 80% de dieta de referência e 20% dos ingredientes-teste (IS, OP, PS, GM e LS).

A dieta de referência, fornecida foi formulada de acordo com os níveis nutricionais propostos por Rostagno et al. (2000) (Tabela1).

O período de um a três dias de vida das aves foi considerado como fase de adaptação às instalações e dietas experimentais. Durante o intervalo de quatro a sete dias de idade foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, sendo registrada as quantidades da dieta ingerida e excreta produzida.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, identificadas e mantidas congeladas, sendo posteriormente descongeladas e homogeneizadas. Depois de retirada de amostras representativas para cada repetição, as mesmas foram pré-secas em estufa com circulação de ar a 55°C por 72 horas e preparadas para análises posteriores segundo metodologia proposta por Silva (1990). Amostras dos ingredientes, dietas experimentais e excretas foram submetidas a determinações da matéria seca, nitrogênio, extrato etéreo e energia bruta.

Os resultados obtidos nas análises para a dieta ingerida e excreta produzida foram utilizados para determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das dietas experimentais segundo proposto por Matterson et al. (1965). Com os valores de EMAn determinados para as dietas experimentais foi possível, então, calcular os valores de EMAn de cada ingrediente teste, sendo:

$$\text{EMAn ing.} = \frac{\text{EMAn ref.} + (\text{EMAn teste} - \text{EMAn ref.})}{(\% \text{ substituição} / 100)}$$

Onde:

EMAn – energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio calculada (kcal/kg)

ing. – ingrediente testado

ref. – dieta referência

teste – dieta basal + ingrediente teste

% substituição – nível de substituição da dieta basal pelo ingrediente teste

Considerando-se os valores de energia bruta (EB) e a EMAn dos ingredientes foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB = EMAn/EB x 100).

5.2.2 Experimento 2

Foram utilizados 624 pintos de corte machos de um dia de idade (marca comercial AgRoss) provenientes de matrizes com 62 semanas de idade, alojados em baterias com aquecimento automático, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado por seis tratamentos e quatro repetições de 26 aves.

Os tratamentos foram aplicados de um a sete dias, sendo que no período subsequente (oito a 21 dias), as aves tiveram acesso a uma dieta basal padrão (Tabela 1). Os tratamentos consistiram em: 1 - dieta milho e farelo de soja (testemunha), 2 - dieta milho e farelo de soja + IS, 3 - dieta milho e farelo de soja + OP, 4 - dieta milho e farelo de soja + PS, 5 - dieta milho e farelo de soja + GM, 6 - dieta milho e farelo de soja + LS.

As dietas experimentais fornecidas nos experimentos para avaliação dos ingredientes como fonte de proteínas na fase pré-inicial (Tabela 2) foram formuladas para atender as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2000), sendo apenas ajustados os valores de EM para a fase de 2950 para 2800 kcal/kg. Esse ajuste foi considerado aplicando-se os valores de EMAn determinados para o milho e farelo de soja na fase pré-inicial (Menten et al., 2002).

Na formulação das dietas contendo os ingredientes protéicos, além do valor de energia metabolizável determinado no Experimento 1, foi considerado o teor de proteína bruta analisado do ingrediente, de forma que o mesmo participou na dieta contribuindo com 20% do valor de proteína bruta total.

Nos períodos de um a sete e oito a 21 dias foram controlados o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória. No primeiro, sétimo e 21º dia de idade, as aves foram pesadas individualmente para o cálculo de uniformidade da parcela, considerando como uniformidade a porcentagem de aves com peso dentro da faixa de $\pm 10\%$ do peso médio da parcela. Aos um, quatro e sete dias de idade foram retiradas, aleatoriamente, duas aves por parcela para avaliação do peso relativo dos órgãos e comprimento do trato gastrintestinal. As aves foram abatidas por deslocamento cervical e os órgãos retirados para mensurações. Foram determinados o peso relativo (% do peso vivo) do saco vitelino residual, proventrículo, moela, pâncreas, fígado e o peso vazio relativo (% do peso vivo), comprimento (cm) e densidade (mg/cm) do intestino delgado.

5.2.3 Análises Estatísticas

Os coeficientes de metabolizabilidade dos ingredientes avaliados, os resultados de desempenho e desenvolvimento dos órgãos do trato gastrintestinal foram submetidos à análise de variância pelo PROC GLM (General Linear Models) do programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 1996). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais das dietas fornecidas às aves na fase pré-inicial (Experimento 1) e inicial (Experimento 2)

Ingredientes (%)	Pré-inicial - 1 a 7 dias (Experimento 1)	Inicial - 8 a 21 dias (Experimento 2)
Milho	57,30	62,60
Farelo de soja	36,75	32,50
Fosfato bicálcico	1,89	1,76
Calcário calcítico	1,00	1,12
Sal	0,50	0,40
DL-Metionina	0,21	0,17
L-lisina.HCl	0,18	0,20
Cloreto de colina - 60%	0,05	0,05
Óleo vegetal	1,92	1,12
Supl. Vitamínico ¹	0,10	0,08
Supl. Mineral ²	0,10	0,10
Composição calculada		
EM (kcal/kg)	2.950	3.050
PB (%)	21,915	21,220
Metionina (%)	0,542	0,491
Met. + cis. (%)	0,926	0,853
Lisina (%)	1,307	1,260
Arginina (%)	1,453	1,362
Treonina (%)	0,843	0,818
Triptofano (%)	0,273	0,252
Fósforo disp. (%)	0,466	0,448
Cálcio (%)	0,988	0,955

1. Quantidade por kg de produto: vit. A, 10.000.000 UI; vit. D₃, 2.000.000 UI; vit. E, 12,5 g; vit. K₃, 2,5 g; Tiamina, 2,4 g; Riboflavina, 6,0 g; Piridoxina, 3,2 g; vit. B₁₂, 12 mg; ácido fólico, 1,0 g; pantotenato de Ca, 12,5 g; niacina, 30 g; selênio, 0,2 g; BHT, 15 g.

2. Quantidade por kg de produto: manganês, 65 g; cobre, 12 g; zinco, 50 g; ferro, 40 g; iodo, 1 g.

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais das dietas experimentais fornecidas às aves na fase pré-inicial para avaliação dos ingredientes fontes de proteína (Experimento 2)

Ingredientes	Testemunha	Isolado Protéico de Soja	Ovo em pó	Plasma Sanguíneo	Glúten de milho	Levedura
Milho ¹	61,19	67,29	57,68	64,91	63,27	54,10
Farelo de soja ¹	33,57	23,06	25,38	23,74	23,19	25,89
Alimento teste	-	5,35	8,03	5,59	7,30	13,65
Fosf. bicálcico	1,86	1,89	1,73	1,90	1,91	1,76
Calcário	1,04	1,08	1,19	1,06	1,08	1,07
Óleo vegetal	1,29	0,26	-	-	-	2,60
Sal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,18	0,19	0,04	0,20	0,17	0,16
L-lisina.HCl	0,22	0,23	0,10	0,07	0,46	0,09
Cloreto Colina 60%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Arginina	-	-	-	0,02	0,15	0,03
L-Treonina	-	-	-	-	0,04	-
Supl. Vitamín. ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Supl. Mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte	-	-	5,20	1,85	1,79	-
Composição calculada						
EM (kcal/kg) ⁴	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PB (%)	21,915	21,915	21,915	21,915	21,915	21,915
Metionina (%)	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507
Met. + cis. (%)	0,874	0,874	0,906	0,938	0,850	0,821
Lisina (%)	1,307	1,307	1,307	1,307	1,307	1,307
Arginina (%)	1,393	1,426	1,367	1,328	1,328	1,328
Treonina (%)	0,833	0,825	0,883	0,962	0,823	0,926
Triptofano (%)	0,258	0,250	0,249	0,263	0,212	0,274
P disp. (%)	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466
Ca (%)	0,988	0,988	0,988	0,988	0,988	0,988

1. Composição em EM ajustado para a fase segundo proposto por Menten et al. (2002).

2. Fornecendo por kg de dieta: vit. A, 10.000 UI; vit. D3, 2.000 UI; vit. E, 12,5 mg; vit. K3, 2,5 mg; Tiamina, 2,4 mg; Riboflavina, 6,0 mg; Piridoxina, 3,2 mg; vit. B12, 0,012 mg; ácido fólico, 1,0 mg; pantotenato de Ca, 12,5 mg; niacina, 30 mg; selênio, 0,2 mg; BHT, 15 mg.

3. Fornecendo por kg de dieta: manganês, 65 mg; cobre, 12 mg; zinco, 50 mg; ferro, 40 mg; iodo, 1 mg.

4. Valor ajustado de EM para a fase segundo proposto por Menten et al. (2002).

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Experimento 1

Os valores da composição em matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos ingredientes avaliados no ensaio são apresentados na Tabela 3. Os valores determinados são coerentes com os valores encontrados em tabelas nutricionais e com a composição indicada pelos fornecedores dos ingredientes.

Tabela 3. Valores determinados de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos ingredientes*

Ingredientes	MS (%)	EB (kcal/kg)	PB (%)	EE (%)
IS	98,96	4.738	81,86	0,47
OP	99,24	5.907	54,62	14,00
PS	97,26	4.730	78,44	0,48
GM	94,89	5.111	60,07	0,95
LS	93,87	4.077	32,12	0,01

* Valores expressos na matéria natural.

Na Tabela 4 são apresentados os valores calculados de EMAn e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) dos ingredientes avaliados no ensaio de metabolismo, além de valores de EMA descritos na literatura. Verifica-se que os valores de EMAn dos ingredientes, para pintos de um a sete dias de idade, foram diferentes dos apresentados na literatura (NRC, 1994; Rostagno et. al., 2000; D'agostini et al., 2001; Harmon et al., 2001). Essa diferença já era esperada, e se justifica, pois a literatura se refere a ingredientes avaliados com aves em outras fases de criação.

Os ingredientes de origem animal (OP e PS) apresentaram valores de EMAn superiores, enquanto os ingredientes de origem vegetal (IS, GM e LS) apresentaram valores inferiores ou semelhantes aos valores encontrados na literatura.

Tabela 4. Valores calculados e seus respectivos desvios-padrão para a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) dos ingredientes avaliados no ensaio experimental

Ingrediente	EMAn ¹ (kcal/kg MS)	EMAn ² (kcal/kg MN)	Metabolizabilidade (%)	EMAn literatura ³ (kcal/kg MN)
IS	2.132 ± 278	2.110 ± 276	44,54 ± 5,82 ^c	-
OP	5.134 ± 270	5.095 ± 268	86,26 ± 4,54 ^a	4.700
PS	3.939 ± 64	3.831 ± 63	80,99 ± 1,32 ^a	3.474
GM	3.556 ± 220	3.374 ± 209	66,02 ± 4,08 ^b	3.720 – 3.775
LS	2.170 ± 212	2.037 ± 199	49,97 ± 4,89 ^c	1.990 – 2.536

a,b,c. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de tukey ($P<0,05$).

1. MS = na matéria seca

2. MN = na matéria natural

3. NRC (1994), Rostagno et al. (2000), D'agostini et al. (2001) e Harmon et al. (2001).

Um maior valor de CMEB também é observado para as fontes protéicas de origem animal ($P<0,05$), sendo 86,26 e 80,99%, para o OP e PS, respectivamente. Esses resultados podem estar evidenciando a maior facilidade de aproveitamento de ingredientes de origem animal, talvez devido ao perfil dos nutrientes presentes que podem estar mais semelhantes ao perfil de nutrientes encontrados no saco vitelino, minimizando a necessidade de adaptação do trato gastrintestinal imaturo, para metabolização dos nutrientes.

A proteína do ovo é rica em imunoglobulinas, mais especificamente gamaglobulinas (Figueiredo, 2002), sendo que a principal fração protéica do saco vitelino residual é composta de imunoglobulinas maternas (Dibner, 1996). O plasma sanguíneo também é rico em imunoglobulinas e essa fração apresenta funções biológicas importantes, principalmente para leitões na fase de desmame (Campbell et al, 1998).

Os CMEB dos ingredientes de origem vegetal foram inferiores ($P<0,05$) em relação aos das fontes de proteína animal. Os menores valores observados de 44,54 e 49,97% para o IS e LS, respectivamente, são indicativos que o processamento da soja, responsável pela retirada dos oligossacarídeos não foi suficiente para melhorar a digestibilidade da energia do IS, e que a LS não possui uma composição que favoreça o

aproveitamento energético para pintos na primeira semana. Dentre as fontes de origem vegetal, o GM apresentou melhor metabolizabilidade (66,02%), resultado provável da presença residual de amido e gérmen provenientes do processamento do milho.

Essas diferenças encontradas entre valores de EMA_n calculados no ensaio e da literatura, bem como no aproveitamento energético (CMEB) do ingrediente estão relacionadas principalmente à imaturidade do sistema digestório, promovendo modificações na capacidade digestiva e absorptiva da ave, evidenciando que as características metabólicas existentes em cada fase de desenvolvimento podem afetar o valor energético dos alimentos e, consequentemente, alterar o valor de energia metabolizável fornecido na dieta.

A determinação da EMA_n desses ingredientes visa uma formulação mais precisa e adequada para a fase pré-inicial das aves, uma vez que, segundo Nir (1998), os valores de EMA_n de alimentos encontrados em tabelas da literatura estão acima dos valores corretos para pintos na primeira semana.

5.3.2 Experimento 2

Na Tabela 5 observa-se que a fonte de proteína promoveu alterações significativas ($P<0,05$) no consumo de ração das aves de um a sete dias de idade, sendo que a adição de LS resultou em maior consumo, não diferindo significativamente apenas do tratamento testemunha (TES). Em contrapartida, o tratamento com IS prejudicou o consumo de ração.

Verifica-se uma relação entre o tratamento com IS, que prejudicou o consumo de ração pelas aves, com as características de menor textura e maior pulverulência da dieta. Para o tratamento com LS, cuja dieta tinha como características maior textura e menor pulverulência, além de maior inclusão de óleo vegetal, verificou-se maior consumo de ração pelas aves (Tabela 2).

Essa variação no consumo de ração confirma os relatos apresentados por Shelton et al. (2003), que justificaram a menor ingestão de dietas pré-iniciais contendo

isolado protéico de soja pelas características observadas também no presente trabalho, afetando a aceitabilidade da mesma pelas aves.

Tabela 5. Desempenho de frangos de corte de 1 a 7 dias de idade alimentados com diferentes fontes de proteína

	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Uniformidade no alojamento (%)	Uniformidade 7 dias (%)	Viabilidade 1 a 7 dias (%)
TES	122,0	137,0 ^{ab}	1,12 ^b	81,73	73,21	100
IS	123,8	124,2 ^c	1,01 ^a	78,85	75,00	100
OP	112,2	125,4 ^{bc}	1,12 ^b	79,81	60,30	98,21
PS	122,5	128,0 ^{bc}	1,05 ^a	79,81	75,00	100
GM	115,7	130,2 ^{bc}	1,13 ^b	76,93	64,29	100
LS	119,7	144,2 ^a	1,21 ^c	75,97	58,93	100
CV(%)	5,27	4,03	2,44	12,49	18,81	1,46

a, b, c. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

A alteração no consumo de ração associada à resposta de ganho de peso semelhante entre os tratamentos promoveu diferenças significativas ($P<0,05$) na conversão alimentar, sendo que as aves que receberam os tratamentos com IS e PS apresentaram uma melhora, enquanto que o tratamento com levedura prejudicou a conversão alimentar das aves. As dietas com farelo de soja (TES), GM e OP resultaram em uma conversão alimentar intermediária para as aves.

Uma pior conversão alimentar e menor ganho de peso de aves alimentadas com 20% de ovo em pó na fase pré-inicial foi observado por Junqueira et al. (2001). Segundo os mesmos autores essa resposta se deve à presença de uma glicoproteína (avidina) presente na clara do ovo, a qual se complexa com a biotina, impedindo sua absorção, prejudicando dessa forma o metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas, uma vez que a biotina está envolvida nessas reações metabólicas.

Considerando que as dietas experimentais foram isonutritivas, entretanto formuladas para atender as exigências das aves em proteína bruta, pode-se relacionar a diferença na conversão alimentar com a digestibilidade da proteína (dados não avaliados), uma vez que se espera maior digestibilidade da proteína de ingredientes como o plasma sanguíneo e o isolado protéico de soja.

Batal & Parsons et al. (2003) destacaram uma maior digestibilidade da proteína do isolado protéico de soja, entretanto, verificaram pior desempenho das aves alimentadas com esse ingrediente em relação ao farelo de soja, mas atribuíram esse efeito a um desbalanço de aminoácidos da dieta fornecida.

As diferenças encontradas na conversão alimentar podem estar ligadas a limitação da capacidade digestiva, uma vez que pintos de corte apresentam uma correlação negativa entre ingestão alimentar e digestibilidade dos nutrientes durante a primeira semana de vida (Nir, 1998). Isto justifica o emprego de ingredientes de alta digestibilidade nas rações pré-iniciais.

Ao serem alojadas, as aves dos diferentes tratamentos, apresentavam uniformidade semelhante ($\pm 79\%$), e aos sete dias de idade não se verificou efeito significativo ($P>0,05$) das diferentes fontes protéicas sobre essa variável. De maneira geral, todos os tratamentos prejudicaram a uniformidade das aves na primeira semana, sendo que os tratamentos OP e LS prejudicaram em maiores proporções (19 e 17%, respectivamente); os tratamentos IS e OS em menores proporções (4 e 5%, respectivamente), enquanto que o tratamento GM prejudicou a uniformidade (12%) em proporção semelhante ao tratamento TES (9%).

Verifica-se na Tabela 6 que a absorção do saco vitelino apresentou diferença significativa ($P<0,10$) 24 horas após o fornecimento das dietas, sendo que os tratamentos com GM e OP prejudicaram, enquanto que o PS estimulou a absorção do mesmo. O fato de o OP ter prejudicado a absorção do saco vitelino nessas primeiras 24 horas pode ser reflexo da presença de nutrientes semelhantes em ambos, enquanto que a maior absorção apresentada pelas aves do tratamento com PS pode estar relacionada ao baixo consumo de ração nesse primeiro dia de vida da ave (dados não apresentados),

fazendo com que as aves absorvessem o conteúdo do saco vitelino em busca de nutrientes. Aos quatro e sete dias não se verifica efeito significativo dos tratamentos sobre o órgão.

Tabela 6. Peso relativo (%) do peso vivo) do saco vitelino, proventrículo e moela aos 1, 4 e 7 dias de idade para frangos alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial

	Saco vitelino			Proventrículo			Moela		
	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias
TES	6,275 ^{ab}	0,799	0,212	1,129	1,348	1,267 ^{ab}	5,600	5,416 ^a	4,825
IS	5,626 ^{ab}	0,569	0,154	1,079	1,267	1,033 ^b	5,506	5,237 ^{ab}	4,921
OP	7,659 ^a	0,730	0,184	1,014	1,368	1,101 ^{ab}	5,443	5,002 ^{ab}	4,391
PS	4,113 ^b	0,881	0,194	1,047	1,359	1,277 ^a	5,757	5,143 ^{ab}	4,543
GM	7,768 ^a	0,940	0,140	1,130	1,344	1,241 ^{ab}	5,400	4,866 ^b	4,762
LS	5,518 ^{ab}	0,579	0,187	1,151	1,381	1,168 ^{ab}	5,645	5,168 ^{ab}	4,482
CV(%)	28,69	53,22	39,93	11,94	8,79	10,02	6,81	4,78	5,96

a, b, c. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,10$)

De maneira geral, o saco vitelino foi absorvido rapidamente já no primeiro dia de vida, uma vez que, as aves foram alojadas contendo cerca de 13,7 % do peso vivo (PV) em saco vitelino, correspondendo a aproximadamente 6,5g. Com 24 horas de idade as aves continham somente cerca de 3,6g (6,2% do PV) de saco vitelino residual, o que foi quase que totalmente absorvido até o quarto dia (cerca de 0,75g); a absorção do saco vitelino de quatro a sete dias foi praticamente completa, cerca de 0,5g. Essa quantidade provavelmente não tem efeito nutricional, validando ainda mais os valores de EMan determinados no Experimento 1 para frangos nessa fase de criação.

Concordando, Iji et al. (2001a) concluíram que no sétimo dia de idade o peso do saco vitelino passa a representar menos de 1% do peso vivo da ave, e que a rápida absorção do conteúdo é considerada como fundamental nos primeiros dias de vida.

Noy & Sklan (1998b) comentaram que logo após a eclosão o saco vitelino corresponde a cerca de 20 a 25% do peso vivo de pintos de corte e 10 a 12% do peso vivo de perus. A diferença entre esse relato e os dados citados no presente trabalho está relacionada à absorção do saco vitelino no período de transporte dos pintos do incubatório até o galpão experimental.

O desenvolvimento do proventrículo acompanha o aumento do peso corporal das aves no decorrer da primeira semana (Tabela 6), com um dia de idade as aves apresentaram um peso relativo médio de cerca de 1,09%, atingindo um pico de 1,35% aos quatro dias e decresce a 1,18% aos sete dias. Somente no sétimo dia de idade foi verificado efeito significativo ($P<0,10$) dos tratamentos sobre o desenvolvimento desse órgão, sendo que o PS promoveu um maior desenvolvimento em relação ao IS. Como o proventrículo é responsável pela secreção de HCl e pepsinogênio, que iniciam a digestão protéica, poder-se-ia esperar uma variação no tamanho do órgão em função da quantidade de proteína ingerida, mas a variação do tamanho desse órgão não parece estar relacionada ao maior consumo de ração.

A moela das aves é considerada o estômago mecânico e variações em seu tamanho podem representar mudanças nas características físicas das dietas fornecidas. Entretanto, esse efeito não foi observado no presente experimento (Tabela 6), uma vez que aos um e sete dias de idade não se verifica alteração significativa no peso relativo desse órgão das aves entre os tratamentos. Somente aos quatro dias observam-se mudanças significativas ($P<0,10$), sendo que o tratamento testemunha promoveu maior peso relativo do órgão das aves em relação ao tratamento com GM, diferenças essas que provavelmente são resultados de variação entre os pintos.

De maneira geral, o desenvolvimento da moela apresentou uma característica diferente dos outros órgãos das aves nessa fase, uma vez que apresenta o maior peso relativo nos pintos no primeiro dia de vida (5,56%), superior aos demais órgãos do sistema digestório, e é o único que decresce em relação ao peso vivo da ave com o passar de um a sete dias de idade.

Entre os órgãos anexos do sistema digestório (Tabela 7), o pâncreas, que é responsável pela secreção de enzimas de grande importância para a digestão protéica, não sofreu influências significativas no seu desenvolvimento em função dos tratamentos durante a fase. Verificou-se que o tratamento com PS promoveu um aumento significativo no fígado ($P<0,10$) em relação ao tratamento com LS aos sete dias de idade, entretanto no primeiro e quarto dias não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 7. Peso relativo (%) do peso vivo) do pâncreas e fígado aos 1, 4 e 7 dias de idade para frangos alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial

	Pâncreas			Fígado		
	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias
TES	0,282	0,494	0,459	3,533	5,359	4,678 ^{ab}
IS	0,245	0,519	0,542	3,721	5,628	5,160 ^{ab}
OP	0,293	0,555	0,548	3,546	6,159	4,778 ^{ab}
PS	0,280	0,524	0,507	3,569	6,008	5,425 ^a
GM	0,289	0,556	0,543	3,569	5,722	5,345 ^{ab}
LS	0,338	0,541	0,536	3,757	5,287	4,438 ^b
CV(%)	24,63	11,72	12,82	10,64	9,09	9,85

a, b, c. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,10$)

De maneira geral o pâncreas e o fígado atingiram um pico de peso em relação ao peso vivo em torno de quatro dias de idade (0,532% e 5,694%, respectivamente). Uma máxima taxa de desenvolvimento foi verificada entre um e quatro dias, sendo que esses órgãos aumentaram em peso em quase duas vezes mais em relação ao peso do pinto.

Se considerarmos somente os tratamentos com inclusão de fontes de alta concentração de proteína (IS, OP, OS e GM), podemos observar que os pesos relativos do pâncreas e fígado foram numericamente sempre superiores ao tratamento TES. Esse maior desenvolvimento inicial ressalta a importância da adaptação da ave ao alimento ingerido e destaca uma maior qualidade da proteína fornecida, uma vez que

provavelmente a necessidade de enzimas e de uma maior atividade metabólica dos subprodutos da digestão protéica, estimulam o rápido desenvolvimento do pâncreas e fígado, respectivamente. Segundo Corless & Sell (1999), o peso do pâncreas pode representar mudanças na capacidade digestiva da ave, devido à alta correlação entre o peso do mesmo com a atividade das enzimas digestivas pancreáticas.

Entretanto, Nitsan et al. (1991) e Pinchasov & Noy (1993) comentaram que é mais provável que os fatores físicos do sistema gastrintestinal, como o tamanho e a área de superfície epitelial do intestino delgado, limitem mais o crescimento precoce do que a própria disponibilidade de enzimas.

As características de desenvolvimento do intestino delgado (ID) são apresentadas na Tabela 8. O peso relativo do ID vazio das aves alimentadas com PS foi significativamente menor ($P<0,10$) que das aves recebendo o tratamento com LS nas primeiras 24 horas. A adição de IS também reduziu o peso relativo do ID, entretanto o peso não diferiu significativamente dos demais. Aos quatro dias, apesar de efeitos não significativos, os tratamentos com fontes de alta concentração de proteína prejudicaram o desenvolvimento em peso do ID, sendo que aos sete dias de idade essa observação se torna significativa ($P<0,10$) quando se considerou o tratamento PS em relação ao TES.

Tabela 8. Peso relativo (% do peso vivo), comprimento (cm) e densidade (mg/cm) do intestino delgado aos 1, 4 e 7 dias de idade para frangos alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial

	Peso relativo (% PV)			Comprimento (cm)			Densidade (mg/cm)		
	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias	1 dia	4 dias	7 dias
TES	2,58 ^{ab}	4,44	4,47 ^a	50,00	81,38	103,13	29,00 ^{ab}	54,00	72,50 ^a
IS	2,16 ^{ab}	3,86	4,14 ^{ab}	50,63	75,63	94,63	23,00 ^b	51,50	74,25 ^a
OP	2,49 ^{ab}	3,72	3,54 ^{ab}	50,63	80,75	98,88	26,25 ^{ab}	50,00	58,50 ^{ab}
PS	2,11 ^b	3,88	3,41 ^b	47,38	79,13	95,75	23,25 ^b	52,75	62,00 ^{ab}
GM	2,50 ^{ab}	4,12	3,62 ^{ab}	53,63	81,25	96,25	26,75 ^{ab}	53,75	56,00 ^b
LS	2,81 ^a	4,84	3,72 ^{ab}	48,63	78,75	98,75	32,50 ^a	62,00	60,50 ^{ab}
CV(%)	13,50	15,48	12,45	9,07	4,74	7,60	11,97	16,45	12,94

a, b, c. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,10$)

O desenvolvimento em tamanho do ID das aves não diferiu em relação aos tratamentos nas três idades avaliadas. Correlacionado o peso bruto com o comprimento do ID, verifica-se que após 24 horas de alimentação os tratamentos com inclusão do IS e PS prejudicaram significativamente a densidade do ID em relação ao tratamento com LS. Aos quatro dias não se observam diferenças significativas entre os tratamentos, enquanto que aos sete dias o tratamento com GM apresentou uma menor densidade do ID das aves quando comparado aos tratamentos TES e IS.

Observando-se o desenvolvimento geral do ID nos diferentes tratamentos, verifica-se uma alta taxa de crescimento em peso relativo (de 2,44% a 4,14%) e densidade (de 26,8mg/cm a 54mg/cm) entre um e quatro dias de idade, sendo que a partir dessa fase parece ocorrer um desenvolvimento acompanhando o crescimento total da ave. O comprimento do ID das aves dobrou de um (50,2cm) a sete (98,0cm) dias de idade.

Considerando a relação peso:comprimento do ID, pode-se avaliar indiretamente o crescimento da mucosa intestinal, onde menores ou maiores densidades do intestino podem representar um decréscimo ou aumento na altura e diâmetro das vilosidades, os quais promovem uma redução ou melhora na capacidade digestiva e absorptiva do TGI (Uni et al., 1998). Segundo Uni et al (2000), o tamanho das criptas aumenta consideravelmente a partir da eclosão, atingindo um platô em aproximadamente 120 horas. A taxa de aumento do número de células por cripta também é maior nessa fase, atingindo um valor máximo cerca de 108 horas pós-eclosão, declinando em seguida.

Acredita-se que o aumento no comprimento do intestino delgado e na área de superfície da mucosa com a idade é também uma estratégia para compensar a perda de atividade enzimática por célula ou por unidade de superfície da mucosa intestinal, que ocorre com o passar da idade da ave. Em idades mais avançadas, as vilosidades se estendem para sustentar uma alta atividade total das enzimas em relação aos pequenos vilos de aves jovens (Iji et al., 2001b).

O desenvolvimento do ID das aves apresentou resposta que se pode relacionar ao consumo de ração diário durante essa primeira semana (dados não

apresentados), podendo estar dessa maneira evidenciando a importância da quantidade de ração consumida nessa fase para o seu melhor desenvolvimento. Esse melhor desenvolvimento inicial do ID pode contribuir para melhor desempenho nas fases posteriores (Uni et al., 1995).

Entretanto, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para o desempenho e viabilidade criatória das aves durante o período de oito a 21 dias de idade (Tabela 9), demonstrando que os efeitos apresentados para desempenho e desenvolvimento dos órgãos do trato gastrintestinal promovido pelas diferenças na qualidade da proteína adicionada a dieta pré-inicial não se mantiveram nessa fase subsequente.

Tabela 9. Desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade alimentados com diferentes fontes de proteína na fase pré-inicial

	Ganho de peso (g/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Conversão alimentar (g/g)	Uniformidade 21 dias (%)	Viabilidade 8 a 21 dias (%)
TES	646,1	914,0	1,42	83,34	97,92
IS	636,3	915,7	1,44	70,83	100
OP	605,4	877,0	1,45	63,89	100
PS	636,1	909,8	1,43	64,59	100
GM	658,3	924,8	1,41	75,00	100
LS	628,9	921,6	1,47	57,39	97,92
CV(%)	4,28	3,07	2,68	19,79	2,42

a, b, c. Médias seguidas de diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

Durante o desenvolvimento do experimento verificou-se que a substituição da dieta pré-inicial, em que estavam presentes as diferentes fontes de proteína, pela dieta inicial baseada em milho e farelo de soja foi prejudicial para o desenvolvimento das aves dos tratamentos com as fontes alternativas. Isso indica uma necessidade de adaptação das aves à nova composição da dieta ou ausência destes ingredientes, problemas estes que talvez poderiam ser minimizados com o fornecimento de uma dieta de adaptação num período subsequente.

Apesar das diferenças não significativas ($P>0,05$) apresentadas para a uniformidade das aves nos dias sete e 21 de idade em função dos diferentes tratamentos, observa-se um aumento numérico para a uniformidade das aves dos tratamentos TES e GM de cerca de 10%. Enquanto que o tratamento que forneceu o PS durante a fase pré-inicial prejudicou a uniformidade das aves em torno de 10% no período de oito a 21 dias.

O fator uniformidade deve ser considerado de muita importância na prática de criação de frangos de corte, uma vez que influencia nas tomadas de decisões em relação ao manejo de equipamentos e alimentar; entretanto recomenda-se avaliar a uniformidade em ensaios específicos, utilizando-se aves marcadas para o acompanhamento individual do peso. Durante o presente experimento a avaliação da uniformidade das aves pode ter sido comprometido pelo abate de duas aves, retiradas aleatoriamente por parcela no primeiro, quarto e sétimo dias.

Salienta-se a importância de maiores estudos sobre alguns dos ingredientes avaliados, a fim de se verificar o efeito de outras propriedades, além das nutricionais, de grande importância na fase inicial de vida sobre o desempenho de aves submetidas ao estresse de produção em piso. Pode-se citar o exemplo dos efeitos da presença de imunoglobulinas no plasma sanguíneo e ovo em pó sobre a imunidade inicial das aves.

5.4 Conclusões

A energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos ingredientes avaliados no ensaio foi 2.110, 5.095, 3.831, 3.374 e 2.037 kcal/kg (na matéria natural) para IS, OP, PS, GM e LS, respectivamente.

O desempenho das aves na fase pré-inicial foi afetado pelo tipo de fonte protéica fornecida, entretanto o desenvolvimento do TGI parece estar relacionado mais com o consumo de ração do que com a qualidade da proteína adicionada na dieta durante a fase pré-inicial. Os efeitos promovidos pela qualidade da proteína durante a fase pré-inicial não se mantiveram no período subsequente de criação.

6 MANIPULAÇÃO DE FONTES DE CARBOIDRATO E PROTEÍNA NA DIETA PRÉ-INICIAL DE FRANGOS DE CORTE

Resumo

O experimento foi conduzido para avaliar os efeitos de diferentes fontes de carboidrato e proteína, bem como suas misturas, na dieta pré-inicial de frangos de corte sobre o desempenho e características da carcaça. 1260 pintos de um dia foram alojados em galpão experimental e distribuídos em blocos inteiramente casualizados com nove tratamentos e quatro repetições de 35 aves. Os tratamentos consistiram em: 1-dieta testemunha (TES), 2-dieta com amido de mandioca (AMA), 3-dieta com sacarose (SAC), 4-dieta com farelo de glúten de milho (GM), 5-dieta com plasma sanguíneo (PS), 6-GM+SAC, 7-GM+AMA, 8-PS+SAC, 9-PS+AMA. As aves receberam os tratamentos somente de um a sete dias de idade. Essas dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais das aves para a primeira semana de vida. As fontes de carboidrato e proteína foram incluídas na formulação das dietas para contribuir com 20% da EM e 20% da PB, respectivamente. Após o sétimo dia todas as aves receberam uma mesma dieta, atendendo às exigências nutricionais para cada fase. Os dados de desempenho foram analisados de um a sete, oito a 21, 22 a 35, 36 a 42 e um a 42 dias. Aos 42 dias, três aves foram selecionadas e abatidas para avaliação da carcaça. As características da carcaça e a composição química da carne da perna foram avaliadas. De um a sete dias de idade o ganho de peso das aves foi afetado pelos tratamentos, sendo que as aves que receberam o tratamento SAC apresentaram maior ganho em relação aos tratamentos GM, PS e GM+SAC. O tratamento AMA promoveu melhor conversão alimentar do que os tratamentos GM+SAC e PS+SAC. De oito a 21 dias o

tratamento TES resultou em maior ganho de peso das aves em relação ao GM; a conversão alimentar foi pior para as aves que receberam o tratamento PS em relação ao tratamento TES. Não houve efeito de tratamento sobre o consumo de ração das aves nessas duas fases de criação. Após 21 dias de idade não foram observadas diferenças no desempenho e os efeitos encontrados nas fases pré-inicial e inicial não foram suficientes para afetar o desempenho no período total de criação, assim como as características da carcaça e a composição química da carne de perna das aves. Os efeitos das diferentes fontes de carboidrato e proteína encontrados na fase pré-inicial não se mantiveram nas fases subsequentes, quando as aves, provavelmente, tiveram que se adaptar a uma dieta de composição diferente, com a ausência das fontes de carboidrato e proteína de melhor digestibilidade.

Summary

Carbohydrate and protein sources manipulation in the diet of newly hatched chicks

This experiment was carried out to evaluate the effects of different carbohydrate and protein sources, and their mixtures, in the diet of newly hatched chicks on performance and carcass characteristics of broilers. 1260 day-old chicks were allotted in an open-sided poultry house, distributed in a randomized block design with nine treatments and four replicates of 35 birds. The treatments were: 1- Control (TES), 2- Cassava starch (AMA), 3- Sucrose (SAC), 4- Corn gluten meal (GM), 5- Blood plasma (PS), 6- GM+SAC, 7- GM+AMA, 8- PS+SAC, 9- PS+AMA. The birds received the treatments only from 1 to 7 days. These diets were formulated to meet the nutrient requirements of the birds during the first week of age. The carbohydrate and protein sources were included in the formulation to contribute 20% of metabolizable energy (ME) or 20% of crude protein (CP), respectively. In treatments 6 to 9 the combination of protein and carbohydrate sources contributed 20% of the ME and 20% CP to the diets. After 7 days all the birds received the same diets, meeting the nutrient requirements for

each phase. The performance data were analyzed from 1 to 7, 8 to 21, 22 to 35, 36 to 42 and 1 to 42 days. On the 42nd day of age three birds of each pen were selected for slaughter and carcass evaluation. Carcass characteristics and whole leg meat chemical composition were measured. During days 1 to 7 the weight gain of the birds was affected by the treatments, the birds receiving SAC showing greater gain than GM, PS and GM+SAC. The AMA treatment promoted better feed conversion than the GM+SAC and PS+SAC treatments. From 8 to 21 days TES resulted in greater weight gain than GM; the feed conversion ratio was worse for the birds receiving PS than TES. There was no treatment effect on feed intake during days 1 to 7 or 8 to 21. After 21 days there were no differences in performance, and the effects found during the pre-starter and starter phases were not enough to affect the total period (1 to 42 days) performance, carcass characteristics and whole leg meat composition. The effects of including different carbohydrate and protein sources in the diets of newly hatched chicks were lost during the followings phases, when the birds, probably, had to adapt to a diet of different composition lacking the more digestible carbohydrate and protein sources.

6.1 Introdução

Existem algumas evidências na literatura de que a manipulação de dietas pré-iniciais pode modificar o desenvolvimento total de frangos de corte. Nessa fase, a fonte de energia predominante de pintos muda de, principalmente, lipídios provenientes do saco vitelino para carboidratos da dieta entre dois a três dias pós-eclosão.

Dietas com alto teor de carboidrato, fornecidas logo após o nascimento, promoveram um aumento na concentração de glicose no sangue e queda na atividade da glicose-6-fosfatase, o que indica uma redução da gliconeogênese (Donaldson & Christensen, 1991). O decréscimo na necessidade de gliconeogênese para manter a glicemia na ave, a partir de reservas protéicas do saco vitelino e corporal, contribui com maior disponibilidade dessa proteína para imunidade e manutenção do tecido corporal, respectivamente.

Donaldson & Liou (1976) postularam que o fornecimento de carboidratos nos primeiros estágios de vida de pintos de corte é essencial para o início do desenvolvimento das aves. Os mesmos autores confirmaram essa teoria, quando uma dieta contendo açúcares simples foi fornecida para aves e ativou as transferases de ácido graxo no fígado, que são enzimas essenciais para síntese de ácidos graxos de cadeia longa e, consequentemente, formação de membranas celulares, importantes no processo de crescimento.

Comparando-se aves alimentadas somente com milho com aves que receberam dieta basal nos primeiros três dias de idade, Vieira & Moran Jr. (1999b) observaram redução na mortalidade das aves alimentadas somente com milho. Entretanto, verificaram prejuízos no ganho de peso das aves, além de menor rendimento de carcaça e maior acúmulo de gordura abdominal. Os autores sugeriram que um desbalanço nutricional, principalmente devido à deficiência em proteína nessa fase, causou prejuízos no desenvolvimento normal das aves, ressaltando a importância de uma dieta que atenda às exigências nutricionais.

Conseqüentemente, uma adequada disponibilidade de proteína na fase pré-inicial também é particularmente importante para aumentar o desenvolvimento muscular. Hargis & Creger (1980) observaram que níveis elevados de proteína na dieta inicial (0 a 14 dias) foram prejudiciais ao desenvolvimento das aves neste período, mas benéficos no sentido de maximizar o ganho de peso e a eficiência alimentar durante a fase final (28 a 49 dias).

Sabe-se que o crescimento muscular em aves recém ecloididas é realizado por processos de hipertrofia e acúmulo de núcleos em fibras musculares. Este último processo é atribuído a células satélites localizadas na lâmina basal das fibras. Essas células, durante a primeira semana de vida da ave, em resposta a sinais externos, são capazes de proliferar, sofrer diferenciação e se ligarem a fibras existentes ou entre si formando novas fibras (Halevy et al., 2003).

Na literatura, é descrito que fatores que afetam o acúmulo de células satélites durante a fase pós-eclosão determinam o tamanho das fibras musculares

maduras e, consequentemente, a proporção de músculo em frangos e perus (Halevy et al., 2003; Mozdziak et al., 2002; Halevy et al., 2000).

Noy & Sklan (1998a) determinaram que a proporção de músculo de peito ao abate é cerca de 4 a 10% maior em aves com rápido acesso à alimentação, demonstrando a importância que a alimentação neonatal tem nas características da carcaça final. Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos da manipulação de fontes de nutrientes da dieta pré-inicial sobre a deposição de carne ou gordura na carcaça de frangos.

Combinações de ingredientes de alta digestibilidade e elevado teor protéico podem ser usados com altos níveis de milho para atender tanto às exigências energéticas como protéicas para aves jovens. Este tipo de dieta deve ser utilizada nos primeiros sete ou dez dias de vida das aves, e ser considerada como um investimento e não um custo no sistema de produção (Lilburn, 1998).

Nos estudos anteriores foram identificados ingredientes com alto valor de energia metabolizável para pintos na fase pré-inicial, o que indica elevada digestibilidade para essas aves e seu potencial como ingredientes de rações para aves jovens.

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de carboidrato e proteína, bem como suas misturas, incluídas em dietas pré-iniciais sobre o desempenho e características da carcaça em frangos de corte.

6.2 Material e Métodos

Foram utilizados 1260 pintos de corte machos e fêmeas de um dia de idade, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, considerando blocos para isolar os efeitos de sexo e localização no galpão, com nove tratamentos e quatro repetições de 35 aves. Os pintos foram alojados em unidades experimentais num galpão de alvenaria sobre cama de maravalha.

Os tratamentos foram aplicados durante a fase pré-inicial (um a sete dias) e consistiram em: 1- dieta testemunha (TES), 2- dieta com amido de mandioca (AMA), 3- dieta com sacarose (SAC), 4- dieta com farelo de glúten de milho (GM), 5- dieta com plasma sanguíneo (PS), 6- dieta com farelo de glúten de milho + sacarose (GM+SAC), 7- dieta com farelo de glúten de milho + amido de mandioca (GM+AMA), 8- dieta com plasma sanguíneo + sacarose (PS+SAC) e 9- dieta com plasma sanguíneo + amido de mandioca (PS+AMA).

As dietas experimentais fornecidas na fase pré-inicial foram formuladas considerando as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al (2000), com exceção do valor de energia metabolizável (EM), o qual foi corrigido em função dos valores de EM de ingredientes obtidos especificamente para o período de um a sete dias de idade (Menten et al., 2002).

Na formulação das dietas com inclusão de uma fonte de carboidrato foi considerada a EM do ingrediente, de forma que este contribuiu com 20% do valor de EM da dieta. Para a utilização de uma fonte de proteína foi considerado o teor de proteína bruta (PB) do ingrediente, de forma que este participou na dieta basal contribuindo com 20% do valor de PB total. As misturas de ingredientes fontes de carboidrato e proteína contribuíram com 20% de EM e 20% da PB nas dietas (Tabela 1).

A composição dos ingredientes utilizados para a formulação das dietas experimentais, principalmente no que se refere à energia metabolizável, foi corrigida para a fase pré-inicial (Longo et al., 2003a; Menten et al., 2003, Menten et al., 2002).

De oito a 21, 22 a 28, 29 a 35 e 36 a 42 dias, todas as aves foram submetidas a uma dieta padrão de acordo com as exigências nutricionais para as diferentes fases de criação (Tabela 2).

Aos um, sete, 21, 35 e 42 dias de idade foram realizadas pesagens para determinação do consumo de ração, ganho de peso das aves e conversão alimentar de cada unidade experimental. Durante a pesagem aos sete dias de idade foram selecionadas duas aves dentro de faixa do peso médio da parcela, as quais foram abatidas por deslocamento cervical e mensurados o tamanho e peso dos órgãos do trato

gastrintestinal (TGI). Foram retirados e determinados o peso relativo (% do peso vivo) do proventrículo, moela, pâncreas, fígado e o peso relativo, comprimento (cm) e densidade (mg/cm) do intestino delgado vazio.

Ao final do experimento (42 dias) foram abatidas três aves por parcela para determinação do rendimento total da carcaça, rendimento de partes nobres (peito e perna) e acúmulo de gordura abdominal; além disso, a porção de coxa e sobrecoxa (perna) desossada foi congelada para determinação da composição química (umidade, gordura e proteína).

Os dados coletados foram analisados conforme o delineamento em blocos casualizados por análise de variância PROC GLM (General Linear Models) do programa SAS Institute (Statistical Analysis System, 1996). As médias obtidas foram comparadas pelo teste Tukey ($P<0,05$).

Tabela 1. Composição e valores nutricionais das dietas experimentais fornecidas às aves na fase pré inicial

Ingrediente	TES	AMA	SAC	GM	PS	GM+SAC	GM+AMA	PS+SAC	PS+AMA
Milho grão ¹	56,62	38,86	37,15	61,86	63,03	50,80	50,86	50,42	50,49
Farelo de soja ¹	37,07	40,30	40,80	25,98	26,44	28,15	28,04	28,85	28,73
Amido de mandioca ¹	-	15,18	-	-	-	-	8,48	-	9,66
Sacarose ¹	-	-	15,89	-	-	8,88	-	10,12	-
Glúten de milho ¹	-	-	-	7,32	-	7,32	7,32	-	-
Plasma sanguíneo ¹	-	-	-	-	5,62	-	-	5,62	5,62
Óleo de soja	2,21	1,59	2,10	-	-	-	-	-	-
Fosfato bicálcico	1,89	1,94	1,94	1,92	1,46	1,95	1,95	1,49	1,49
Calcário	1,00	0,96	0,95	1,06	1,34	1,03	1,03	1,31	1,31
Sal comum	0,46	0,47	0,47	0,47	0,16	0,47	0,47	0,17	0,17
L-lisina HCl	0,17	0,11	0,09	0,43	0,08	0,39	0,39	0,04	0,04
DL-metionina	0,09	0,11	0,11	0,02	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06
L-arginina	-	-	-	0,06	-	0,03	0,03	-	-
Inerte	-	-	-	0,38	1,34	0,44	0,87	1,44	1,94
S. vitamínico ²	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S. mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Composição calculada									
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
PB (%)	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92
Met. + cis. dig. (%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Lisina dig. (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Arginina dig. (%)	1,37	1,41	1,42	1,24	1,28	1,24	1,24	1,31	1,30
Treonina dig. (%)	0,74	0,74	0,74	0,72	0,80	0,72	0,72	0,80	0,80
Triptofano dig. (%)	0,25	0,26	0,26	0,21	0,25	0,21	0,21	0,25	0,25
Fósforo disp. (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Cálcio (%)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Cloro (%)	0,34	0,33	0,33	0,41	0,21	0,40	0,40	0,20	0,20
Potássio (%)	0,85	0,86	0,86	0,68	0,69	0,68	0,68	0,70	0,70

1. Composição em EM ajustado para a fase segundo proposto por Longo et al. (2003a), Longo et al. (2003b) e Menten et al. (2003).

2. Fornecendo por kg de dieta: vit. A, 8.000 UI; vit. D₃, 2.000 UI; vit. E, 12,5 mg; vit. K₃, 2,5 mg; Tiamina, 2,4 mg; Riboflavina, 6,0 mg; Piridoxina, 3,2 mg; vit. B₁₂, 0,012 mg; ácido fólico, 1,0 mg; pantotenato de Ca, 12,5 mg; niacina, 30 mg; selênio, 0,2 mg; BHT, 100 mg; promotor de crescimento, 50 mg; cloreto de colina, 800 mg; metionina, 1,5 g.

3. Fornecendo por kg de dieta: manganês, 65 mg; cobre, 12 mg; zinco, 50 mg; ferro, 40 mg; iodo, 1 mg.

Tabela 2. Composição e valores nutricionais das dietas fornecidas às aves nas fases inicial (8 a 21 dias), crescimento 1 (22 a 28 dias), crescimento 2 (29 a 35 dias) e final (36 a 42 dias de idade)

Ingrediente	Inicial	Crescimento 1	Crescimento 2	Final
Milho grão	59,44	62,14	65,95	66,21
Farelo de soja	34,23	31,10	27,84	26,75
Óleo de soja	2,38	3,00	2,67	3,66
Fosfato bicálcico	1,78	1,64	1,44	1,44
Calcário	0,97	0,93	0,94	0,90
Sal comum	0,44	0,41	0,39	0,39
L-lisina.HCl	0,17	0,17	0,18	0,18
DL-metionina	0,10	0,12	0,10	0,17
S. vitamínico ¹	0,40	0,40	0,40	0,20
S. mineral ²	0,10	0,10	0,10	0,10
Composição Calculada				
EM (kcal/kg)	3.000	3.075	3.100	3.175
PB (%)	20,88	19,69	18,53	18,10
Met. + cis. dig. (%)	0,79	0,74	0,70	0,68
Lisina dig. (%)	1,12	1,05	0,98	0,95
Fósforo disp. (%)	0,44	0,41	0,37	0,37
Cálcio (%)	0,94	0,88	0,83	0,81

1. Quantidade por kg de produto: vit. A, 2.000.000 UI; vit. D₃, 500.000 UI; vit. E, 3,125 g; vit. K₃, 0,625 g; Tiamina, 0,6 g; Riboflavina, 1,5 g; Piridoxina, 0,8 g; vit. B₁₂, 3 mg; ácido fólico, 0,25 g; pantotenato de Ca, 3,125 g; niacina, 7,5 g; selênio, 0,05 g; BHT, 25 g; promotor de crescimento, 12,5 g; cloreto de colina, 200g; metionina, 375g.

2. Quantidade por kg de produto: manganês, 65 g; cobre, 12 g; zinco, 50 g; ferro, 40 g; iodo, 1 g.

6.3 Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho das aves de um a sete dias de idade são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios observados para o peso vivo das aves aos 7 dias (P7) e consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 1 a 7 dias

Tratamentos	P7 (g/ave)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)
TES	198,6 ^{ab}	167,8	158,5 ^{ab}	1,060 ^{ab}
AMA	198,6 ^{ab}	163,4	158,7 ^{ab}	1,030 ^b
SAC	206,6 ^a	175,9	166,3 ^a	1,058 ^{ab}
GM	187,2 ^b	160,9	147,0 ^b	1,093 ^{ab}
PS	187,7 ^b	160,9	147,6 ^b	1,093 ^{ab}
GM+SAC	189,1 ^b	166,0	149,1 ^b	1,114 ^a
GM+AMA	192,0 ^{ab}	165,3	152,2 ^{ab}	1,088 ^{ab}
PS+SAC	195,7 ^{ab}	173,1	155,9 ^{ab}	1,112 ^a
PS+AMA	191,3 ^{ab}	163,3	151,4 ^{ab}	1,079 ^{ab}
CV (%)	3,66	4,77	4,60	2,74

a,b,c. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de tukey ($P<0,05$).

Verifica-se que as aves do tratamento SAC apresentaram melhor ganho de peso de um a sete dias de idade ($P<0,05$) e, consequentemente, maior peso vivo aos sete dias ($P<0,05$) em relação às aves dos tratamentos com fontes protéicas (GM e PS) e com a mistura de GM+SAC.

De maneira geral, os tratamentos que forneceram fontes de carboidrato (SAC e AMA) e o tratamento testemunha (TES) promoveram melhor ganho de peso das aves nesse período, quando comparados aos tratamentos com fontes de proteína (GM e PS), sendo que as misturas de proteínas e carboidratos proporcionaram resultados intermediários.

Verificam-se diferenças significativas ($P<0,05$) para a conversão alimentar das aves no período, sendo que as aves do tratamento AMA apresentaram melhor conversão alimentar em relação às aves que receberam as misturas GM+SAC e PS+SAC, destacando que os tratamentos com a associação das fontes protéicas com a sacarose foram prejudiciais para a conversão alimentar das aves nesse período.

Apesar de não se verificar em diferenças significativas ($P>0,05$) para o consumo de ração de um a sete dias das aves, pode-se observar uma relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves nesse período. O tratamento SAC promoveu uma diferença de 15 gramas de ração consumida a mais pelas aves (175,9g) em relação aos tratamentos com fontes protéicas (GM e PS) (160,9g), o que resultou em diferenças semelhantes, cerca de 19 g/ave, para o ganho de peso no período.

Quando foi avaliada a inclusão de diferentes fontes de carboidrato para pintos de corte de um a sete dias de idade criados em gaiolas, verificou-se que a adição de glicose, sacarose, amido de milho ou amido de mandioca foi benéfica para o desempenho das aves nesse período em relação a uma dieta composta por milho e farelo de soja (Sorbara et al., 2003).

Por outro lado, Longo et al. (2003b) observaram que ingredientes como plasma sanguíneo, isolado protéico de soja, ovo em pó ou glúten de milho, adicionados a dietas pré-iniciais de frangos de corte em gaiolas, prejudicaram o consumo de ração em relação a uma dieta milho e farelo de soja. Entretanto, o ganho de peso não foi alterado, sendo que a adição de plasma sanguíneo ou isolado protéico de soja promoveram melhores valores de conversão alimentar das aves nessa fase.

Aos sete dias de idade não se observaram diferenças significativas ($P>0,05$) para o peso relativo do proventrículo, moela, fígado e pâncreas das aves nos diferentes tratamentos (Tabela 4).

Verifica-se no presente estudo que, as características avaliadas sobre o desenvolvimento do ID das aves foram influenciadas ($P<0,05$) pela manipulação das fontes de nutrientes (Tabela 5). Os tratamentos AMA e TES promoveram, respectivamente, melhor desenvolvimento em peso relativo e comprimento do intestino delgado das aves, sendo essa superioridade significativa ($P<0,05$) em relação ao tratamento PS. Os demais tratamentos proporcionaram pesos relativos e comprimentos com valores intermediários.

Tabela 4. Valores médios observados para o peso relativo dos órgãos do trato gastrintestinal avaliados nas aves aos 7 dias de idade

Tratamentos	Proventrículo	Moela (% do peso vivo)	Fígado	Pâncreas
TES	0,93	4,42	4,35	0,48
AMA	1,02	4,23	4,10	0,48
SAC	0,95	4,13	4,30	0,48
GM	1,03	4,60	4,58	0,51
PS	1,05	4,31	4,56	0,49
GM+SAC	0,98	4,38	4,43	0,48
GM+AMA	0,95	4,82	3,95	0,51
PS+SAC	1,05	4,27	4,17	0,47
PS+AMA	0,96	4,41	4,43	0,49
CV (%)	7,13	7,27	8,18	10,48

Tabela 5. Valores médios observados para o peso relativo, comprimento e relação peso bruto:comprimento do intestino delgado das aves aos 7 dias de idade

Tratamentos	Intestino delgado		
	Peso relativo (% do peso vivo)	Comprimento (cm)	Peso:comprimento (mg/cm)
TES	4,17 ^{ab}	89,13 ^a	89,86 ^{abc}
AMA	4,50 ^a	87,88 ^{ab}	96,82 ^{ab}
SAC	4,33 ^{ab}	88,00 ^{ab}	96,25 ^{ab}
GM	4,06 ^{ab}	80,88 ^{ab}	81,43 ^c
PS	3,64 ^b	77,00 ^b	84,28 ^{bc}
GM+SAC	4,06 ^{ab}	82,75 ^{ab}	89,66 ^{abc}
GM+AMA	4,36 ^{ab}	81,75 ^{ab}	98,98 ^a
PS+SAC	4,13 ^{ab}	82,88 ^{ab}	93,18 ^{abc}
PS+AMA	4,03 ^{ab}	80,00 ^{ab}	92,64 ^{abc}
CV (%)	8,05	5,65	6,55

a,b,c. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de tukey ($P<0,05$).

Na relação peso:comprimento do ID das aves, observa-se que a mistura de GM+AMA proporcionou maior valor em relação às fontes protéicas (GM e PS), e

que as fontes de carboidrato promoveram maiores valores em relação às fontes protéicas, sendo essa diferença significativa ($P<0,05$) em relação ao tratamento GM.

De maneira geral, os tratamentos com as fontes de carboidrato (AMA e SAC) promoveram maior desenvolvimento do ID das aves, numericamente superior aos tratamentos com fontes protéicas (GM e PS), sendo possível relacionar essas características ao ganho de peso das aves até o sétimo dia de idade (Tabela 3).

A mistura de uma fonte protéica (GM ou PS) com uma fonte de carboidrato (AMA ou SAC) promoveu um desenvolvimento numericamente melhor ($P>0,05$) do ID em relação ao fornecimento exclusivo de uma fonte de proteína.

Em trabalhos da literatura foi observado um efeito da inclusão de diferentes fontes de nutrientes sobre o desenvolvimento de órgãos do TGI das aves no período de um a sete dias de idade. Entretanto, quando foram avaliadas fontes de carboidrato, foi possível relacionar essas alterações do TGI com o desempenho das aves (Sorbara et al., 2003), enquanto que as alterações promovidas por adição de diferentes fontes protéicas não apresentaram relação com o desempenho das aves no período (Longo et al., 2003b).

Na Tabela 6, são apresentados os valores de desempenho das aves no período de oito a 21, 22 a 35, 36 a 42 dias de idade e no período total (1 a 42 dias).

De maneira semelhante à fase pré-inicial, não foram observadas diferenças significativas para o consumo de ração das aves no período de 8 a 21 dias de idade ($P>0,05$), entretanto pode-se observar que as aves que receberam, de um a sete dias, os tratamentos com as diferentes fontes de carboidratos, proteínas ou suas misturas, apresentaram menor consumo de ração que as aves do tratamento TES. Esse maior consumo de ração ($P>0,05$) das aves do tratamento TES promoveu maior ganho de peso em relação aos demais tratamentos, sendo que esse efeito foi significativo ($P<0,05$) quando o tratamento TES foi comparado ao tratamento com GM.

Tabela 6. Valores médios observados para o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) das aves no período de 8 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e 1 a 42 dias de idade

Idade	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA (g/g)
	8 a 21 dias			22 a 35 dias			36 a 42 dias			1 a 42 dias		
Tratamentos												
TES	1084,4	741,7 ^a	1,464 ^{ab}	1998,4	1042,9	1,926	1183,7	561,0	2,116	4434,3	2504,0	1,775
AMA	1070,7	730,2 ^{ab}	1,468 ^{ab}	1997,9	1029,8	1,950	1187,8	583,4	2,045	4419,8	2502,1	1,772
SAC	1080,3	725,7 ^{ab}	1,491 ^a	1963,7	1037,1	1,905	1196,6	582,3	2,081	4416,4	2511,4	1,766
GM	1027,0	695,4 ^b	1,477 ^{ab}	1942,5	1030,7	1,895	1250,8	598,4	2,100	4381,1	2471,5	1,778
PS	1042,8	720,3 ^{ab}	1,450 ^b	1972,0	1048,7	1,888	1218,7	596,3	2,056	4394,4	2513,0	1,753
GM+SAC	1034,7	704,6 ^{ab}	1,471 ^{ab}	1945,5	1038,4	1,886	1190,9	593,2	2,026	4337,1	2485,3	1,752
GM+AMA	1070,5	735,7 ^{ab}	1,457 ^{ab}	2005,9	1052,0	1,916	1306,7	585,9	2,219	4548,4	2525,7	1,802
PS+SAC	1052,9	722,3 ^{ab}	1,461 ^{ab}	1966,7	1030,6	1,914	1142,3	549,7	2,086	4335,1	2458,5	1,767
PS+AMA	1061,2	721,1 ^{ab}	1,474 ^{ab}	1979,1	1040,8	1,912	1206,0	580,3	2,084	4409,6	2493,6	1,774
CV (%)	2,59	2,56	1,03	3,00	2,83	1,70	8,85	6,66	6,42	3,22	2,31	2,01

a,b,c. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de tukey ($P<0,05$).

Mais uma vez pode-se associar o ganho de peso das aves no período com o consumo de ração, sendo que as diferenças de consumo de ração de 57 g/ave resultaram em diferenças de 46 g/ave no ganho de peso das aves entre os tratamentos TES e GM.

Essa superioridade numérica do tratamento TES nessa fase, em relação aos demais tratamentos, destaca a necessidade de adaptação das aves à retirada das diferentes fontes de carboidrato e proteína na dieta após os sete dias de idade.

Observa-se uma melhor conversão alimentar das aves do tratamento PS em relação às aves do tratamento SAC, sendo que os demais tratamentos proporcionaram resultados intermediários.

Para os períodos subseqüentes (22 a 35 e 36 a 42 dias) e total (1 a 42 dias) não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Isto demonstra que os efeitos da adição de diferentes fontes de proteína e carboidrato na dieta pré-inicial não são mantidos durante as fases posteriores de criação.

Observa-se, respectivamente, nas Tabelas 7 e 8, que as características avaliadas para rendimento de carcaça e partes, além de composição da carne de perna das aves não diferiram entre os tratamentos, destacando-se que, ao contrário do que se esperava, a manipulação de fontes de nutrientes da dieta pré-inicial não promoveu influências nas características analisadas ao abate (42 dias).

Alguns trabalhos na literatura destacam a influência de fatores externos sobre a dinâmica de células satélites na fase pré-inicial, sendo que o estresse por jejum alimentar (Halevy et al., 2003; Halevy et al., 2000) e exposição ao estresse por calor (Halevy et al., 2001) são considerados responsáveis pela alteração da atividade dessas células e, consequentemente, do rendimento de carne em frangos e perus ao abate.

Tabela 7. Valores médios observados para o peso da carcaça, rendimento de carcaça, porcentagem de gordura abdominal, rendimento de peito inteiro e desossado e rendimento de perna inteira e desossada das aves ao abate (42 dias)

	Peso da carcaça (g)	Rendimento de carcaça (%)	Rendimento de gordura abdominal (%)	Rendimento de peito Inteiro (%)	Rendimento de peito desossado (%)	Rendimento de perna inteira (%)	Rendimento de perna desossada (%)
Tratamentos							
TES	1775,00	72,80	1,63	25,39	19,16	23,03	15,69
AMA	1764,00	73,04	1,88	25,61	19,48	23,20	15,49
SAC	1748,33	73,08	1,67	25,05	18,80	23,46	15,79
GM	1724,00	72,59	1,78	25,19	18,73	23,07	15,39
PS	1716,17	72,39	1,86	24,97	18,83	22,63	14,98
GM+SAC	1721,83	73,10	1,43	25,85	19,63	23,01	15,49
GM+AMA	1769,00	73,28	1,67	25,82	19,43	23,70	15,96
PS+SAC	1711,50	72,84	1,43	24,95	19,10	23,80	16,31
PS+AMA	1731,17	72,74	1,37	25,53	19,11	23,49	15,96
CV (%)	2,88	0,88	19,85	2,55	3,29	2,66	3,65

Tabela 8. Valores médios observados para a composição química da carne de perna avaliadas nas aves aos 42 dias de idade

Tratamentos	Umidade	Proteína (%)	Extrato etéreo
TES	72,35	18,34	7,88
AMA	72,31	18,45	7,81
SAC	72,27	18,67	7,59
GM	72,81	18,32	7,42
PS	72,67	18,56	7,54
GM+SAC	72,44	18,12	7,45
GM+AMA	72,80	17,94	7,28
PS+SAC	72,92	18,62	7,05
PS+AMA	72,49	18,64	7,49
CV (%)	0,73	1,83	8,91

Valores expressos na matéria natural

Entretanto, os resultados observados no presente trabalho indicam que os tipos de fontes de nutriente fornecidos nessa fase não podem ser considerados como fatores de influência sobre essa dinâmica das células satélites, ou que, se existe alguma modificação nesse sentido em função do tipo de fonte de nutrientes da dieta nesse período, a mesma não perdura até a idade de abate das aves.

6.4 Conclusões

A manipulação de fontes de proteína e carboidrato em dietas pré-iniciais promovem alterações no desempenho e no desenvolvimento do intestino delgado das aves até o sétimo dia de idade, entretanto as diferenças de desempenho não são mantidas nas fases subsequentes, contribuindo para que as características da carcaça e composição da carne de perna não sejam diferentes no momento do abate.

7 CONCLUSÕES GERAIS

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) para a fase pré-inicial das fontes de carboidrato foram: 3.213, 3.269, 3.690, 3.427, 1.225 e 3.524 kcal/kg para milho, amido de milho, amido de mandioca, glicose, lactose e sacarose, respectivamente.

Para as fontes protéicas a EMAn foi: 2.085, 4.068, 2.110, 5.095, 3.831, 3.374 e 2.037 kcal/kg para farelo de soja, soja integral micronizada, isolado protéico de soja, ovo em pó, plasma sanguíneo, glúten de milho e levedura seca, respectivamente.

As diferenças entre esses valores determinados e valores propostos na literatura evidenciam a deficiência dos processos digestivos e absorтивos das aves de um a sete dias de idade e a necessidade do estudo do aproveitamento de alimentos nessa fase, visando uma maior precisão na formulação e balanceamento de dietas.

Para as aves criadas em gaiolas pode-se dizer que o desenvolvimento do trato gastrintestinal, de maneira geral, não foi influenciado pelas diferentes fontes de carboidrato, mas o consumo de ração das aves foi aumentado pelo fornecimento de carboidrato de maior disponibilidade na dieta pré-inicial, contribuindo para um aumento no peso vivo das aves.

Por outro lado, as diferentes fontes de proteína afetaram o desenvolvimento dos órgãos, mas esse efeito não foi suficiente para explicar as variações no desempenho das aves, a não ser pela correlação observada entre o consumo de ração e o desenvolvimento do intestino delgado.

A adição de diferentes fontes de proteína e carboidrato, bem como suas misturas, em dietas pré-iniciais promoveram alterações no desempenho e no desenvolvimento do intestino delgado até o sétimo dia de idade dos frangos de corte

criados em piso, entretanto as diferenças de desempenho não foram mantidas nas fases subseqüentes, contribuindo para que as características da carcaça e composição da carne de perna não apresentassem diferenças no momento do abate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIBA, Y.; MURAKAMI, H. Partitioning of energy and protein during early growth of broiler chicks and contribuition of vitteline residues. In: WORLD POULTRY SCIENCE CONFERENCE, Antalia, 1995. **Proceedings**. Antalia:WPSS, 1995. p. 46-52.
- BARANYIOVÄ, E.; HOLMAN, J. Morphological changes in the intestinal wall in fed and fasted chickens in the first week after hatching. **Acta Veterinaria**, v.45, p. 151-158, 1976.
- BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**, v. 81, p. 400-407, 2002.
- BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Utilization of different soy products as affected by age in chicks. **Poultry Science**, v. 82, p. 454-462, 2003.
- BEST, E. E. The changes of some blood constituintes during the initial post-hatching period in chickens. II. Blood total ketone bodies and reduced glutathione/ketone body relationships. **British Poultry Science**, v. 7, p. 23-28, 1966.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: CBNA, 2002. 430 p.
- CAFÉ, M. B.; SAKOMURA, N. K.; PAUWELYN, P. et al. Determinação da disponibilidade biológica dos aminoácidos e da energia metabolizável da soja integral processada para aves. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais**. Campinas: FACTA, 1993, p. 13.

- CAMPBELL, J.; BORG, B. S.; WEAVER, E. M. Use of plasma protein in swine feeds examined. **Feedstuffs**, v. 70, n. 44, P. 1-3, 1998.
- CHAMBLEE, T. N.; BRAKE, J. D.; SCHULTZ, C.D. et al. Yolk sac absorption and initiation of growth in broilers. **Poultry Science**, v. 71, p. 1811-1816, 1992.
- CHOTINSKY, D.; TONCHEVA, E.; PROFIROV, Y. Development of disaccharidases activity in the small intestine of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 42, p.389-393, 2001.
- CORLESS, A. B.; SELL, J. L. The effects of delayed access to feed and water on the physical and functional development of the digestive system of young turkeys. **Poultry Science**, v. 78, p. 1158-1169, 1999.
- CORRING, T. The adaptation of digestive enzymes to the diet: its physiological significance. **Reproduction Nutrition Development**, v. 20, p. 1217-1235, 1980.
- D' AGOSTINI, P.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, p. 796 - 798. 2001.
- DIBNER, J. Nutritional requirements of young poultry. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, Fayetteville, 1996. **Proceedings**. Fayetteville: Arkansas Poultry Federation, 1996. p. 15-27.
- DIBNER, J.; KNIGHT, C. D.; KITCHELL, M. L. et al. Early feeding and development of the immune system in neonatal poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, p. 425-436, 1998.
- DONALDSON, W. E.; LIOU, G. I.. Lipogenic enzymes: parallel responses in liver to glucose consumption by newly hatched chicks. **Nutrition Report International**, v. 13, p. 471, 1976.

- DONALDSON, W. E.; CHRISTENSEN, V. L. Dietary carbohydrate level and glucose metabolism in turkey pouls. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 98, p.347-350,1991.
- DUDLEY-CASH, W. Novel ways to improve broiler growth performance reviewed. In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 14., Sydney, 2002. **Proceedings**. Sydney: Poultry Science Association, 2002. p. 35-36.
- EGG PRODUCTS. http://www.aeb.org/proc/egg_products.html (10 fev. 2000).
- FIGUEIREDO, A. N. O ovo em pó na alimentação de leitões recém-desmamados. Piracicaba, 2002. 61p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. **Poultry Science**, v. 80, p. 776-782, 2001.
- GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, Campinas, 2001. **Anais**. Campinas: CBNA, 2001. p. 97-188.
- GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 864p.
- HALEVY, O.; GEYRA, A.; BARAK, M. et al. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. **Journal of Nutrition**, v. 130, p.858-864, 2000.
- HALEVY, O.; KRISPIN, A.; LESHEM, Y. et al. Early-age heat exposure affects skeletal muscle satellite cell proliferation and differentiation in chicks. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 281, p. R302-R309, 2001.

- HALEVY, O.; NADEL, Y.; BARAK, M. et al. Early posthatch feeding stimulates satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in turkey poult. **Journal of Nutrition**, v. 133, p.1376-1382, 2003.
- HARGIS, P. H.; CREGER, C. R. Effects of varying dietary protein and energy levels on growth rate and body fat of broilers. **Poultry Science**, v. 59, p. 1499-1504, 1980.
- HARMON, B. G.; LATOUR, M. A.; NORBERG, S. **The use of spray dried eggs as an ingredient in diets for infantile pigs and broilers.** <http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday01/sday01/10.pdf>(13 dez. 2001).
- IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. **British Poultry Science**, v. 42, p. 505-513, 2001a.
- IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 2. Development and characteristics of intestinal enzymes. **British Poultry Science**, v. 42, p. 514-522, 2001b.
- JIN, S. H.; CORLESS, A.; SELL, J. L. Digestive system development in post-hatch poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 54, p. 335-345, 1998.
- JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, L. F.; ARAÚJO, C. S. S. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ovo em pó. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n.1, p. 65-73, 2001.
- KATANBAF, M. N.; DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P. B. Allomorphic relationships from hatching to 56 days in parental lines and F₁ crosses of chickens selected 27 generations for high or low body weight. **Growth, Development and Aging**, v. 52, p. 11-22, 1988.
- KRABBE, E.L. Níveis de sódio, tamanho de partícula da dieta e peso do pinto à eclosão e o desempenho na fase pré-inicial. Porto Alegre, 2000. 146 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- LEESON S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken.** 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 380p.
- LEVIN, R. J. Digestion and absorption of carbohydrate from embryo to adult. In: BOORMAN, K. N.; FREEMAN, B. M. (Ed.), **Digestion in the fowl.** Edinburgh: British Poultry Science, 1976. p. 63-116.
- LILBURN, M. S. Pratical aspects of early nutrition for poultry. **Journal of Applied Poultry Research.**, v. 7, p. 420-424, 1998.
- LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M.; SORBARA, J. O. B. et al. Metabolizable energy of carbohydrates for newly hatched broiler chicks. **Poultry Science**, v. 82, suppl. 1, p.67, 2003a.
- LONGO, F. A.; MENTEN, J. F. M., SORBARA, J. O. B. et al. Effects of different protein sources in the feed of newly hatched chicks on broilers performance. **Poultry Science**, v. 82, suppl. 1, p.67, 2003b.
- MAIORKA, A. Adaptações digestivas pós-eclosão. In: CONFERÊNCIA APINCO'2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA - SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO PRÉ E PÓS-ECLOSÃO, Campinas, 2001. **Anais.** Campinas: FACTA, 2001. p. 141-152.
- MAHAGNA, M.; SAID, N.; NIR, I. et al. Development of digestibility some nutrients and of energy utilization in young broiler chickens. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 18., Nagoya, 1988. **Proceedings.** Nagoya: Japan Poultry Science Association, 1988. p. 250-251.
- MARCHAIM, U.; KULKA, R. G. The non-parallel increase of amylase, chymotripsinogen and procarboxypeptidase in the developing chick pancreas. **Biochemistry and Biophysica Acta**, v. 146, p.553-559, 1967.
- MATEOS, G. G; SELL, J. L. Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolizable energy of the diet. **Poultry Science**, v. 59, p. 2129-2135, 1980.

- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N. W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v. 7, p. 3-11, 1965.
- MENTEN, J. F. M.; LONGO F. A.; PEDROSO, A. A. et al. Valores de energia metabolizável de milho e farelo de soja para frangos de corte na fase pré-inicial. (compact disc) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002; **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- MENTEN, J. F. M.; LONGO, F. A.; SORBARA, J. O. B. et al. Metabolizable energy of alternative protein ingredients for newly hatched chicks. **Poultry Science**, v. 82, suppl. 1, p.67-68, 2003.
- MICHAEL, E.; HODGES, R. D. Histochemical changes in the fowl small intestine associated with enhanced absorption after feed restriction. **Histochemie**, v. 36, p. 39-49, 1973.
- MORAN JR., E. T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **Journal of Nutrition**, v. 115, p. 665-674, 1985.
- MORAN JR., E. T. Subcutaneous glucose is more advantageous in establishing the posthatch poult than oral administration. **Poultry Science**, v. 67, p. 493-501, 1988.
- MORAN JR., E. T. Effects of egg weight, glucose administration at hatch, and delayed access to feed and water on poult at 2 weeks of age. **Poultry Science**, v. 69, p. 1718-1723, 1990.
- MOZDZIAK, P. E.; WALSH, T. J.; McCOY, D.W. The effect of early posthatch nutrition on satellite cell mitotic activity. **Poultry Science**, v.81, p. 1703-1708, 2002.
- MURAKAMI, H.; AKIBA, Y.; HORIGUCHI, M. Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chick with or without removal of residual yolk. **Growth, Development and Aging**, v. 56, p. 75-84, 1992.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**, Washington: National Academic Press, 1994. 155p.

- NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO'98 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Campinas, 1998. **Anais.** Campinas: FACTA, 1998. p. 81-91.
- NIR , I.; LEVANON, M. Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. **Poultry Science**, v. 72, p. 1994-1997, 1993.
- NITSAN, Z. The development of digestive enzyme tract in posthatched chicks. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, Antalya, 1995. **Proceedings.** Antalya: WPSA, 1995. p. 21-28.
- NITSAN, Z.; DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P. B. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. **Poultry Science**, v. 70, p. 2040-2048, 1991.
- NITSAN, Z.; TURRO-VINCENT, I.; LIU, G. et al. Intubation of weight-select chicks with soybean oil or residual yolk: effect early growth and development. **Poultry Science**, v. 74, p. 925-936, 1995.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v.74, p. 366-373, 1995.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development in poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 6, p. 344-354, 1997.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic response to early nutrition. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, p. 437-451, 1998a.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Yolk utilization in the newly hatched poult. **British Poultry Science**, v. 39, p. 446-451, 1998b.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. **Poultry Science**, v. 80, p. 1490-1495, 2001.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. **Poultry Science**, v. 81, p. 391-399, 2002.

- NOY, Y.; GEYRA, A.; SKLAN, D. The effect of early feeding on growth and small intestinal development in the posthatch poult. **Poultry Science**, v. 80, p. 912-919, 2001.
- NOY, Y.; UNI, Z.; SKLAN, D. Routes of yolk utilization in the newly-hatched chick. **British Poultry Science**, v. 37, p. 987-996, 1996.
- PARSONS, C. M.; ZHANG, Y.; ARABA, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. **Poultry Science**, v.79, p.1127-1131, 2000.
- PENZ JR., A. M.; VIEIRA, S. L. Nutrição na primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO'98 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA - SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE NA PRIMEIRA SEMANA, Campinas, 1998. **Anais**. Campinas: FACTA, 1998. p. 121-139.
- PINCHASOV, Y.; NOY, Y. Comparison of posthatch holding time and subsequent early performance of broiler chicks and turkey poult. **British Poultry Science**, v. 34, p.111-120, 1993.
- PUPA, J. M. R. Avaliação de alimentos e desenvolvimento de dietas líquidas para leitões nas fases pré e pós desmame. Viçosa, 2000. 122p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**. version 6.11. Cary, 1996. 956p.
- SELL, J.; ANGEL, C.; PIQUER, F. et al. Development patterns of selected characteristics of the gastrointestinal tract of young turkeys. **Poultry Science**, v. 70, p. 1200-1205, 1991.
- SHARMA, R.; FERNANDEZ, F.; HINTON, M. et al. The influence of diet on the mucin carbohydrates in the chick intestinal tract. **Cellular Molecular Life Science**, v. 53, p. 935-942, 1997.

- SHELTON, J.L.; MAVROMICHALIS, I.; PAYNE, R.L. et al. Growth performance of different breed crosses of chicks fed diets with different protein and energy sources. **Poultry Science**, v. 82, p. 272-278, 2003.
- SIBBALD, I. Passage of feed through the adult rooster. **Poultry Science**, v. 58, p. 446-459, 1979.
- SIDDONS, R. C. Effect of diet on disaccharidase activity in the chick. **British Journal of Nutrition**, v. 27, p. 343-352, 1972.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1990. 165p.
- SKLAN D. Development of the digestive tract of poultry (compact disc). In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 21., Montreal, 2000. **Abstracts & proceedings**. Montreal: WPSA, 2000.
- SKLAN, D. Fat and carbohydrate use in posthatch chicks. **Poultry Science**, v. 82, p.117-122, 2003.
- SKLAN, D.; NOY, Y.; HOYZMAN, A. et al. Decreasing weight loss in the hatchery by feeding chicks and poult in hatching trays. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, p. 142-148, 2000.
- SORBARA, J. O. B. Efeito de diferentes carboidratos na ração pré-inicial de frangos de corte sobre o desempenho e a alometria dos órgãos. Piracicaba, 2003. 60p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SORBARA, J. O. B., MENTEN, J. F. M., LONGO, F. A. et al. Effects of different carbohydrates in the feed of newly hatched chicks on performance and organs allometric growth. **Poultry Science**, v. 82, suppl. 1, p. 67, 2003.
- SULISTYANTO, B.; AKIBA, Y.; SATO, K. Energy utilisation of carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched chicks. **British Poultry Science**, v. 40, p. 653-659, 1999.

- SULISTIYANTO, B.; AKIBA, Y.; TAKAHASHI, K. et al. Characteristics in energy metabolism of dietary carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched chicks. In: ASIAN PACIFIC POULTRY CONGRESS, 6., Nagoya, 1998. **Proceedings**. Nagoya: JPSA, 1998. p. 394-395.
- TARVID, I. L. The development of protein digestion in poultry. **Poultry and Avian Biology Review**, v. 6, p. 35-54, 1995.
- TURNER, K.; APPLEGATE, T. J.; LILBURN, M. S. Effects of feeding high carbohydrate and fat diets. 1. growth and metabolic status of the posthatch poult following immediate or delayed access to feed. **Poultry Science**, v. 78, p. 1573-1580, 1999.
- UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Post-hatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v. 77, p. 75-82, 1998.
- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Post-hatch changes in morphology and function of the small intestine in heavy and light strain chicks. **Poultry Science**, v. 74, p. 1622-1629, 1995.
- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v. 78, p. 215-222, 1999.
- UNI, Z.; SMIRNOV, A.; SKLAN, D. Pre and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. **Poultry Science**, v. 82, p.320-327, 2003.
- UNI, Z.; GEYRA, A.; BEN-HUR, H. et al. Small intestinal development in the young chick:crypt formation and enterocyte proliferation and migration. **British Poultry Science**, v. 41, p. 544-551, 2000.
- VIEIRA, S. L.; MORAN JR., E. T. Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. **World's Poultry Science Journal**, v. 55, p. 125-142, 1999a.

VIEIRA, S. L.; MORAN JR., E. T. Starter vs. Corn and supplemental calcium propionate in initial broiler feeding. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 8, p. 255-262, 1999b.

WALDROUP, P.W.; HILIARD, C. M.; CRIGG, J. E. et al. The effectiveness of drinking solutions given to young turkey poult in drinking water or by oral and parenteral dosage. **Poultry Science**, v. 53, p. 1056-1060, 1974.



Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo milho pré-gelatinizado

José Henrique Stringhini^{1,5}, Denise Alencar Santos^{2,5}, Alexandre Barbosa de Brito³, Romão da Cunha Nunes¹, Luciana Moura Rufino², Bruno Moreira dos Santos^{4,5}

¹ Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás.

² Pós-Graduação em Ciência Animal – UFG.

³ Polinutri Alimentos, Rua Américo Vespúcio, 99, Jardim Platina, Osasco, SP, CEP: 06273-070.

⁴ Graduação em Medicina Veterinária – UFG.

⁵ Bolsista do CNPq.

RESUMO - Foram conduzidos três experimentos para avaliar o valor nutricional do milho pré-gelatinizado para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. No primeiro experimento, avaliou-se o metabolismo do milho pré-gelatinizado, do amido e do gérmen de milho pelo método da colheita total de excretas no período de 4 a 7 dias de idade para determinação dos valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida, que foram de 3.370, 3.379,7, 3.259,1 kcal/kg de EMA e 3.299,8, 3.369,7 e 3.051,6 kcal/kg de EMan, para o milho pré-gelatinizado, o amido de milho e o gérmen de milho integral, respectivamente. No segundo e terceiro experimentos, utilizaram-se 200 pintos alimentados com rações pré-iniciais (fase de 1 a 7 dias de idade) e iniciais com 0, 20, 40 ou 60% de milho pré-gelatinizado em substituição ao milho-grão. O desempenho dos frangos no período de 1 a 7 dias não foi afetado pelos níveis de milho pré-gelatinizado na ração. Houve nesse período efeito quadrático sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (ponto de mínima de 28,6%) e do nitrogênio (ponto de mínima de 31,7%) e efeito linear negativo sobre o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. No período de 8 a 21 dias de idade, para os níveis de milho pré-gelatinizado, houve efeito linear negativo sobre o peso final, o ganho de peso e o consumo de ração e efeito quadrático sobre a conversão alimentar (ponto de máxima de 34,3%). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo indicaram efeito linear positivo dos níveis de substituição do milho-grão moído pelo pré-gelatinizado. O milho pré-gelatinizado é uma boa alternativa para alimentação de pintos de corte na fase pré-inicial, porém, apesar do melhor aproveitamento nutricional da ração, piora o desempenho na fase de 8 a 21 dias de idade.

Palavras-chave: conversão alimentar, digestibilidade, energia metabolizável, ganho de peso, valor nutricional

Performance of broiler chicks fed pre-gelatinized corn in pre-starter and starter feed

ABSTRACT - Three experiments were carried out to evaluate the performance and nutritional value of the extruded corn for broilers from one to 21 days of age. In the first experiment, the metabolism of pre-gelatinized corn, corn starch and corn germ meal was assessed by the total excreta collection method from 4 to 7 days of age and values of apparent (AME) and corrected metabolizable energy (CAME) and the results were, respectively: 3370, 3379.7, 3259.1 kcal/kg de AME and 3299.8, 3369.7, 3051.6 kcal/kg for CAME. The inclusion level of pre-gelatinized corn was evaluated in pre-starter (1 to 7 days of age – Experiment 2) and starter (8 to 21 days of age – Experiment 3) broiler rations. Broiler performance from one to seven days of age was not affected by pre-gelatinized corn in the feed. A quadratic effect for the dry matter digestibility coefficient (minimum point of 28.6% inclusion) and nitrogen (minimum point of 31.7% inclusion) and negative linear negative on the ether extract digestibility coefficient. From 8 to 21 days of age, broiler performance was affected linearly and negatively for final weight, weight gain and feed intake and quadratic for feed-to-gain ratio (maximum point of 34.3% inclusion). For the dry matter, nitrogen and ether extract digestibility coefficients, there was a positive linear effect for pre-gelatinized corn included in substitution of corn. Pre-gelatinized corn was a good alternative for pre-starter ration, but, in spite of the better digestibility coefficient results, performance got worse as pre-gelatinized corn increased in diets from 8 to 21 days of age. Pre-gelatinized corn was a good alternative as energetic ingredient for first week chick feed, but, in the starter phase it did not promote good performance despite the good digestibility indexes obtained.

Key Words: digestibility, feed-to-gain ratio, metabolizable energy, nutritional value, weight gain

Introdução

O milho é a principal fonte de energia na alimentação das aves e fornece 22 a 35% da proteína bruta total; sua maior limitação é o baixo conteúdo de lisina e triptofano (Dale, 1994; Lima, 2001; Rodrigues et al., 2001, Oliveira et al., 2004; Fasuyi, 2005).

O milho apresenta grande diversidade de utilização na alimentação humana e animal, com mais de 500 derivados nas indústrias química, alimentícia, química mecânica, bebidas, indústria de rações e outras (Larbier & Leclercq, 1994; Lima, 2001). Os produtos do milho podem ser obtidos no processo de industrialização, tanto por via seca quanto por via úmida. Os principais ingredientes obtidos do milho por via seca (Lima, 2001) são: gérmen de milho integral ou desengordurado; óleo de gérmen de milho; canjica; farelo de milho degerminado e *gritz*. Na via úmida, podem ser citados como ingredientes: farelo de gérmen de milho e farelo de glúten de milho.

O amido dos cereais se apresenta na forma de grânulos formados por amilose (22% a 28%) e amilopectina (72% a 78%), cujo interior do grânulo é composto de regiões cristalinas e amorfas alternadas, formando um complexo altamente organizado. A região cristalina ou micelar é composta principalmente por amilopectina e é resistente à entrada de água e à ação das enzimas (Joy et al., 1997).

A extrusão é empregada para obtenção de amidos modificados, solúveis e com elevada capacidade de retenção de água, pela gelatinização e dextrinização, o que permite melhor digestão e absorção dos nutrientes (Moreira et al., 1994). O amido processado comercialmente é composto de grãos ou grânulos de amido insolúveis que absorvem pequena quantidade de líquido em água fria. O amido entra no processo de gelatinização entre 60 e 70°C de acordo com a fonte e o tipo de grânulo (Food Oregon State, 2006).

O milho pré-gelatinizado é obtido a partir de grãos sadios de milho (*Zea mays L.*) degerminados, moídos e submetidos às operações de pré-gelatinização por extrusão e posteriormente seco, moído e classificado. A retenção máxima em peneiras ABNT-40 é de 20%, o que representa 80% de partículas menores que 0,42 mm e com características organolépticas marcantes, com aspecto de um produto fino, uniforme, de cor amarela, sabor e aroma suave característicos do milho (Moreira et al., 2001). Na extrusão, ocorre mudança física do amido, ocasionando sua gelatinização. Inicialmente, a água aquecida rompe a cristalinidade da amilose e desfaz sua estrutura ordenada. Os grânulos de amido incham e aumentam de volume. A amilose começa a se expandir, os grânulos se rompem e mais moléculas de água se unem aos radicais hidroxílicos expostos na cadeia de

amido, resultando em uma estrutura de gel coloidal com a amilose. As moléculas de amido se recombinam, ligando-se a outros nutrientes, formando estrutura porosa, relativamente estável, e que serve para absorver gordura e umidade (Jorge Neto, 1992, 1993).

Na primeira semana, ocorrem eventos fisiológicos digestivos peculiares, pois as aves não estão plenamente adaptadas à ingestão de carboidratos e lipídios (Castro, 1996; Toledo et al., 2001) e acredita-se que o milho processado pode se constituir boa opção para as rações nessa idade. Neste estudo, objetivou-se determinar os valores de energia metabolizável de produtos do processamento do milho (milho pré-gelatinizado, amido e gérmen de milho integral – GMI) para pintos de corte. Avaliou-se também o desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes de milho pré-gelatinizado nas fases de 1 a 7 dias e de 8 a 21 dias de idade.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos no aviário experimental do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás. No primeiro experimento, foram utilizados 128 pintos de corte da marca comercial Cobb, de ambos os sexos, distribuídos entre quatro dietas: dieta-referência, à base de milho e soja, formulada para conter 3.000 kcal/kg de EMAn e 20,88% de PB; dieta-referência com 40% de milho pré-gelatinizado; dieta-referência com 40% de amido de milho; dieta-referência com 40% de milho pré-gelatinizado. O período experimental foi de 14 a 21 dias de idade das aves. O método de colheita total de excretas foi utilizado e os alimentos e as excretas, depois de colhidos, foram pesados e processados para análises laboratoriais e determinação dos teores de matéria seca (60 e 105°C), nitrogênio, pelo método de Kjeldahl, e extrato etéreo, pelo método de Goldfisch, segundo as marchas analíticas descritas por Silva & Queiroz (2002).

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com quatro dietas e quatro repetições de oito aves adotando-se o teste de Tukey (5%) para comparação das médias. A análise estatística foi realizada pelo programa SAEG (UFV, 2000).

No segundo experimento, avaliou-se o desempenho de pintos de corte de 1 a 7 dias de idade alimentados com rações com diversos níveis de milho pré-gelatinizado (0, 20, 40 e 60%). O experimento foi realizado de 5 de agosto a 10 de setembro de 2005 utilizando-se 200 pintos de corte Cobb, machos com 1 dia de vida, divididos em grupos de dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em baterias de aço galvanizado, cada uma com cinco andares, instaladas em galpão de alvenaria com 12,96 m × 2,96 m (38,36 m²) de dimensões internas, cumeeira com orientação leste-oeste, pé-direito de 2,32 m, sem lanternim, coberto com telhas de barro. Todo o galpão era rodeado por mureta de concreto com 0,46 m e tela de arame até o início do telhado, com altura de 1,70 m, protegido por cortina de plástico externa trançada azul e sistema de catracas para movimentação. O aquecimento foi realizado com lâmpadas incandescentes de 60 W. A iluminação foi constante, com 12 horas de iluminação natural e 12 horas de iluminação artificial por dia. A iluminação artificial foi feita por meio de lâmpadas incandescentes de 100 W espalhadas pelo galpão. O aquecimento interno do galpão foi monitorado diariamente e associado ao manejo das cortinas para manter a temperatura interna adequada às aves.

Os comedouros e bebedouros eram do tipo calha, e o manejo diário incluiu a limpeza dos bebedouros, com troca de água pela manhã e à tarde e fornecimento de ração nos comedouros duas vezes ao dia. Tanto os pintos quanto as dietas foram pesados no 1º e 7º dia de idade e esses dados serviram como base para o cálculo do ganho de peso, do consumo de ração e do índice de conversão alimentar. Foi avaliado também o desempenho até os 21 dias de idade.

As dietas foram formuladas com quatro níveis de substituição do milho-grão por milho pré-gelatinizado (0; 20; 40 e 60%) para atender às recomendações nutricionais e a composição dos alimentos proposta por Rostagno et al. (2000) (Tabela 1).

Os pintos foram alimentados com as rações experimentais do 1º ao 7º dia de idade: os primeiros dois dias (1º e 2º dia) foram de adaptação às dietas com milho pré-gelatinizado e os outros cinco dias (3º ao 7º dia), de colheita de excretas, conforme metodologia descrita por Café (1993).

A colheita de excretas foi realizada pelo método da coleta total descrito por Albino (1991), duas vezes ao dia, durante todo o período experimental, e acondicionadas em sacos plásticos identificados e posteriormente congeladas. O material colhido foi misturado e homogeneizado.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo foi conduzida segundo a metodologia descrita por Matterson et al. (1965). Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os valores do balanço de nitrogênio utilizando-se a equação: BN = (N_{ing} - N_{exc}) / N_{ing}, de modo que BN é igual ao balanço de nitrogênio, N_{ing} é o nitrogênio ingerido e N_{exc} é o nitrogênio excretado.

A análise estatística foi realizada seguindo o esquema da ANOVA para um delineamento inteiramente casualizado,

com quatro tratamentos, cada um com cinco repetições. Foi utilizado o programa SAEG (UFV, 2000), adotada a análise de variância e aplicada a análise de regressão polinomial para os níveis de milho pré-gelatinizado testados (5% probabilidade).

No terceiro experimento, avaliou-se o desempenho de pintos de corte alimentados com rações com diferentes níveis de milho pré-gelatinizado na fase de 8 a 21 dias de idade. O experimento foi realizado de 20 de dezembro de 2005 a 20 de janeiro de 2006, com 280 pintos de corte Cobb, machos com 1 dia de vida, no mesmo sistema de manejo e controle de temperatura adotado no segundo experimento.

Os trechos grifados a seguir são desnecessários, uma vez que o manejo foi o mesmo do experimento anterior.

Utilizaram-se três baterias de aço galvanizado, cada uma com cinco andares e divisões. Essas baterias foram instaladas em galpão de alvenaria com 12,96 m × 2,96 m (38,36 m²) de dimensões internas, cumeeira com orientação leste-oeste, pé-direito de 2,32 m, sem lanternim, coberto com telhas de barro. Todo o galpão é rodeado por uma mureta de concreto com 0,46 m e tela de arame até o início do telhado, com uma altura de 1,70 m, e protegido na parte

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais pré-iniciais fornecidas na fase de 1 a 7 dias de idade

Ingrediente (%)	Nível de milho pré-gelatinizado (%)			
	0	20	40	60
Milho	57,4	45,9	34,4	22,9
Milho pré-gelatinizado	-	10,8	21,6	32,4
Farelo de soja	37,2	37,8	38,5	39,2
Óleo soja	1,64	1,68	1,71	1,75
Fosfato bicálcico	1,81	1,81	1,81	1,80
Calcário	0,79	0,78	0,78	0,78
Sal comum	0,42	0,42	0,42	0,42
DL - metionina	0,189	0,185	0,181	0,177
L-lisina HCL	0,174	0,156	0,139	0,121
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,4	0,4	0,4	0,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional ²				
Proteína bruta (%)	19,900	19,900	19,900	19,900
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000
Fósforo total (%)	0,645	0,645	0,645	0,645
Fósforo disponível (%)	0,421	0,421	0,421	0,421
Cálcio (%)	0,839	0,839	0,839	0,839
Sódio (%)	0,203	0,203	0,203	0,203
L-lisina (%)	1,126	1,126	1,126	1,126
DL-metionina (%)	0,439	0,439	0,439	0,439

¹ Premix inicial (Suplemento vitamínico): vitamina A - 8.000,000 UI; vitamina D3 - 2.000,000 UI; vitamina E - 15.000 UI; vitamina K - 1.800 mg; vitamina B1 - 1.800 mg; vitamina B2 - 6.000 mg; vitamina B6 - 2.800 mg; vitamina B12 - 12.000 mg; niacina - 40.000 mg; ácido fólico - 1.00 mg; ácido pantoténico - 15.000 mg; biotina - 60 mg; selênio - 300 mg; antioxidante - 30 g.

² Valores calculados com base na composição química dos alimentos, proposta pela tabela de Rostagno et al. (2000). Suplemento mineral: manganês - 150.000 mg; zinco - 100.00 mg; ferro - 100.000 mg; cobre - 16.000 mg; iodo - 1.500 mg.

externa por uma cortina de plástico trançada azul e um sistema de catracas para sua movimentação.

O manejo anterior à chegada dos pintos consistiu de limpeza e desinfecção das instalações (telhas, piso, área externa, equipamentos), respeitando o tempo de vazio sanitário, com pulverização de desinfetantes nas instalações e nos equipamentos.

O aquecimento interno de cada andar das baterias foi realizado pela instalação de lâmpadas incandescentes de 60 W. A iluminação foi constante, com 12 horas de iluminação natural e 12 horas de iluminação artificial por dia. A iluminação artificial foi feita por meio de lâmpadas incandescentes de 100 W espalhadas pelo galpão. O aquecimento interno do galpão foi monitorado diariamente e associado ao manejo das cortinas para manter a temperatura interna adequada às aves. Os comedouros e bebedouros foram do tipo calha e o manejo diário incluiu a limpeza dos bebedouros com troca de água pela manhã e à tarde e fornecimento de ração nos comedouros duas vezes ao dia.

Os pintos foram alimentados com dieta experimental do 8º ao 21º dia de idade: nove dias de adaptação às dietas com milho pré-gelatinizado e cinco dias de colheita de excretas, conforme metodologia descrita por Café (1993). A colheita de excretas obedeceu ao método da coleta total descrito por Albino (1991) e foi realizada duas vezes ao dia durante o período experimental.

As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas com quatro níveis (0; 20; 40 e 60%) de substituição do milho-grão por milho pré-gelatinizado, de modo a atenderem às recomendações nutricionais, considerando a composição dos alimentos proposta por Rostagno et al. (2000).

Na condução do experimento, foram avaliados os pesos dos pintos de corte e das dietas fornecidas ao 8º, 13º, 17º e 21º dias de idade, adotando-se os pesos dos animais mortos, e calculados o ganho de peso, o consumo de ração e o índice de conversão alimentar.

A determinação da matéria seca e do nitrogênio foi conduzida de acordo com metodologia descrita por Matterson et al. (1965). A partir dos resultados laboratoriais foram calculados os valores do balanço de nitrogênio (BN) com a equação: BN = (Ning - Nexc)/Ning., em que Ning. é o nitrogênio ingerido e Nexc. o nitrogênio excretado.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro níveis de milho pré-gelatinizado na dieta, cada um com 7 repetições de 10 pintos de corte, totalizando 28 unidades experimentais.

As análises estatísticas para esse experimento foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (UFV, 2000), com análise de variância e análise de regressão até o terceiro grau (5% probabilidade).

Tabela 2 - Composição das rações fornecidas na fase inicial (8 a 21 dias)

Ingrediente (%)	Nível de milho pré-gelatinizado (%)			
	0	20	40	60
Milho	60,202	48,162	36,121	24,081
Milho pré-gelatinizado	-	11,348	22,696	34,044
Farelo de soja (45%)	34,450	35,120	35,790	36,460
Óleo de soja	1,934	1,965	1,996	2,028
Fosfato bicálcico	1,680	1,676	1,672	1,668
Calcário	0,757	0,754	0,750	0,747
Sal	0,402	0,404	0,405	0,407
Metionina	0,126	0,133	0,140	0,146
Lisina	0,049	0,039	0,029	0,020
Núcleo ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional ²				
Proteína bruta (%)	20,980	20,980	20,980	20,980
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950
Fósforo total (%)	0,677	0,677	0,677	0,677
Fósforo disponível (%)	0,448	0,448	0,448	0,448
Cálcio (%)	0,891	0,891	0,891	0,891
Sódio (%)	0,211	0,211	0,211	0,211
L-lisina (%)	1,316	1,316	1,316	1,316
DL-metionina (%)	0,513	0,513	0,513	0,513

¹ Premix inicial (Suplemento vitamínico): vitamina A - 8.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; vitamina E - 15.000 UI; vitamina K - 1.800 mg; vitamina B1 - 1.800 mg; vitamina B2 - 6.000 mg; vitamina B6 - 2.800 mg; vitamina B12 - 12.000 mg; niacina - 40.000 mg; ácido fólico - 1.00 mg; ácido pantotênico - 15.000 mg; biotina - 60 mg; selênio - 300 mg; antioxidante - 30 g.

² Valores calculados com base na composição química dos alimentos, proposta pela tabela de Rostagno et al. (2000).

Resultados e Discussão

No primeiro experimento, em que foi realizada a determinação do conteúdo de energia metabolizável aparente do milho pré-gelatinizado, do amido de milho e do gérmen de milho, o amido de milho disponível para alimentação animal apresentou maiores valores de energia metabolizável, tanto aparente como corrigida pelo balanço de nitrogênio, porém esses valores foram significativamente diferentes quando expressos na matéria seca (Tabela 3). Na avaliação desses dados de energia metabolizável, observaram-se valores inferiores aos descritos por Freitas et al. (2005) para pintos de corte de 1 a 8 dias de idade para o milho processado (3 minutos a vácuo, retirada do oxigênio, e aquecimento de 63 a 107°C, e vapor direto por 8 a 12 minutos) e o não-processado (3.537 versus 3.411 kcal EMAn/kg). Plavnik & Sklan (1995) determinaram incrementos de 1,5 para energia metabolizável aparente (EMA) e de 3,5% para energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).

Para esse mesmo alimento, constataram-se maiores valores de digestibilidade da matéria seca, porém o gérmen de milho apresentou maior digestibilidade da proteína

Tabela 3 - Composição de proteína e de matéria seca e valores energéticos determinados nas amostras experimentais

Ingrediente	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Energia metabolizável aparente		Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio	
			Matéria natural	Matéria seca	Matéria natural	Matéria seca
Milho pré-gelatinizado	90,62	7,50	3370,0	3718,8	3299,8ab	3641,3ab
Amido de milho	90,16	1,10	3379,7	3748,5	3369,7a	3737,5a
Gérmen de milho	90,09	9,94	3259,1	3617,6	3051,6b	3387,2b
Coeficiente de variação (%)			4,81	4,81	4,57	4,57

^{ab} Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferença Tukey (5% de probabilidade).

(Tabela 4). Todos os alimentos caracterizaram-se como concentrados energéticos pelos valores de energia apresentados. Freitas et al. (2005) determinaram valores de coeficiente de digestibilidade da matéria seca de 82,03 e de 81,36 %, coeficiente de digestibilidade da proteína bruta de 63,87 e 62,57 %, respectivamente, para os milhos processado e não-processado, valores semelhantes aos obtidos neste estudo.

No segundo experimento, no qual o milho pré-gelatinizado foi avaliado no período de 1 a 7 dias de idade, não se verificou efeito do processamento do milho no desempenho dos animais (Tabela 5). Esses resultados diferem dos encontrados por Brito et al. (2005), que observaram efeito da inclusão de gérmen integral de milho na dieta. Penz Jr. & Vieira (1998) afirmaram que, na primeira semana, a anatomia e fisiologia do aparelho digestório de pintos de corte difere da observada em aves com mais idade, por isso, suas necessidades nutricionais são diferentes, pelas dificuldades em digerir e absorver nutrientes. Freitas et al. (2005), no entanto, constataram pior desempenho, com maior consumo e pior conversão alimentar na fase pré-inicial.

O consumo de ração e a conversão alimentar não apresentaram diferença estatística entre os níveis de milho pré-gelatinizado testados, uma vez que a média de consumo diário foi de 7,86 g. Os resultados obtidos estão de acordo com os descritos por Brito et al. (2005), que não constataram efeito significativo no consumo de ração e na conversão

alimentar ao utilizarem gérmen integral de milho nas rações. Todavia, diferem dos encontrados por Freitas et al. (2005), que observaram piores consumo e conversão alimentar com o milho processado e atribuíram esses valores aos efeitos do óleo acrescentado às dietas, que permitiram o efeito extracalórico que melhorou o desempenho.

O coeficiente de digestibilidade (Tabela 6) indicou efeito quadrático ($P<0,05$) para matéria seca e ponto de mínima com 28,7% de substituição do milho pelo milho pré-gelatinizado. Os teores de nitrogênio e extrato etéreo, no entanto, não diferiram ($P>0,05$) entre as rações.

No terceiro experimento, no qual foi avaliado o desempenho de pintos de corte alimentados com níveis de milho pré-gelatinizado no período de 8 a 21 dias de idade (Tabela 5), observou-se efeito linear negativo ($P<0,05$) dos níveis de milho pré-gelatinizado sobre o peso aos 21 dias de idade, o que significa que o aumento do nível de substituição do milho grão pelo milho pré-gelatinizado piorou o desempenho das aves. Fisher et al. (2002) observaram efeito da adição ou não de enzimas na dieta sobre o peso médio no período de 1 a 35 dias. Freitas et al. (2005) verificaram que a utilização de milho processado piorou a conversão alimentar.

Nesse período experimental, de 8 a 21 dias de idade, observou-se efeito linear negativo do processamento do amido no ganho de peso de pintos de corte. Os resultados estão de acordo com os encontrados por Brito et al. (2005), que observaram efeito significativo do nível de gérmen integral de milho na dieta de pintos de corte.

O consumo de ração não diferiu entre os níveis de milho pré-gelatinizado e a média diária foi de 57,20 g. Penz Jr. & Vieira (1998) afirmaram que as alterações do aparelho digestório dos frangos de corte nos primeiros dias de vida são marcantes e que essas rápidas alterações do aparelho digestório possibilitam aumento de consumo de ração e altera a digestibilidade dos nutrientes. Essa observação comprova que, nesta fase estudada, a granulometria da ração não influenciou no consumo de ração.

Os resultados para conversão alimentar comprovaram efeito quadrático ($P<0,05$). O ponto de máxima da curva, obtido derivando-se a equação de regressão, foi de 34,22%

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína e balanço de nitrogênio determinados

Ingrediente	Coeficiente de digestibilidade		Balanço de nitrogênio(g)
	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	
Ração referência	76,44b	65,32ab	4,99b
Pré-gelatinizado	79,07ab	66,52ab	3,92bc
Amido	82,24a	64,32b	2,83c
GMI	76,16b	72,16a	6,47a
CV (%)	2,87	5,41	11,71

^{ab} Médias seguidas de letras distintas na coluna indicam diferença Tukey (5% de probabilidade).

Tabela 5 - Desempenho de pintos de corte de 1 a 7 dias de idade alimentados com rações contendo milho pré-gelatinizado

	Nível de substituição (%)				CV (%)	P
	0	20	40	60		
1 a 7 dias de idade						
Peso final (g)	156,23	157,36	143,77	141,12	8,82	>0,05
Ganho de peso (g)	108,05	108,88	95,62	93,98	12,93	>0,05
Consumo de ração (g)	112,98	122,42	104,42	100,86	11,52	>0,05
Conversão alimentar (g/g)	1,04	1,12	1,11	1,07	9,61	>0,05
8 a 21 dias de idade						
Peso final, (g)*	864,71	814,75	785,32	766,98	5,07	<0,001
Ganho de Peso (g)**	664,12	617,00	591,48	571,75	7,31	0,004
Consumo de ração (g)***	803,60	849,04	808,57	742,02	8,65	>0,05
Conversão alimentar (kg/kg)***	1,212	1,375	1,369	1,298	6,77	0,006

P* (= 0,001), Y = 611,1563 – 1,16257x ($R^2 = 0,95$).

P** (= 0,058), Y = 856,339 – 1,61307x ($R^2 = 0,43$).

P*** (= 0,004), Y = 656,487 – 1,51314x ($R^2 = 0,96$).

P**** (= 0,006), Y = 1,21768 + 0,0100464x – 0,000146484x² ($R^2 = 0,97$).

Tabela 6 - Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, nitrogênio, extrato etéreo em pintos de corte de 1 a 7 dias de idade alimentados com rações com diversos níveis de milho pré-gelatinizado

	Nível de substituição (%)				CV (%)	P
	0	20	40	60		
1 a 7 dias de idade						
Matéria seca (%)	78,48	73,43	71,07	80,84	7,03	0,039
Nitrogênio (%)	68,71	73,93	67,90	59,95	12,10	>0,05
Extrato etéreo (%)	84,53	89,67	82,11	84,79	3,71	>0,05
8 a 21 dias de idade						
Matéria seca (%)*	87,65	89,17	88,87	89,43	1,28	0,036
Nitrogênio (%)**	81,71	80,23	82,43	86,86	2,11	<0,001
Extrato etéreo (%)***	91,22	92,18	92,87	93,41	1,03	<0,001

Y = 78,8842-0,528026x + 0,00921310x² ($R^2 = 0,92$).

P* (= 0,036), Y = 88,0301+0,0251716x ($R^2 = 0,69$).

P** (= 0,000), Y = 80,1620+0,0882734x ($R^2 = 0,64$).

P*** (= 0,001), Y = 91,3368+0,0363235x ($R^2 = 0,98$).

de substituição do milho por milho pré-gelatinizado, ponto de pior conversão alimentar. Para conversão alimentar, Fisher et al. (2002) observaram efeito significativo da substituição nos períodos dos 7 aos 14 dias e dos 28 aos 35 dias de idade.

Os níveis de substituição do milho tiveram efeito linear positivo nos coeficientes de digestibilidade (Tabela 6) da matéria seca, do nitrogênio e do extrato etéreo. O processamento por extrusão melhorou o coeficiente de digestibilidade do amido do milho e do sorgo. As atividades das enzimas maltase do conteúdo do jejuno e íleo e amilase do conteúdo do jejuno foram influenciadas pelo processamento a calor dos cereais e foram maiores para as fontes extrusadas (Otutumi et al., 2005).

Hongtrakul et al. (1998) afirmaram que a formação de beta-amilase e amilopectina cristalizada durante o processo de extrusão em fontes de carboidratos pode diminuir a

habilidade das enzimas amilases na ruptura das ligações do amido, levando a menor conversão do amido em carboidratos solúveis.

O milho pré-gelatinizado não piorou o desempenho de pintos de corte de 1 a 7 dias de idade. Os níveis de 20% e 40% de inclusão de milho pré-gelatinizado na dieta proporcionaram desempenho similar ao obtido com a dieta à base de milho. Freitas et al. (2005) verificaram que, com a utilização de milho processado (vapor e temperatura de 63 a 105°C), houve piora do desempenho de frangos na fase pré-inicial, com maior consumo e pior conversão alimentar, mesmo quando a energia metabolizável aumentou cerca de 100 kcal com o processamento. Plavnik & Sklan (1995) afirmaram que, mesmo com o aumento que o processo de extrusão ou expansão provocaram nos valores de energia metabolizável do milho, o desempenho das aves não foi alterado.

Na fase de 8 a 21 dias de idade, o alimento teve influência negativa principalmente sobre a conversão alimentar, que foi pior no nível de 34,22%, portanto, a inclusão do milho pré-gelatinizado não é interessante para essa fase.

Conclusões

O milho pré-gelatinizado é uma boa alternativa como alimento energético para pintos de corte na primeira semana de vida, no entanto, apesar dos bons índices de digestibilidade, não favorece o desempenho na fase inicial.

Agradecimentos

Os autores agradecem à GEM Alimentos e ao CNPq, pela disponibilização de recursos financeiros ao projeto.

Literatura Citada

- ALBINO, L.F.T. *Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte*. 1991. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.
- BRITO, A.B.; STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P. et al. Efeito do gérmen integral de milho sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, n.2, p.241-249, 2005.
- CAFÉ, M.B. *Estudo do valor nutricional da soja integral processada para aves*. 1993. 97f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/ Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.
- CASTRO, A.G.M. Qualidade de pintos de um dia e importância do manejo no desempenho de frangos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2., 1996, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Associação Goiana de Avicultura/UFG, 1996. p.67-70.
- DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. p.67-72.
- FASUYI, A.O. Maize-sorghum based brewery by-product as an energy substitute in broiler starter: effect on performance, carcass characteristics, organs and muscle growth. *International Journal of Poultry Science*, v.4, n.5, p.334-338, 2005.
- FISHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de enzimas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- FOOD OREGON STATE. [2006]. Disponível em: <<http://food.oregonstate.edu/starch/>>. Acesso em: 10/2/2006.
- FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, n.4, p.510-517, 2005.
- HONGTRAKUL, K; GOODBAND, R.D.; BEHNKE, K.C. et al. The effect of extrusion processing of carbohydrate sources on weanling pig performance. *Journal of Animal Science*, v.76, n.12, p.3034-3042, 1998.
- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação animal. In: SEMINÁRIO DE SUÍNOS GUABI, 1993, Lindóia. *Apostilas...* Lindóia, 1993. p.99-106.
- JORGE NETO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. *Avicultura e Suinocultura Industrial*, v.82, n.988, p.4-15, 1992.
- JOY, M.T.; DePETERS, E.J.; GADEL, J.G. et al. Effect of corn processing on the site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2087-2097, 1997.
- LARBIER, M.; LECLERQ, B. *Nutrition and feeding of poultry*. Nottingham: University Press, 1994. 350p.
- LIMA, G.J.M.M. Milho e subproduto na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.13-32.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. *The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens*. Connecticut: University of Connecticut, 1965. 11p.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.23, p.916-929, 1994.
- MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G.C.; FURLAN, A.C. et al. Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche, digestibilidade e desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.440-448, 2001.
- OLIVEIRA, R.P.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. et al. Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.146-156, 2004.
- OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; SCAPINELLO, C. et al. Digestibilidade e atividade enzimática de coelhos em crescimento alimentados com diferentes fontes de amido processadas ou não por extrusão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.557-567, 2005.
- PLAVNIK, I.; SKLAN, D. Nutritional effects of expansion and short time extrusion on feeds for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v.55, n.3-4, p.247-251, 1995.
- PENZ JR., A.M; VIEIRA, S.L. Nutrição na primeira semana. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE, 1998, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p.121-139.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1767-1778, 2001 (supl.).
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos*: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 61p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 208p.
- TOLEDO, R.S.; VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T. et al. Aspectos práticos da nutrição pós-eclosão: níveis nutricionais utilizados, tipos de ingredientes e granulometria da dieta. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001. p.153-167.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. *Sistema de análise estatísticas e genéticas - SAEG*. Versão 9.0. Viçosa, MG: 2000. (CD-ROM).

Utilização da glutamina, associada ao ácido glutâmico, sobre o desenvolvimento e a atividade enzimática em frangos de corte

[Utilization of glutamine, associated with glutamic acid, on development and enzymatic activity in broiler chickens]

M.I. Sakamoto¹, D.E. Faria¹, V.S. Nakagi¹, J.A. Negrão², R.B. Araújo¹,
K.M.R. Souza¹, T.C. Previero¹

¹Departamento de Zootecnia - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo
Av. Duque de Caxias Norte, 225
13635-900 - Pirassununga, SP

²Departamento de Ciências Básicas - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos,
Universidade de São Paulo - Pirassununga, SP

RESUMO

Avaliou-se o efeito da glutamina, associada ao ácido glutâmico, proveniente de um produto comercial, sobre o desenvolvimento e a atividade enzimática em frangos de corte. Foram utilizados 800 pintos de corte, machos, de um a 42 dias de idade, distribuídos em cinco tratamentos, sendo quatro níveis de suplementação do Aminogut®: 0,5; 1,5; 3,0 e 5,0% + uma dieta-controle, isenta do produto. Observou-se melhor índice de eficiência produtiva para os frangos alimentados com dietas suplementadas com 2,8% de Aminogut®. Independentemente dos tratamentos, verificou-se aumento das atividades da maltase, sacarase e fosfatase alcalina intestinais com o avanço da idade das aves. Para as enzimas pancreáticas, observou-se maior atividade da amilase e lipase aos 14 dias de idade, coincidindo com a maior taxa de crescimento alométrico do pâncreas.

Palavras-chave: frango de corte, desempenho, dissacaridases, intestinos, pâncreas

ABSTRACT

Evaluation of the effect of glutamine associated with glutamic acid in a commercial product, on the growth and enzyme activities in broiler chickens. 800 day-old male broiler chicks were used during the 42 days of trial, and were allotted to five treatments, four levels of Aminogut® supplementation - 0.5, 1.5, 3.0 and 5.0% + control-diet, free product. The best index of productive efficiency in broiler chickens was observed in those fed diets supplemented with 2.8% Aminogut®. Regardless of the treatment, there was increase in maltase, sucrase and alkaline phosphatase activities as the age of the chickens increased. For pancreatic enzymes, more activity of amylase and lipase can be observed at 14 days of age, coinciding with the highest rate of allometric growth of pancreas.

Keywords: broiler chickens, disaccharidases, intestine, pancreas, performance

INTRODUÇÃO

O avanço genético na avicultura nas últimas décadas tem colaborado no desenvolvimento de frangos de corte com maior taxa de crescimento em menor período de tempo. Dessa forma, a nutrição deve ser balanceada para cada fase de

criação, visando atender as necessidades para um crescimento rápido, seguro e saudável (Rostagno et al., 2005a).

Um dos fatores que podem influenciar esse desempenho é o desenvolvimento do trato gastrintestinal (TDI), especialmente durante o período pós-eclosão, quando os segmentos do

Recebido em 18 de julho de 2010

Aceito em 28 de junho de 2011

Email: mizumiss@yahoo.com.br

Projeto financiado pela Fapesp e CNPq

TGI aumentam em tamanho e peso mais rapidamente que outros órgãos e tecidos (Macari et al., 2002). Entretanto, diferenças com animais adultos são muito prováveis devido, principalmente, às adaptações no sistema digestivo-absortivo. As enzimas digestivas já se encontram ativas no embrião, assim como mecanismos de absorção de nutrientes no intestino. No entanto, a atividade das enzimas digestivas, tanto no pâncreas quanto no conteúdo intestinal, aumenta com a idade do frango (Souza et al., 2005).

A avaliação da mucosa intestinal é um importante aspecto da fisiologia da digestão, pois esta representa uma extensa área de exposição a agentes exógenos que estão presentes no intestino a partir do início da ingestão, digestão e absorção de nutrientes. Em frangos, os processos de desenvolvimento do trato digestório ocorrem, principalmente, nas duas primeiras semanas de idade, o que representa, aproximadamente, 30% do tempo de vida útil das aves (Maiorka et al., 2000).

A produção enzimática e a estrutura morfológica do sistema digestório das aves altera-se consideravelmente com a frequência do consumo de alimentos (Macari et al., 2002; Souza et al., 2005). Sendo assim, a ingestão de alimentos é considerada um fator limitante para o crescimento de frangos, e nisso o desenvolvimento do TGI tem um importante papel.

Descobertas recentes têm indicado funções adicionais para alguns aminoácidos na manutenção da saúde intestinal, melhorando a digestão e absorção dos nutrientes (Amin et al., 2002; Wang et al., 2008). Dentre estes, encontram-se a glutamina e o ácido glutâmico (Maiorka et al., 2000; Fisher da Silva, 2001; Yi et al., 2005; Li et al., 2007), substâncias com ação trófica sobre a mucosa intestinal. Dessa forma, o objetivo deste experimento foi determinar o melhor nível de suplementação da glutamina, associada ao ácido glutâmico, em dietas de frangos de corte, considerando-se o desenvolvimento e a atividade enzimática de um a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (CEEA/FZEA-USP). Foram alojados 800 pintos de corte, machos, Cobb-Vantress®, peso médio inicial de 47,94 gramas. O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro porcentagens de glutamina, associada ao ácido glutâmico (Aminogut®) + dieta-controle, isenta de glutamina, totalizando cinco tratamentos com quatro repetições de 40 aves por unidade experimental. As porcentagens avaliadas foram: 0,5; 1,5; 3,0 e 5,0%. O produto comercial Aminogut® (Ajinomoto Interamericana®) é uma associação de glutamina (Gln) + ácido glutâmico (Glu) na concentração >10%, conforme especificações do fabricante.

As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves de acordo com Rostagno et al. (2005b), conforme demonstrado nas Tab. 1 e 2. Na fase de crescimento – 22 a 35 dias de idade – e ao abate – 36 a 42 dias –, as aves receberam a mesma dieta basal para todos os tratamentos, de acordo com as exigências nutricionais de cada fase.

As características de desempenho – peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva – foram registradas a cada fase de criação. No sétimo, 14º, 21º e 42º dias de idade, duas aves por unidade experimental, ou seja, oito aves/tratamento/periódico, foram retiradas ao acaso e abatidas por deslocamento cervical para colheita dos órgãos do TGI para o acompanhamento do desenvolvimento intestinal de acordo com o peso relativo de cada órgão. Do intestino delgado foram colhidos fragmentos de, aproximadamente, 10cm entre o duodeno e o jejuno, abertos longitudinalmente e lavados com solução salina para retirada de todo o conteúdo intestinal, congelados em nitrogênio líquido e armazenados em freezer a -20°C até a realização das análises de atividades enzimáticas. O mesmo procedimento de armazenamento foi realizado com o pâncreas para as análises enzimáticas.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas pré-iniciais para frangos de corte de um a sete dias de idade, de acordo com a porcentagem de Aminogut®

Ingrediente	Controle	Aminogut® (%)		
Aminogut ¹	-	0,500	1,500	3,000
Milho grão	57,225	56,157	54,021	50,823
Farelo de soja-45%	36,160	36,367	36,783	37,406
Fosfato bicálcico	1,975	1,978	1,983	1,990
Calcário calcítico	0,930	0,928	0,923	0,915
Óleo de soja	1,588	1,950	2,675	3,761
Sal comum	0,281	0,282	0,284	0,286
Bicarbonato de sódio	0,357	0,356	0,355	0,352
DL-metionina – 99%	0,373	0,375	0,377	0,381
L-lisina HCl – 99%	0,405	0,401	0,394	0,381
L-treonina – 98,5%	0,166	0,166	0,165	0,165
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030
Suplemento mineral-vitamínico ²	0,500	0,500	0,500	0,500
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010
Nível calculado				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.960	2.960	2.960	2.960
Proteína bruta (%)	22,10	22,10	22,10	22,10
Cálcio (%)	0,98	0,98	0,98	0,98
Fósforo disponível (%)	0,48	0,48	0,48	0,48
Metionina+cistina digestível (%)	0,96	0,96	0,96	0,96
Metionina digestível (%)	0,67	0,67	0,67	0,68
Lisina digestível (%)	1,34	1,34	1,34	1,34
Arginina digestível (%)	1,34	1,35	1,35	1,36
Treonina digestível (%)	0,87	0,87	0,87	0,87
Triptofano digestível (%)	0,24	0,24	0,24	0,24
Sódio (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Cloro (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Potássio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84
BED (mEq/kg) ⁴	266,38	266,60	266,90	267,30
				265,84

1- Aminogut®: Ajinomoto Interamericana Ind. e Com. Ltda. : L-ácido glutâmico (>10%); L-glutamina (>10%); 60% PB; 3.646 kcal/kg EB.

2- Suplemento mineral vitamínico. Níveis de garantia por kg do produto: 2.400.000 UI vitamina A; 480.000UI vitamina D3; 318,00mg vitamina K3; 514,00mg vitamina B1; 1.382,00mg vitamina B2; 640,00mg vitamina B6; 2.880,00mcg vitamina B12; 3.000,00mg vitamina E; 7.120,00mg niacina; 11.008,00mg zinco; 3.040,00mg ácido pantotênico; 220,00mg iodo; 57,60mg selênio; 90,00g colina; 8.478,00mg ferro; 2.644,00mg cobre; 15.148,00mg manganês; 25.000,00mg nicarbazina; 1.980,00mg colistina; 20,00g B.H.T.

3- Butil-Hidróxi-Tolueno (BHT).

4- Balanço eletrolítico da dieta (Mongin,1981): BED=[(% Na*10.000/22,990)+(% K*10.000/39,102)]-(% Cl*10.000/35,453).

Para a extração dos zimogênios e determinação da atividade enzimática, o pâncreas foi descongelado, pesado, homogeneizado em um homogeneizador tipo Turrax, utilizando-se uma solução fosfato Tris-HCl 50mM, pH 8,0, na proporção de 1:4 (peso:volume), centrifugado a 14.000xg por 30 minutos sob refrigeração a 4°C, filtrado, armazenado a -70°C e posteriormente

utilizado para a determinação da atividade enzimática da amilase, lipase e tripsina. A ativação do tripsinogênio do pâncreas foi realizada por meio da pré-incubação com a Enterokinase (E-0632 SIGMA®), por 30 minutos, na presença de tampão Tris-HCl 0,5M; pH 8,0, contendo CaCl₂.2H₂O 0,05M. Após a ativação, a atividade da tripsina foi determinada

Utilização da glutamina...

de acordo com Kakade et al. (1974), em que a reação foi obtida pela hidrólise de p-nitroaniline benzoyl-DL-arginine-(BAPNA-SIGMA[®]) ao meio de incubação. Após três minutos de incubação a 37°C, a reação foi interrompida pela adição de 0,20mL de ácido acético 30%. Foram

centrifugados, e a p-nitroanilida liberada foi determinada em espectrofotômetro (HITACHI U-2000 a 410nm). A atividade foi expressa em nmol p-nitroaniline liberada por minuto por miligrama de proteína.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das dietas iniciais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, de acordo com a porcentagem de Aminogut[®]

Ingrediente	Controle	Aminogut [®] (%)		
Aminogut ¹	-	0,500	1,500	3,000
Milho grão	61,062	59,307	57,172	53,967
Farelo de soja-45%	33,379	34,181	34,600	35,228
Fosfato bicálcico	1,880	1,879	1,884	1,891
Calcário calcítico	0,762	0,757	0,752	0,745
Óleo de soja	1,500	1,983	2,708	3,796
Sal comum	0,295	0,296	0,298	0,301
Bicarbonato de sódio	0,206	0,204	0,202	0,200
DL-metionina – 99%	0,179	0,188	0,188	0,189
L-lisina HCl – 99%	0,233	0,210	0,201	0,189
L-treonina – 98,5%	0,064	0,055	0,055	0,054
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030
Suplemento mineral-vitamínico ²	0,400	0,400	0,400	0,400
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010
Nível calculado				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,00	21,00	21,00	21,00
Cálcio (%)	0,88	0,88	0,88	0,88
Fósforo disponível (%)	0,46	0,46	0,46	0,46
Metionina+cistina digestível (%)	0,75	0,76	0,76	0,75
Metionina digestível (%)	0,47	0,48	0,48	0,48
Lisina digestível (%)	1,15	1,15	1,15	1,15
Arginina digestível (%)	1,27	1,29	1,30	1,30
Treonina digestível (%)	0,75	0,75	0,75	0,75
Triptofano digestível (%)	0,23	0,23	0,23	0,23
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Cloro (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Potássio (%)	0,79	0,80	0,81	0,81
BED (mEq/kg) ⁴	237,77	240,20	240,53	241,02
				239,00

1- Aminogut[®]: Ajinomoto Interamericana Ind. e Com. Ltda. : L-ácido glutâmico (>10%); L-glutamina (>10%); 60% PB; 3.646 kcal/kg EB.

2- Suplemento mineral vitamínico. Níveis de garantia por kg do produto: 2.000.000UI/kg Vitamina A; 480.000 UI Vitamina D3; 318.00mg Vitamina K3; 514.50mg Vitamina B1; 1.382.40mg Vitamina B2; 632.55mg Vitamina B6; 3.000.00mcg Vitamina B12; 3.000.00mg Vitamina E; 7.425.00mg Niacina; 15.000.00mg Zinco; 3.036.00mg Ácido Pantotênico; 300.00mg Iodo; 86.40mg Selênio; 105.00g Colina; 11.017.00mg Ferro; 3.603.00mg Cobre; 20.652.00mg Manganês; 37.50g antioxidante; 20.00g Coccidiostático; 9.375g Promotor de crescimento; 1.000.00g Veículo Q.S.P.

3- Butil-Hidróxi-Tolueno (BHT).

4- Balanço eletrolítico da dieta (Mongin,1981): BED = [(% Na*10.000/22,990)+(% K*10.000/39,102)]-(% Cl*10.000/35,453).

A atividade da lipase foi determinada empregando-se o método colorimétrico, com a utilização de kit comercial (Quibasa Química Básica – Bioclin-K025). A lipase hidrolisa os triacilglicerois liberando ácidos graxos e monoacilglicerois e, durante a reação, o substrato em meio tamponado e estabilizado adquire uma forma emulsificada – micelas – formando interfaces – lípídeos-água – necessárias à ação da lipase, que, em presença do ácido ditionitrobenzoico, forma um cromógeno amarelo, cuja intensidade de cor é proporcional à atividade da enzima e apresenta absorção máxima em 414nm. A atividade da amilase foi determinada pelo método iodométrico, a 630nm, segundo metodologia de Caraway (1959), que se baseia no princípio de que a amilase promove a hidrólise do amido com a liberação de moléculas de carboidratos e dextrina. Pela adição de iodo, o amido não hidrolisado torna-se azul. A atividade da amilase é inversamente proporcional à intensidade do azul e calculada pela comparação com um controle de substrato. Uma unidade amilolítica foi considerada como sendo a quantidade de enzima necessária para hidrolisar 10mg de amido em 30 minutos, nas condições da reação.

O extrato enzimático das amostras de intestino delgado foi obtido a partir da raspagem com lâmina de vidro na mucosa do segmento colhido. A mucosa foi pesada e homogeneizada em homogeneizador tipo Potter, diluída em água destilada gelada na proporção de 1:4 (peso:volume). O extrato obtido foi centrifugado a 4°C por 15 minutos a 14.000xg. Para a determinação da atividade das dissacaridases intestinais – maltase e sacarase –, foi utilizado espectrofotômetro a 492nm, segundo Dahlqvist (1964). Alíquotas do homogeneizado foram incubadas com substratos apropriados – sacarose ou maltose –, e a glicose liberada durante a reação foi determinada pelo método de glicose-oxidase, utilizando-se kits comerciais (Laborlab). Foi determinada uma reta padrão de glicose com concentrações conhecidas, a qual foi utilizada para a determinação da concentração da atividade das enzimas, conforme programa Multiskan MS Primary EIA (Versão-1.8-0). A fosfatase alcalina foi determinada por espectrofotometria (590nm), de acordo com a metodologia de Roy (1970) modificada. A enzima presente na amostra hidrolisa o substrato

de timolftaleína monofosfato, liberando timolftaleína e fosfato inorgânico, no tempo predeterminado de 10 minutos. A atividade enzimática é proporcional à quantidade de timolftaleína formada, que é medida colorimetricamente. Com a adição do reagente de cor – Na₂CO₃ 150mmol/L e NaOH 100mmol/L –, a reação é inativada e a timolftaleína torna-se azul. A unidade de atividade específica das enzimas foi definida como sendo a quantidade de enzima que hidrolisa 1μmol de substrato por miligrama de proteína por minuto. A proteína total do extrato do pâncreas e da mucosa intestinal foi quantificada por meio de kits para determinação de proteína total (Protal – Laborlab). As amostras foram mensuradas em espectrofotômetro a 570nm.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey, em até 6% de probabilidade, de acordo com a característica avaliada, considerando-se coeficientes de variação até 30% aceitáveis para as características enzimáticas. O melhor nível de suplementação da glutamina, associada ao ácido glutâmico, foi determinado por regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SAS (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios das características de desempenho dos frangos de corte, nas diferentes fases, encontram-se na Tab. 3, e o desdobramento das regressões em função dos níveis de Aminogut® nas Fig. 1, 2 e 3. Para o período de um a sete dias de idade, observou-se efeito linear crescente ($P \leq 0,05$) para as características peso vivo e ganho de peso, conforme demonstrado na Fig. 1. A conversão alimentar apresentou efeito linear decrescente ($P \leq 0,05$) à medida que a porcentagem de Aminogut® foi elevada. Comportamento semelhante foi observado para o período de um a 21 dias de idade (Fig. 2). Para o período total de criação, observou-se efeito quadrático do Aminogut® ($P \leq 0,05$) sobre o índice de eficiência produtiva (IEP), cujo resultado mais alto foi obtido com 2,8% de suplementação (Fig. 3).

Avellaneda et al. (2008), ao avaliarem a inclusão de Aminogut® – 0,5; 1,0 e 1,5% – em dietas para

Utilização da glutamina...

frangos de corte, observaram aumento no ganho de peso e diminuição no consumo de ração com a inclusão das porcentagens avaliadas, consequentemente, melhora na conversão alimentar dos frangos. Concluíram que a suplementação de 1,5% foi satisfatória para um bom desempenho dos frangos de um a 25 dias de idade.

Em relação à atividade enzimática específica da mucosa intestinal, os valores médios encontram-se na Tab. 4. Observou-se aumento na concentração de maltase, sacarase e de fosfatase alcalina à medida que as aves cresceram, corroborando com dados da literatura (Nir, 1998; Noy e Sklan, 1998). Pesquisas têm demonstrado que esses efeitos podem ser atribuídos à suplementação de algum tipo de aditivo fornecido nas dietas, tais como probiótico ou prebiótico (Iji et al., 2001; Pinheiro, 2005). Da mesma forma, Lima et al. (2003) e Pinchasov et

al. (1990) sugeriram que a atividade das enzimas digestivas no intestino delgado corresponde à quantidade de conteúdo intestinal e varia diariamente de acordo com a alimentação.

Observou-se efeito linear crescente para a atividade da maltase ($P=0,052$) aos 14 dias e para a sacarase ($P=0,009$) aos 42 dias de idade, em aves alimentadas com níveis crescentes de Aminogut® (Fig. 4).

Quanto à concentração da atividade enzimática específica do pâncreas, não houve efeito significativo ($P>0,06$) dos tratamentos sobre nenhuma das características avaliadas. No entanto, de acordo com a média total, observou-se maior concentração da amilase e lípase aos 14 dias, e da tripsina aos sete dias de idade (Fig. 5).

Tabela 3. Valores médios das características de desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes porcentagens de Aminogut®

Característica	Controle (isento)	Aminogut® (%)					CV(%)	Valor P	Regr.
		0,5	1,5	3,0	5,0				
1 a 7 dias de idade									
Peso final (g)	193,3b	193,3b	207,2ab	209,6a	208,52a	2,25	0,0031	L	
Ganho de peso (g)	146,0b	145,6b	158,7ab	162,1a	159,97a	2,95	0,0001	L	
Consumo de ração (g)	158,3	163,4	162,9	161,1	157,8	1,75	ns	ns	
Conversão alimentar (g/g)	1,084ab	1,123a	1,027ab	0,994b	0,987b	2,11	0,0001	L	
1 a 21 dias de idade									
Peso final (g)	1004,1b	1028,8b	1039,6ab	1051,6a	1028,9ab	2,35	0,0062	L	
Ganho de peso (g)	956,7b	980,9b	991,1ab	1004,1a	980,6ab	2,45	0,0056	L	
Consumo de ração (g)	1302,2	1313,1	1314,1	1311,1	1292,7	1,88	ns	ns	
Conversão alimentar (g/g)	1,362a	1,338ab	1,326ab	1,306b	1,319b	1,52	0,0017	L	
1 a 42 dias de idade									
Peso final (g)	2969,1	2969,2	2937,3	2965,5	2930,8	2,99	ns	ns	
Ganho de peso (g)	2921,7	2921,3	2888,8	2917,9	2882,3	2,02	ns	ns	
Consumo de ração (g)	4838,6	4837,2	4913,2	4784,4	4786,3	3,04	ns	ns	
Conversão alimentar (g/g)	1,656	1,655	1,701	1,640	1,661	2,98	ns	ns	
IEP	401,1a	400,2ab	367,8b	400,9ab	398,42ab	4,17	0,0240	Q	

Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P\leq 0,05$); ns= não significativo ($P>0,05$); IEP= índice de eficiência produtiva; Regr= efeito da regressão (L=Linear, Q=Quadrático).

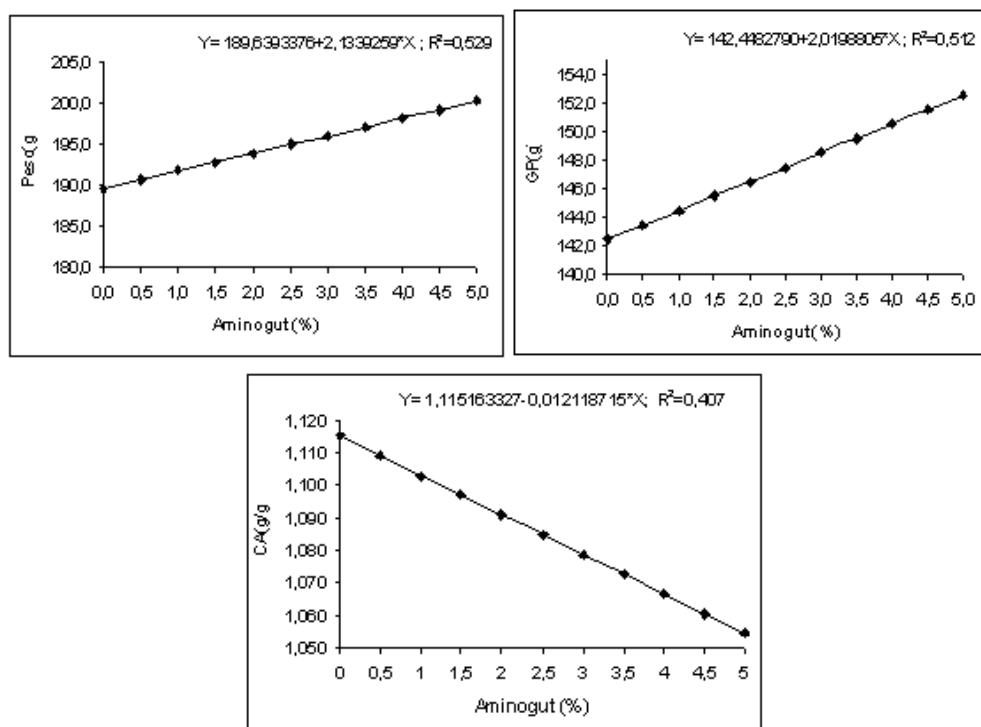


Figura 1. Equações de regressão das características de desempenho de frangos de corte, aos sete dias de idade, alimentados com dietas suplementadas com Aminogut®.

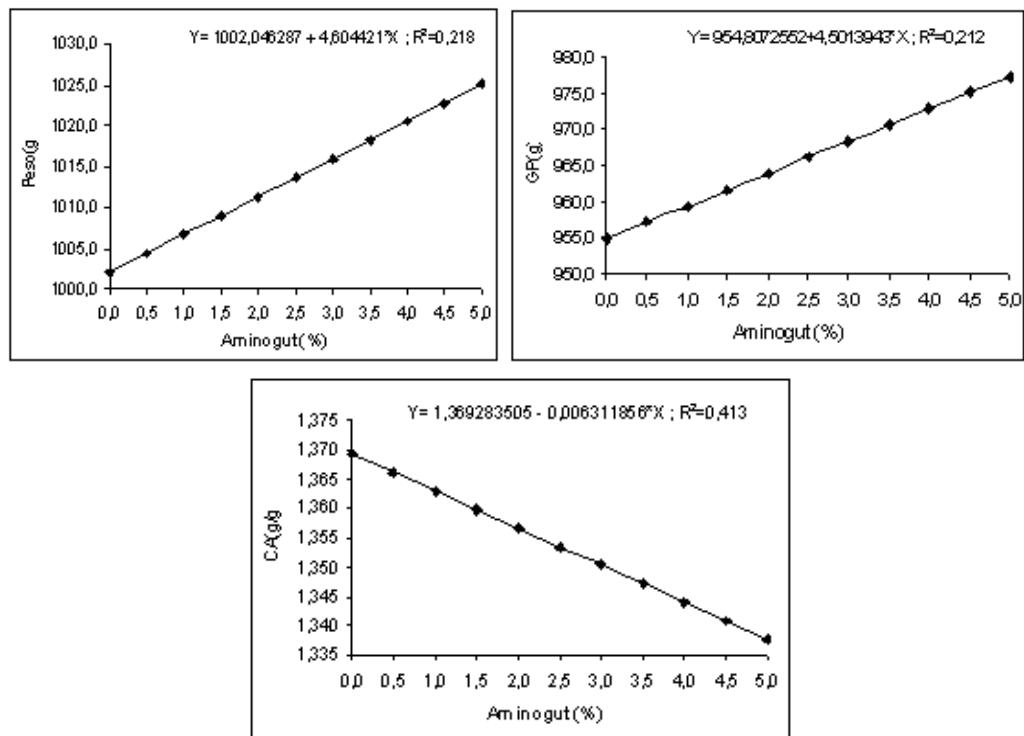


Figura 2. Equações de regressão das características de desempenho de frangos de corte, aos 21 dias de idade, alimentados com dietas suplementadas com Aminogut®.

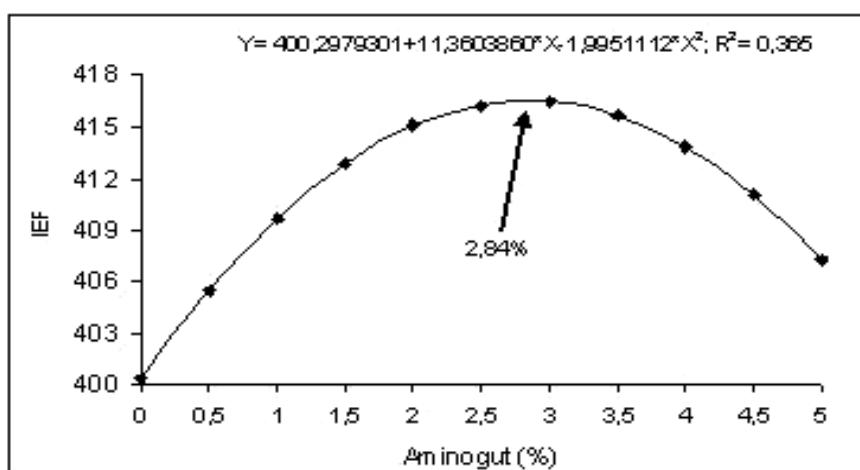


Figura 3. Equação de regressão do índice de eficiência produtiva (IEF) de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas suplementadas com Aminogut®.

Tabela 4. Média da atividade enzimática específica ($\mu\text{mol}/\text{mg proteína/min}$) para a maltase, sacarase e fosfatase alcalina da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes porcentagens de Aminogut®

Característica	Controle	Aminogut® (%)					CV	Valor P	Regr.
	(isento)	0,5	1,5	3,0	5,0	Média			
7 dias de idade									
Maltase	1,95	1,41	1,36	1,69	2,12	1,67A	26,37	ns	ns
Sacarase	9,86	7,52	6,50	4,45	5,69	6,89B	28,97	ns	ns
Fosfatase alcalina	201,70	179,00	228,70	215,90	219,90	210,0B	23,70	ns	ns
14 dias de idade									
Maltase	0,72b	1,17ab	1,21ab	1,26ab	1,33a	1,17AB	14,70	0,052	L
Sacarase	6,11	6,20	9,06	8,51	8,40	7,65B	23,89	ns	ns
Fosfatase alcalina	403,60	643,30	571,30	423,90	586,80	525,9A	25,31	ns	ns
21 dias de idade									
Maltase	1,83	1,74	1,50	0,98	1,41	1,48B	14,99	ns	ns
Sacarase	10,79	8,22	8,62	7,95	10,05	9,13B	23,83	ns	ns
Fosfatase alcalina	622,60	472,20	473,20	458,80	608,80	527,7A	26,05	ns	ns
42 dias de idade									
Maltase	1,24	1,21	1,67	2,05	1,71	1,58A	22,37	ns	ns
Sacarase	7,97b	12,66ab	13,63ab	14,73ab	16,70a	13,14A	19,55	0,009	L
Fosfatase alcalina	420,20	544,40	608,80	647,50	530,80	550,8A	20,30	ns	ns

Valores seguidos por letras diferentes minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, por característica nas diferentes idades, diferem entre si pelo teste Tukey ($P \leq 0,06$); ns= não significativo ($P > 0,06$); Regr= efeito da regressão (L=Linear)

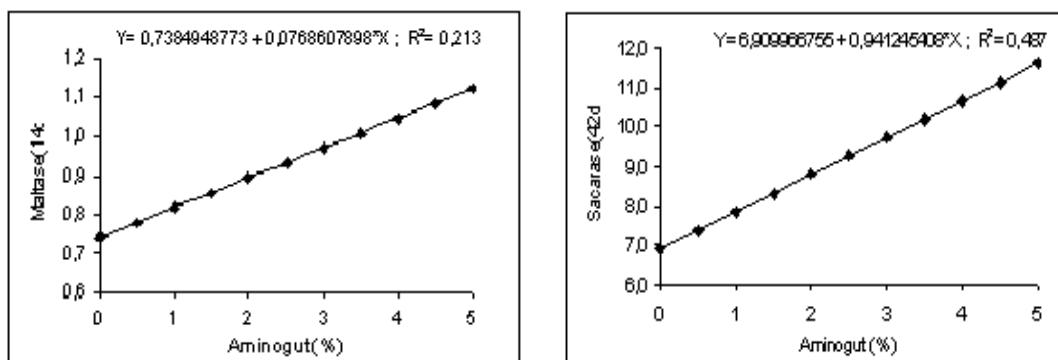


Figura 4. Equações de regressão da atividade enzimática específica ($\mu\text{mol}/\text{mg proteína}/\text{min}$) para maltase (14 dias de idade) e sacarase (42 dias de idade) de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com Aminogut®.

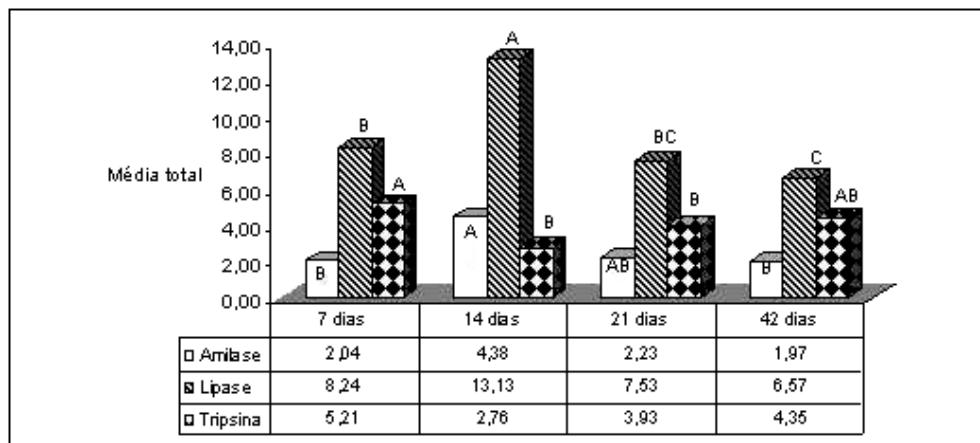


Figura 5. Comportamento médio da atividade enzimática específica ($\text{U}/\text{mg de proteína}/\text{min}$) do pâncreas de frangos de corte, alimentados com dietas suplementadas com Aminogut®, de acordo com a idade.

O comportamento observado para a atividade da amilase é semelhante aos observados por Monteiro et al. (2006) e Lima et al. (2003), que constataram maior atividade dessa enzima aos 14 dias de idade, coincidindo com a maior taxa de crescimento do pâncreas e diminuição da atividade com o avançar da idade das aves, confirmando os estudos de Rodrigues (2001), que avaliou níveis de ácido glutâmico associado à vitamina K em aves dos sete aos 21 dias de idade e observou maior atividade de α -amilase pancreática nas aves aos 14 dias de idade, isto é, o desenvolvimento alométrico do pâncreas atinge o pico máximo ao redor da segunda semana de idade e tende a diminuir, posteriormente.

Sakomura et al. (2004) observaram aumento linear da amilase de acordo com a idade das aves, assim como o crescimento alométrico do pâncreas, que acompanha a curva de crescimento

do frango. Porém, a maior taxa de crescimento foi observada nas primeiras semanas de idade, fase em que ocorre a maturação fisiológica dos órgãos digestivos. Nesse mesmo estudo, os autores verificaram aumento linear da atividade da lipase e da tripsina com o avançar da idade das aves, concluindo que o maior incremento na produção das enzimas digestivas coincidiu com o máximo crescimento alométrico do pâncreas.

Atualmente, pouco se conhece sobre as inter-relações da cadeia de aminoácidos sobre a integridade da mucosa intestinal, sendo, portanto, importante tópico para futuras pesquisas. No entanto, com base em alguns estudos recentes com humanos e animais, observou-se que glutamina, glutamato e arginina podem ser utilizados na manutenção da saúde e na prevenção de doenças intestinais (Wang et al., 2009).

CONCLUSÃO

A suplementação de glutamina, associada ao ácido glutâmico, foi satisfatória para o desempenho dos frangos de corte, sendo recomendada a inclusão de 2,8% à dieta das aves.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão ao apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIN, H.J.; ZAMORA, S.A.; McMILLAN, D.D. et al. Arginine supplementation prevents neocrotizing enterocolitis in the premature infant. *J. Pediatr.*, v.140, p.425-431, 2002.
- AVELLANEDA, Y.; HERNÁNDEZ, J.; ARIZA, C. et al. Efecto de la suplementación del glutamina y L-glutamato (Aminogut®) sobre el crecimiento temprano de pollos de engorde. *Rev. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.77-90, 2008.
- CARAWAY, W.T. A stable starch substrate for the determinations of amylase in serum and other body fluids. *Am. J. Clin. Pathol.*, v.32, p.97-99, 1959.
- DAHLQVIST, D. Method for assay of intestinal disaccharidases. *Anal. Biochem.*, v.7, p.18-25, 1964.
- FISHER DA SILVA, A.V. Efeitos da restrição alimentar precoce e da glutamina no desempenho e na mucosa intestinal em frangos. 2001. 77f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- IJI, P.A.; SAKI, A.; TIVEY, D.R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet, 2. Development and characteristics of intestinal enzymes. *Br. Poult. Sci.*, v.42, p.514-522, 2001.
- KAKADE, M.L.; RACKIS, J.J.; McGHEE, J.G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of na improved procedure. *Cereal Chem.*, v.51, p.376-382, 1974.
- LI, P.; YIN, Y.L.; LI, D.F. et al. Amino acids and immune function. *Br. J. Nutr.*, v.98, p.237-252, 2007.
- LIMA, A.C.F.; PIZAURO Jr, J.M.; MACARI, M. et al. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.200-207, 2003.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; SANTIN, E. et al. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, p. 487-490, 2000.
- MONTEIRO, M.P.; MORAES, G.H.K.; FANCHIOTTI, F.E. et al. Alfa-amilase em frangos de corte: efeitos do balanço eletrolítico e do nível proteico da dieta. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, suppl., p.1070-1076, 2006.
- NIR, I. Mecanismos de digestão e absorção de nutrientes durante a primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DE PINTOS DE CORTE, 1, 1998, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1998. p.81-91.
- NOY, Y.; SKLAN, D. Metabolic responses to early nutrition. *J. Appl. Poult. Res.*, v.7, p.437-451, 1998.
- PINCHASOV, Y.; NIR, I.; NITSAN, Z. Metabolic and anatomical adaptations of heavy-bodied chicks to intermittent feeding. 2. Pancreatic digestive enzymes. *Br. Poult. Sci.*, v.31, p.769-777, 1990.
- PINHEIRO, D.F. Probióticos, prebióticos e simbióticos sobre o sistema digestório de frangos de corte. 2005. 109f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- RODRIGUES, A.C.P. Níveis de ácido L-glutâmico e de vitamina K no desempenho e deformidades ósseas e perfil de enzimas digestivas de pintos de corte alimentados com dietas purificadas. 2001. 130f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ROSTAGNO, H.S.; HASHIMOTO, F.A.M.; ALBINO, L.F.T. et al. Desafios na nutrição de frangos de corte. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 1, 2005. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: AveWorld, 2005a. p.309-318.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005b. 186p.

ROY, A.V. Rapid method for determining alkaline phosphatase activity in serum with thymolphthalein monophosphate. *Clin. Chem.*, v.16, p. 431-436, 1970.

SAS Institute 2002. SAS® Statistical Analysis System. User's Guide: Statistics. Version 9.1. 4ed., Cary. NC. 2002.

SAKOMURA, N.K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO Jr., J.M. et al. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.924-935, 2004.

SOUZA, A.V.C.; ROSTAGNO, H.S.; DIONIZIO, M.A. et al. Fundamentos técnicos para utilização de dietas pré-iniciais para frangos de corte. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 1, 2005, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: AveWorld, 2005. p.207-228.

WANG, J.J.; CHEN, L.X.; LI, P. et al. Gene expression is altered in piglet small intestine by weaning and dietary glutamine supplementation. *J. Nutr.*, v.138, p.1025-1032, 2008.

WANG, W.W.; QIAO, S.Y.; LI, D.F. Amino acids and gut function. *Amino Acids*, v.37, p.105-110, 2009.

YI, F.G.; ALLEE, G.L.; KNIGHT, C.D. et al. Impact of glutamine and oasis hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. *Poult. Sci.*, v.84, p.283-293, 2005.

DIEGO ALBERTO LESCANO

**USO DE L-GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA EM
RAÇÕES PARA LEITÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T
Alberto Lescano, Diego, 1987-
A334u Uso de L-glutamina e ácido glutâmico + L-glutamina em
2014 rações para leitões / Diego Alberto Lescano. – Viçosa, MG,
2014.
xii, 120f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.
Orientador: Horácio Santiago Rostagno.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Glutamina. 3. Ácido
glutâmico. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.4

DIEGO ALBERTO LESCANO

**USO DE L-GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA EM
RAÇÕES PARA LEITÓES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de Fevereiro de 2014



Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)



Melissa Izabel Hannas



Julio Maria Ribeiro Pupa



Horacio Santiago Rostagno
(Orientador)

BIOGRAFIA

Diego Alberto Lescano, filho de Jose Alberto Lescano e Raquel Alejandra Camurri, nasceu em Cordoba – Argentina, em 19 de Fevereiro de 1987.

Em março de 2005, iniciou seu curso de graduação em Medicina Veterinária, na Universidade Católica de Córdoba, Argentina , concluindo em Outubro de 2010.

Em março de 2007 começou seu trabalho na empresa de Nutrição Animal, Biofarma S.A - Argentina, como estagiário desenvolvendo diversos experimentos práticos na área de manejo e nutrição de suínos.

Em novembro de 2010 ingressou como parte do Departamento Técnico da área de suínos, finalmente no ano 2013 começa seus trabalhos no Centro de Pesquisa da Empresa Biofarma S.A. – Argentina.

Em fevereiro de 2012 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa na área de Nutrição e Produção de Animais Monogástricos, submetendose a defesa de tese no dia 17 de Fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Chego ao fim de uma etapa muito importante em minha vida e alguns parágrafos não serão suficientes para expressar todo meu agradecimento e respeito por cada uma das pessoas que estiveram presentes ao longo deste sonho realizado, mas tentarei explicar minha admiração por cada um de vocês.

Primeiro aos meus pais Alejandra e Alberto por educar-me, apoiar-me e estar em cada momento, foi um longo caminho com muitos momentos difíceis que estão dando frutos, simplesmente espero que possam estar orgulhosos desta conquista.

Aos meus irmãos, Pablo e Agustín por estar sempre, a distancia me ajudou a saber o quanto os amo e o importante que são para mim, que sempre estejam presentes em minha vida.

À minha cunhada Jessica por seu apoio permanente.

Aos meus tios que sempre confiaram em mim e me apoiaram em cada momento, obrigado Silvia e Dani por estarem.

À duas pessoas chave neste sonho realizado, José Arrieta e Juan Vaudagna, colegas, amigos, conselheiros e responsáveis para que sempre tenha um objetivo à frente e poder lutar para cumpri-lo, obrigado pelo apoio em momentos chave, vocês sabem que são parte de tudo isto.

À Marcelo Vilosio e Luis Klinger como representantes da empresa Biofarma S.A., os que confiaram em mim, e me brindaram todo seu apoio para poder cumprir com meus estudos, também agradecer a cada um dos integrantes da Biofarma S.A. que estiveram presentes em cada momento que os necessitei.

À Marcelo Mirada, Leo Vitale, Emiliano Felicioni, colegas e amigos, obrigado pelo apoio, por sua boa predisposição e pelas melhores encomendas que alguém pode receber.

Ao Professor Horacio Rostagno por sua dedicação, seu tempo, apoio, por guiar-me em cada momento com suas palavras. Obrigado professor por me permitir ser seu orientado, a verdade que é um sonho cumprido poder haver trabalhado ao seu lado durante este tempo.

Aos meus professores co-orientadores, Luis Albino e Melissa Hannas por sua dedicação, tempo e guia nesta etapa profissional, sem vocês minha adaptação não teria sido de outra maneira.

Ao Dr. Julio Pupa, por sua predisposição desde o primeiro dia que cheguei ao Brasil.

Ao professor Juarez por seus conselhos e por estar sempre predisposto a me ajudar, obrigado professor.

A cada um dos meus estagiários, Amanda, Daiana, Gustavo, sem vocês nada teria sido possível, obrigado por estrarem a cada dia, por seu trabalho e esforço.

À minha irmã adotiva Sandra Salguero por estar em cada momento, por tanta paciência, por me escutar e por compartilhar sua ampla experiência comigo.

À Juliana Parras por sempre estar atenta, obrigado por sua predisposição.

Aos meus amigos Nicolas Staringher e Nicolas Paez, pessoas que vou levar no coração e fizeram com que não me sentisse tão longe da Argentina.

A dois novos amigos Neto e David Sanchez, obrigado pelos momentos vividos e espero algum dia nos reencontrar.

Nelson, Marinei e Alice, obrigado pela aceitação e sua predisposição em cada momento.

Por ultimo um parágrafo muito especial à uma pessoa única, uma pessoa que a vida me pôs no caminho, e se não foi o destino o que foi? Amanda Melo, minha estagiaria, minha amiga, minha namorada. Obrigada por estar e seguir estando em cada momento desta nova etapa, sem você tudo teria

sido mais difícil, foram muitas horas de estudo, muitas horas de laboratório etc etc, obrigado pela paciência e me acompanhar até o ultimo dia, obrigado pelo esforço. Não existem palavras para poder explicar quanto te admiro, simplesmente obrigado.

SUMÁRIO

Lista de tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	xi
Introdução Geral	1
Referencias Bibliográficas	24
Capítulo 1 – USO DE L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA EM LEITÕES.	32
Resumo	33
Introdução	34
Material e Métodos	37
Resultados e Discussão	45
Conclusão	53
Referencias Bibliográficas	53
Capítulo 2 – USO DO ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA EM LEITÕES.	57
Resumo	58
Introdução	60
Material e Métodos	62
Resultados e Discussão	69
Conclusão	78
Referencias Bibliográficas	79
Apendice	83

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

ENSAIO 1 E 2

Tabela 1 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões no periodo Pre-inicial 1, entre 18 a 32 dias.	41
Tabela 2 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões no período Pre-inicial 2, entre de 32 a 46 dias.	43
Tabela 3 - Desempenho (Kg) de leitões no periodo Pré-Inicial 1 (18 a 32 dias de idade), periodo Pré-Inicial 2 (32 a 46 dias de idade) e no periodoTotal (18 a 46 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta.	45
Tabela 4 - Desempenho (Kg) de leitões no periodo Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta.	49
Tabela 5 - Media da altura dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilo: cripta em leitões na periodo Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta.	50

Tabela 6 - Media do peso dos órgãos digestivos em leitões na periodo Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta.	52
--	----

CAPITULO 2

ENSAIO 3 E 4

Tabela 1 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões no periodo Pre-inicial 1, entre de 18 a 32 dias.	65
Tabela 2 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões no periodo Pre-inicial 2, período de 32 a 46 dias.	67
Tabela 3 - Desempenho (Kg) de leitões no periodo Pré-Inicial 1 (18 a 32 dias de idade), período Pré-Inicial 2 (32 a 46 dias de idade) e no periodo Total (18 a 46 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutamico mais Glutamina na dieta.	69

Tabela 4 - Desempenho (Kg) de leitões no periodo Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutamico mais Glutamina na dieta.	73
Tabela 5 - Media da altura dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilo: cripta em leitões no periodo Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutamico mais Glutamina na dieta.	75
Tabela 6 - Media do peso dos órgãos digestivos em leitões no periodo Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutamico mais Glutamina na dieta.	78

RESUMO

LESCANO, Diego Alberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Uso de L-Glutamina e Ácido Glutâmico + L-Glutamina em Rações para Leitões.** Orientador: Rostagno Santiago Horacio. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Quatro ensaios foram conduzidos para avaliar o efeito da utilização de quatro níveis de L-Glutamina (Gln) e quatro níveis de Ácido Glutâmico + L-Glutamina em dietas para leitões após o desmame, sendo dois ensaios de desempenho e dois ensaios de morfologia intestinal. Em cada ensaio as dietas formuladas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. No ensaio de desempenho (ensaio 1) foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental. O período experimental foi de 28 dias, sendo o período 1 de 18 a 32 dias de vida, período 2 de 32 a 46 dias de vida e no período geral de 18 a 46 dias de vida. Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA). A adição de Gln na ração não influenciou ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho nos períodos. No ensaio de morfologia (ensaio 2) vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histológicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais. A adição de Gln na ração promoveu redução linear e linear-quadrática ($P<0,05$) na altura das vilosidades e profundidade das criptas do duodeno dos leitões respectivamente. Conclui-se que a adição de Gln nas rações de leitões após o desmame não apresentou efeitos benéficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões. No ensaio de desempenho (ensaio 3) foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuídos entre quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1

repetição com 3 animais por unidade experimental. O período experimental foi de 28 dias, sendo o periodo 1 de 18 a 32 dias de vida, periodo 2 de 32 a 46 dias de vida e no período total de 18 a 46 dias de vida. Os parametros avaliados foram consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diario (GPD) e conversão alimentar (CA). A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmame melhorou de forma linear ($P<0,05$) CRD, GPD e CA no período de 18 a 32 dias de idade, entretanto não foram verificados efeitos significativos ($P>0,05$) no período 2 de 32 a 46 dias de idade, já no periodo total houve melhoria linear ($P<0,05$) no CRD e CA, e melhoria linear-quadratica no GPD. No ensaio de morfohistologia (ensaio 4) vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuidos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histologicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais. A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmame apresentou efeito linear ($P<0,05$) para os parâmetros de altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do duodeno, relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do jejuno, altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo. Já para o parâmetro profundidade de cripta do duodeno observou-se efeito linear-quadratico. Conclui-se que a adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmame apresentou efeitos beneficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões.

ABSTRACT

LESCANO, Diego Alberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2014.
Use of L-Glutamine and Glutamic Acid + L-Glutamine feeds for piglets.
Adviser: Horacio Rostagno Santiago. Co-adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Four experiments were conducted to evaluate the effect of the use of four levels of L-glutamine (Gln) and four levels of Glutamic acid + L-glutamine in the diet of piglets after weaning, two performance tests and two tests of intestinal morphohistology. In each test diets were formulated based on corn, soybean meal, cooked corn, dairy products, blood plasma and industrial amino acids. In the performance trial (trial 1) forty-four (44) piglets were distributed in four treatments (T1 - 0.0%; T2 - 0.4%; T3 - 0.8% and T4 - 1.2% of Gln) on five replications, on 4 repetitions with 2 animals per experimental unit and one repetition with 3 animals per experimental unit. The experimental period was of 28 days, with the first period 18-32 days of life, the second instead of 32-46 days of life and overall period 18-46 days. The evaluated parameters were average daily feed intake (ADFI), average daily weight gain (ADG) and feed conversion (F:G). The addition of Gln in the diet did not affect ($P > 0.05$) performance parameters in periods. In the testing of morphohistology (trial 2) twenty-four (24) piglets of 18 days old were divided into four treatments (T1 - 0.0%, T2 - 0.4%, T3 - 0.8% and T4- 1, 2% of Gln) with six replicates and one animal per experimental unit. The animals were slaughtered at 7 days after weaning (25 days old) to collect samples of the three intestinal portions. The histologic evaluated parameters were villus height, crypt depth and villus height: crypt depth ratio of three segments. The addition of Gln in feed promoted linear and linear-quadratic reduction ($P < 0.05$) in the villus height and crypt depth of the duodenum of piglets respectively. It is concluded that the addition of Gln in diets of piglets after weaning showed no beneficial effects on performance and in maintaining the integrity of the intestinal mucosa of piglets. In the performance test (Test 3) forty-four (44) piglets were distributed among four treatments (T1- 0.0%; T2 - 0.4%; T3-0.8% and T4 - 1.2% of Glutamic acid + Gln) on five replications, on 4 repetitions on 2 animals per experimental unit and one repetition with 3 animals per experimental unit. The experimental period was of 28 days, with the first period 18-32 days of life, the second instead of 32-46 days of life and total period 18-46 days. The evaluated parameters were daily feed intake (ADFI), daily weight gain (ADG) and feed conversion (F:G). Addition of Glutamic Acid + Gln in diets of piglets after weaning improved linearly ($P < 0.05$) ADFI, ADG and F:G in the period 18-32 days of age, however significant effects were not observed ($P > 0 , 05$) the second instead of 32-

46 days old, since the total period showed a linear improvement ($P < 0.05$) in the ADFI and F:G, and linear-quadratic improvement in ADG. In the testing of morphohistology (test 4) twenty-four (24) piglets of 18 days of age were divided into four treatments (T1 - 0.0%, T2 - 0.4%, T3 – 0.8% and T4-1 2% of glutamic Acid + Gln) with six replicates and one animal per experimental unit. The animals were slaughtered 7 days after weaning (25 days old) to collect samples of the three intestinal portions. The histologic parameters evaluated were villus height, crypt depth and villus height: crypt depth ratio of three segments. The addition of Glutamic Acid + Gln in the diet of piglets after weaning showed a linear effect ($P < 0.05$) for the parameters of villus height and villus height: crypt depth ratio of duodenal villus height: crypt depth ratio of jejunum, villus height and villus height: crypt depth ratio of the ileum. As for the crypt depth duodenal parameter observed linear-quadratic effect. It is concluded that the addition of Glutamic Acid + Gln in diets of piglets after weaning showed beneficial effects on performance and in maintaining the integrity of the intestinal mucosa of piglets.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente nas granjas produtoras de suínos o desmame dos leitões é realizada aos 21 dias de vida aproximadamente, este numero é a média de animais com 19, 21 e 23 dias de vida. Os leitões desmamados com 19 dias normalmente são menores que os demais, normalmente mais predispostos a doenças e com o desempenho inferior, necessitando de uma nutrição diferenciada e de alta qualidade para garantir o desempenho desejado.

No momento do desmame ocorrem mudanças importantes na estrutura e na função do trato gastrointestinal dos suínos, pontualmente ocorre atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas, com a diminuição da capacidade digestiva como consequência da menor atividade das enzimas dissacaridases e menor capacidade absortiva, com menor possibilidade de enfrentar os desafios ambientais (SHAN *et al.*, 2012; WU *et al.*, 1996).

Hidrolases e transportadores de nutrientes aderidos a borda em escova dos enterócitos desempenham papéis importantes nas etapas finais da digestão e assimilação de nutrientes, a capacidade do animal neste sentido dita sua aptidão em alcançar níveis de crescimento ótimo, quando os nutrientes são oferecidos em quantidades adequadas (ADEOLA *et al.*, 2006).

A produção global suína tem pressionado para utilização de baixas doses de antibióticos para prevenir risco de infecção e melhorar as taxas de crescimento dos animais (YU *et al.*, 2012). Portanto, nutrientes que melhorem o crescimento e diminuam a degeneração intestinal pós-desmame serão importantes para conseguir um adequado desenvolvimento dos animais. Alguns destes nutrientes são os chamados aminoácidos funcionais entre eles a arginina, prolina, glicina, triptofano, ácido glutâmico e glutamina (Gln) (SHAN *et al.*, 2012).

A Gln é conhecida há mais de 100 anos, entretanto os cientistas só puderam sintetiza-la há 80 anos, ainda que não tenha sido considerada

pelos nutricionistas como um nutriente indispensável para a produção animal (WU *et al.*, 2011).

Um grande número de tecidos e células do corpo utilizam Gln em grandes quantidades para o desenvolvimento de diversas funções, entre eles rins, fígado, intestino, neurônios específicos do sistema nervoso central (SNC), células do sistema imune e células β do pâncreas (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

A Gln é precursora para síntese de peptídeos, proteínas, aminoácidos, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos e nucleotídeos (YOUNG *et al.*, 2001; NEWSHOLME *et al.*, 2003; WU *et al.*, 2011; SMITH, 1990; WU *et al.*, 1996) sendo necessária para proliferação de células embrionárias, trofoblastos, linfócitos, intraepiteliais e células da mucosa (WU *et al.*, 2011).

Tanto o ácido glutâmico como a Gln cumprem numerosas e importantes funções, algumas das quais podem ser satisfeitas por ambos aminoácidos devido à inter-conversão metabólica e sendo outras funções específicas de cada aminoácido (YOUNG *et al.*, 2001).

O ácido glutâmico pode substituir parcialmente a Gln em várias vias, entre elas a produção de ATP, síntese de arginina, alanina, prolina e aspartato. Contudo o ácido glutâmico não pode substituir a Gln na síntese de aminoácidos, carbamoil fosfato, NADP, purinas, pirimidinas e o processo de amoniogênese renal (WU *et al.*, 2011).

Estudos recentes demonstraram que após a ingestão de ácido glutâmico, várias funções foram identificados pela ativação do cérebro tais como digestão, absorção, metabolismo, homeostase da energia e estimulação de secreção salivar, verificando a importância fisiológica que tem este nutriente (BANNAI & TORRI 2013).

ÁCIDO GLUTAMICO NO SABOR

O sentido do paladar é o principal mecanismo que supervisiona e dirige o comportamento alimentar, que compreende a aversão aos compostos nocivos ou tóxicos até a atração aos alimentos que proporcionam energia calórica. (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

A procura do alimento é feita utilizando de um código quimosensorial que detecta seu valor nutritivo. Os carboidratos simples induzem ao sabor doce nos suínos potencializando a ingestão voluntaria, sendo a sacarose o dissacarideo de maior preferência nos suínos (ROURA, E., 2010).

Ao Glu é atribuido uma importante função de saborizante, a qual não é realizada pela Gln (YOUNG *et al.*, 2001). Segundo BANNAI & TORRI (2013) nos últimos anos um novo sabor tem sido descoberto, o sabor UMAMI, sendo Glu o principal estimulador.

ROURA (2011) menciona que estimulando o sabor umami aumentase o consumo voluntário em mamíferos, sendo este sabor é produzido principalmente pelo Glu e glutamato monosódico (GMS).

Os suínos tem o umbral de detecção do GMS muito menor quando comparado ao do açúcar (1 mM e 5-10 mM respectivamente), mas apresentam também maior preferência pela Gln, alanina e asparagina que não são detectados pelos humanos como sabor umami, isto indica que os animais podem ter a detecção mais aguçada do sabor dos aminoácidos quando comparados aos açúcares. Em estudos de preferência alimentar, os aminoácidos tem reportado maior impacto relativo sobre preferências alimentares em alimentos tais como farinha de peixe, soro lacteo, plasma sanguíneo desidratado e solúveis de suíno que tem quantidades significativas de componentes salgados e umami (ROURA 2011).

No momento do desmame os receptores umami da língua estão com a expressão elevada, assim toda prática para estimular estes receptores tem como consequência um maior consumo de alimento (ROURA, E., 2011).

O revestimento da mucosa do trato gastrointestinal está equipado com maquinário quimosensorial semelhante ao epitélio lingual, sendo este composto por células enteroendocrinias especializadas, dispersas entre as células da mucosa do intestino, representando menos de 1% da população de células epiteliais do trato gastrointestinal. Estão previstas para funcionar como sensores para controlar as respostas adequadas a determinados nutrientes ou substâncias nocivas, preparando desse modo o intestino para absorver-los ou iniciar uma resposta protetora, incluindo vômitos e comportamento aversivo. Como resultado da presença de moléculas de sinalização do sabor na mucosa gastrointestinal, estas moléculas de sinalização gustativas produzem e liberam peptideos intestinais que atuam na regulação da secreção gastrointestinal, motilidade, ingestão de alimentos, saciedade e homeostase da glicose , incluindo colecistocinina (CCK), peptídeo inibidor gastrico (GIP), peptídeo YY (PYY) e peptídeo similar ao glucagon (GLP1) (STERINI et al ., 2008).

Os receptores do sabor umami são receptores metabotropicos 4 (mGluR4) , receptores metabotropicos 1 (mGluR1) e o heterodímero T1R1/T1R3 (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

A maioria dos aminoácidos apresentam mais de um sabor, contudo um deles prevalece, já em 1908 o professor Ikeda documentou pela primeira vez a importância dos aminoácidos livres no sabor dos alimentos.

Na atualidade as propriedades do sabor do Glu são as mais conhecidos entre todos os membros de AA, e suas funções tem sido amplamente estudadas. Sabemos que os sais de Glu induzem a secreção de saliva, começando com a digestão dos amidos e as gorduras , e também melhorando a palatabilidade de alguns alimentos (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

Existem vários receptores de Glu que poderiam mediar os efeitos do Glu no estômago. Entre eles, as transcrições mGluR1 nas células principais de rato (células que secretam pepsinogênio). A ativação luminal de mGluR1 pelo Glu da dieta pode mediar a secreção de pepsinogênio. O Glu aumenta

a liberação de pepsinogênio na presença de uma mistura de AA. Outros GPCR aos quais o Glu pode se unir tem sido reportados no estômago, tais como os componentes do receptor de AA T1R1 e T1R3, o receptor de Glu mGluR4 (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

METABOLISMO DE GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO

Do ponto de vista metabólico a Gln segue duas vias funcionais, a primeira via ocorre no citoplasma, onde o nitrogênio da amida é utilizado para síntese de purina, pirimidina e aminoacúcares. A segunda via ocorre na mitocôndria, quando a cadeia de carbono e o grupo α-amino entram nas vias que conduzem à síntese de outros aminoácidos tais como prolina, ornitina e arginina (REEDS *et al.*, 2001; CURTHOYS & WATFORD, 1995) pela desaminação da glutaminase dependente de fosfato na mitocôndria (CURTHOYS & WATFORD, 1995).

O produto imediato do metabolismo da Gln, mediante a ação da glutaminase, é o ácido glutâmico sendo este o aminoácido mais abundante do líquido intracelular em concentrações que variam de 2 a 20 mM, enquanto a Gln é o aminoácido mais abundante do líquido extracelular com concentrações médias de 0,7 mM (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

O ácido glutâmico não pode atravessar a membrana celular já que os transportadores deste aminoácido se encontram em baixas concentrações, com exceção de tecidos com células especializadas no metabolismo do mesmo, como células do tecido nervoso central, fígado, rins e intestino (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Enquanto a Gln tem um transportador específico que não é compartilhado com outros aminoácidos (GARLICK ,2001).

Uma hipótese segundo WOLFE, (2001) é que a formação de Gln endógena depende da disponibilidade de ácido glutâmico, que por sua vez é determinado pela disponibilidade de piruvato, já que quando este está em abundância o ácido glutâmico é desaminado para formar alanina e α-cetoglutarato, limitando deste modo a disponibilidade de ácido glutâmico

para a síntese de Gln. Uma alternativa para obtenção de Gln endógena seria a liberação da Gln presente nos músculos esqueléticos, sendo este o local principal de reserva deste aminoácido (WOLFE, 2001; WU *et al.*, 2011).

Entre as principais enzimas envolvidas no metabolismo de Gln e ácido glutâmico, a glutaminase é uma enzima amplamente encontrada nas mitocôndrias de células que utilizam este aminoácido rapidamente (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Por outro lado existem células que tem RNAm para a glutamina sintetase, mas não expressam esta proteína, tal como as células de Kupffer no fígado que tem 5 a 10 vezes mais RNAm que os hepatócitos perivenosos no mesmo órgão (BROSNAN ,2001). A glutamato sintetase não está presente nos tecidos dos mamíferos (YOUNG *et al.*, 2001).

A Gln é o aminoácido livre mais encontrado na corrente sanguínea (BARTELL *et al.*, 2007; LOBLEY *et al.*, 2001; SMITH,1990; WU *et al.*, 1996), sendo estas concentrações, reserva potencial de energia, precursor de ácido glutâmico, regulação do metabolismo intermediário (LOBLEY *et al.*, 2001).

Foram encontradas maiores concentrações dos hormônios T3 e insulina e das enzimas glutationa peroxidase (GSH-Px) e catalase na mucosa jejunal de leitões com 25 dias de vida, quando alimentados com a mistura de 1% de Gln e 0,6% de L-Arginina, por outro lado quando os animais receberam suplementação de 1% de Gln tiveram menores concentrações de malonaldeído (MDA) segundo XU *et al.*, (2012), no entanto ZOU *et al.*, (2006) não encontrou diferença nas concentrações dos hormônios T3 e T4.

Segundo YI *et al.*, (2006) após suplementação com 2% de Gln em leitões desmamados aos 17 dias, os níveis circulantes de hormônio do crescimento (GH) foram maiores e os níveis de IGF-1 se mantiveram, da mesma forma ZOU *et al.*, (2006) observou incremento na concentração de (GH) em 12,18 e 14,93% no dia 10 e 20 pós desmame, respectivamente.

As concentrações de proteína total foram aumentadas em 18,7%, a

uréia sérica diminuiu e albumina sérica não foi influenciada quando os leitões foram suplementados com 1% de Gln (ZOU *et al.*, 2006).

Segundo XIAO *et al.*, (2012b) a suplementação com 1% de Gln para leitões desmamados aos 21 dias de vida incrementou a atividade das enzimas hepáticas alaninaminotransferase e hexoquinase, sendo a atividade da piruvato quinase diminuída. Além de maior concentração dos aminoácidos totais e da proteína total no soro, enquanto as concentrações de glicose, HDL, Gln, albumina e ureia não foram alteradas. Este autor também evidenciou que as concentrações de 12 metabolitos foram modificadas quando os leitões de 21-51 dias de vida foram suplementados com 1% de Gln, sendo encontradas maiores concentrações de ácido dimetilmalonico, ácido 2-hidroxibutirico, ácido aminomalonico, α-metiltirosina, prolina, ácido octadecanóico e tirosina. Enquanto ácido acético, glicerol, lactona de ácido manônico, d-frutose e d-xilose foram encontradas em maiores concentrações no grupo controle. (que son y donde actuan)

Segundo WU *et al.*, (2011) o rápido desenvolvimento, crescimento e maturação da mucosa intestinal dos leitões é explicado pelo aumento de mais de 4 vezes a concentração de Gln e ácido glutâmico no leite da porca do dia 1 ao 28 de lactação, representando 20% da proteína do leite. Considerando que o leite da porca é deficiente em arginina, somado ao elevado catabolismo deste aminoácido no intestino de leitões, isto pode ser compensado pela suplementação dietética com Gln, sendo este um precursor para formação endógena de arginina.

Segundo menciona NEWSHOLME *et al.*, (2003), a Gln mediante a glutaminase dependente de fosfato libera NH₃ que se combina, nos túbulos coletores, com os H⁺ liberados da dissociação do metabolismo do ácido carbônico, o HCO₃⁻ sobrante volta à circulação para auxiliar no controle do pH sanguíneo, daí a importância do metabolismo da Gln nos rins no qual o controle tampão se refere.

A formação de amoníaco é de suma importância para a regulação do equilíbrio ácido-básico nos animais em estado de acidose, já que pode

receber o excesso de amoníaco e liberá-lo quando for necessário para favorecer a formação de outros aminoácidos, aminoacúcares, proteínas, nucleotídeos, glutationa (Wu et al., 2011) e uréia segundo BARTELL & BATAL (2007).

O esqueleto de carbono do Gln nos rins é convertido, por ação da glutaminase, em fosfoenolpiruvato ou malato ingressando posteriormente à via da glicogênese, formando 25% da glicose circulante no plasma (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

YI *et al.*, (2006) menciona que a Gln pode atuar como regulador metabólico para melhorar a síntese de proteína e diminuir seu catabolismo, desta forma a suplementação com 2% de Gln pode mitigar a supresão de crescimento associada ao desafio de E.coli ETEC K88+.

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO INTESTINO

O intestino é um órgão complexo, multicelular e que realiza múltiplas funções, além da assimilação de nutrientes. O tecido contém células secretoras, neuroendócrinas, imunes e os enterócitos que são os encarregados da absorção (REEDS& BURRIN 2001).

Após a ação das enzimas gástricas e intestinais sobre a proteína dietética se formam di-tripeptídeos que podem estar ligados à Gln, que por sua vez é liberada pelo processo de hidrólise. A Gln livre é captada pelos enterócitos por meio dos sistemas transportadores dependentes de Na⁺ (SN1 e SN2). Também existe a possibilidade de que estes di-tripeptídeos que contém Gln em sua composição possam ser absorvidos pela membrana apical dos enterócitos por um gradiente impulsionado por H⁺ mediante o transportador 1 (PepT1), o qual não tem a capacidade para transportar Gln livre ou peptídeos que tenham mais de 4 resíduos de aminoácidos. Uma vez no interior celular, os peptídeos com resíduos de aminoácidos de Gln serão hidrolisados mediante peptidases intracelulares liberando Gln, a qual passará pela membrana basolateral indo para corrente sanguínea (Wu et al., 2011).

A Gln dietética não tem nenhum efeito sobre a concentração da mesma no plasma sanguíneo (LEE *et al.*, 2003 ; ZHOU *et al.*, 2006; YOO *et al.*, 1997), com isso é possível concluir que a Gln é amplamente utilizada pelas células intestinais, metabolizada pelo fígado e outros órgãos antes de sair ao plasma (STOLL *et al.*, 1998). Desta forma a maior parte da Gln circulante na corrente sanguínea é proveniente das reservas musculares (YOUNG *et al.*, 2001).

WU *et al.*, (1996) observaram que a suplementação dietética de Gln incrementou o conteúdo deste aminoácido na digesta fluida do duodeno quando comparados com leitões não suplementados, verificando que o aminoácido não sofreu efeito da acidez, estando disponível para ser metabolizado no intestino delgado.

Segundo WANG *et al.*, (2008) a Gln dietética aumenta a concentração deste aminoácido no tecido jejunal, considerando que este segmento do intestino delgado é o sitio principal para absorção, seguido pelo íleo e duodeno (WU *et al.*, 2011; SOUBA *et al.*, 1900).

A Gln é o principal combustível para o tecido intestinal (BARTELL & BATAL 2007; WU *et al.*, 2011; NEWSHOLME 2001; LOBLEY *et al.*, 2001; CYNOBER, 1999), sendo 67% deste aminoácido utilizado pelas células intestinais, células da mucosa e bactérias, no entanto 97% do Ácido Glutâmico que passa pelo lúmen intestinal é utilizado em sua primeira passagem (WU *et al.*, 2011), sendo 50% metabolizado à CO₂, enquanto que a oxidação da glicose pela primeira passagem é muito menor (REEDS & BURRIN *et al.*, 1996; REEDS *et al.*, 2001). Em outros estudos JANECZKO *et al.*, (2007) verificaram que a absorção de Ácido Glutâmico via intestinal é dose dependente e que 70-80% do Ácido Glutâmico é metabolizado no intestino e grande parte é oxidado para CO₂.

Da mesma forma, JANECZKO *et al.*, (2007) menciona que o Ácido Glutâmico dietético é um importante combustível para as células epiteliais e um neurotransmissor excitador envolvido na estimulação vagal eferente e na detecção de nutrientes.

Após o desmame ocorre diminuição da função da barreira paracelular e da atividade enzimática, tendo como consequência um distúrbio na capacidade absorviva e secretória de eletrólitos (XIAO *et al.*, 2012a).

WU *et al.*, (1996) observaram que leitões desmamados com 21 dias de vida e que não foram suplementados com Gln tiveram uma redução da altura das vilosidades do jejuno, mas os animais suplementados com 1% de Gln mantiveram os valores da altura de vilosidades deste segmento do intestino 7 dias após o desmame, entretanto o grupo controle e o suplementado tiveram maior altura de vilosidades do jejuno ao 14º após o desmame.

Da mesma forma LIU *et al.*, (2002) relatou que aos 7 dias após a desmama, a altura dos 3 segmentos do jejuno (proximal, médio, final) foi reduzida no grupo controle, mas nos dois grupos de animais que tinham sido suplementado com 1% de Gln e 1% de Ácido Glutâmico a altura das vilosidades do jejuno foi mantida. Já no dia 14 após o desmame, a altura do segmento final do jejuno foi maior para o grupo de animais suplementados com 1% de Ácido Glutâmico quando comparados aos grupo controle.

A altura das vilosidades do duodeno, jejuno e íleo foram maiores, a profundidade das criptas foi reduzida ($P<0,05$) e a relação vilosidade : profundidade de cripta foi maior em todas as seções do intestino quando os leitões foram alimentados com uma dieta que continha 0,7% de L-arginina HCL e 1% de Gln quando comparados a leitões alimentados com a dieta controle (SHAN *et al.*, 2012).

LEE *et al.*, (2003) observaram que a altura das vilosidades e a relação altura de vilosidade : profundidade de cripta no duodeno foram maiores quando os animais foram suplementados com Gln.

A capacidade de utilização da Gln pelos enterócitos isolados de leitões recém-nascidos é alta e se mantém durante o período de lactação, sendo que após o desmame a utilização deste aminoácido diminui, seja pela menor atividade da glutaminase ou pela menor quantidade dessa enzima, sendo necessárias maiores investigações para identificar o fator principal

(VRILLON *et al.*, 1994).

Segundo WU *et al.*, (2011) mediante o aporte de ATP devido a mobilização das proteínas, a Gln é uma fonte de energia para células de divisão rápida como os enterócitos. Além da função energética, se atribui à Gln a função de participar das vias de formação da ornitina, arginina, citrulina, prolina (REEDS & BURRIN 2001), glutationa, óxido nítrico (WU 1998)

O uso de Gln estimula a proliferação da mucosa intestinal em ratos, o aumento do tamanho das vilosidades em perús e leitões desmamados, e diminui a colonização bacteriana em pacientes após cirurgia (BARTELL & BATAL 2007).

A Gln ministrada de forma enteral auxilia na manutenção da integridade do citoesqueleto, aumenta a relação da actina filamentosa:actina globular e diminui a permeabilidade da mucosa intestinal (XIAO *et al.*, 2012a).

Segundo SUKHOTNIK *et al.*,(2009) demonstraram que em ratos a administração oral de Gln acelera a recuperação da mucosa intestinal após inflamação induzida experimentalmente, por outro lado Mandir & Goodlad (1999) administraram Gln de forma parenteral em ratos observando efeito significativo na atividade mitótica somente no colón, não observando efeitos no intestino delgado.

WU *et al.*, (1996) observaram que a suplementação dietaria de Gln previneu o aumento da lâmina própria do jejun, reduzindo o numero de células imaturas. As concentrações dos aminoácidos Glu e alanina, Ácido Glutâmico e aspartato foram maiores no dia 7 e 14 pós desmame, respectivamente. Uma importante descoberta deste autor foi que a suplementação dietética com Gln diminuiu a redução do aminoácido taurina, sendo este composto importante na formação da bílis.

MANDIR & GOODLAD(1999) observaram efeitos de maior peso do intestino delgado, ceco e colón quando os animais foram alimentados oralmente com Gln quando comparados com alimentação parenteral.

As vias de metabolismo intermediário da mucosa podem utilizar tanto o esqueleto de carbono da Gln como do Ácido Glutâmico, sendo a Gln necessária para função secretora e proliferativa da mucosa intestinal (REEDS & BURRIN 2001).

Assim, cerca de 20% do Ácido Glutâmico (WATFORD 2001) é usado para síntese de glutatona na mucosa intestinal (REEDS *et al.*, 2000; REEDS & BURRIN 2001; WATFORD 2001), sendo o mesmo capaz de entrar somente nas células intestinais chamadas enterócitos (WATFORD 2001). Estas células utilizam de forma preferencial o Ácido Glutâmico dietético para síntese de glutatona e não o derivado do metabolismo da Gln (REEDS *et al.*, 1997).

O Ácido Glutâmico é eficiente na regulação da produção de mucina e na manutenção da camada de mucosa intestinal (WATFORD 2001).

As células intestinais tanto das vilosidades como das criptas estão continuamente sintetizando Gln, evidenciando desta forma a presença da enzima glutamina sintetase (Reeds & BURRIN 2001).

Segundo RHOADS (2004) a Gln estimula a absorção de sódio mais que de glicose em condições normais ou expostas a uma toxina, considerando isto importante no tratamento clínico da diarréia. Em contrapartida o Ácido Glutâmico não favorece a absorção de cloreto de sódio, sendo importante como metabólito intracelular, mas não atuando como regulador (WATFORD 2001).

As células da mucosa tem em sua composição moléculas chamadas glicoproteínas, as quais surgem de um substrato comum que é a N-acetilglucosamina-fosfato, a qual requer Gln para sua formação (WU *et al.*, 2011). Do mesmo modo (REEDS & BURRIN 2001; KHAN *et al.*, 1999) mencionam que a Gln pode ter funções importantes na manutenção da estrutura das uniões estreitas da mucosa, na síntese de componentes da matriz extracelular, potencial precursor de N-acetylgalactosamina e N-

acetilglucosamina, síntese da mucina intestinal e consequentemente na manutenção da barreira defensiva frente às bactérias.

DOMENEGHINI *et al.*, (2004) citam que a quantidade de muco produzida no intestino delgado foi incrementada quando os animais receberam 0,05% de Gln, o qual constituiu uma barreira protetora contra a penetração epitelial de potenciais patógenos.

Segun BARTELL & BATAL (2007) os animais com um rápido crescimento necessitam ter um rápido desenvolvimento de seus órgãos digestivos, assim maior altura de vilosidades intestinais tendem ao melhor crescimento, devido a uma maior secreção de enzimas, digestão e absorção de nutrientes. Este mesmo autor menciona que doses elevadas de Gln pode ocasionar um maior crescimento das vilosidades intestinas, mas não necessariamente tenderão a um maior desempenho, porque quando a Gln é suplementada em doses elevadas pode ocorrer um desbalanço de aminoácidos.

Segundo SHAN *et al.*, (2012), verificaram uma maior atividade de enzimas dissacaridases com a suplementação dietética de 0,7% de L-arginina HCL e 1% de Gln para leitões com 28 dias de idade, sendo maior a atividade da sucrase e da maltasa no duodeno e jejuno, respectivamente quando comparados com leitões que não foram suplementados com arginina e Gln.

XIAO *et al.*, (2012a) em um experimento suplementando leitões com 1% de Gln observaram um incremento na atividade da enzima fosfatase alcalina, alanina transferase e hexoquinase, no dia 10 e 30 pós desmame, as quais são importantes na absorção de nutrientes na membrana jejunal e no metabolismo da Gln, respectivamente, todavia a atividade da piruvato kinase e Gln sintetase diminuiu no mesmo período. Entretanto a enzima aspartato amino-transferase não foi influenciada, mas apresentou incremento em números absolutos.

A atividade das enzimas lactase e sucrase na mucosa jejunal foram maiores em animais de 25 dias de vida que receberam suplementação de

1% de Gln e não foi observado diferença na atividade da enzima maltase segundo XU *et al.*, (2012).

Segundo LOBLEY *et al.*, (2001) em sua revisão cita que o alto fluxo intracelular de Gln fornece o nitrogênio necessário para a síntese de ácidos nucleicos, o qual permite respostas imediatas às necessidades proliferativas das células, sem interromper outros fluxos metabólicos.

Foi demonstrado que ápos a remoção da Gln do meio de cultura de células da cripta de ratos e enterócitos de leitões e posterior adição de Gln ao meio ocorre um aumento da atividade mitótica devido à maior incorporação de timidina ao DNA considerando que a Gln é transformada em pirimidinas (RHOADS 2004).

A Gln pode ser convertida em alanina nos enterócitos mediante a via da glutaminolises, compensando a deficiência deste aminoácido que encontra-se em baixas concentrações no leite que consomem os leitões (WU *et al.*, 2011).

STOLL *et al.*, (1999) menciona que três partes da energia necessária para drenagem portal visceral é satisfeita pela oxidação de glicose, Ácido Glutâmico e Gln, sendo o Ácido Glutâmico dietético o maior contribuinte da energia oxidativa para mucosa intestinal.

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NA EXPRESSÃO GENICA

Segundo WU *et al.*, (2011), a Gln está envolvida na regulação de múltiplas vias metabólicas e na expressão gênica (gene da ornitina descarboxilase, proteínas de choque térmico, óxido nítrico sintase) de moléculas que tem um papel fundamental no metabolismo de nutrientes e na sobrevivência celular.

A Gln sintetizada nas células do intestino pode ter função de regulador metabólico ativando genes relacionados com o ciclo de progressão das células da mucosa, e a inibição da síntese de Gln inibe a proliferação e diferenciação destas células (RHOAD *et al.*, 1997; BLIKSLAGER *et al.*, 1999).

A suplementação com 1% de Gln diminuiu a quantidade de mRNA dos receptores ativados pelos proliferadores de peroxisomas (PPARY) no período de 1-30 dias pós desmame, sendo esse gene um importante marcador de citosinas pró inflamatórias (XIAO *et al.*, 2012a).

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO FIGADO

O fígado é o principal sítio do corpo para o metabolismo de nitrogênio, por sua vez este nitrogênio é levado aos tecidos periféricos dos órgãos centrais como Gln e alanina (NEWSHOLME *et al.*, 2003), sendo que o nitrogênio transportado pela Gln é maior que o transportado pelo Ácido Glutâmico e alanina (YOUNG *et al.*, 2001). A Gln pode ser quebrada pela ação da enzima glutaminase produzindo Ácido Glutâmico e NH₃ (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

O transporte de nitrogênio realizado pela Gln é menos custoso quando comparado com o transporte de nitrogênio pela asparagina, já que esta utiliza o grupo amida da Gln (YOUNG *et al.*, 2001).

Tem sido proposta à Gln a capacidade de proteção dos aminoácidos essenciais contra a oxidação no fígado e nos rins, tecidos que contém a enzima glutamina aminotransferase, que é capaz de catalisar a transaminação reversível entre vários aminoácidos doadores e receptores, os quais podem ser a Gln e metionina-fenilalanina respectivamente (LOBLEY *et al.*, 2001).

Segundo LOBLEY *et al.*, (2001), durante a acidose em roedores a produção de ureia é interrompida, passando à síntese de Gln no fígado, desta forma o bicarbonato que é utilizado para a síntese de ureia será utilizado para neutralizar prótons.

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO SISTEMA NERVOSO

Os principais transmissores nas sinapses excitadoras do sistema nervoso central são o Ácido Glutâmico e acetilcolina. A Gln sintetizada a partir do Ácido Glutâmico nos astrocitos tem finalidade de repor o Ácido Glutâmico retirado da fenda sináptica após a liberação do neurônio pré-

sináptico. O neurônio realiza a conversão da Gln derivada do astrocito através da glutaminase para completar o ciclo, considerando se característico do cérebro de mamíferos o ciclo Ácido Glutâmico -Gln restitui o Ácido Glutâmico retirado da fenda sináptica (YOUNG *et al.*, 2001).

O Ácido Glutâmico desempenha funções fisiológicas importantes na percepção do sabor UMAMI, informação visceral, regulação do sistema endócrino-exócrino e a neurotransmissão excitatória, através da liberação de moléculas tais como NO e 5-HT a presença de Ácido Glutâmico no intestino conduz à ativação do nervo aferente vagal (BANNAI & TORRI 2013)

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO SISTEMA IMUNOLOGICO

A Gln é de vital importância na sobrevivência e proliferação celular in vitro (NEWSHOLME 2001), sendo uma excelente fonte de energia que é utilizada em altas taxas nas células isoladas, desafiadas e ativadas do sistema imune como os linfócitos, macrófagos e neutrófilos (WU *et al.*, 2011). Ainda que a atividade da primeira enzima do metabolismo do Ácido Glutâmico, a glutaminase fosfato-dependente, seja alta, a velocidade de oxidação é baixa.

Em leitões que consumiram um substituto lácteo com 4,5% de inclusão de Gln se observou maior altura e área das vilosidades do jejuno, sem afetar a quantidade de proteína nem a massa de DNA, LOBLEY *et al.*, (2001).

Para a manteça do tecido linfóide associado a mucosa, integridade intestinal, produção de imunoglobulina A e translocação de bactérias pelo intestino é necessaria a Gln (WU *et al.*, 1996).

Os efeitos negativos da diarreia podem ser mitigados pelo uso da Gln, não se observando efeitos benéficos quando a diarreia é causada por rotavírus conforme LOBLEY *et al.*, (2001).

A Gln aumenta a resposta linfocítica à estimulação de mitógenos (TAUDOU *et al.*., 1983) e diminui a bacteremia e endotoxemia (O' DWYER *et al.*, 1987). Em células do sistema imune, a Gln é convertida a Ácido

Glutâmico através do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, aspartato e lactato em condições apropriadas de CO₂ (NEWSHOLME, 2001).

Em um experimento com linfócitos obtidos a partir de baços de ratos e incubados em diferentes concentrações de Gln, os autores observaram que a proliferação de linfócitos T, a produção de interleucina 2 (IL-2) e a expressão de receptores para IL-2 podem ser reguladas pelas concentrações extracelulares deste aminoácido (NEWSHOLME, 2001).

DOMENEGHINI *et al.*, (2004) observaram que a suplementação com 0,5% Gln para leitões de 21 dias de vida diminuiu a apoptose celular nos folículos linfáticos e apresentou maior percentagem de macrófagos e linfócitos intraepiteliais.

Segundo NEWSHOLME (2001) quando as concentrações de Gln no meio extracelular são baixas, a atividade do complexo de histocompatibilidade de classe II reduz em até 40%, além de reduzir a apresentação de抗ígenos e a fagocitose de bactérias E.coli.

A elevada utilização de Gln por parte dos macrófagos pode estar relacionada com a necessidade de satisfazer o requerimento de arginina destas células, tendo em vista que são incapazes de utilizar arginina extracelular, pois a enzima arginase é rapidamente secretada sendo esgotada, ocorrendo a conversão de Gln em arginina (NEWSHOLME, 2001).

Em concordância com muitos autores (CYNOBER, 1999) menciona que os linfócitos ativados utilizam a Gln como principal substrato energético.

A Gln pode ser considerada essencial em condições fisiológicas tais como inflamação e lesão, desta forma em experimentos com aves, a suplementação do alimento com Gln gera um aumento das concentrações séricas de IgA, que atua na proteção da mucosa intestinal contra bactérias, vírus e parasitas (BARTELL & BATAL, 2007).

Monócitos e neutrófilos de pacientes humanos logo após cirurgia gastrointestinal e colocados em cultivo celular, responderam com maior

atividade fagocitária e taxa de produção de superóxido conforme aumentaram a dose de Gln (NEWSHOLME, 2001).

O aumento das concentrações extracelulares de Gln melhoraram a secreção de insulina, estimulada pela glicose às células β do pâncreas, mas não promove a secreção de insulina por si mesmo devido à estrita regulação da atividade da glutamato desidrogenase (WU *et al.*, 2011) .

Como já mencionado, o músculo esquelético detém 90% da Gln do organismo. A enzima glutamina sintetase presente no músculo esquelético é altamente sensível aos glicocorticoides, que ante a resposta ao estresse aumenta sua atividade finalizando com grande liberação de Gln na corrente sanguínea, podendo o pulmão e o cérebro também produzir Gln quando as condições assim o requerem (NEWSHOLME, 2001).

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO EM LEITÕES

Como ocorre em condições comerciais, os animais recém desmamados são desafiados às condições ambientais e sanitárias para os quais não estão preparados, segundo YI *et al.*, (2006) leitões demamados e desafiados com *E.coli* ETEC K88+ tiveram 50% menos ganho de peso diário e 49% menor eficiência alimentar quando comparados com os animais que não haviam sido desafiados, por outro lado o consumo de alimento não foi afetado nos animais do grupo desafiado, o que indica que a depressão do ganho de peso dos animais pode ter sido causada pela alteração da integridade intestinal, maior quantidades de substratos no lúmen intestinal que tem ação osmótica, causando diarréias.

Vários são os experimentos desenvolvidos com suínos, procurando conhecer os variados efeitos que tanto a Gln como o Ácido Glutâmico tem na fisiologia geral e particular de cada órgão.

A quantidade de linfócitos presentes na corrente sanguínea de leitões desafiados com *E.coli* foi maior quando os leitões consumiram uma dieta que continha 40 g de Gln por quilo de alimento segundo LOBLEY *et al.*, (2001), os mesmos autores observou que em leitões lactantes a Gln é

menos importante, do ponto de vista energético, que a glicose. Por outro lado, os enterócitos dos leitões recém-nascidos são capazes de sintetizar arginina a partir da Gln, desempenhando um papel anabólico importante. Com o avanço da idade, o animal também será capaz de sintetizar prolina somando à suplementação dietética de diversos aminoácidos limitando problemas no crescimento.

Em um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de vida com 5,75 kg e alimentados com uma dieta com 1% de Gln e uma dieta controle não verificaram efeito no ganho de peso diário, no consumo de ração diário e na eficiência alimentar respectivamente (XIAO *et al.*, 2012b).

XIAO *et al.*, (2012a) realizaram experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade, alimentados com uma dieta suplementada com 1% de Gln e uma dieta controle (1,22% de L-Alanina) e observaram que os animais suplementados tiveram melhora na digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e aminoácidos no trato gastrointestinal. Além de melhor ganho de peso e conversão alimentar aos 10 dias pós desmame, entretanto do dia 11 - 30 pós desmame tenderam a incrementar o ganho de peso diário em 11,03% e melhoraram a conversão alimentar em 8,6% mas sem valores significativamente diferentes. No período de 1 - 30 pós desmame houve melhora do ganho peso diário 12,40% e diminuição da conversão alimentar em 10,45%.

WU *et al.*, (1996) trabalhando com leitões desmamados com 21 dias de vida e alimentado com diferentes níveis de Gln (0,0; 0,2; 0,6 e 1%) não observaram efeito no consumo diário de ração, ganho de peso diário e eficiência alimentar na primeira semana após desmame, entretanto verificaram que a eficiência alimentar na segunda semana após o desmame em leitões suplementados com 1% de Gln foi 25% maior que o grupo controle, contudo a eficiência alimentar não foi afetada pela suplementação com diferentes níveis de Gln (0,2 ; 0,6%) no período de 28 a 35 dias de vida.

Segundo os mesmos autores (WU *et al.*, 1996) leitões suplementados com 0 e 1% de Gln tiveram a altura de vilosidade diminuída no dia 7 pós

desmame, porém foi aumentada no dia 14. Por outro lado no jejuno a altura de vilosidade foi mantida aos 7 dias pós desmame e aumentada no dia 14.

Leitões desmamados aos 28 dias de vida e alimentados com uma dieta contendo mistura de 0,7% de L-arginina HCL e 1% de Gln, tiveram melhor ganho de peso e conversão alimentar em relação aos que foram alimentados com uma dieta controle, contudo a suplementação dietética de 1% de Gln não teve efeito significativo no ganho de peso dos leitões desmamados com 28 dias de vida em comparação aos leitões alimentados com uma dieta sem suplementação de com Gln, sendo que o consumo de ração diário não foi afetado por nenhum dos tratamentos (SHAN *et al* ., 2012).

Ainda segundo SHAN *et al.*, (2012) a altura de vilosidade no duodeno e jejuno foram maiores e sem efeito no íleo, a profundidade de cripta dos três segmentos foram menores e para a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta foram maiores quando os leitões foram suplementados com a mistura de 0,7% de arginina e 1% de Gln em um período de 28 dias posterior ao desmame.

KITT *et al.*, (2002) em um experimento com 21 dias de duração com leitões desmamados aos 18 dias de vida verificaram que a eficiência alimentar foi maior, altura de vilosidade no duodeno tendeu a ser maior quando os leitões foram suplementados com 1% de Gln. Este autor reporta que o efeito da glutamina é maior em uma dieta simples do que em uma dieta complexa que continha soro de leite em pó, plasma spray dried e farinha de peixe.

Segundo BARTELL & BATAL, (2007) o ganho de peso aumentou de maneira significativa em aves que foram alimentadas com 1% de Gln quando comparadas com aves que foram alimentadas com dieta controle.

O ganho de peso em frangos diminuiu significativamente quando as dietas das aves foram suplementados com 4% de Gln, (BARTELL & BATAL 2007). E a suplementação com 1% e 4% de Gln não afetou significativamente a conversão alimentar em aves.

O peso do timo e do baço foi maior em aves alimentadas com 1% de Gln quando comparadas com aves alimentadas com dietas control. Os autores reportam que o peso do duodeno e jejuno foi maior em aves suplementadas com 1% e 4% de Gln quando comparadas com aves que foram alimentadas com dieta controle.

A altura das vilosidades do duodeno e jejuno em aves alimentadas com 1 e 4% de Gln era maior que nas aves alimentadas com dieta controle, sendo que as aves que consumiram dietas com 4% de Gln suas vilosidades foram mais altas que as aves suplementadas com 1% de Gln. (BARTELL & BATAL 2007)

Em leitões que consumiram um substituto lácteo com 4,5% de inclusão de Gln se observaram maior altura e área das vilosidades do jejuno, sem afetar a quantidade de proteína nem a massa de DNA. Os efeitos negativos da diarreia podem ser mitigados pelo uso da Gln, não se observando efeitos benéficos quando a diarreia é causada por rotavirus. Os mesmos autores citam que a suplementação parenteral em leitões com 3 dias de vida com 3 g de Gln por cada 100 g de aminoácidos mostraram uma tendência a um maior ganho de peso segundo LOBLEY *et al.*, (2001).

(YI., *et al* 2006) relataram a importância da Gln em sua função como reguladora do metabolismo, melhorando a síntese de proteína e diminuindo o catabolismo dessas.

XU *et al.*, (2012) desenvolveram um experimento com duração de 21 dias, desmamando leitões com 4 dias de vida e suplementando uma dieta basal com a mistura de 1% Gln e 0,6% de L-Arginina, a qual melhorou o ganho de peso e consumo de ração diário dos leitões aos 21 dias de vida. Contudo não houve diferenças no ganho de peso quando os leitões de 4 a 25 dias de idade foram suplementados com 1% de Gln comparados ao leitões que consumiram o alimento controle. Para os parâmetros de morfohistologia, os autores encontraram que a suplementação da dieta com a mistura de 1% de Gln e 0,6% de L-Arginina melhora a altura das vilosidades e área dos vilos do duodeno além da altura das vilosidades do íleo.

O mesmo autor não observou diferença na altura das vilosidades do duodeno e do jejuno e na profundidade das criptas do duodeno, jejuno e íleo, em contrapartida houve diferença na altura das vilosidades no íleo

Segundo (BANNAI & TORRI, 2013) a mistura de 0,3 a 0,8% de Ácido Glutâmico e Gln melhoram o ganho de peso e a conversão alimentar em leitões até os 42 dias de vida.

A suplementação dietética com peptídeo glicil-glutamina, a qual se transforma em Gln, melhorou o crescimento e a integridade intestinal de leitões desmamados, sendo capaz de limitar a resposta pró inflamatória em leitões desafiados com lipopolissacarídeos (JIANG *et al.*, 2009).

As reservas de gordura corporal adquiridas no período de aleitamento exercem importante papel na manutenção dos animais durante aproximadamente uma semana após o desmame. Após este período crítico o organismo retoma a deposição de gordura corporal. A suplementação de 1% de glutamina na ração de leitões desmamados acelerou a incorporação do carbono proveniente da alimentação pós-desmame no tecido adiposo. (CALDARA *et al.*, 2006)

YI *et al.*, (2006) desenvolveram um experimento com leitões desmamados aos 17 dias de vida e quatro tratamentos, grupo controle não desafiado com E.coli ETEC K88+, grupo controle desafiado com E.coli ETEC K88+, grupo desafiado suplementado 2% de Gln e grupo desafiado suplementado com 7% de plasma, evidenciaram que não houve diferença no ganho de peso e eficiência alimentar no grupo de suínos desafiados e não desafiados com a bactéria E.coli ETEC K88+ e alimentados com uma dieta controle suplementada com 2% de Gln.

Os animais desafiados com a bactéria E.coli ETEC K88+ e alimentados com uma dieta controle suplementada com 2% de Gln conseguiram manter a integridade intestinal (altura de vilosidade, profundidade de cripta e área da vilosidade) do jejuno proximal, jejuno médio e íleo em comparação aos leitões que não foram desafiados (YI., *et al* 2006).

Segundo (YI., *et al* 2006) a suplementação dietética com Gln em rações para suínos diminui a translocação de bactérias pelo intestino delgado.

ZOU *et al.*, (2006) realizaram um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de vida e suplementados com 1% de Gln, observaram que os animais que não haviam recebido Gln tiveram maior incidencia de diarréia de longa duração e aos 10 dias pós desmame a conversão alimentar foi melhor no grupo suplementado, sem ter efeito no consumo de ração e no ganho de peso. Já do dia 10-20 pós desmame o ganho de peso diario melhorou em 27,75% no grupo suplementado, sem efeito no consumo diário de ração e conversão alimentar no período mencionado.

Estudo de metanálise sobre o uso de Gln na alimentação de leitões na creche, realizado por LANFERDINI *et al.*, (2013), evidenciou co-relação positiva entre consumo de ração e ganho de peso, porém sobre a eficiência alimentar o comportamento foi inverso. Na análise de variância, o consumo de ração e ganho de peso de leitões em creche não diferiram entre os leitões que receberam dietas com Gln e os animais não suplementados. Porém, a suplementação com Gln melhorou em 6% a eficiência alimentar de leitões pós desmame.

DOMENEGHINI *et al.*, (2004) alimentaram leitões desmamados aos 21 dias de vida com quatro dietas : dieta controle (DC), DC + 0,5% Gln, DC + 0,05% nucleotídeos e DC + 0,5% Gln + 0,05% nucleotideos. Não foram observadas diferenças significativas em nenhum parâmetro de desempenho, mas em termos absolutos os animais suplementados com Gln obtiveram maiores valores de desempenho. Nos parâmetros histológicos a alimentação oral com Gln resultou em aumento de altura de vilosidade e profundidade de cripta e menor relação entre os mesmos.

Em um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade e suplementados com 0,8% Gln + Ácido Glutâmico no período de 21 – 35 dias de vida e com 0,6% de Gln + Ácido Glutâmico no período de 35 – 49 dias de vida. Não foi referido efeito mas em valores absolutos a inclusão de Gln + Glu resultou no incremento de 4,6; 11,1 e 7,9% no peso vivo, ganho de peso

diário e consumo de ração diário respectivamente, seguido de redução 3,2% na conversão alimentar. No período 2 não houve efeito no peso vivo e ganho de peso diário, porém com efeito absoluto de 7,1 e 10,2%, respectivamente, além de não influenciar no consumo de ração diário e conversão alimentar (MOLINO *et al.*, 2012).

MOLINO *et al.*, (2012) observaram que a adição de Gln e Ácido Glutâmico promoveu aumento na altura de vilosidade nos três segmentos do intestino delgado em 7,7; 10,4 e 6,6% no duodeno, jejuno e íleo, respectivamente. No entanto a profundidade de cripta não foi afetada em nenhum dos segmentos. A relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo foi afetada positivamente pela inclusão de Gln e Ácido Glutâmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADEOLA, O., AND KING, D.E. **Developmental changes in morphometry of the small intestine and jejunal sucrase activity during the first nine weeks of postnatal growth in pigs.** Journal of Animal Science 84:112-118. 2006
- AKIBA YASUTADA & KAUNITZ JONATHAN D. **Duodenal Chemosensing and Mucosal Defenses.** Digestion 2011;83(suppl 1):25–31.

BANNAI, M. AND TORRI, K. **DIGESTIVE PHYSIOLOGY OF THE PIG SYMPOSIUM: Detection of dietary glutamate via gut –brain axis.** Journal of Animal Science 91:1974-1981. 2013

BARTELL, S.M., BATAL, A.B. **The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers.** Poultry Science 86:1940–1947. 2007.

BLIKSLAGER, A.T., RHOADS, J.M., BRISTOL, D.G., ROBERTS, M.C., AND ARGENZIO, R.A. **Glutamine and transforming growth factor-alpha stimulate extracellular regulated protein kinase and enhance recovery of villous surface area in porcine ischemic-injured intestine.** Surgery 125:186-194 . 1999.

BROSNAN, J.T. Session I: **Basic Aspects of Glutamine Metabolism**
Discussion Summary. Journal of Nutrition 131: 2486S-2487S. 2001

CALDARA FABIANA R., DUCATT CARLOS, BERTO DIRLEI A.,
DENADAI JULIANA C., OLIVEIRA RICARDO P., BIANCHINI
¹³
WALDMARYAN. **Efeito da Glutamina sobre o turnover do carbono (δ 13 c)**
no tecido adiposo de leitões. II Congresso do Colégio Latino-Americano de
Nutrição Animal 10 a 13 de abril de 2006 – São Paulo – SP.

CHAMORRO, S., BLAS, C., GRANT, G., BADIOLA, I., MENOYO, D.,
AND CARABAÑO R. **Effect of dietary supplementation with glutamine**
and a combination of glutamine-arginine on intestinal health in twenty-
five-day-old weaned rabbits. J ANIM SCI 2010, 88:170-180.

CURTHOYS, N.P., AND WATFORD, M. **Regulation of glutaminase**
activity and glutamine metabolism. Annual Reviews of Nutrition 15:133-
159. 1995.

CYNOBER, L. A. **Glutamine metabolism in stressed patients**
(abstract). Proceedings of international Congress on amino acids
(Germany). pp 5. 1999.

DOMENEGHINI, C., DI GIANCAMILLO, A., SAVOINI, G., PARATTE,
R., BONTEMPO, V., DELL'ORTO, V. **Structural patterns os Swine ileal**
mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the
weaning period. An histochemical and histometrical study. Histology
and Histopathology 19: 49-58 (2004).

GARLICK, P.J. **Assessment of the Safety of Glutamine and Other**
Amino Acids. Journal of Nutrition 131: 2556S-2561S. 2001

JANECKO, M.J., STOLL, B., CHANG, X., GUAN, X., BURRIN, D.G.
Extensive Gut Metabolism Limits the Intestinal Absorption of Excessive
Supplemental Dietary Glutamate Loads in Infant Pigs. Journal of Nutrition
137:2384-2390. 2007.

JIANG, Z. Y., SUN, L. H., LIN, Y. C., MA, X. Y., ZHENG, C. T., ZHOU, G. L., CHEN F., AND ZOU. S. T. **Effects of dietary glycyl-glutamine on growth performance, small intestinal integrity, and immune responses of weaning piglets challenged with lipopolysaccharide.** J ANIM SCI 2009, 87:4050-4056.

KHAN, J., YLIBOSHI, L.CUI, M.WASA, K.SANDO, Y.TAKAGI, AND A.OKADA, 1999. **Alanyl -glutamine- supplemented parenteral nutrition increase luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine.** J.Parenter. Enteral. Nutr. 23:24-31.

KITT, S.J., MILLER, P.S., LEWIS, A., FISCHER, R.L. 2002. **Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs.** Nebr. Swine Rep. 82, 29–32.

LANFERDINI, E., ABREU, M. L. T., FONSECA, L. S., MOREIRA, R. H. R. **Meta-análise do uso de glutamina na alimentação de leitões em creche.** Abraves 2013.

LAWRENCE, K. R., GOODBAND, R. D., TOKACH, M. D., DRITZ, S. S. NELSEN J. L., AND DEROCHEY J. M. **Comparison of wheat gluten and spray-dried animal plasma in diets for nursery pigs.** J ANIM SCI 2004, 82:3635-3645.

LEE, D.N., CHENG, Y.H., WU, F.Y., SATO, H., SHINZATO, I., CHEN, S.P., YEN, H.T. **Effect of dietary glutamine supplement on performance and intestinal morphology of weaned pigs.** Asian–Australian Journal of Animal Science 16, 1170–1176. 2003.

LIU TAO, PENG JIAN, XIONG YUANZHU, ZHOU SHIQI AND CHENG XUEHUI. **Effects of Dietary Glutamine and Glutamate Supplementation on Small Intestinal Structure, Active Absorption and DNA, RNA Concentrations in Skeletal Muscle Tissue of Weaned Piglets during d 28 to 42 of Agea.** Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2002. Vol 15, No. 2 : 238-242.

LOBLEY, G.E., HOSKIN, S.O., AND MCNEIL, C.J. **Glutamine in Animal Science and Production.** Journal of Nutrition. 131: 2525S-2531S. 2001.

MANDIR, N., GOODLAD, A.R. **The Effects of Glutamine on Intestinal Epithelial Cell in Pretermally Fed Rats.** Gut 44:608-614. 1999.

MOLINO, J.P., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., SARAIVA, A., HAESE, D., FORTES, E.I., SOUZA, M.F. **L-glutamine and L-glutamate in diets with different lactose levels for piglets weaned at 21 days of age.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.41, n.1, p.98-105, 2012.

MULLER, A.R., LANGREHR, J.M., NALESNIK, M., HOFFMAN R.A., LEE T.K., LEE K. W., SCHRAUT WOLFGANG H. **Mucosal Glutaminase Activity and Histology as Parameters of Small Bowel Preservation Injury.** Journal of Surgical Research 56,207-215.1994.

MURPHY, J.M., S.J.MURCH AND R.O.BALL. 1996. **Proline is synthesized from glutamate during intragastric infusion but not during intravenous infusion in neonatal piglets.** J.Nutr. 126:878-886.

NEWSHOLME, P. **Why Is L-Glutamine Metabolism Important to Cells of the Immune System in Health, Postinjury, Surgery or Infection?** Journal of Nutrition 131: 2515S-2522S. 2001.

NEWSHOLME, P., PROCOPIO, J., LIMA, M., CURI, T.C.P., AND CURI, R. **Glutamine and Glutamate—their central role in cell metabolism and function.** Cell Biochemistry Functional 21: 1–9. 2003.

O' DWYER, S.T., SCOTT T., AND SMITH, R.J. **5-Fluorouracil toxicity on small intestine mucosa but not white blood cells is decreased by glutamine.** Clinical. Research 387a:10-16. 1987.

REEDS, P.J. AND BURRIN, D.G. **Glutamine and the Bowel.** Journal of Nutrition 131: 2505S-2508S. 2001.

REEDS, P.J., BURRIN, D.G. STOLL, B. AND JAHOOR, F. **Intestinal glutamate metabolism.** Journal of Nutrition. 130:978S -982S. 2000.

REEDS, P.J., BURRIN, D.G., STOLL, B., JAHOOR, F., L.WYKES, HENRY J., AND FRAZER, M.E.. **Enteral glutamate is the preferential**

source for mucosal glutathione synthesis in fed piglets. American Journal of Physiology 273:E408-E415. 1997.

RHOADS M. Glutamine Is the Gas Pedal but not the Ferrari. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 38:474-476, 2004.

RHOADS, J.M., R.A.ARGENZIO, W.CHEN, R.A. RIPPE, J.K.WESTWICK, A.D.COX, H.M.BERSCHNEIDER, AND D.A.BRENNER. **L-glutamine stimulates intestinal cell proliferation and activates motogen-activated protein kinase.** American Journal of Physiology 272:G943-G953. 1997.

ROURA EUGENI. El gusto en el cerdo Parte I: que sea dulce.
http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-i-que-sea-dulce_3177/.

ROURA EUGENI. El gusto en el cerdo Parte II: que sea umami.
http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-ii-que-sea-umami_3204/.

SAN GABRIEL ANA & UNEYAMA HISAYUKI. Amino acid sensing in the gastrointestinal tract. Amino Acids (2013) 45:451–461.

SHAN YUPING, SHAN ANSHAN, LI JIANPING, ZHOU CHANGLU. **Dietary supplementation of arginine and glutamine enhances the growth and intestinal mucosa development of weaned piglets.** Livestock Science, Volume 150, Issues 1–3, Pages 369-373. 2012.

SMITH, R.J. Glutamine metabolism and its physiologic importance. Journal of Parenteral Enteral Nutrition. 14: 40S-44S.1990.

SOUBA, W.W., K.HERSKOWITZ, R.M.SALLOUM, M.K.CHEN, AND T.R.AUSTGEN. **Gut glutamine metabolism.** Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, 14(4 suppl.):45S -50S. 1990.

STERNINI CATIA, ANSELMI LAURA AND ROZENGURT ENRIQUE. Enteroendocrine cells: a site of ‘taste’ in gastrointestinal chemosensing Current Opinion in Endocrinology. Diabetes & Obesity.

2008, 15:73–78.

STOLL, B., BURRIN, D.G., HENRY, J., YU, H., JAHOOR, F., REEDS, 'P.J. **Diatary amino acids are the preferential source of hepatic protein synthesis in piglets.** Journal of Nutrition 128, 1517–1524. 1998.

STOLL, B., BURRIN, D.G., HENRY, J., YU, H., JAHOOR, F., REEDS, 'P.J. **Substrate oxidation by the portal drained viscera of fed piglets.** American Journal of Physiology 227(Endocrinol. Metab. 40): E168-E175. 1999.

SUKHOTNIK I., MOGILNER JORGE G., KARRY R., SHAMIAN B., LURIE M., KOKHANOVSKY N., URE BENNO M., CORAN ARNOLD G. **Effect Oral Glutamine on Enterocyte Turnover during Methotrexate-Induced Mucositis in Rats.** Digestion 79;5-13. 2009.

VRILLON B. D., POSHO L.,MOREL M.T., BERNARD F., BLACHER F., MESLIN J. C., DUÉE P.H. **Glucose, Galactose, and Glutamine Metabolism in Pig Isolated Enterocytes during Development.** Pediatry. Research 36: 175-181, 1994.

WANG, J.J., CHEN, L.X., LI, P., LI, X.L., ZHOU, H.J., WANG, F.L., LI, D.F., YIN, Y.L.,WU, G.Y.. **Gene expression is altered in piglet small intestine by weaning and dietary glutamine supplementation.** Journal of Nutrition. 138, 1025–1032. 2008.

WATFORD MALCOLM **Session III: Physiological Aspects of Glutamine Metabolism II—Discussion Summary** Journal of Nutrition. 131: 2523S-2524S. 2001.

WOLFE ROBERT R. **Session II: Physiological Aspects of Glutamine Metabolism I— Discussion Summary** Journal of Nutrition 131:2496S-2497S. 2001.

WU, G. **Intestinal mucosal amino acid catabolism.** Journal of Nutrition. 128:1249-1252. 1998.

WU, G. **Triennial Growth Symposium: Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production.** Journal Animal Science 89:2017–2030. 2011.

WU, G., D.A.KNABE, W.YAN, AND N.E.FLYNN. **Glutamine and glucose metabolism in enterocytes of the neonatal pig.** American Journal of Physiology 37:R334-R342. 1995.

WU, G., S. B. MEIER, AND D.A. KNABE. **Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs.** Journal of Nutrition. 126:2578-2584. 1996.

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a

XIAO Y.P., WU T.X., SUN J. M., YANG L., HONG Q.H., CHEN A. G., YANG C.M. **Response to dietary L-glutamine supplementation in weaned piglets: A serum metabolomic comparison and hepatic metabolic regulation analysis.** Journal of Animal Science 90:4421-4430. 2012b.

XU QIAN , JIANG ZONGYONG, LIN YINCAI, ZHENG CHUNTIAN AND WANG SHIKUI. **Effects of Dietary Supplementation with Combined Arginine and Glutamine on Growth Performance and Small Intestinal Development in Neonatal Piglets.** J. Animal and Veterinary Advances. 2012 Vol. 11 Issue 17 Page No: 3187-3193.

YI ,G. F., CARROLL J. A., ALLE G. L., GAINES A. M., KENDALL D. C., USRY J. L., TORIDE Y. AND IZURU S. **Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs.** J ANIM SCI 2005, 83:634-643.

YOO, S.S., FIELD, P.C., MCBURNEY, M.I. **Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizes lymphocytes function in infected early-weaned piglets.** Journal of Nutrition. 127, 2253–2259. 1997.

YOUNG VERNON R. AND AJAMI ALFRED M. **Glutamine: The Emperor or His Clothes?** Journal of Nutrition 131: 2449S-2459S. 2001.

ZHOU, R.Y., PENG, J., LIU, Z.L., FANG, Z.F. **Effects of biocom as a replacement of glutamine on performance and blood biochemical indexes of early weaned piglets.** Asian–Australian Journal of Animal Science 19, 872–876. 2006.

ZOU, X.T., ZHENG, G. H., FANG, X.J., JIANG, J.F. **Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets.** Czech Journal of Animal Science (10): 444–448. 2006.

CAPITULO 1

USO DE L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL EM LEITÕES

RESUMO

LESCANO, Diego Alberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Uso de L-Glutamina no Desempenho e Na Morfohistologia intestinal em Leitões.** Orientador: Rostagno Santiago Horacio. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dois ensaios foram conduzidos para avaliar o efeito da utilização de quatro níveis de Glutamina (Gln) em dietas para leitões após o desmame, no desempenho e na morfohistologia intestinal. As dietas formuladas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. No ensaio de desempenho foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental. O período experimental foi de 28 dias, sendo o período 1 de 18 a 32 dias de vida, período 2 de 32 a 46 dias de vida e no período geral de 18 a 46 dias de vida. Os parâmetros avaliados foram consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e consumo alimentar (CA). A adição de Gln na ração não influenciou ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho nos períodos. No ensaio de morfohistologia vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histológicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais. A adição de Gln na ração promoveu redução linear e linear-quadrático ($P<0,05$) na altura das vilosidades e profundidade das criptas do duodeno dos leitões respectivamente. Conclui-se que a adição de Gln nas rações de leitões após o desmame não apresentou efeitos benéficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões.

INTRODUÇÃO

A produção animal global tem pressionado para utilização de baixas doses de antibióticos, utilizados para prevenir o risco de infecção e melhorar as taxas de crescimento dos animais (YU *et al.*, 2012). Diante do cenário atual, tornou-se necessária a busca por meios de substituição dos antibióticos, à exemplo disso está a Gln e o Ácido Glutâmico.

A Gln é encontrada em diversos tecidos e células do corpo, onde é utilizada em grande quantidade para o desenvolvimento de inúmeras funções (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Sendo também precursora para síntese de peptídeos, proteínas, aminoacúcares, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos e nucleotídeos (YOUNG *et al.*, 2001; NEWSHOLME *et al.*, 2003; WU *et al.*, 2011; SMITH,1990; WU *et al.*, 1996) e necessária para proliferação de células embrionárias, trofoblastos, linfócitos, intraepiteliais e células da mucosa (WU *et al.*,2011).

Conhecida como o aminoácido livre mais encontrado na corrente sanguínea (BARTELL & BATAL, 2007; LOBLEY *et al.*, 2001; SMITH,1990; WU *et al.*, 1996), com concentrações médias de 0,7 mM, a Gln é reserva potencial de energia e atua na regulação do metabolismo intermediário (LOBLEY *et al.*, 2001). E após ser metabolizada, mediante ação da enzima glutaminase, tem como produto imediato o Ácido Glutâmico, que é o aminoácido mais abundante no tecido intracelular, com concentrações que variam de 2 a 20 mM (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

É sabido que a Gln dietética não tem nenhum efeito sobre sua concentração no plasma sanguíneo (LEE *et al.*, 2003 ; ZHOU *et al.*, 2006; YOO *et al.*, 1997), mostrando que a Gln é amplamente utilizada pelas células intestinais, metabolizada pelo fígado e outros órgãos antes de chegar ao plasma (STOLL *et al.*, 1998). Desta forma, a maior parte da Gln circulante na corrente sanguínea é proveniente das reservas musculares (YOUNG *et al.*, 2001).

A Gln tem importante função como principal combustível para o tecido intestinal (BARTELL & BATAL, 2007 ; WU *et al.* 2011; NEWSHOLME 2001; LOBLEY *et al.*, 2001; CYNOBER, 1999), onde 67% deste aminoácido é utilizado pelas células intestinais, células da mucosa e bactérias. Em relação ao Ácido Glutâmico, 97% deste aminoácido que passa pelo lúmen intestinal é absorvido em sua primeira passagem (WU *et al.*, 2011). Segundo WU *et al.*, (2011) o rápido desenvolvimento, crescimento e maturação da mucosa intestinal dos leitões é explicado pelo aumento de mais de 4 vezes a concentração de Gln e Ácido Glutâmico no leite da porca do dia 1 ao 28 de lactação.

Ainda no tecido intestinal a Gln quando adiministrada de forma enteral, ajuda a diminuir a permeabilidade da mucosa intestinal (XIAO *et al.*, 2012a), atuando na manutenção da estrutura das uniões estreitas da mucosa (REEDS & BURRIN, 2001; KHAN *et al.*, 1999), isto porque a Gln estimula mais a absorção de sódio que de glicose, em condições normais ou expostas a uma toxina, tendo um importante papel no tratamento clínico da diarreia (RHOADS, 2004). Além desta, este aminoácido exerce importante função na manutenção do tecido linfoide associado à mucosa, na produção de imunoglobulina A (WU *et al.*, 1996), na influência da síntese de componentes da matriz celular, na síntese de mucina intestinal e consequentemente na manutenção da barreira defensiva frente às bactérias (REEDS & BURRIN, 2001; KHAN *et al.*, 1999).

No fígado e nos rins foi atribuída à Gln a capacidade de proteger os aminoácidos essenciais do processo de oxidação que ocorre nestes tecidos (LOBLEY *et al.*, 2001). Seu metabolismo nos rins é de grande importância, a qual é referida pelo controle de buffer (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

A Gln também está envolvida na regulação de múltiplas vias metabólicas e na expressão gênica (gene da ornitina descarboxilase, proteínas de choque térmico, óxido nítrico sintase) de moléculas que tem um papel fundamental no metabolismo de nutrientes e na sobrevivência celular WU *et al.*, (2011).

Objetivou-se com este trabalho determinar o efeito do uso da Gln em dietas complexas sobre o desempenho e na morfologia intestinal de leitões após o desmame.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Processo Numero 18/2012.

Dois (2) ensaios foram conduzidos nas instalações do setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG entre os meses de maio e junho do ano 2012.

Os animais foram alojados em baias suspensas com pisos ripados, providas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de barro tipo francês.

Foi utilizado termômetro de máxima-mínimo no interior dos galpões para registro diário da temperatura do ambiente. As temperaturas médias mínimas e máximas durante o período de 18 a 32 dias de idade foram 25°C e 30°C respectivamente e para o período de 32 a 46 dias de idade as temperaturas médias mínimas e máximas foram de 23°C e 28 °C respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender ou exceder as exigências nutricionais para leitões de acordo com Rostagno et al., (2011), sendo utilizadas duas dietas para o ensaio de desempenho, dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 32 dias e dieta 2 para o período de 32 a 46 dias de idade e para o ensaio de morfologia foi utilizada a dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 25 dias de vida. As dietas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. Os tratamentos foram constituidos a partir da substituição do amido por Gln en 0,0; 0,4; 0,8; e 1,2 % nos 2 períodos experimentais. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental (Tabela 1 e 2).

No ensaio de desempenho foi utilizado um total de 44 suínos, machos castrados e fêmeas (Fêmeas Topigs 20 x Machos Pic), selecionados

geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 5,18 Kg.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso no tempo, com 4 tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Gln) de 5 repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental.

Os animais foram pesados aos 18, 32 e 46 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 32 dias), período 2 (32 a 46 dias) e no período geral (18 a 46 dias). Foram utilizadas duas dietas, Pré inicial 1, do desmame aos 32 dias e Pré inicial 2 de 32 a 46 dias de idade.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e calculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

No ensaio de morfologia intestinal foi utilizado um total de 24 suínos machos castrados e fêmeas (Fêmeas Topigs 20 x Machos Pic), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 5,27 Kg.

Os leitões foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em quatro (4) tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Gln) de seis (6) repetições, colocando um animal por gaiola.

O período experimental foi compreendido de 18 a 25 dias de idade, no total de 7 dias.

Os animais foram pesados aos 18 e 25 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 25 dias) e foi utilizada a dieta Pré-inicial 1.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e calculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

Os vinte e quatro (24) leitões foram abatidos no sétimo (7º) dia após o início do fornecimento das dietas experimentais e posteriormente coletadas porções de 2 cm de comprimento, que correspondem aos segmentos do intestino delgado, duodeno, jejunum e íleo. As porções coletadas foram enviadas ao Laboratório de Histopatologia do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa para cortes histológicos e montagem de lâminas. Os cortes histológicos foram lavados em solução fisiológica, fixado em solução BOUIN por 24 horas, desidratados em álcool etílico, diafanizados em xanol e incluídos em parafina. Em cada lâmina foram colocadas duas secções com 5 µm de espessura. As lâminas foram colocadas novamente em solução de xanol para retirar o excesso de parafina e novamente hidratadas. Os corantes utilizados foram a hematoxilina e a eosina. Depois de coradas, as lâminas foram novamente desidratadas. Para as leituras morfométricas, foi utilizado o microscópio óptico OLYMPUS BX50 com ampliação de 10x acoplado ao analisador de imagem "Image-Pro Plus 1.3.2" (1994). Foram selecionadas e medidas as alturas de 30 vilosidades e suas respectivas 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente. Foi calculada a relação viro:cripta.

Os órgãos dos animais abatidos foram pesados para determinação do peso absoluto e o comprimento do intestino foi determinado.

Os dados de desempenho (consumo de ração diário, ganho de peso diário e a conversão alimentar), morfohistologia (altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, dos três segmentos do intestino delgado), peso dos órgãos e comprimento do intestino foram submetidos a análise de variância como efeito significativo com $P<0,05$ e tendência para $P<0,10$, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e regressão linear, quadrática utilizando o software

Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

Tabela – 1. Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 18 a 32 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 18 AOS 32 DIAS DE IDADE (PRÉ-1)				
	Niveis de Glutamina, em %			
Ingredientes	0	0,4	0,8	1,2
Milho, 7.88%	36,608	36,608	36,608	36,608
Milho Pré Cozido	8,000	8,000	8,000	8,000
Farelo de Soja 45%	23,796	23,796	23,796	23,796
Conc. Protéico de Soja	6,000	6,000	6,000	6,000
Óleo de Soja	2,021	2,021	2,021	2,021
Leite Soro Pó	7,000	7,000	7,000	7,000
Leite Integral Pó	4,000	4,000	4,000	4,000
Plasma Sanguineo	3,000	3,000	3,000	3,000
Açucar	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal	0,256	0,256	0,256	0,256
F. Bicalcico	1,771	1,771	1,771	1,771
Calcário	0,605	0,605	0,605	0,605
Acidificante	0,500	0,500	0,500	0,500
L-Lisina, HCL 79 %	0,271	0,271	0,271	0,271
DL-Metionina, 99%	0,149	0,149	0,149	0,149
L-Treonina, 98%	0,083	0,083	0,083	0,083
Antiboticos ¹	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Vitaminico ³	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
L-GLUTAMINA	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta,%	22,50	22,50	22,50	22,50
EM, Mcal/Kg	3,40	3,40	3,40	3,40
Cálcio,%	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponible,%	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo Dig. Suinos,%	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina dig., %	1,45	1,45	1,45	1,45
Metionina dig., %	0,46	0,46	0,46	0,46
Met + Cist, %	0,81	0,81	0,81	0,81
Treonina dig., %	0,91	0,91	0,91	0,91
Triptofano dig., %	0,26	0,26	0,26	0,26
Arginina dig., %	1,39	1,39	1,39	1,39

Valina dig., %	1,01	1,01	1,01	1,01
Isoleucina dig., %	0,87	0,87	0,87	0,87
Leucina dig., %	1,81	1,81	1,81	1,81
Lactose, %	6,30	6,30	6,30	6,30
Potásio, %	0,89	0,89	0,89	0,89
Sódio, %	0,28	0,28	0,28	0,28
Cloro, %	0,30	0,30	0,30	0,30

¹ Bacitracina de zinco, Colistina

² Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg; Ác. Pantotênico- 16,8 mg; Vit. K3 – 3,36 mg; Ác. fólico-0,336 mg; Biotina

³ Contendo por Kg/ração: Manganês-45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo-1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 32 a 46 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 32 AOS 46 DIAS DE IDADE (PRÉ-2)				
	Níveis de Glutamina, em %			
Ingredientes	0	0,4	0,8	1,2
Milho (7,88%)	43,516	43,516	43,516	43,516
Milho Pré Cozido	4,000	4,000	4,000	4,000
Farelo de Soja 45%	28,635	28,635	28,635	28,635
Conc. Protéico de Soja	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de Soja	2,862	2,862	2,862	2,862
Leite Soro Pó	5,000	5,000	5,000	5,000
Leite Integral Pó	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma Sanguíneo	1,500	1,500	1,500	1,500
Açúcar	3,000	3,000	3,000	3,000
Sal	0,422	0,422	0,422	0,422
F. Bicalcico	1,884	1,884	1,884	1,884
Calcário	0,594	0,594	0,594	0,594
Acidificante	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Lisina, HCL 79 %	0,290	0,290	0,290	0,290
DL-Metionina, 99%	0,136	0,136	0,136	0,136
L-Treonina, 98%	0,091	0,091	0,091	0,091
Suplemento Vitaminico ¹	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Mineral ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Cloreto de Colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
BHT	0,030	0,030	0,030	0,030
Colistina	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
L-GLUTAMINA	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta, %	21,840	21,840	21,840	21,840
EM, Mcal/Kg	3,400	3,400	3,400	3,400
Cálcio, %	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo Disponível, %	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo Dig. Suínos, %	0,450	0,450	0,450	0,450
Lisina dig., %	1,350	1,350	1,350	1,350
Metionina dig., %	0,440	0,440	0,440	0,440
Met + Cist, %	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina dig., %	0,850	0,850	0,850	0,850
Triptofano dig., %	0,240	0,240	0,240	0,240
Arginina dig., %	1,330	1,330	1,330	1,330

Valina dig., %	0,940	0,940	0,940	0,940
Isoleucina dig., %	0,830	0,830	0,830	0,830
Leucina dig., %	1,720	1,720	1,720	1,720
Lactose, %	4,550	4,550	4,550	4,550
Potásio, %	0,860	0,860	0,860	0,860
Sódio, %	0,280	0,280	0,280	0,280
Cloro, %	0,370	0,370	0,370	0,370

¹ Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg;

² Contendo por Kg/ração: Manganês–45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo–1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO DE DESEMPENHO

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no periodo 1 de 18 a 32 dias, no periodo 2 de 32 a 46 dias e no periodo total de 18 e 46 dias estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 46 dias de idade.

PARÂMETROS ¹	Níveis de GLN (%)				Regressão		
	0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Periodo 1 (18 a 32 dias de idade)							
CRD, (g/dia)	222	246	241	248	0,173	NS	10,75
GPD, (g/dia)	167	204	228	208	0,164	0,228	24,41
CA	1,350	1,265	1,120	1,198	0,188	NS	17,46
Periodo 2 (32 a 46 dias de idade)							
CRD, (g/dia)	747	745	713	763	NS	NS	10,85
GPD, (g/dia)	559	573	518	561	NS	NS	12,23
CA	1,340	1,300	1,397	1,360	NS	NS	7,67
Periodo Total (18 a 46 dias de idade)							
CRD, (g/dia)	485	496	477	506	NS	NS	9,46
GPD, (g/dia)	363	388	373	385	NS	NS	14,21
CA	1,345	1,283	1,258	1,279	NS	NS	9,15

¹ Significância ($P < 0,05$)

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) linear nem quadrático com a inclusão dos níveis de Gln (0,0; 0,4; 0,8; 1,2 %) na ração sobre o CRD, GPD e CA no período 1, período 2 e no período total avaliado. Os resultados estão de acordo con XIAO *et al.*, (2012b) e SHAN *et al.*, (2012), que também não observaram efeito do uso de Gln sobre o CRD, GPD e CA

WU *et al.*, (1996) não observam efeito no CRD, GPD e na eficiência alimentar na primeira semana pós desmame, entretanto a eficiência alimentar na segunda semana após o desmame em leitões suplementados com Gln foi 25% maior que o grupo controle e em um estudo de metanálise de LANFERDINI *et al.*, (2013), determinaram melhoria média de 6% na eficiência alimentar de leitões que receberam dietas suplementadas com Gln.

Os ingredientes de elevada qualidade utilizados na formulação das rações basais, pode ter sido uma das causas pela qual, no presente estudo, não foram verificados respostas significativas, estando de acordo com o mencionado por KITT *et al.*, (2002) que o efeito da Gln foi maior em dietas simples em comparação a dietas complexas que continham soro de leite em pó, plasma spray dried e farinha de peixe, sendo estes ingredientes proteicos com excelente digestibilidade.

Cabe mencionar que nesta etapa da vida os leitões são caracterizados por um período de transição entre a imunidade passiva e a imunidade adquirida, estando predispostos a doenças típicas deste período as quais não foram manifestadas nos leitões devido as excelentes condições ambientais e a falta de desafios sanitários importantes, fundamentando a falta de respostas significativas do desempenho.

No período 1 de 18 a 32 dias de idade, analisando cada um dos parâmetros em valores percentuais, a inclusão de Gln nas rações em níveis de 0,4 %, 0,8% e 1,2 % proporcionou aumento de 10,81; 8,56 e 11,71 % para o CRD, de 22,15; 36,53 e 24,55 % para o GPD e redução de 6,72; 20,53 e 12,69 % para CA, respectivamente, quando comparado com a ração sem inclusão de Gln.

O aumento em valores percentuais do CRD é muito importante em termos fisiológicos, isso devido a estes animais apresentarem um importante período de anorexia nos primeiros dois dias posteriores ao desmame, consequentemente os animais que conseguirem ter consumos de ração

elevados e sejam mantidos em ótimas condições ambientais e sanitárias terão ganhos de pesos elevados.

No periodo 2 de 32 a 46 dias de idade para o parâmetro de CRD foi verificado aumento de 2,15 %, quando a Gln foi incluída em um nível de 1,2 % nas rações. Observando o GPD a inclusão de Gln nas rações em níveis de 0,4 e 1,2 % proporcionaram aumentos de 2,5 e 0,36 % respectivamente. Para o parâmetro de CA foi verificada redução de 3,08 % quando a Gln foi incluída em nível de 0,4 % nas rações, sempre quando comparado à ração sem inclusão de Gln.

No período Total de 18 a 46 dias de idade a inclusão de 0,4 e 1,2% de Gln nas rações proporcionou aumento no CRD de 2,26 e 4,33%, respectivamente. Foram encontradas melhorias de 6,89; 2,75 e 6,06 % para GPD e de 4,83; 6,92 e 5,16 % para CA, quando a Gln foi incluída nas rações em níveis de 0,4; 0,8 e 1,2% respectivamente, sempre quando comparado como a ração sem inclusão de Gln.

Para obter os valores de CRD e CA, quantificamos o desperdício real de alimento, sendo que no presente ensaio com período experimental de 18 a 46 dias de idade dos leitões o desperdício de ração foi de 5% similar ao mencionado no NRC (2012).

A media de GPD no período total (18 a 46 dias de idade) dos grupos de leitões alimentados com ração contendo Gln foi de 19 g/d superior que os leitões que foram alimentados com a dieta controle e considerando o período experimental de 28 dias temos que estes animais foram 532 gramas mais pesados, esta diferença pode ser multiplicada para 3kg aos 168 dias de idade, momento no qual a maioria das granjas produtoras de suínos vendem os animais para abate.

Apesar de não ter observado valores significativos, importantes melhorias percentuais nos parâmetros de desempenho zootécnico foram encontradas com a inclusão de diferentes níveis de Gln na ração dos animais, o que pode ser atribuido às multiplas funções que este aminoácido

tem na fisiología dos suinos, entre elas como menciona YI *et al.*, (2006) e ZOU *et al.*, (2006) os níveis circulantes do hormônio GH terem sido maiores quando os animais consumiram dietas com 2% de Gln, e também pela Gln ser o principal combustível para as células do tecido intestinal (CYNOBER, 1999), estimulando a proliferação da mucosa intestinal (BARTELL & BATAL, 2007) e aumentando a atividade das enzimas sucrase e maltase (SHAN *et al.*, 2012).

Do ponto de vista da saúde animal a Gln é de vital importância na sobrevivência e proliferação dos componentes imunológicos (NEWSHOLME, 2001). Sendo que em leitões recém desmamados, a diarreia é a principal causa de mortalidade e performance diminuida, assim segundo RHOADS (2004) a Gln é um importante estimulador para absorção de sódio, considerando isto crucial no tratamento da diarreia. Cabe mencionar que os animais no presente experimento foram mantidos em ambientes com baixo desafio sanitário, baixa ativação do sistema imune e temperatura ótima, podendo ser isto causa de não ter sido observada diferença entre os tratamentos.

ENSAIO DE MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período de 18 a 25 dias estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de Gln (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
CRD , (g/dia)	169	180	185	216	0,147	NS	28,29
GPD , (g/dia)	119	126	139	217	0,066	0,327	56,55
CA	1,885	1,521	1,548	1,178	0,112	NS	44,34

¹ Significância ($P < 0,05$).

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da inclusão dos níveis de Gln sobre CRD e CA mas houve tendência de melhoria no GPD ($P < 0,10$). Os resultados discordam daqueles obtidos por XU *et al.*, (2012) que observaram em leitões desmamados com 4 dias de vida e recebendo uma dieta com 1% Gln e 0,6% de L-Arginina melhoria no ganho de peso e no consumo de ração diária dos leitões aos 21 dias de vida. Contudo não houve efeito no ganho de peso dos leitões alimentados com dietas com 1% de Gln.

Quando a Gln foi incluída em níveis de 0,4; 0,8 e 1,2 % nas rações foi verificado aumento de 6,5; 9,5 e 27,8 % para CRD em valores percentuais, considerando o GPD a melhoria foi de 5,9; 16,8 e 82,4 %, e houve melhora de 23,9; 21,8 e 60 % para CA sempre quando comparado com a ração sem inclusão de Gln.

Evitar a anorexia ocorrida no pós desmame tem se convertido numa prioridade da nutrição dos leitões, aumentando o CRD durante a primeira semana após a desmama que vai garantir melhor rendimento durante o resto da vida produtiva, por outro lado o consumo de matéria seca neste

período será o responsável da variação do peso até os 70 dias de vida e consequentemente ao momento do abate.

Os resultados das médias das avaliações de morfohistologia intestinal dos leitões alimentados com diferentes níveis de Glutamina estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Médias das alturas dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilo: cripta do intestino dos leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARÂMETROS ¹	Níveis de Gln (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Duodeno							
AV ²	376,47	305,04	294,42	284,23	0,006	0,149	15,66
PC ³	254,88	192,52	172,62	182,61	0,001	0,003	12,34
AV: PC	1,78	1,85	2,03	1,99	0,113	NS	13,90
Jejuno							
AV	339,16	333,94	335,22	308,99	NS	NS	15,52
PC	183,27	188,75	192,16	197,63	NS	NS	14,83
AV: PC	2,03	2,18	1,93	1,77	0,228	NS	23,19
Ileo							
AV	240,67	272,40	259,93	253,97	NS	NS	18,987
PC	199,51	176,71	175,84	183,68	0,200	0,077	10,754
AV: PC	1,32	1,76	1,66	1,57	0,265	0,048	19,272

¹ Significância ($P < 0,05$).

² Efeito Linear; $Y = 358,14 - 71,834 X$; (R^2) = 0,79

³ Efeito Quadrático; $Y = 254,25 - 194,82 X + 113,04 X^2$; (R^2) = 0,99

A suplementação de níveis crescentes de Gln na dieta de leitões promoveu a redução linear e linear-quadrática na altura das vilosidades e profundidade da cripta no duodeno respectivamente, conforme as equações: $AV_D: 358,14 - 71,834 \text{ Gln}$; (R^2) = 0,79 e $PC_D: 254,25 - 194,82 \text{ Gln} + 113,04 \text{ Gln}^2$; (R^2) = 0,99, do mesmo modo LIU,(2002) observaram que altura de vilosidade do duodeno foi reduzida na primeira semana pós desmame. Os resultados obtidos por

WU *et al.*, (1996) mostram que aos 7 dias pós desmame a suplementação com de Gln resultou em redução da altura de vilosidade, entretanto aos 14 dias ocorreu o aumento da altura das vilosidades. De modo similar LEE *et al.*, (2003) observaram maior altura das vilosidades deste segmento intestinal.

O efeito quadratico ($P<0,05$) sobre a profundidade da cripta no duodeno demonstrou redução de profundidade de cripta do duodeno, estes resultados estão de acordo com os encontrados em pesquisas realizadas por SHAN *et al.*, (2012) onde a profundidade de cripta dos três segmentos intestinais foram menores, entretanto houve maior altura de vilosidade no duodeno e jejuno e sem efeito no íleo, considerando a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta foram maiores quando os leitões foram suplementados com a mistura de arginina e de Gln em um periodo de 28 dias posterior ao desmame. LEE *et al.*, (2003) conseguiram verificar efeito significativo , com maior relacão da altura da vilosidade e profundidade da cripta no duodeno.

Por outro lado em pesquisas realizadas por BARTELL & BATAL., (2007) com aves alimentadas com dietas suplementadas com 1 % e 4% de Gln, estas apresentaram maior altura das vilosidades do duodeno e jejuno quando comparadas às aves que consumiram a dieta controle, entretanto que os animais que consumiram as dietas com 4% de Gln suas vilosidades tiveram o maior valor.

O intestino é um orgão muito complexo, multicelular e que realiza multiplas funções, além da assimilação de nutrientes (REEDS *et al.*, 2001), sendo que a capacidade de utilização da Gln pelos enterócitos é alta em leitões lactantes, já em animais após a desmama a capacidade de uso diminui (VRILLON *et al.*, 1994), então será muito importante manter a estrutura do intestino para garantir o uso eficiente dos nutrientes.

Conforme menciona WU *et al.*, (2011), a Gln é uma ótima fonte de energia para células de divisão rápida como os enterócitos e estimulador da proliferação da mucosa intestinal (BARTELL & BATAL., 2007), e importante

regulador da expressão gênica em células da mucosa, tudo isto permite compreender a importância deste aminoácido na manutenção morfohistologia intestinal.

No presente experimento foi observado piora da estrutura duodenal, mesmo não sendo verificada diferença estatística nos segmentos jejunum e ileo, já em termos absolutos observou-se que a integridade histológica foi mantida nos últimos dois segmentos intestinais.

A média do peso dos órgãos em gramas do fígado, rins, pulmão, baço, coração, estômago, intestino e comprimento do intestino dos leitões submetidos aos diferentes níveis de Gln no período de 18 a 25 dias estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Média do peso dos órgãos digestivos dos leitões 25 dias de idade alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta no período de 18 a 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de Gln (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
FÍGADO ² (g)	151	166	165	184	0,025	NS	13,11
PULMAO (g)	76	76	76	84	0,270	NS	15,51
RINS ³ (g)	31	34	35	38	0,029	NS	14,40
BACO (g)	11	9	9	10	NS	0,236	24,43
CORACAO (g)	26	31	32	32	0,133	NS	23,40
ESTOMAGO (g)	48	53	49	52	NS	NS	17,90
INTESTINO (g)	238	242	214	259	NS	0,127	13,06
COMPRIMENTO DO INTESTINO (metros)	9,713	9,700	9,437	9,426	NS	NS	10,09

¹ Significância ($P < 0,05$).

² Efeito Linear; $y = 0,1518 + 0,0249x$; (R^2) = 0,88

³ Efeito Linear; $y = 0,312 + 0,0055x$; (R^2) = 0,94

Para os parâmetros peso do fígado (g) e peso dos rins (g) observou-se aumento linear ($P < 0,05$) conforme aumentaram os níveis de inclusão de Gln, o peso do fígado e dos rins apresentaram aumento de acordo com as

equações, fígado = $0,1518 + 0,0249x$; (R^2) = 0,88 e rins = $0,312 + 0,0055x$; (R^2) = 0,94.

Não foram encontradas pesquisas que permitam a comparação com os resultados obtidos no presente estudo, mas varias são as pesquisas que indicam que a Gln é muito importante nos órgãos, como fígado e nos rins. Segundo XIAO *et al.*, (2012b) a suplementação com de Gln em leitões desmamados incrementou a atividade das enzimas hepáticas alaninoaminotransferase, e hexoquinase, sendo estas enzimas responsáveis pela transferência de um grupo amino desde a alanina ao alfa-cetoglutarato e transferencia de um grupo fosfato desde uma molécula de "alta energia" a outra (fosforilação), respectivamente.

Segundo menciona NEWSHOLME *et al.*, (2003), a Gln mediante a glutaminase dependente de fosfato libera NH₃ que se combina, nos túbulos coletores, com os H⁺ liberados da dissociação do metabolismo do ácido carbônico, o HCO₃⁻ livre volta à circulação para ajudar no controle do pH sanguíneo, daí a importância do metabolismo da Gln nos rins no qual o controle tampão se refere.

Desta forma verificamos a importância do fígado e dos rins como órgãos chaves no metabolismo da Gln.

CONCLUSÕES

O uso de Gln adicionado as dietas nas condições experimentais não promoveu benefícios ao desempenho e saúde intestinal dos leitões pós-desmame.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARTELL, S.M., BATAL, A.B. **The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers.** Poultry Science 86:1940–1947. 2007.

CYNOBER, L. A. **Glutamine metabolism in stressed patients**

(abstract). Proceedings of international Congress on amino acids (Germany). pp 5. 1999.

KHAN, J., Y.LIBOSHI, L.CUI, M.WASA, K.SANDO, Y.TAKAGI, AND A.OKADA, 1999. **Alanyl -glutamine- supplemented parenteral nutrition increase luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine.** J.Parenter. Enteral. Nutr. 23:24-31.

KITT, S.J., MILLER, P.S., LEWIS, A., FISCHER, R.L. 2002. **Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs.** Nebr. Swine Rep. 82, 29–32.

LANFERDINI, E., ABREU, M. L. T., FONSECA, L. S., MOREIRA, R. H. R. **Meta-análise do uso de glutamina na alimentação de leitões em creche.** Abraves 2013.

LEE, D.N., CHENG, Y.H., WU, F.Y., SATO, H., SHINZATO, I., CHEN, S.P., YEN, H.T. **Effect of dietary glutamine supplement on performance and intestinal morphology of weaned pigs.** Asian–Australian Journal of Animal Science 16, 1170–1176. 2003.

LIU TAO, PENG JIAN, XIONG YUANZHU, ZHOU SHIQI AND CHENG XUEHUI. **Effects of Dietary Glutamine and Glutamate Supplementation on Small Intestinal Structure, Active Absorption and DNA, RNA Concentrations in Skeletal Muscle Tissue of Weaned Piglets during d 28 to 42 of Agea.** Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2002. Vol 15, No. 2 : 238-242.

LOBLEY, G.E., HOSKIN, S.O., AND MCNEIL, C.J. **Glutamine in Animal Science and Production.** Journal of Nutrition. 131: 2525S-2531S. 2001.

NEWSHOLME, P. **Why Is L-Glutamine Metabolism Important to Cells of the Immune System in Health, Postinjury, Surgery or Infection?** Journal of Nutrition 131: 2515S-2522S. 2001.

NEWSHOLME, P., PROCOPIO, J., LIMA, M.,CURI, T.C.P., AND CURI, R. **Glutamine and Glutamate—their central role in cell metabolism and function.** Cell Biochemistry Functional 21: 1–9. 2003.

REEDS, P.J. AND BURRIN, D.G. **Glutamine and the Bowel.** Journal of Nutrition 131: 2505S-2508S. 2001.

RHOADS M. **Glutamine Is the Gas Pedal but not the Ferrari.** Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 38:474-476, 2004.

SHAN YUPING, SHAN ANSHAN, LI JIANPING, ZHOU CHANGLU. **Dietary supplementation of arginine and glutamine enhances the growth and intestinal mucosa development of weaned piglets.** Livestock Science, Volume 150, Issues 1–3, Pages 369-373. 2012.

SMITH, R.J. **Glutamine metabolism and its physiologic importance.** Journal of Parenteral Enteral Nutrition. 14: 40S-44S. 1990.

STOLL, B., BURRIN, D.G., HENRY, J., YU, H., JAHOOR, F., REEDS, P.J. **Diatary amino acids are the preferential source of hepatic protein synthesis in piglets.** Journal of Nutrition 128, 1517–1524. 1998.

VRILLON B. D., POSHO L., MOREL M.T., BERNARD F., BLACHIER F., MESLIN J. C., DUÉE P.H. **Glucose, Galactose, and Glutamine Metabolism in Pig Isolated Enterocytes during Development.** Pediatry Research 36: 175-181, 1994.

WU, G. **Triennial Growth Symposium: Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production.** Journal Animal Science 89:2017–2030. 2011.

WU, G., S. B. MEIER, AND D.A. KNABE. **Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs.** Journal of Nutrition. 126:2578-2584. 1996.

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a

XIAO Y.P., WU T.X., SUN J. M., YANG L., HONG Q.H., CHEN A. G., YANG C.M. **Response to dietary L-glutamine supplementation in**

weaned piglets: A serum metabolomic comparison and hepatic metabolic regulation analysis. Journal of Animal Science 90:4421-4430. 2012b.

XU QIAN , JIANG ZONGYONG, LIN YINCAI, ZHENG CHUNTIAN AND WANG SHIKUI. Effects of Dietary Supplementation with Combined Arginine and Glutamine on Growth Performance and Small Intestinal Development in Neonatal Piglets. J. Animal and Veterinary Advances. 2012 Vol. 11 Issue 17 Page No: 3187-3193.

YI ,G. F., CARROLL J. A., ALLE G. L., GAINES A. M., KENDALL D. C., USRY J. L., TORIDE Y. AND IZURU S. Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs. J ANIM SCI 2005, 83:634-643.

YOO, S.S., FIELD, P.C., MCBURNEY, M.I. Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizes lymphocytes function in infected early-weaned piglets. Journal of Nutrition. 127, 2253–2259. 1997.

YOUNG VERNON R. AND AJAMI ALFRED M. Glutamine: The Emperor or His Clothes? Journal of Nutrition 131: 2449S-2459S. 2001.

ZHOU, R.Y., PENG, J., LIU, Z.L., FANG, Z.F. Effects of biocom as a replacement of glutamine on performance and blood biochemical indexes of early weaned piglets. Asian–Australian Journal of Animal Science 19, 872–876. 2006.

ZOU, X.T., ZHENG, G. H., FANG, X.J., JIANG, J.F. Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets. Czech Journal of Animal Science (10): 444–448

CAPITULO 2

**USO DO ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA
MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL EM LEITÕES**

RESUMO

LESCANO, Diego Alberto, M.sc., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, Fevereiro de 2014. **Uso do Ácido Glutâmico + Glutamina no Desempenho e Na Morfohistologia Intestinal em Leitões.** Orientador: Rostagno Santiago Horacio. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dois ensaios foram conduzidos para avaliar o efeito da utilização de quatro níveis de Ácido Glutâmico + Glutamina (Gln) em dietas para leitões após o desmame, na performance e na morfohistologia intestinal. As dietas formuladas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lacteos, plasma sanguineo e aminoacidos industrias. No ensaio de desempenho foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuidos entre quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental. O periodo experimental foi de 28 dias, sendo o periodo 1 de 18 a 32 dias de vida, periodo 2 de 32 a 46 dias de vida e no periodo total de 18 a 46 dias de vida. Os parametros avaliados foram consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diario (GPD) e consersão alimentar (CA). A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmama melhorou de forma linear ($P<0,05$) CRD, GPD e CA no periodo de 18 a 32 dias de idade, entretanto não foram verificados efeitos significativos ($P>0,05$) no periodo 2 de 32 a 46 dias de idade, já no periodo total houve melhoria linear ($P<0,05$) no CRD e CA, e melhoria linear-quadratica no GPD.

No ensaio de morfohistologia vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuidos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histologicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais.

A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmame apresentou efeito linear ($P<0,05$) para os parâmetros de altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do duodeno, relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do jejuno, altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo. Já para o parâmetro profundidade de cripta do duodeno observou-se efeito linear-quadratico. Conclui-se que a adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmama apresentou efeitos

beneficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões.

INTRODUÇÃO

O Ácido Glutâmico e a Gln são aminoácidos essenciais em importantes funções, algumas das quais podem ser satisfeitas por ambos os aminoácidos devido à inter-conversão metabólica (YOUNG *et al.*, 2001), visto que o Ácido Glutâmico é o produto imediato do metabolismo da Gln, mediante a ação da glutaminase, sendo o Ácido Glutâmico o aminoácido mais abundante do líquido intracelular, enquanto a Gln é o aminoácido mais abundante do líquido extracelular (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Porém existem outras funções específicas de cada um dos aminoácidos.

Uma das funções exercidas, em conjunto, por estes aminoácidos é a doação de esqueletos de carbono para as vias de metabolismo intermediário da mucosa, sendo a Gln necessária para função secretora e proliferativa da mucosa intestinal (REEDS & BURRIN, 2001).

Estudos recentes demonstraram que após a ingestão de Ácido Glutâmico, várias funções foram identificados pela ativação do cérebro tais como digestão, absorção, metabolismo, homeostase da energia e estimulação de secreção salivar, verificando a importância fisiológica que tem este nutriente (BANNAI & TORRI, 2013).

Ao Glu é atribuída uma importante função de saborizante, a qual não é realizada pela Gln (Young *et al.*, 2001), sendo responsável, juntamente com o glutamato monosódico (GMS), pelo sabor umami, e este quando estimulado pode aumentar o consumo voluntário dos mamíferos. No momento do desmame os receptores UMAMI da língua estão super expressados, assim toda prática para estimular estes receptores terá como consequência um maior consumo de alimento (ROURA, 2011).

No tecido intestinal, o Ácido Glutâmico dietético é importante combustível para as células epiteliais, sendo 97% deste aminoácido absorvido em sua primeira passagem pelo lúmen intestinal (WU *et al.* 2011). Além de atuar como neurotransmissor excitador envolvido na estimulação vagal eferente e na detecção de nutrientes (JANECZKO *et al.*, 2007). Ainda

a nível intestinal, o Ácido Glutâmico é eficiente na regulação da produção de mucina e na manutenção da camada de mucosa intestinal (WATFORD, 2001).

Outra atuação característica do Ácido Glutâmico é ser o principal transmissor nas sinapses excitatórias do sistema nervoso central (YOUNG *et al.*, 2001).

A Gln é o aminoácido livre mais encontrado na corrente sanguínea (BARTELL & BATAL, 2007; LOBLEY *et al.*, 2001; SMITH, 1990; WU *et al.*, 1996), sendo reserva potencial de energia, além de precursora de Ácido Glutâmico e atuar na regulação do metabolismo intermediário (Lobley *et al.*, 2001). Esta, quando fornecida na dieta é metabolizada pelo fígado e outros órgãos antes de sair ao plasma (Stoll *et al.*, 1998), por isso a maior parte da Gln circulante na corrente sanguínea é proveniente das reservas musculares (Young *et al.*, 2001).

A Gln é o principal combustível para o tecido intestinal (BARTELL & BATAL, 2007; WU *et al.*, 2011; NEWSHOLME, 2001; LOBLEY *et al.*, 2001; CYNOBER, 1999), onde 67% deste aminoácido utilizado pelas células intestinais, células da mucosa e bactérias. Além de combustível, a Gln é também sintetizada nas células do intestino, podendo atuar na regulação metabólica, ativando genes relacionados com o ciclo de progressão das células da mucosa, a inibição da síntese de Gln inibe a proliferação e diferenciação destas células (RHOAD *et al.*, 1997; BLIKSLAGER *et al.*, 1999).

O sistema de defesa também é dependente de Gln para aumentar a resposta linfocítica mediante estimulação de mitógenos (TAUDOU *et al.*, 1983) e diminuir a bateremia e endotoxemia (O'Dwyer *et al.*, 1987).

Objetivou-se com este trabalho determinar o efeito do uso do Ácido Glutâmico + Gln em dietas complexas sobre o desempenho e na morfologia intestinal de leitões após o desmame.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Processo Numero 18/2012.

Dois (2) ensaios foram conduzidos nas instalações do setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG entre os meses de Maio e junho do ano 2012.

Os animais foram alojados em baias suspensas com pisos ripados, providas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de barro tipo francês.

Foi utilizado termômetro de máxima-mínimo no interior dos galpões para registro diário da temperatura do ambiente. As temperaturas médias mínimas e máximas durante o período de 18 a 32 dias de idade foram 25°C e 30°C respectivamente e para o período de 32 a 46 dias de idade as temperaturas médias mínimas e máximas foram de 23°C e 28 °C respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender ou exceder as exigências nutricionais para leitões de acordo com Rostagno et al., (2011), sendo utilizadas duas dietas para o ensaio de desempenho, dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 32 dias e dieta 2 para o período de 32 a 46 dias de idade e para o ensaio de morfologia foi utilizada a dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 25 dias de vida. As dietas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. Os tratamentos foram constituidos a partir da substituição do amido por Gln en 0,0; 0,4; 0,8; e 1,2 % nos 2 períodos experimentais. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental (Tabela 1 e 2).

No ensaio de desempenho foi utilizado um total de 44 suínos, machos castrados e fêmeas (PIC x TOPIGS), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 5,24 Kg.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso no tempo, com 4 tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) de 5 repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental.

Os animais foram pesados aos 18, 32 e 46 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 32 dias), período 2 (32 a 46 dias) e no período geral (18 a 46 dias). Foram utilizadas duas dietas, Pré inicial 1, do desmame aos 32 dias e Pré inicial 2 de 32 a 46 dias de idade.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e calculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

No ensaio de morfologia intestinal foi utilizado um total de 24 suínos machos castrados e fêmeas (PIC x TOPIGS), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 4,96 Kg.

Os leitões foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em quatro (4) tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) de seis (6) repetições, colocando um animal por gaiola.

O período experimental foi compreendido de 18 a 25 dias de idade, no total de 7 dias.

Os animais foram pesados aos 18 e 25 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 25 dias) e foi utilizada a dieta Pré-inicial 1.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e calculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

Os vinte e quatro (24) leitões foram abatidos no sétimo (7º) dia após o início do fornecimento das dietas experimentais e posteriormente coletadas porções de 2 cm de comprimento, que correspondem aos segmentos do intestino delgado, duodeno, jejuno e íleo. As porções coletadas foram enviadas ao Laboratório de Histopatologia do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa para cortes histológicos e montagem de lâminas. Os cortes histológicos foram lavados em solução fisiológica, fixado em solução BOUIN por 24 horas, desidratados em álcool etílico, diafanizados em xanol e incluídos em parafina. Em cada lâmina foram colocadas duas secções com 5 µm de espessura. As lâminas foram colocadas novamente em solução de xanol para retirar o excesso de parafina e novamente hidratadas. Os corantes utilizados foram a hematoxilina e a eosina. Depois de coradas, as lâminas foram novamente desidratadas. Para as leituras morfométricas, foi utilizado o microscópio óptico OLYMPUS BX50 com ampliação de 10x acoplado ao analisador de imagem "Image-Pro Plus 1.3.2" (1994). Foram selecionadas e medidas as alturas de 30 vilosidades e suas respectivas 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente. Foi calculada a relação viro:cripta.

Os órgãos dos animais abatidos foram pesados para determinação do peso absoluto e o comprimento do intestino foi determinado.

Os dados de desempenho (consumo de ração diário, ganho de peso diário e a conversão alimentar), morfohistologia (altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, dos três segmentos do intestino delgado), peso dos órgãos e comprimento do intestino foram submetidos a análise de variância como efeito significativo com $P<0,05$ e tendência para $P<0,10$, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e regressão linear, quadrática utilizando o software

Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

Tabela – 1. Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 18 a 32 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 18 AOS 32 DIAS DE IDADE (PRÉ-1)				
	Níveis de Glutamina, em %			
Ingredientes	0	0,4	0,8	1,2
Milho, 7.88%	36,608	36,608	36,608	36,608
Milho Pré Cozido	8,000	8,000	8,000	8,000
Farelo de Soja 45%	23,796	23,796	23,796	23,796
Conc. Protéico de Soja	6,000	6,000	6,000	6,000
Óleo de Soja	2,021	2,021	2,021	2,021
Leite Soro Pó	7,000	7,000	7,000	7,000
Leite Integral Pó	4,000	4,000	4,000	4,000
Plasma Sanguíneo	3,000	3,000	3,000	3,000
Açucar	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal	0,256	0,256	0,256	0,256
F. Bicalcico	1,771	1,771	1,771	1,771
Calcário	0,605	0,605	0,605	0,605
Acidificante	0,500	0,500	0,500	0,500
L-Lisina, HCL 79 %	0,271	0,271	0,271	0,271
DL-Metionina, 99%	0,149	0,149	0,149	0,149
L-Treonina, 98%	0,083	0,083	0,083	0,083
Antibioticos ¹	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ³	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Vitaminico ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
Ácido Glutâmico + Glutamina	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta,%	22,50	22,50	22,50	22,50
EM, Mcal/Kg	3,40	3,40	3,40	3,40
Cálcio,%	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível,%	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo Dig. Suinos,%	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina dig., %	1,45	1,45	1,45	1,45
Metionina dig., %	0,46	0,46	0,46	0,46

Met + Cist, %	0,81	0,81	0,81	0,81
Treonina dig., %	0,91	0,91	0,91	0,91
Triptofano dig., %	0,26	0,26	0,26	0,26
Arginina dig., %	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina dig., %	1,01	1,01	1,01	1,01
Isoleucina dig., %	0,87	0,87	0,87	0,87
Leucina dig., %	1,81	1,81	1,81	1,81
Lactose, %	6,30	6,30	6,30	6,30
Potásio, %	0,89	0,89	0,89	0,89
Sódio, %	0,28	0,28	0,28	0,28
Cloro, %	0,30	0,30	0,30	0,30

¹Bacitracina de zinco, Colistina

² Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg; Ác. Pantotênico- 16,8 mg; Vit. K3 – 3,36 mg; Ác. fólico-0,336 mg; Biotina

³ Contendo por Kg/ração: Manganês–45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo–1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 32 a 46 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 32 AOS 46 DIAS DE IDADE (PRÉ-2)				
	Níveis de Glutamina, em %			
Ingredientes	0	0,4	0,8	1,2
Milho (7,88%)	43,516	43,516	43,516	43,516
Milho Pré Cozido	4,000	4,000	4,000	4,000
Farelo de Soja 45%	28,635	28,635	28,635	28,635
Conc. Protéico de Soja	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de Soja	2,862	2,862	2,862	2,862
Leite Soro Pó	5,000	5,000	5,000	5,000
Leite Integral Pó	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma Sanguíneo	1,500	1,500	1,500	1,500
Açúcar	3,000	3,000	3,000	3,000
Sal	0,422	0,422	0,422	0,422
F. Bicalcico	1,884	1,884	1,884	1,884
Calcário	0,594	0,594	0,594	0,594
Acidificante	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Lisina, HCL 79 %	0,290	0,290	0,290	0,290
DL-Metionina, 99%	0,136	0,136	0,136	0,136
L-Treonina, 98%	0,091	0,091	0,091	0,091
Suplemento Vitaminico ¹	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Mineral ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Cloreto de Colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
BHT	0,030	0,030	0,030	0,030
Colistina	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
Ácido Glutâmico + Glutamina	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta, %	21,840	21,840	21,840	21,840
EM, Mcal/Kg	3,400	3,400	3,400	3,400
Cálcio, %	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo Disponível, %	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo Dig. Suinos, %	0,450	0,450	0,450	0,450
Lisina dig., %	1,350	1,350	1,350	1,350
Metionina dig., %	0,440	0,440	0,440	0,440
Met + Cist, %	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina dig., %	0,850	0,850	0,850	0,850
Triptofano dig., %	0,240	0,240	0,240	0,240
Arginina dig., %	1,330	1,330	1,330	1,330

Valina dig., %	0,940	0,940	0,940	0,940
Isoleucina dig., %	0,830	0,830	0,830	0,830
Leucina dig., %	1,720	1,720	1,720	1,720
Lactose, %	4,550	4,550	4,550	4,550
Potásio, %	0,860	0,860	0,860	0,860
Sódio, %	0,280	0,280	0,280	0,280
Cloro, %	0,370	0,370	0,370	0,370

¹ Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg;

² Contendo por Kg/ração: Manganês–45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo–1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO DE DESEMPENHO

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período 1 de 18 a 32 dias, no período 2 de 32 a 46 dias e no periodo total de 18 e 46 dias estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 46 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Periodo 1 (18 a 32 dias de idade)							
CRD,(g/dia) ²	222	287	264	291	0,002	0,104	8,89
GPD,(g/dia) ³	168	235	238	271	0,001	0,334	16,66
CA ⁴	1,350	1,231	1,110	1,086	0,003	NS	10,27
Periodo 2 (32 a 46 dias de idade)							
CAD,(g/dia)	747	823	779	798	0,243	0,178	5,62
GPD,(g/dia)	559	572	627	578	0,150	NS	6,23
CA	1,340	1,442	1,246	1,386	NS	NS	7,82
Periodo Total (18 a 46 dias de idade)							
CAD,(g/dia) ⁵	485	555	522	545	0,043	0,131	6,13
GPD,(g/dia) ⁶	363	404	433	424	0,001	0,049	6,14
CA ⁷	1,345	1,337	1,178	1,236	0,003	0,275	5,13

¹ Significância ($P < 0,05$).

² Efeito Linear; $Y = 0,2384 + 0,0459 X$; (R^2) = 0,57

³ Efeito Linear; $Y = 0,1809 + 0,0785 X$; (R^2) = 0,87

⁴ Efeito Linear; $Y = 1,3312 - 0,2284 X$; (R^2) = 0,94

⁵ Efeito Linear; $Y = 0,5045 + 0,0365 X$; (R^2) = 0,37

⁶ Efeito Quadrático; $Y = 0,3619 + 0,1448 X - 0,0763 X^2$; (R^2) = 0,99

⁷ Efeito Linear; $Y = 1,3469 - 0,1217 X$; (R^2) = 0,60

A inclusão de Ácido Glutâmico + Gln na dieta influenciou ($P<0,05$) o CRD, GPD e a CA dos leitões no período de 18 a 32 dias de idade. Com o aumento dos níveis de Ácido Glutâmico + Gln o CRD e o GPD dos leitões aumentaram de forma linear de acordo as equações: $CRD = 0,2384 + 0,0459$ Ácido Glutâmico + Gln; (R^2) = 0,57 e $GPD = 0,1809 + 0,0785$ Ácido Glutâmico + Gln; (R^2) = 0,87 respectivamente. Sobre a CA dos leitões observou-se diminuição linear com o aumento dos níveis de Ácido Glutâmico + Gln conforme a equação $CA = 1,3312 - 0,2284 X$; (R^2) = 0,94.

Quando analisados em valores percentuais os diferentes parâmetros zootécnicos no período 1 nos níveis de 0,4; 0,8 e 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln, foram verificados aumentos de 29,28; 18,92 e 31,08 % para o CRD e de 39, 88; 41,67 e 61,31 % para GPD enquanto para o parâmetro de CA houve redução de 9,67; 21,62 e 24,31 % respectivamente, quando comparado como a ração sem inclusão de Ácido Glutâmico + Gln.

No período de 32 a 46 dias de idade os níveis de inclusão de Ácido Glutâmico + Gln na dieta dos leitões não influenciaram os parâmetros de desempenho CRD, GPD e a CA.

Mesmo não tendo observado diferenças significativas, foram quantificados os valores percentuais para cada parâmetro no período 2, sendo que houve aumento de 10,17; 4,28 e 6,83 % para o CRD e 2,32; 12,16 e 3,4 % para GPD, quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,4; 0,8 e 1,2 % nas rações respectivamente, sempre comparado com a ração controle. Para a CA somente foi observado redução de 7,54 % quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,8% quando comparado com a ração controle.

Quando analisado o período total a adição de Ácido Glutâmico + Gln na dieta promoveu aumento linear e linear- quadrático no CRD e GPD respectivamente e redução linear na CA, conforme as equações $CRD = 0,5045 + 0,0365$ Ácido Glutâmico + Gln; (R^2) = 0,37, $GPD = 0,3619 + 0,1448$

Ácido Glutâmico + Gln -0,0763 Ácido Glutâmico + Gln ²; (R^2) = 0,99 e CA = 1,3469 – 0,1217 Ácido Glutâmico + Gln; (R^2) = 0,60.

No período total em valores percentuais houve aumento de 14,43; 7,63 e 12,37 % para o CRD, e de 11,29; 19,28 e 16,8 % para o GPD. Entretanto para o parâmetro de CA foi observado redução de 0,6; 14,18 e 8,82 % quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,4; 0,8 e 1,2 %, sempre comparado como a ração controle.

Para obter os valores de CRD e CA, quantificamos o desperdício real de alimento, sendo que no presente ensaio com período experimental de 18 a 46 dias de idade dos leitões o desperdício de ração foi de 5% similar ao mencionado no NRC (2012).

A media de GPD no período total (18 a 46 dias de idade) dos grupos de leitões alimentados com ração contendo Ácido Glutâmico + Gln foi de 57 g/d superior que os leitões que foram alimentados com a dieta controle e considerando o período experimental de 28 dias temos que estes animais foram 1605 gramas mais pesados, esta diferença pode ser multiplicada para 3-5 kg aos 168 dias de idade, momento no qual a maioria das granjas produtoras de suínos vendem os animais para abate.

Os resultados observados no período 1 diferem daqueles verificados por MOLINO *et al.*, (2012) que em um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade, considerando o período de 21-35 dias (período 1) e suplementados com 0,8% Gln + Glu não afetou a performance dos leitões ao final desta fase, mas em valores absolutos a inclusão de Gln + Glu resultou no incremento de 4,6; 11,1 e 7,9% no peso vivo, ganho de peso diário e consumo de ração diário, seguido de redução 3,2% na conversão alimentar.

Os dados coletados no período 2 estão de acordo com MOLINO *et al.*, (2012) que no período de 35-49 dias não observaram efeito no peso vivo e GPD, porém com efeito absoluto de 7,1 e 10,2%, respectivamente, além de não influenciar no CRD e CA.

Os resultados do período total corroboram as pesquisas de KITT *et al.*, (2002) que demonstrou que a eficiencia alimentar foi maior quando os animais foram suplementados com Gln. Da mesma forma XIAO *et al.*, (2012a) observaram aumento no GPD e a CA aos 10 dias pós desmame, entretanto do dia 11 à 30 pós desmame tenderam a incrementar o GPD em 11,03% e melhoraram a conversão alimentar em 8,6%. Finalmente no periodo de 1 a 30 pós desmame houve melhora do GPD 12,40% e diminui a CA em 10,45%. Os autores verificaram que os animais suplementados obtiveram melhoria na digestibilidade aparente da materia seca, materia orgánica e aminoácidos no trato gastrointestinal, podendo ser uma das causas na melhora da performance dos leitões.

Os sistemas de produção de suinos estão desenhados para que os animais sejam desmamados com 21 dias de vida aproximadamente, sendo que este numero é a media. É bem conhecido que os animais desmamados com 18 dias de vida ainda não tem o sistema digestivo maduro quando comparados aos animais de 22-23 dias de vida, o que torna muito importante o fornecimento de ingredientes que garantam a saúde intestinal e consequentemente uma performance ótima.

O desenvolvimento do trato gastrointestinal é substrato dependente, o CRD permitirá o aporte dos principais nutrientes para que isto ocorra, assim segundo menciona SAN GABRIEL & UNEYAMA (2013), o sentido do paladar é o principal mecanismo que supervisiona o comportamento alimentar. O Glu é responsável pela função de saborizante, sendo o melhor estimulante do sabor UMAMI.

ROURA (2011) menciona que o consumo voluntario pode aumentar quando se estimula este sabor, o qual concorda com os dados obtidos no presente estudo onde verificou-se maior CRD quando os leitões consumiram uma dieta que continha uma mistura de Ácido Glutâmico + Gln.

Tanto a Gln como o Ácido Glutâmico + Gln cumprem numerosas e importantes funções, algumas das quais podem ser satisfeitas por ambos aminoácidos devido à inter-conversão metabólica e sendo outras específicas

de cada aminoácido (YOUNG *et al.*, 2001). Estudos recentes demostraram que após a ingestão de Ácido Glutâmico, várias funções foram identificados pela ativação do cérebro tais como digestão, absorção, metabolismo, homeostase da energia e estimulação de secreção salivar, verificando a importância fisiológica que tem este nutriente (BANNAI & TORRI 2013), desta forma mediante a estimulação de cada uma destas vias permite compreender ainda mais o maior desempenho dos animais que foram suplementados.

ENSAIO DE MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período de 18 à 25 dias estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARAMETROS¹	Níveis de ÁCIDO GLUTAMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
CRD,(g/dia) ²	169	248	224	235	0,036	0,061	18,97
GPD,(g/dia) ³	119	215	186	225	0,027	0,295	34,72
CA ⁴	1,885	1,276	1,291	1,137	0,045	0,333	39,90

¹ Significância ($P < 0,05$).

² Efeito Linear; $Y = 0,1928 + 0,0436X$; ($R^2 = 0,41$)

³ Efeito Linear; $Y = 0,1428 + 0,0723X$; ($R^2 = 0,61$)

⁴ Efeito Linear; $Y = 1,7317 - 0,5576X$; ($R^2 = 0,75$)

Observou-se efeito linear ($P < 0,05$) com a inclusão dos níveis de Ácido Glutâmico + Gln para os parâmetros CRD, GPD e CA avaliados no período 1 de 18 a 25 dias de idade, do mesmo modo ao observado por ZOU *et al.*, (2006) que aos 10 dias pós desmame a conversão alimentar diminuiu no grupo suplementado com Gln, sem efeito no CRD e GPD. Já do dia 10-20

pós desmame o GPD aumento em 27,75% no grupo suplementado, sem efeito no CRD e a CA no periodo mencionado, os autores também observaram que os animais que não haviam recebido Gln tiveram alta quantidade de diarreia de longa duração.

De maneira diferente DOMENEGHINI *et al.*, (2004) quando alimentaram leitões desmamados aos 21 dias de vida com 0,5% Gln e uma mistura de 0,05% nucleotideos + 0,5% Gln, não encontraram diferenças em nenhum parâmetro de desempenho, mas em termos absolutos os animais suplementados com Gln obtiveram maiores valores.

A analise dos valores percentuais para cada parâmetro zootecnico indicou que houve aumento de 46,75; 32,54 e 39,05 % para CRD e 80,67; 56,3 e 89,07 % para GPD, assim observou-se redução de 47,73; 46 e 65,78 % na CA quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,4; 0,8 e 1,2 % sempre comparado com a ração controle.

Os resultados das medias das avaliações de morfologia intestinal dos leitões alimentados com diferentes níveis de Glutamina estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Médias das alturas dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilo: cripta do intestino dos leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Duodeno							
AV (μm) ²	376,47	372,49	418,82	462,15	0,014	NS	14,68
PC (μm) ^{3,4}	254,87	171,43	175,06	166,84	0,001	0,009	16,01
AV: PC ⁵	1,782	3,019	3,142	3,823	0,001	NS	24,05
Jejuno							
AV (μm)	339,16	353,01	321,78	365,71	NS	NS	19,21
PC (μm)	183,27	177,24	189,72	157,42	0,097	0,131	11,40
AV: PC ⁶	2,034	2,331	1,860	2,860	0,045	0,109	22,18
Ileo							
AV (μm) ⁷	240,67	299,19	313,52	367,14	0,001	NS	13,62
PC (μm)	199,51	197,62	188,08	200,77	NS	0,265	7,85
AV: PC ⁸	1,320	1,715	1,848	2,074	0,001	NS	11,97

¹ Significância (P < 0,05).

² Efeito Linear; Y = 361,98 + 75,838X; (R²) = 0,87

³ Efeito Linear; Y = 231,12 – 65,121X; (R²) = 0,64

⁴ Efeito Quadrático; Y = 249,93 – 206,18X +117,55X²; (R²) = 0,91

⁵ Efeito Linear; Y = 2,0043 + 1,5618X; (R²) = 0,90

⁶ Efeito Linear; Y = 1,97 + 0,502X; (R²) = 0,35

⁷ Efeito Linear; Y = 246,07 + 98,432X; (R²) = 0,96

⁸ Efeito Linear; Y = 1,3806 + 0,5981X; (R²) = 0,96

Para os parâmetros AV_D, AV_D: PC_D, AV_J: PC_J, AV_I e AV_I:PC_I foi verificado efeito linear e para o PC_D observou-se efeito linear – quadrático (P < 0,05) com a inclusão de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas dos leitões no período 1.

No presente estudo observamos efeito linear (P < 0,05) na AV_D, AV_D: PC_D conforme LEE *et al.*, (2003) verificaram efeito significativo com aumento da altura de vilosidade e relação altura de vilosidade: profundidade de cripta do duodeno. Por outro lado XU *et al.*, (2012) não encontraram diferenças

significativas na profundidade das criptas após a suplementação com 1% de Gln.

Verificou-se efeito linear ($P<0,05$) no aumento da AV_J: PC_J com níveis crescentes de Ácido Glutâmico + Gln. A VJ e CJ quando analisados os valores absolutos foram maiores e menores, respectivamente, apesar de não apresentarem efeitos significativos ($P>0,05$) conforme aumentaram os níveis de inclusão dos aminoácidos. De mesmo modo XU *et al.*, (2012) não observou efeito significativo quando os animais foram suplementados com 1 % de Gln.

A AV_I e AV_I:PC_I aumentaram linearmente ($P<0,05$) conforme os resultados obtidos por XU *et al.*, (2012) onde verificaram maior altura de vilosidade deste segmento.

YI *et al.*, (2006) desafiaram leitões desmamados com a bactéria E.coli ETEC K88⁺ observando uma redução significativa dos diferentes parâmetros de morfologia intestinal, no entanto o grupo de leitões desmamados e desafiados com a bactéria que consumiram o alimento com 2% de Gln conseguiram manter a integridade intestinal.

MOLINO *et al.*, (2012) observou que a adição de Ácido Glutâmico + Gln incrementou a altura de vilosidade nos três segmentos do intestino delgado, sendo que em valores absolutos representou melhora de 7,7; 10,4 e 6,6% no duodeno, jejuno e íleo, respectivamente. No entanto a profundidade de cripta não foi afetada em nenhum dos segmentos. Finalmente, a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo foi afetada positivamente pela inclusão de Ácido Glutâmico + Gln.

A procura dos alimentos é feita através de um código quimiosensorial que detecta seu valor nutritivo (ROURA, 2010). Segundo BANNAI & TORRI (2013) tem sido descoberto nos últimos anos o sabor UMAMI, sendo o Glutamato o principal estimulador deste sabor. ROURA (2011) menciona que os suínos tem o umbral de detecção do glutamato monosódico (GMS) muito menor quando comparado ao do açúcar. No momento do desmame os

receptores UMAMI da lingua estão super expressados, assim toda practica para estimular estes receptores terá como consequência um maior consumo de alimento estando de acordó a os dados encontrados no presente estudo quando alimentamos leitões dos 18 aos 25 dias de vida.

O leite da porca tem altas quantidades de Gln e Glu os quais são responsaveis pelo rápido desenvolvimento da mucosa intestinal (WU *et al.*, 2011), orgão responsavel pela digestão e absorção de nutrientes chaves para o crescimento do animal.

O Glu e a Gln são os principais aminoácidos do liquido intracelular e extracelular respectivamente, sendo que as células intestinais utilizam o 97 % do Glu e 67 % da Gln (WU *et al.*, 2011), sendo necesario manter a integridade da morfolohistologia intestinal para o uso eficiente destes aminoácidos.

Os dados presentes neste estudo indicam que a integridade da histología intestinal foi melhorada com a adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas dos animais em etapas posteriores ao desmame. Maior atividade mitótica em celulas foi encontrada por MANDIR & GOODLAD quando os ratos consumiram Gln. Outro ponto importante de mencionar é que o mucus intestinal é a principal barreira defensiva no animal, contudo WATFORD (2011) menciona que o Ácido Glutâmico é importante na regulação da produção de mucina neste orgão, desta forma o consumo deste aminoacido previeniu a diminuição da função da barreira paracelular e da atividade enzimática como relatado por XIAO *et al.*, (2012a).

O maior GPD dos animais do experimento atual também pode ser explicado segundo YI *et al.*, (2006) ao maior nível circulante de GH após que os animais consumiram Gln, alem da manutençã da integridade intestinal e todos os mecanismos de digestão , absorção e assimilação dos principais nutrientes que permitam garantir um adequado crecimiento e saude dos leitões, de mesma maneira como indica SHAN *et al.*, (2012) que verificaram maior atividade das enzimas dissacaridases quando os animais foram suplementados com arginina e Gln.

A media do peso dos orgãos em gramas do fígado, rins, pulmão, baço, coração, estomago, intestino e comprimento do intestino dos leitões submetidos aos diferentes níveis de Gln no periodo de 18 a 25 dias estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Média do peso dos órgãos digestivos dos leitões 25 dias de idade alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta no período de 18 a 25 dias de idade.

PARAMETROS¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)					Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)	
FIGADO, (g)	0,151	0,176	0,156	0,166	NS	NS	14,01	
PULMÃO , (g)	0,076	0,079	0,073	0,073	NS	NS	14,22	
RINS , (g)	0,031	0,036	0,032	0,035	0,246	NS	10,86	
BAÇO, (g)	0,011	0,013	0,010	0,014	NS	NS	23,27	
CORACÃO, (g)	0,026	0,034	0,028	0,031	NS	NS	24,57	
ESTOMAGO , (g)	0,048	0,054	0,048	0,047	NS	0,125	11,80	
INTESTINO , (g)	0,238	0,233	0,230	0,252	NS	NS	17,01	
COMPRIMENTO DO INTESTINO (metros)	9,713	8,672	9,163	8,960	0,296	0,269	9,81	

¹Significância ($P < 0,05$).

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) com a inclusão de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas dos leitões em nenhum dos parâmetros avaliados nas rações no periodo 1 de 18 a 25 dias de idade.

Não foram encontradas pesquisas que permitam comparar os dados do presente estudo.

CONCLUSÕES

O uso de Ácido Glutâmico + Gln adicionado as dietas nas condições experimentais promoveu benefícios ao desempenho e saúde intestinal dos leitões pós-desmame.

Recomenda-se adicionar nas rações para leitões após desmame no período

de 18 a 32 dias e de 32 a 46 dias de idade 1,2 e 0,8% de Ácido Glutâmico + Gln respectivamente. Já no período de 18 a 25 dias de idade recomendamos adicionar nas rações para leitões após desmame 1,2% de Ácido Glutâmico + Gln.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BANNAI, M. AND TORRI, K. DIGESTIVE PHYSIOLOGY OF THE PIG SYMPOSIUM: **Detection of dietary glutamate via gut –brain axis.** Journal of Animal Science 91:1974-1981. 2013.

BARTELL, S.M., BATAL, A.B. **The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers.** Poultry Science 86:1940–1947. 2007.

BLIKSLAGER, A.T., RHOADS, J.M., BRISTOL, D.G., ROBERTS, M.C., AND ARGENZIO, R.A. **Glutamine and transforming growth factor-alpha stimulate extracellular regulated protein kinase and enhance recovery of villous surface area in porcine ischemic-injured intestine.** Surgery 125:186-194 . 1999.

CYNOBER, L. A. **Glutamine metabolism in stressed patients (abstract).** Proceedings of international Congress on amino acids (Germany). pp 5. 1999.

DOMENEGHINI, C., DI GIANCAMILLO, A., SAVOINI, G., PARATTE, R., BONTEMPO, V., DELL'ORTO, V. **Structural patterns os Swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the weaning period. An histochemical and histometrical study.** Histology and Histopathology 19: 49-58 (2004).

JANECKO, M.J., STOLL, B., CHANG, X., GUAN, X., BURRIN, D.G. **Extensive Gut Metabolism Limits the Intestinal Absorption of Excessive**

Supplemental Dietary Glutamate Loads in Infant Pigs. Journal of Nutrition 137:2384-2390. 2007.

KITT, S.J., MILLER, P.S., LEWIS, A., FISCHER, R.L. 2002. **Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs.** Nebr. Swine Rep. 82, 29–32.

LEE, D.N., CHENG, Y.H., WU, F.Y., SATO, H., SHINZATO, I., CHEN, S.P., YEN, H.T. **Effect of dietary glutamine supplement on performance and intestinal morphology of weaned pigs.** Asian–Australian Journal of Animal Science 16, 1170–1176. 2003.

LOBLEY, G.E., HOSKIN, S.O., AND MCNEIL, C.J. **Glutamine in Animal Science and Production.** Journal of Nutrition. 131: 2525S-2531S. 2001.

MANDIR, N., GOODLAD, A.R. **The Effects of Glutamine on Intestinal Epithelial Cell in Pretermally Fed Rats.** Gut 44:608-614. 1999.

MOLINO, J.P., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., SARAIVA, A., HAESE, D., FORTES, E.I., SOUZA, M.F. **L-glutamine and L-glutamate in diets with different lactose levels for piglets weaned at 21 days of age.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.41, n.1, p.98-105, 2012.

NEWSHOLME, P. **Why Is L-Glutamine Metabolism Important to Cells of the Immune System in Health, Postinjury, Surgery or Infection?** Journal of Nutrition 131: 2515S-2522S. 2001.

NEWSHOLME, P., PROCOPIO, J., LIMA, M., CURI, T.C.P., AND CURI, R. **Glutamine and Glutamate—their central role in cell metabolism and function.** Cell Biochemistry Functional 21: 1–9. 2003.

O' DWYER, S.T., SCOTT T., AND SMITH, R.J. **5-Fluorouracil toxicity on small intestine mucosa but not white blood cells is decreased by glutamine.** Clinical. Research 387a:10-16. 1987.

RHOADS, J.M., R.A.ARGENZIO, W.CHEN, R.A. RIPPE, J.K.WESTWICK, A.D.COX, H.M.BERSCHNEIDER, AND D.A.BRENNER,. **L-**

glutamine stimulates intestinal cell proliferation and activates motogen-activated protein kinase. American Journal of Physiology 272:G943-G953. 1997.

ROURA EUGENI. **El gusto en el cerdo Parte I: que sea dulce.** http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-i-que-sea-dulce_3177/

ROURA EUGENI. **El gusto en el cerdo Parte II: que sea umami.** http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-ii-que-sea-umami_3204/

SAN GABRIEL ANA & UNEYAMA HISAYUKI. **Amino acid sensing in the gastrointestinal tract.** Amino Acids (2013) 45:451–461.

WATFORD MALCOLM Session III: Physiological Aspects of Glutamine Metabolism II—Discussion Summary Journal of Nutrition. 131: 2523S-2524S. 2001.

WU, G. Triennial Growth Symposium: **Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production.** Journal Animal Science 89:2017–2030. 2011.

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a.

XU QIAN , JIANG ZONGYONG, LIN YINCAI, ZHENG CHUNTIAN AND WANG SHIKUI. **Effects of Dietary Supplementation with Combined Arginine and Glutamine on Growth Performance and Small Intestinal Development in Neonatal Piglets.** J. Animal and Veterinary Advances. 2012 Vol. 11 Issue 17 Page No: 3187-3193.

YI ,G. F., CARROLL J. A., ALLE G. L., GAINES A. M., KENDALL D. C., USRY J. L., TORIDE Y. AND IZURU S. **Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs.** J ANIM SCI 2005, 83:634-643.

YOUNG VERNON R. AND AJAMI ALFRED M. **Glutamine: The Emperor or His Clothes?** Journal of Nutrition 131: 2449S-2459S. 2001.

ZOU, X.T., ZHENG, G. H., FANG, X.J., JIANG, J.F. **Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets.** Czech Journal of Animal Science (10): 444–448. 2006.

APENDICE

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE PRE I

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1974280	0.6580932E-01	3.186	0.06294
Linear R ² =0.14	1	0.2692334E-01	0.2692334E-01	1.304	0.27584
Quadrat. R ² =0.35	1	0.4251957E-01	0.4251957E-01	2.059	0.17689
Cúbico R ² =1.00	1	0.1279851	0.1279851	6.197	0.02847
BL	4	6.065569	1.516392	73.418	0.00000
Resíduo	12	0.2478495	0.2065412E-01		
Coeficiente de Variação = 2.772					

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.209024	0.4030081	0.760	*****
Linear R ² =0.61	1	0.7389981	0.7389981	1.394	0.26053
Quadrat. R ² =0.98	1	0.4484513	0.4484513	0.846	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.2157471E-01	0.2157471E-01	0.041	*****
BL	4	9.186755	2.296689	4.334	0.02130
Resíduo	12	6.359389	0.5299491		
Coeficiente de Variação = 9.086					

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.4191591	0.1397197	1.073	0.39709
Linear R ² =0.65	1	0.2722405	0.2722405	2.091	0.17376
Quadrat. R ² =0.81	1	0.6793894E-01	0.6793894E-01	0.522	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.7897973E-01	0.7897973E-01	0.607	*****
BL	4	3.398204	0.8495509	6.526	0.00499
Resíduo	12	1.562194	0.1301828		
Coeficiente de Variação = 10.753					

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.2140196E-02	0.7133985E-03	1.075	0.39640
Linear R ² =0.65	1	0.1392178E-02	0.1392178E-02	2.098	0.17312
Quadrat. R ² =0.81	1	0.3502048E-03	0.3502048E-03	0.528	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.3978125E-03	0.3978125E-03	0.599	*****
BL	4	0.1734521E-01	0.4336302E-02	6.535	0.00496
Resíduo	12	0.7963115E-02	0.6635929E-03		

Coeficiente de Variação = 10.747

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.865432	0.6218108	1.304	0.31830
Linear R ² =0.56	1	1.049669	1.049669	2.201	0.16368
Quadrat. R ² =0.98	1	0.7702813	0.7702813	1.615	0.22783
Cúbico R ² =1.00	1	0.4548267E-01	0.4548267E-01	0.095	*****
BL	4	3.288036	0.8220090	1.724	0.20926
Resíduo	12	5.722150	0.4768459		

Coeficiente de Variação = 24.412

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.9521214E-02	0.3173738E-02	1.305	0.31814
Linear R ² =0.56	1	0.5356497E-02	0.5356497E-02	2.202	0.16364
Quadrat. R ² =0.98	1	0.3932009E-02	0.3932009E-02	1.616	0.22771
Cúbico R ² =1.00	1	0.2327078E-03	0.2327078E-03	0.096	*****
BL	4	0.1677594E-01	0.4193986E-02	1.724	0.20925
Resíduo	12	0.2919440E-01	0.2432866E-02		

Coeficiente de Variação = 24.412

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1433007	0.4776692E-01	1.030	0.41405
Linear R ² =0.63	1	0.9016703E-01	0.9016703E-01	1.944	0.18850
Quadrat. R ² =0.86	1	0.3306584E-01	0.3306584E-01	0.713	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.2006788E-01	0.2006788E-01	0.433	*****
BL	4	0.5887692E-01	0.1471923E-01	0.317	*****
Resíduo	12	0.5565390	0.4637825E-01		

Coeficiente de Variação = 17.460

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE PRE II

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.209024	0.4030081	0.760	*****
Linear R ² =0.61	1	0.7389981	0.7389981	1.394	0.26053
Quadrat. R ² =0.98	1	0.4484513	0.4484513	0.846	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.2157471E-01	0.2157471E-01	0.041	*****
BL	4	9.186755	2.296689	4.334	0.02130
Resíduo	12	6.359389	0.5299491		

Coeficiente de Variação = 9.086

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	2.061792	0.6872639	0.290	*****
Linear R ² =0.13	1	0.2773778	0.2773778	0.117	*****
Quadrat. R ² =0.15	1	0.4201389E-01	0.4201389E-01	0.018	*****
Cúbico R ² =1.00	1	1.742400	1.742400	0.736	*****
BL	4	21.59144	5.397859	2.279	0.12089
Resíduo	12	28.41706	2.368089		

Coeficiente de Variação = 9.772

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.282408	0.4274695	0.336	*****
Linear R ² =0.01	1	0.1024481E-01	0.1024481E-01	0.008	*****
Quadrat. R ² =0.53	1	0.6639975	0.6639975	0.522	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.6081660	0.6081660	0.478	*****
BL	4	6.272584	1.568146	1.233	0.34807
Resíduo	12	15.25791	1.271492		

Coeficiente de Variação = 10.854

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.6547044E-02	0.2182348E-02	0.336	*****
Linear R ² =0.01	1	0.5216623E-04	0.5216623E-04	0.008	*****
Quadrat. R ² =0.53	1	0.3389602E-02	0.3389602E-02	0.522	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.3105276E-02	0.3105276E-02	0.479	*****
BL	4	0.3200191E-01	0.8000477E-02	1.233	0.34809
Resíduo	12	0.7784754E-01	0.6487295E-02		

Coeficiente de Variação = 10.854

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.703019	0.5676731	0.635	*****
Linear R ² =0.07	1	0.1108779	0.1108779	0.124	*****
Quadrat. R ² =0.19	1	0.2159388	0.2159388	0.241	*****
Cúbico R ² =1.00	1	1.376203	1.376203	1.538	0.23855
BL	4	3.155198	0.7887994	0.882	*****
Resíduo	12	10.73432	0.8945263		

Coeficiente de Variação = 12.227

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.8658955E-02	0.2886318E-02	0.633	*****
Linear R ² =0.07	1	0.5636667E-03	0.5636667E-03	0.124	*****
Quadrat. R ² =0.19	1	0.1095376E-02	0.1095376E-02	0.240	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.6999912E-02	0.6999912E-02	1.534	0.23920
BL	4	0.1610536E-01	0.4026341E-02	0.882	*****
Resíduo	12	0.5475964E-01	0.4563303E-02		

Coeficiente de Variação = 12.226

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.2450376E-01	0.8167921E-02	0.762	*****
Linear R ² =0.25	1	0.6113275E-02	0.6113275E-02	0.570	*****
Quadrat. R ² =0.25	1	0.1311245E-04	0.1311245E-04	0.001	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1837737E-01	0.1837737E-01	1.714	0.21500
BL	4	0.8299856E-02	0.2074964E-02	0.194	*****
Resíduo	12	0.1286692	0.1072243E-01		
Coeficiente de Variação =		7.674			

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE TOTAL (PRE I e PRE II)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.2004973	0.6683242E-01	3.160	0.06423
Linear R ² =0.14	1	0.2721950E-01	0.2721950E-01	1.287	0.27876
Quadrat. R ² =0.35	1	0.4335357E-01	0.4335357E-01	2.050	0.17775
Cúbico R ² =1.00	1	0.1299242	0.1299242	6.143	0.02904
BL	4	6.059566	1.514892	71.629	0.00000
Resíduo	12	0.2537914	0.2114928E-01		
Coeficiente de Variação =		2.806			

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	2.061792	0.6872639	0.290	*****
Linear R ² =0.13	1	0.2773778	0.2773778	0.117	*****
Quadrat. R ² =0.15	1	0.4201389E-01	0.4201389E-01	0.018	*****
Cúbico R ² =1.00	1	1.742400	1.742400	0.736	*****
BL	4	21.59144	5.397859	2.279	0.12089
Resíduo	12	28.41706	2.368089		
Coeficiente de Variação =		9.772			

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.820730	0.6069099	0.359	*****
Linear R ² =0.21	1	0.3881082	0.3881082	0.229	*****
Quadrat. R ² =0.38	1	0.3071481	0.3071481	0.182	*****
Cúbico R ² =1.00	1	1.125473	1.125473	0.665	*****
BL	4	16.33038	4.082594	2.414	0.10641
Resíduo	12	20.29572	1.691310		
Coeficiente de Variação = 9.462					

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.2317519E-02	0.7725062E-03	0.358	*****
Linear R ² =0.21	1	0.4958310E-03	0.4958310E-03	0.230	*****
Quadrat. R ² =0.38	1	0.3901915E-03	0.3901915E-03	0.181	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1431496E-02	0.1431496E-02	0.664	*****
BL	4	0.2083245E-01	0.5208112E-02	2.414	0.10635
Resíduo	12	0.2588455E-01	0.2157046E-02		
Coeficiente de Variação = 9.462					

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.570093	0.5233644	0.232	*****
Linear R ² =0.30	1	0.4782414	0.4782414	0.212	*****
Quadrat. R ² =0.41	1	0.1705397	0.1705397	0.076	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.9213120	0.9213120	0.409	*****
BL	4	11.85442	2.963605	1.315	0.31928
Resíduo	12	27.03412	2.252843		
Coeficiente de Variação = 14.208					

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					

1 -----						
TRA	3	0.2000421E-02	0.6668070E-03	0.232	*****	
Linear R ² =0.31	1	0.6112373E-03	0.6112373E-03	0.213	*****	
Quadrat. R ² =0.42	1	0.2191772E-03	0.2191772E-03	0.076	*****	
Cúbico R ² =1.00	1	0.1170006E-02	0.1170006E-02	0.407	*****	
BL	4	0.1512303E-01	0.3780758E-02	1.316	0.31917	
Resíduo	12	0.3447974E-01	0.2873312E-02			

Coeficiente de Variação = 14.207

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.2093935E-01	0.6979783E-02	0.500	*****
Linear R ² =0.59	1	0.1233108E-01	0.1233108E-01	0.884	*****
Quadrat. R ² =1.00	1	0.8598969E-02	0.8598969E-02	0.616	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.9296334E-05	0.9296334E-05	0.001	*****
BL	4	0.2248881E-01	0.5622203E-02	0.403	*****
Resíduo	12	0.1674318	0.1395265E-01		

Coeficiente de Variação = 9.147

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGUT® NA FASE PRE I

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1132039	0.3773463E-01	1.343	0.30685
Linear R ² =0.69	1	0.7786890E-01	0.7786890E-01	2.771	0.12189
Quadrat. R ² =0.98	1	0.3289957E-01	0.3289957E-01	1.171	0.30055
Cúbico R ² =1.00	1	0.2435422E-02	0.2435422E-02	0.087	*****
BLOQ	4	6.196591	1.549148	55.118	0.00000
Resíduo	12	0.3372727	0.2810606E-01		

Coeficiente de Variação = 3.227

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	4.583441	1.527814	5.347	0.01432
Linear R ² =0.81	1	3.692675	3.692675	12.924	0.00368
Quadrat. R ² =0.92	1	0.5122134	0.5122134	1.793	0.20542
Cúbico R ² =1.00	1	0.3785531	0.3785531	1.325	0.27215

BLOQ	4	7.884834	1.971209	6.899	0.00402
Resíduo	12	3.428790	0.2857325		

Coeficiente de Variação = 6.373

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRA	3	2.901562	0.9671874	8.826	0.00231
Linear R ² =0.57	1	1.653539	1.653539	15.090	0.00217
Quadrat. R ² =0.69	1	0.3386069	0.3386069	3.090	0.10423
Cúbico R ² =1.00	1	0.9094165	0.9094165	8.299	0.01381
BLOQ	4	2.406586	0.6016466	5.490	0.00950
Resíduo	12	1.314966	0.1095805		

Coeficiente de Variação = 8.890

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRA	3	0.1480031E-01	0.4933436E-02	8.822	0.00231
Linear R ² =0.57	1	0.8432487E-02	0.8432487E-02	15.080	0.00218
Quadrat. R ² =0.69	1	0.1728914E-02	0.1728914E-02	3.092	0.10414
Cúbico R ² =1.00	1	0.4638907E-02	0.4638907E-02	8.296	0.01383
BLOQ	4	0.1227714E-01	0.3069286E-02	5.489	0.00951
Resíduo	12	0.6710370E-02	0.5591975E-03		

Coeficiente de Variação = 8.891

GANHO DEPESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRA	3	5.570208	1.856736	6.568	0.00708
Linear R ² =0.87	1	4.843007	4.843007	17.133	0.00137
Quadrat. R ² =0.92	1	0.2854855	0.2854855	1.010	0.33475
Cúbico R ² =1.00	1	0.4417153	0.4417153	1.563	0.23511
BLOQ	4	1.450297	0.3625743	1.283	0.33048
Resíduo	12	3.392078	0.2826732		

Coeficiente de Variação = 16.654

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRA	3	0.2838228E-01	0.9460760E-02	6.556	0.00713
Linear R ² =0.87	1	0.2466882E-01	0.2466882E-01	17.094	0.00138
Quadrat. R ² =0.92	1	0.1463883E-02	0.1463883E-02	1.014	0.33373
Cúbico R ² =1.00	1	0.2249582E-02	0.2249582E-02	1.559	0.23565
BLOQ	4	0.7388824E-02	0.1847206E-02	1.280	0.33139
Resíduo	12	0.1731731E-01	0.1443109E-02		

Coeficiente de Variação = 16.660

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRA	3	0.2225257	0.7417524E-01	4.931	0.01857	
Linear R ² =0.94	1	0.2086540	0.2086540	13.870	0.00290	
Quadrat. R ² =0.99	1	0.1134274E-01	0.1134274E-01	0.754	*****	
Cúbico R ² =1.00	1	0.2528988E-02	0.2528988E-02	0.168	*****	
BLOQ	4	0.1457502E-01	0.3643756E-02	0.242	*****	
Resíduo	12	0.1805231	0.1504359E-01			

Coeficiente de Variação = 10.271

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGUT® NA FASEPRE II

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRA	3	4.583441	1.527814	5.347	0.01432	
Linear R ² =0.81	1	3.692675	3.692675	12.924	0.00368	
Quadrat. R ² =0.92	1	0.5122134	0.5122134	1.793	0.20542	
Cúbico R ² =1.00	1	0.3785531	0.3785531	1.325	0.27215	
BLOQ	4	7.884834	1.971209	6.899	0.00402	
Resíduo	12	3.428790	0.2857325			

Coeficiente de Variação = 6.373

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRA	3	10.39070	3.463568	7.009	0.00560	
Linear R ² =0.70	1	7.302245	7.302245	14.777	0.00234	
Quadrat. R ² =0.98	1	2.924595	2.924595	5.918	0.03158	
Cúbico R ² =1.00	1	0.1638630	0.1638630	0.332	*****	
BLOQ	4	16.36430	4.091075	8.279	0.00191	
Resíduo	12	5.930030	0.4941692			

Coeficiente de Variação = 4.244

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRA	3	2.998846	0.9996153	2.609	0.09973	
Linear R ² =0.19	1	0.5786391	0.5786391	1.510	0.24268	
Quadrat. R ² =0.45	1	0.7815081	0.7815081	2.040	0.17876	
Cúbico R ² =1.00	1	1.638699	1.638699	4.277	0.06091	
BLOQ	4	6.963414	1.740853	4.543	0.01826	
Resíduo	12	4.598067	0.3831722			

Coeficiente de Variação = 5.619

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

	1 -----						
TRA		3	0.1529539E-01	0.5098463E-02	2.606	0.09993	
Linear R ² =0.19	1		0.2945259E-02	0.2945259E-02	1.506	0.24334	
Quadrat. R ² =0.45	1		0.3993340E-02	0.3993340E-02	2.041	0.17858	
Cúbico R ² =1.00	1		0.8356789E-02	0.8356789E-02	4.272	0.06103	
BLOQ		4	0.3551357E-01	0.8878392E-02	4.539	0.01832	
Resíduo		12	0.2347361E-01	0.1956135E-02			

Coeficiente de Variação = 5.621

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
	1 -----				
TRA		3	2.638863	0.8796210	3.388 0.05396
Linear R ² =0.23	1		0.6093884	0.6093884	2.347 0.15142
Quadrat. R ² =0.61	1		0.9889387	0.9889387	3.810 0.07470
Cúbico R ² =1.00	1		1.040536	1.040536	4.008 0.06841
BLOQ		4	3.934400	0.9835999	3.789 0.03238
Resíduo		12	3.115133	0.2595944	

Coeficiente de Variação = 6.231

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
	1 -----				
TRA		3	0.1345809E-01	0.4486031E-02	3.391 0.05385
Linear R ² =0.23	1		0.3123479E-02	0.3123479E-02	2.361 0.15033
Quadrat. R ² =0.61	1		0.5032000E-02	0.5032000E-02	3.804 0.07489
Cúbico R ² =1.00	1		0.5302614E-02	0.5302614E-02	4.008 0.06840
BLOQ		4	0.2009283E-01	0.5023209E-02	3.797 0.03217
Resíduo		12	0.1587430E-01	0.1322858E-02	

Coeficiente de Variação = 6.227

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
	1 -----				
TRA		3	0.1037875	0.3459583E-01	3.090 0.06782
Linear R ² =0.01	1		0.8974498E-03	0.8974498E-03	0.080 *****
Quadrat. R ² =0.03	1		0.1845318E-02	0.1845318E-02	0.165 *****
Cúbico R ² =1.00	1		0.1010447	0.1010447	9.025 0.01099
BLOQ		4	0.5422678E-01	0.1355669E-01	1.211 0.35641
Resíduo		12	0.1343573	0.1119644E-01	

Coeficiente de Variação = 7.818

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGUT® NA FASE TOTAL (PRE I e PRE II)

1

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1132039	0.3773463E-01	1.343	0.30685
Linear R ² =0.69	1	0.7786890E-01	0.7786890E-01	2.771	0.12189
Quadrat. R ² =0.98	1	0.3289957E-01	0.3289957E-01	1.171	0.30055
Cúbico R ² =1.00	1	0.2435422E-02	0.2435422E-02	0.087	*****
BLOQ	4	6.196591	1.549148	55.118	0.00000
Resíduo	12	0.3372727	0.2810606E-01		
Coeficiente de Variação =		3.227			

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	10.39070	3.463568	7.009	0.00560
Linear R ² =0.70	1	7.302245	7.302245	14.777	0.00234
Quadrat. R ² =0.98	1	2.924595	2.924595	5.918	0.03158
Cúbico R ² =1.00	1	0.1638630	0.1638630	0.332	*****
BLOQ	4	16.36430	4.091075	8.279	0.00191
Resíduo	12	5.930030	0.4941692		
Coeficiente de Variação =		4.244			

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	11.32709	3.775697	4.621	0.02269
Linear R ² =0.37	1	4.188503	4.188503	5.126	0.04290
Quadrat. R ² =0.56	1	2.148948	2.148948	2.630	0.13083
Cúbico R ² =1.00	1	4.989639	4.989639	6.107	0.02944
BLOQ	4	15.63652	3.909129	4.784	0.01536
Resíduo	12	9.805193	0.8170994		
Coeficiente de Variação =		6.132			

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1444262E-01	0.4814207E-02	4.617	0.02274
Linear R ² =0.37	1	0.5336216E-02	0.5336216E-02	5.118	0.04304
Quadrat. R ² =0.56	1	0.2744350E-02	0.2744350E-02	2.632	0.13070
Cúbico R ² =1.00	1	0.6362056E-02	0.6362056E-02	6.101	0.02949
BLOQ	4	0.1993849E-01	0.4984624E-02	4.780	0.01540
Resíduo	12	0.1251268E-01	0.1042723E-02		
Coeficiente de Variação =		6.134			

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	11.35171	3.783903	7.774	0.00379
Linear R ² =0.78	1	8.888249	8.888249	18.261	0.00108
Quadrat. R ² =0.99	1	2.337115	2.337115	4.802	0.04890
Cúbico R ² =1.00	1	0.1263447	0.1263447	0.260	*****
BLOQ	4	10.07518	2.518796	5.175	0.01172
Resíduo	12	5.840740	0.4867284		
Coeficiente de Variação =		6.137			

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1447922E-01	0.4826407E-02	7.774	0.00379
Linear R ² =0.78	1	0.1133705E-01	0.1133705E-01	18.261	0.00108
Quadrat. R ² =0.99	1	0.2981013E-02	0.2981013E-02	4.802	0.04890
Cúbico R ² =1.00	1	0.1611540E-03	0.1611540E-03	0.260	*****
BLOQ	4	0.1285100E-01	0.3212750E-02	5.175	0.01172
Resíduo	12	0.7449924E-02	0.6208270E-03		
Coeficiente de Variação =		6.137			

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.9870073E-01	0.3290024E-01	7.711	0.00391
Linear R ² =0.60	1	0.5922994E-01	0.5922994E-01	13.883	0.00290
Quadrat. R ² =0.66	1	0.5584534E-02	0.5584534E-02	1.309	0.27490
Cúbico R ² =1.00	1	0.3388626E-01	0.3388626E-01	7.942	0.01552
BLOQ	4	0.8880719E-02	0.2220180E-02	0.520	*****
Resíduo	12	0.5119786E-01	0.4266489E-02		
Coeficiente de Variação =		5.128			

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE PRE I NO

EXPERIMENTO PARA HISTOLOGIA(18 a 25 DIAS DE IDADE)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3010000E-01	0.1003333E-01	0.097	*****
Linear R ² =0.12	1	0.3630000E-02	0.3630000E-02	0.035	*****
Quadrat. R ² =0.65	1	0.1601667E-01	0.1601667E-01	0.155	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1045333E-01	0.1045333E-01	0.101	*****
BLOQ	5	16.41063	3.282127	31.701	0.00000
Resíduo	15	1.553000	0.1035333		
Coeficiente de Variação = 6.096					

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	2.172839	0.7242797	1.420	0.27607
Linear R ² =0.70	1	1.530924	1.530924	3.001	0.10372
Quadrat. R ² =0.95	1	0.5322282	0.5322282	1.043	0.32326
Cúbico R ² =1.00	1	0.1096865	0.1096865	0.215	*****
BLOQ	5	17.91775	3.583550	7.024	0.00145
Resíduo	15	7.652345	0.5101564		
Coeficiente de Variação = 11.283					

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3694978	0.1231659	0.894	*****
Linear R ² =0.87	1	0.3217816	0.3217816	2.336	0.14723
Quadrat. R ² =0.95	1	0.3096017E-01	0.3096017E-01	0.225	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1675603E-01	0.1675603E-01	0.122	*****
BLOQ	5	0.9794028	0.1958806	1.422	0.27256
Resíduo	15	2.066307	0.1377538		
Coeficiente de Variação = 28.298					

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.7524204E-02	0.2508068E-02	0.892	*****
Linear R ² =0.87	1	0.6554297E-02	0.6554297E-02	2.332	0.14753
Quadrat. R ² =0.95	1	0.6289116E-03	0.6289116E-03	0.224	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.3409959E-03	0.3409959E-03	0.121	*****
BLOQ	5	0.2000310E-01	0.4000620E-02	1.424	0.27204
Resíduo	15	0.4215437E-01	0.2810291E-02		
Coeficiente de Variação = 28.295					

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.801466	0.6004886	1.696	0.21045
Linear R ² =0.77	1	1.385460	1.385460	3.914	0.06655
Quadrat. R ² =0.97	1	0.3635882	0.3635882	1.027	0.32689
Cúbico R ² =1.00	1	0.5241720E-01	0.5241720E-01	0.148	*****
BLOQ	5	1.647120	0.3294240	0.931	*****
Resíduo	15	5.309504	0.3539669		
Coeficiente de Variação = 56.545					

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3678299E-01	0.1226100E-01	1.697	0.21038
Linear R ² =0.77	1	0.2829268E-01	0.2829268E-01	3.915	0.06651
Quadrat. R ² =0.97	1	0.7421674E-02	0.7421674E-02	1.027	0.32691
Cúbico R ² =1.00	1	0.1068630E-02	0.1068630E-02	0.148	*****
BLOQ	5	0.3360857E-01	0.6721713E-02	0.930	*****
Resíduo	15	0.1083882	0.7225882E-02		
Coeficiente de Variação = 56.553					

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.502128	0.5007093	1.084	0.38607
Linear R ² =0.88	1	1.316226	1.316226	2.849	0.11214
Quadrat. R ² =0.88	1	0.4354844E-04	0.4354844E-04	0.000	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1858579	0.1858579	0.402	*****
BLOQ	5	1.259286	0.2518571	0.545	*****
Resíduo	15	6.931119	0.4620746		
Coeficiente de Variação = 44.338					

ALTURA DA VILOSIDADE DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					

1 -----						
TRAT	3	31488.28	10496.09	4.313	0.02213	
Linear R ² =0.79	1	24768.57	24768.57	10.177	0.00609	
Quadrat. R ² =0.97	1	5626.810	5626.810	2.312	0.14917	
Cúbico R ² =1.00	1	1092.896	1092.896	0.449	*****	
BLOQ	5	19810.89	3962.179	1.628	0.21282	
Resíduo	15	36505.21	2433.681			

Coeficiente de Variação = 15.659

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRAT	3	24704.38	8234.793	13.423	0.00016
Linear R ² =0.68	1	16806.46	16806.46	27.396	0.00010
Quadrat. R ² =1.00	1	7850.518	7850.518	12.797	0.00275
Cúbico R ² =1.00	1	47.40251	47.40251	0.077	*****
BLOQ	5	3655.103	731.0206	1.192	0.35936
Resíduo	15	9201.923	613.4615		

Coeficiente de Variação = 12.343

RELAÇÃO VIOSIDADE : CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRAT	3	0.2514793	0.8382645E-01	1.184	0.34922
Linear R ² =0.80	1	0.2007151	0.2007151	2.834	0.11296
Quadrat. R ² =0.87	1	0.1691657E-01	0.1691657E-01	0.239	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.3384764E-01	0.3384764E-01	0.478	*****
BLOQ	5	1.050618	0.2101236	2.967	0.04663
Resíduo	15	1.062266	0.7081774E-01		

Coeficiente de Variação = 13.903

ALTURA DA VIOSIDADE DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----					
TRAT	3	3398.152	1132.717	0.433	*****

Linear	$R^2=0.70$	1	2389.095	2389.095	0.914	*****
Quadrat.	$R^2=0.90$	1	662.0671	662.0671	0.253	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	346.9896	346.9896	0.133	*****
BLOQ		5	24005.00	4801.000	1.837	0.16606
Resíduo		15	39211.09	2614.073		

Coeficiente de Variação = 15.525

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	653.3011	217.7670	0.273	*****	
Linear	$R^2=0.99$	1	648.2179	648.2179	0.812	*****
Quadrat.	$R^2=0.99$	1	0.9737103E-04	0.9737103E-04	0.000	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	5.083009	5.083009	0.006	*****
BLOQ		5	4307.558	861.5117	1.080	0.41060
Resíduo		15	11970.73	798.0487		

Coeficiente de Variação = 14.833

RELAÇÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	0.5549795	0.1849932	0.879	*****	
Linear	$R^2=0.60$	1	0.3329386	0.3329386	1.581	0.22781
Quadrat.	$R^2=0.87$	1	0.1476303	0.1476303	0.701	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	0.7441057E-01	0.7441057E-01	0.353	*****
BLOQ		5	1.032248	0.2064497	0.980	*****
Resíduo		15	3.158382	0.2105588		

Coeficiente de Variação = 23.189

ALTURA DA VILOSIDADE DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	3128.541	1042.847	0.439	*****	
Linear	$R^2=0.07$	1	225.5524	225.5524	0.095	*****
Quadrat.	$R^2=0.75$	1	2131.430	2131.430	0.897	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	771.5578	771.5578	0.325	*****
BLOQ		5	15956.65	3191.329	1.343	0.29974
Resíduo		15	35646.65	2376.444		

Coeficiente de Variação = 18.987

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	2162.241	720.7471	1.842	0.18287	
Linear	$R^2=0.32$	1	701.9838	701.9838	1.794	0.20038

Quadrat. R ² =0.98	1	1407.826	1407.826	3.598	0.07728
Cúbico R ² =1.00	1	52.43127	52.43127	0.134	*****
BLOQ	5	2410.692	482.1384	1.232	0.34234
Resíduo	15	5869.344	391.2896		

Coeficiente de Variação = 10.754

RELAÇÃO VIOSIDADE:CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.6508300	0.2169433	2.342	0.11439
Linear R ² =0.19	1	0.1241633	0.1241633	1.340	0.26506
Quadrat. R ² =0.85	1	0.4285044	0.4285044	4.626	0.04820
Cúbico R ² =1.00	1	0.9816230E-01	0.9816230E-01	1.060	0.31959
BLOQ	5	0.2625687	0.5251373E-01	0.567	*****
Resíduo	15	1.389415	0.9262764E-01		

Coeficiente de Variação = 19.272

PESO DO FIGADO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3358667E-02	0.1119556E-02	2.343	0.11430
Linear R ² =0.88	1	0.2960133E-02	0.2960133E-02	6.195	0.02505
Quadrat. R ² =0.89	1	0.2400000E-04	0.2400000E-04	0.050	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.3745333E-03	0.3745333E-03	0.784	*****
BLOQ	5	0.5560833E-02	0.1112167E-02	2.327	0.09401
Resíduo	15	0.7167833E-02	0.4778556E-03		

Coeficiente de Variação = 13.116

PESO DO PULMÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.2968333E-03	0.9894444E-04	0.675	*****
Linear R ² =0.65	1	0.1925333E-03	0.1925333E-03	1.313	0.26987
Quadrat. R ² =0.95	1	0.8816667E-04	0.8816667E-04	0.601	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1613333E-04	0.1613333E-04	0.110	*****
BLOQ	5	0.2588833E-02	0.5177667E-03	3.530	0.02618
Resíduo	15	0.2200167E-02	0.1466778E-03		

Coeficiente de Variação = 15.510

PESO DO RINS

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1511250E-03	0.5037500E-04	2.047	0.15047
Linear R ² =0.95	1	0.1430083E-03	0.1430083E-03	5.811	0.02921
Quadrat. R ² =0.96	1	0.2041667E-05	0.2041667E-05	0.083	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.6075000E-05	0.6075000E-05	0.247	*****
BLOQ	5	0.4037083E-03	0.8074167E-04	3.281	0.03364

Resíduo 15 0.3691250E-03 0.2460833E-04

Coeficiente de Variação = 14.396

PESO DO CORAÇÃO

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRAT	3	0.1531250E-03	0.5104167E-04	1.021	0.41097	
Linear R ² =0.82	1	0.1260750E-03	0.1260750E-03	2.523	0.13307	
Quadrat. R ² =0.99	1	0.2604167E-04	0.2604167E-04	0.521	*****	
Cúbico R ² =1.00	1	0.1008333E-05	0.1008333E-05	0.020	*****	
BLOQ	5	0.8172083E-03	0.1634417E-03	3.270	0.03400	
Resíduo	15	0.7496250E-03	0.4997500E-04			

Coeficiente de Variação = 23.402

PESO DO BAÇO

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRAT	3	0.4445833E-04	0.1481944E-04	2.345	0.11408	
Linear R ² =0.10	1	0.4408333E-05	0.4408333E-05	0.698	*****	
Quadrat. R ² =1.00	1	0.4004167E-04	0.4004167E-04	6.336	0.02369	
Cúbico R ² =1.00	1	0.8333333E-08	0.8333333E-08	0.001	*****	
BLOQ	5	0.6370833E-04	0.1274167E-04	2.016	0.13446	
Resíduo	15	0.9479167E-04	0.6319444E-05			

Coeficiente de Variação = 24.426

PESO DO ESTOMAGO

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRAT	3	0.9745833E-04	0.3248611E-04	0.401	*****	
Linear R ² =0.26	1	0.2520833E-04	0.2520833E-04	0.311	*****	
Quadrat. R ² =0.38	1	0.1204167E-04	0.1204167E-04	0.149	*****	
Cúbico R ² =1.00	1	0.6020833E-04	0.6020833E-04	0.743	*****	
BLOQ	5	0.5792083E-03	0.1158417E-03	1.429	0.27038	
Resíduo	15	0.1216292E-02	0.8108611E-04			

Coeficiente de Variação = 17.905

PESO DO INTESTINO

Fontes de Variação G.L. Soma de Quadrado Quadrado Médio F Signif.

1 -----						
TRAT	3	0.6183167E-02	0.2061056E-02	2.127	0.13958	
Linear R ² =0.06	1	0.3960333E-03	0.3960333E-03	0.409	*****	
Quadrat. R ² =0.47	1	0.2521500E-02	0.2521500E-02	2.602	0.12755	
Cúbico R ² =1.00	1	0.3265633E-02	0.3265633E-02	3.370	0.08629	
BLOQ	5	0.8788333E-02	0.1757667E-02	1.814	0.17056	
Resíduo	15	0.1453433E-01	0.9689556E-03			

Coeficiente de Variação = 13.056

COMPRIMENTO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	0.4557253	0.1519084	0.163	*****
Linear R ² =0.83	1	0.3799125	0.3799125	0.408	*****
Quadrat. R ² =0.83	1	0.1066667E-04	0.1066667E-04	0.000	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.7580213E-01	0.7580213E-01	0.081	*****
BLOQ	5	4.090640	0.8181280	0.878	*****
Resíduo	15	13.97595	0.9317298		
Coeficiente de Variação =		10.087			

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGUT® NA FASE PRE I NO

EXPERIMENTO PARA HISTOLOGIA (18 a 25 DIAS DE IDADE)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	1.199312	0.3997708	1.810	0.18863
Linear R ² =0.50	1	0.5950208	0.5950208	2.694	0.12155
Quadrat. R ² =0.89	1	0.4676042	0.4676042	2.117	0.16630
Cúbico R ² =1.00	1	0.1366875	0.1366875	0.619	*****
BLOQ	5	11.43384	2.286767	10.352	0.00019
Resíduo	15	3.313513	0.2209008		
Coeficiente de Variação =		9.473			

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	1.080404	0.3601347	0.872	*****
Linear R ² =0.14	1	0.1493191	0.1493191	0.362	*****
Quadrat. R ² =0.14	1	0.6902042E-02	0.6902042E-02	0.017	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.9241830	0.9241830	2.239	0.15535
BLOQ	5	21.45069	4.290139	10.392	0.00019
Resíduo	15	6.192694	0.4128462		
Coeficiente de Variação =		10.220			

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.081827	0.3606091	4.265	0.02294
Linear R ² =0.41	1	0.4474965	0.4474965	5.293	0.03618
Quadrat. R ² =0.73	1	0.3446407	0.3446407	4.076	0.06173
Cúbico R ² =1.00	1	0.2896901	0.2896901	3.426	0.08395
BLOQ	5	1.188076	0.2376152	2.810	0.05511
Resíduo	15	1.268187	0.8454578E-01		
Coeficiente de Variação = 18.973					

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.2208362E-01	0.7361206E-02	4.265	0.02294
Linear R ² =0.41	1	0.9142555E-02	0.9142555E-02	5.298	0.03611
Quadrat. R ² =0.73	1	0.7053061E-02	0.7053061E-02	4.087	0.06143
Cúbico R ² =1.00	1	0.5888003E-02	0.5888003E-02	3.412	0.08455
BLOQ	5	0.2424109E-01	0.4848218E-02	2.809	0.05518
Resíduo	15	0.2588683E-01	0.1725789E-02		
Coeficiente de Variação = 18.973					

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	2.016256	0.6720853	3.283	0.05017
Linear R ² =0.61	1	1.228770	1.228770	6.003	0.02704
Quadrat. R ² =0.73	1	0.2406004	0.2406004	1.175	0.29542
Cúbico R ² =1.00	1	0.5468850	0.5468850	2.672	0.12296
BLOQ	5	2.874458	0.5748916	2.808	0.05523
Resíduo	15	3.070532	0.2047021		
Coeficiente de Variação = 34.717					

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.4115820E-01	0.1371940E-01	3.284	0.05015
Linear R ² =0.61	1	0.2507612E-01	0.2507612E-01	6.002	0.02705
Quadrat. R ² =0.73	1	0.4916753E-02	0.4916753E-02	1.177	0.29512
Cúbico R ² =1.00	1	0.1116533E-01	0.1116533E-01	2.673	0.12290
BLOQ	5	0.5866115E-01	0.1173223E-01	2.808	0.05525
Resíduo	15	0.62666745E-01	0.4177830E-02		
Coeficiente de Variação = 34.718					

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
<hr/>						
TRAT		3	1.992986	0.6643286	2.138	0.13816
Linear	R ² =0.75	1	1.492358	1.492358	4.803	0.04461
Quadrat.	R ² =0.91	1	0.3113303	0.3113303	1.002	0.33271
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1892972	0.1892972	0.609	*****
BLOQ		5	2.105103	0.4210206	1.355	0.29542
Resíduo		15	4.660763	0.3107175		
Coeficiente de Variação = 39.897						

ALTURA DA VILOSIDADE DO DUODENO

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
<hr/>						
TRAT		3	31816.09	10605.36	2.962	0.06592
Linear	R ² =0.87	1	27606.57	27606.57	7.710	0.01411
Quadrat.	R ² =0.97	1	3356.937	3356.937	0.937	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	852.5837	852.5837	0.238	*****
BLOQ		5	47733.42	9546.685	2.666	0.06447
Resíduo		15	53712.36	3580.824		
Coeficiente de Variação = 14.685						

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
<hr/>						
TRAT		3	31781.48	10593.83	11.208	0.00041
Linear	R ² =0.64	1	20355.63	20355.63	21.536	0.00032
Quadrat.	R ² =0.91	1	8489.361	8489.361	8.981	0.00903
Cúbico	R ² =1.00	1	2936.485	2936.485	3.107	0.09833
BLOQ		5	5883.732	1176.746	1.245	0.33714
Resíduo		15	14178.12	945.2080		
Coeficiente de Variação = 16.009						

RELAÇÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
<hr/>						
TRAT		3	13.01304	4.337680	8.668	0.00141
Linear	R ² =0.90	1	11.70894	11.70894	23.398	0.00022

Quadrat.	$R^2=0.94$	1	0.4637209	0.4637209	0.927	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	0.8403760	0.8403760	1.679	0.21460
BLOQ		5	4.659516	0.9319032	1.862	0.16110
Resíduo		15	7.506340	0.5004226		
Coeficiente de Variação = 24.050						

ALTURA DA VILOSIDADE DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	6415.092	2138.364	0.487	*****	
Linear	$R^2=0.11$	1	701.3446	0.160	*****	
Quadrat.	$R^2=0.32$	1	1363.550	0.311	*****	
Cúbico	$R^2=1.00$	1	4350.197	0.991	*****	
BLOQ		5	34689.66	6937.933	1.580	0.22540
Resíduo		15	65861.69	4390.780		

Coeficiente de Variação = 19.212

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	3507.244	1169.081	2.873	0.07120	
Linear	$R^2=0.36$	1	1270.846	3.123	0.09753	
Quadrat.	$R^2=0.66$	1	1035.262	2.544	0.13156	
Cúbico	$R^2=1.00$	1	1201.137	2.952	0.10636	
BLOQ		5	349.4678	69.89356	0.172	*****
Resíduo		15	6104.159	406.9440		

Coeficiente de Variação = 11.403

RELAÇÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO JEJUNO

VJCJ

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	3.452646	1.150882	4.534	0.01875	
Linear	$R^2=0.35$	1	1.209707	4.766	0.04534	
Quadrat.	$R^2=0.56$	1	0.7387853	2.911	0.10862	
Cúbico	$R^2=1.00$	1	1.504154	5.926	0.02789	
BLOQ		5	2.012475	0.4024951	1.586	0.22390
Resíduo		15	3.807442	0.2538295		

Coeficiente de Variação = 22.183

ALTURA DA VILOSIDADE DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					

TRAT		3	48632.05	16210.68	9.383	0.00098
Linear	$R^2=0.96$	1	46506.36	46506.36	26.920	0.00011
Quadrat.	$R^2=0.96$	1	36.02466	36.02466	0.021	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	2089.662	2089.662	1.210	0.28875
BLOQ		5	15246.41	3049.281	1.765	0.18075
Resíduo		15	25913.67	1727.578		

Coeficiente de Variação = 13.622

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	597.1294	199.0431	0.836	*****	
Linear	$R^2=0.02$	1	9.944369	0.042	*****	
Quadrat.	$R^2=0.55$	1	318.8894	1.340	0.26516	
Cúbico	$R^2=1.00$	1	268.2957	1.127	0.30515	
BLOQ		5	3076.648	615.3296	2.585	0.07044
Resíduo		15	3570.001	238.0000		

Coeficiente de Variação = 7.851

RELAÇÃO VIOSIDADE : CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	1.797676	0.5992253	13.824	0.00014	
Linear	$R^2=0.96$	1	1.716997	39.610	0.00001	
Quadrat.	$R^2=0.98$	1	0.4322023E-01	0.4322023E-01	0.997	*****
Cúbico	$R^2=1.00$	1	0.3745821E-01	0.3745821E-01	0.864	*****
BLOQ		5	0.4916310	0.9832619E-01	2.268	0.10054
Resíduo		15	0.6502216	0.4334811E-01		

Coeficiente de Variação = 11.970

PESO DO FIGADO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	0.2160792E-02	0.7202639E-03	1.399	0.28191	
Linear	$R^2=0.08$	1	0.1656750E-03	0.322	*****	
Quadrat.	$R^2=0.23$	1	0.3300417E-03	0.641	*****	
Cúbico	$R^2=1.00$	1	0.1665075E-02	3.233	0.09231	
BLOQ		5	0.1757321E-01	0.3514642E-02	6.825	0.00166
Resíduo		15	0.7724958E-02	0.5149972E-03		

Coeficiente de Variação = 14.012

PESO DO PULMÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1590000E-03	0.5300000E-04	0.462	*****
Linear R ² =0.37	1	0.5880000E-04	0.5880000E-04	0.512	*****
Quadrat. R ² =0.45	1	0.1350000E-04	0.1350000E-04	0.118	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.8670000E-04	0.8670000E-04	0.755	*****
BLOQ	5	0.3406833E-02	0.6813667E-03	5.937	0.00320
Resíduo	15	0.1721500E-02	0.1147667E-03		

Coeficiente de Variação = 14.221

PESO DO RINS

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1235000E-03	0.4116667E-04	3.127	0.05725
Linear R ² =0.16	1	0.1920000E-04	0.1920000E-04	1.458	0.24591
Quadrat. R ² =0.24	1	0.1066667E-04	0.1066667E-04	0.810	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.9363333E-04	0.9363333E-04	7.111	0.01759
BLOQ	5	0.7968333E-03	0.1593667E-03	12.104	0.00008
Resíduo	15	0.1975000E-03	0.1316667E-04		

Coeficiente de Variação = 10.859

PESO DO CORAÇÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.2356667E-03	0.7855556E-04	1.479	0.26042
Linear R ² =0.06	1	0.1470000E-04	0.1470000E-04	0.277	*****
Quadrat. R ² =0.27	1	0.4816667E-04	0.4816667E-04	0.907	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1728000E-03	0.1728000E-03	3.253	0.09142
BLOQ	5	0.7388333E-03	0.1477667E-03	2.782	0.05685
Resíduo	15	0.7968333E-03	0.5312222E-04		

Coeficiente de Variação = 24.568

PESO DO BAÇO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.5345833E-04	0.1781944E-04	2.269	0.12232
Linear R ² =0.13	1	0.7008333E-05	0.7008333E-05	0.892	*****
Quadrat. R ² =0.17	1	0.2041667E-05	0.2041667E-05	0.260	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.4440833E-04	0.4440833E-04	5.655	0.03113
BLOQ	5	0.6370833E-04	0.1274167E-04	1.623	0.21423
Resíduo	15	0.1177917E-03	0.7852778E-05		

Coeficiente de Variação = 23.272

PESO DO ESTOMAGO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1810000E-03	0.6033333E-04	1.805	0.18956
Linear R ² =0.11	1	0.1920000E-04	0.1920000E-04	0.574	*****
Quadrat. R ² =0.59	1	0.8816667E-04	0.8816667E-04	2.637	0.12522
Cúbico R ² =1.00	1	0.7363333E-04	0.7363333E-04	2.202	0.15851
BLOQ	5	0.9395000E-03	0.1879000E-03	5.620	0.00410
Resíduo	15	0.5015000E-03	0.3343333E-04		

Coeficiente de Variação = 11.800

PESO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1742458E-02	0.5808194E-03	0.353	*****
Linear R ² =0.26	1	0.4602083E-03	0.4602083E-03	0.280	*****
Quadrat. R ² =0.90	1	0.1107042E-02	0.1107042E-02	0.673	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1752083E-03	0.1752083E-03	0.107	*****
BLOQ	5	0.1867571E-01	0.3735142E-02	2.272	0.10011
Resíduo	15	0.2465879E-01	0.1643919E-02		

COMPRIMENTO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	3.481658	1.160553	1.447	0.26869
Linear R ² =0.27	1	0.9388083	0.9388083	1.171	0.29637
Quadrat. R ² =0.57	1	1.055881	1.055881	1.317	0.26918
Cúbico R ² =1.00	1	1.486968	1.486968	1.854	0.19341
BLOQ	5	9.775471	1.955094	2.438	0.08301
Resíduo	15	12.02982	0.8019880		

Coeficiente de Variação = 9.812

**VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITOS NA
FASE PRÉ I INICIAL (18 a 32 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-
GLUTAMINA NA DIETA.**

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	7,972	3,749	0,268	2,987	0,213	1,255
1	2	4,446	6,835	3,083	0,220	2,389	0,171	1,290
1	3	5,603	8,098	3,183	0,227	2,495	0,178	1,276
1	4	5,045	6,615	2,530	0,181	1,570	0,112	1,611
1	5	6,139	8,430	3,018	0,216	2,292	0,164	1,317
MEDIA		5,243	7,590	3,113	0,222	2,346	0,168	1,350

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,946	8,305	3,991	0,285	3,359	0,240	1,188
2	2	4,503	6,285	3,035	0,217	1,782	0,127	1,703
2	3	5,795	8,110	3,167	0,226	2,315	0,165	1,368
2	4	4,936	8,115	3,482	0,249	3,179	0,227	1,095
2	5	6,128	9,785	3,554	0,254	3,658	0,261	0,972
MEDIA		5,262	8,120	3,446	0,246	2,859	0,204	1,265

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,781	8,540	4,216	0,301	3,759	0,269	1,121
3	2	4,518	8,845	3,577	0,256	4,327	0,309	0,827
3	3	5,021	8,204	3,382	0,242	3,191	0,228	1,120
3	4	4,743	6,480	2,479	0,177	1,737	0,124	1,427
3	5	6,008	8,950	3,254	0,232	2,943	0,210	1,106
MEDIA		5,014	8,204	3,382	0,242	3,191	0,228	1,120

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,981	8,660	4,124	0,295	3,679	0,263	1,121
4	2	4,555	7,560	3,580	0,256	3,005	0,215	1,191
4	3	5,654	9,065	4,173	0,298	3,411	0,244	1,223
4	4	4,866	7,050	2,488	0,178	2,184	0,156	1,139
4	5	6,027	8,340	3,044	0,217	2,313	0,165	1,316
MEDIA		5,217	8,135	3,482	0,249	2,918	0,208	1,198

**VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITOS NA
FASE PRÉ II INICIAL (32 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-
GLUTAMINA NA DIETA.**

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	7,972	15,533	10,759	0,769	7,562	0,540	1,423
1	2	6,835	14,325	10,820	0,773	7,490	0,535	1,445
1	3	8,098	16,950	11,095	0,792	8,853	0,632	1,253
1	4	6,615	13,875	9,181	0,656	7,260	0,519	1,265
1	5	8,430	16,375	10,459	0,747	7,945	0,568	1,316
MEDIA		7,590	15,412	10,463	0,747	7,822	0,559	1,340

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	8,305	17,133	10,615	0,758	8,828	0,631	1,202
2	2	6,285	13,075	8,448	0,603	6,790	0,485	1,244
2	3	8,110	16,100	10,994	0,785	7,990	0,571	1,376
2	4	8,115	16,100	10,155	0,725	7,985	0,570	1,272
2	5	9,785	18,275	11,942	0,853	8,490	0,606	1,407
MEDIA		8,120	16,137	10,430	0,745	8,017	0,573	1,300

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	8,540	15,650	9,874	0,705	7,110	0,508	1,389
3	2	8,845	17,850	12,259	0,876	9,005	0,643	1,361
3	3	8,204	15,450	9,983	0,713	7,246	0,518	1,397
3	4	6,480	11,400	7,742	0,553	4,920	0,351	1,573
3	5	8,950	16,900	10,056	0,718	7,950	0,568	1,265
MEDIA		8,204	15,450	9,983	0,713	7,246	0,518	1,397

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	8,660	17,283	11,533	0,824	8,623	0,616	1,337
4	2	7,560	15,225	11,472	0,819	7,665	0,548	1,497
4	3	9,065	16,400	9,904	0,707	7,335	0,524	1,350
4	4	7,050	14,800	10,057	0,718	7,750	0,554	1,298
4	5	8,340	16,250	10,431	0,745	7,910	0,565	1,319
MEDIA		8,135	15,992	10,679	0,763	7,857	0,561	1,360

**VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITORES NA
FASE PRE INICIAL TOTAL (18 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS
DE L-GLUTAMINA NA DIETA.**

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	15,533	14,508	0,518	10,549	0,377	1,339
1	2	4,446	14,325	13,903	0,497	9,879	0,353	1,368
1	3	5,603	16,950	14,278	0,510	11,347	0,405	1,265
1	4	5,045	13,875	11,711	0,418	8,830	0,315	1,438
1	5	6,139	16,375	13,477	0,481	10,237	0,366	1,317
MEDIA		5,243	15,412	13,575	0,485	10,168	0,363	1,345

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,946	17,133	14,606	0,522	12,187	0,435	1,195
2	2	4,503	13,075	11,483	0,410	8,572	0,306	1,474
2	3	5,795	16,100	14,161	0,506	10,305	0,368	1,372
2	4	4,936	16,100	13,637	0,487	11,164	0,399	1,184
2	5	6,128	18,275	15,496	0,553	12,148	0,434	1,189
MEDIA		5,262	16,137	13,876	0,496	10,875	0,388	1,283

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,781	15,650	14,090	0,503	10,869	0,388	1,255
3	2	4,518	17,850	15,836	0,566	13,332	0,476	1,094
3	3	5,012	15,450	13,365	0,478	10,437	0,373	1,259
3	4	4,743	11,400	10,221	0,365	6,657	0,238	1,500
3	5	6,008	16,900	13,310	0,475	10,893	0,389	1,185
MEDIA		5,012	15,450	13,364	0,477	10,438	0,373	1,259

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,981	17,283	15,657	0,559	12,303	0,439	1,229
4	2	4,555	15,225	15,052	0,538	10,670	0,381	1,344
4	3	5,654	16,400	14,077	0,503	10,746	0,384	1,287
4	4	4,866	14,800	12,545	0,448	9,934	0,355	1,218
4	5	6,027	16,250	13,475	0,481	10,223	0,365	1,317
MEDIA		5,217	15,992	14,161	0,506	10,775	0,385	1,279

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITOS NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 32 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE AMINOGUT®NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	7,972	3,749	0,268	2,987	0,213	1,255
1	2	4,446	6,835	3,083	0,220	2,389	0,171	1,290
1	3	5,603	8,098	3,183	0,227	2,495	0,178	1,276
1	4	5,045	6,615	2,530	0,181	1,570	0,112	1,611
1	5	6,139	8,430	3,018	0,216	2,292	0,164	1,317
MEDIA		5,243	7,590	3,113	0,222	2,346	0,168	1,350

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,814	8,737	4,634	0,331	3,923	0,280	1,181
2	2	4,853	7,450	3,579	0,256	2,597	0,186	1,378
2	3	5,635	9,380	4,506	0,322	3,745	0,268	1,203
2	4	4,848	7,440	3,283	0,235	2,592	0,185	1,267
2	5	6,095	9,695	4,055	0,290	3,600	0,257	1,126
MEDIA		5,249	8,540	4,011	0,287	3,291	0,235	1,231

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,810	8,830	4,552	0,325	4,020	0,287	1,132
3	2	4,590	7,380	3,050	0,218	2,790	0,199	1,093
3	3	5,761	9,190	3,664	0,262	3,429	0,245	1,069
3	4	4,768	8,138	3,538	0,253	3,370	0,241	1,050
3	5	6,185	9,240	3,678	0,263	3,055	0,218	1,204
MEDIA		5,223	8,556	3,696	0,264	3,333	0,238	1,110

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,749	8,093	4,216	0,301	3,345	0,239	1,261
4	2	4,562	9,330	4,503	0,322	4,768	0,341	0,944
4	3	5,066	8,866	4,075	0,291	3,800	0,271	1,086
4	4	4,843	8,370	3,604	0,257	3,527	0,252	1,022
4	5	6,111	9,670	3,976	0,284	3,559	0,254	1,117
MEDIA		5,066	8,866	4,075	0,291	3,800	0,271	1,086

**VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITOS NA
FASE PRÉ II INICIAL (32 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE
AMINOGUT®NA DIETA.**

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	7,972	15,533	10,759	0,769	7,562	0,540	1,423
1	2	6,835	14,325	10,820	0,773	7,490	0,535	1,445
1	3	8,098	16,950	11,095	0,792	8,853	0,632	1,253
1	4	6,615	13,875	9,181	0,656	7,260	0,519	1,265
1	5	8,430	16,375	10,459	0,747	7,945	0,568	1,316
MEDIA		7,590	15,412	10,463	0,747	7,822	0,559	1,340

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	8,737	18,000	12,178	0,870	9,263	0,662	1,315
2	2	7,450	15,075	11,038	0,788	7,625	0,545	1,448
2	3	9,380	17,025	11,886	0,849	7,645	0,546	1,555
2	4	7,440	15,125	10,254	0,732	7,685	0,549	1,334
2	5	9,695	17,550	12,256	0,875	7,855	0,561	1,560
MEDIA		8,540	16,555	11,522	0,823	8,015	0,572	1,442

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	8,830	18,567	11,583	0,827	9,737	0,695	1,190
3	2	7,380	16,175	9,760	0,697	8,795	0,628	1,110
3	3	9,190	18,575	11,749	0,839	9,385	0,670	1,252
3	4	8,138	15,825	9,919	0,709	7,688	0,549	1,290
3	5	9,240	17,550	11,521	0,823	8,310	0,594	1,386
MEDIA		8,556	17,338	10,906	0,779	8,783	0,627	1,246

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	8,093	16,933	10,850	0,775	8,840	0,631	1,227
4	2	9,330	17,325	12,360	0,883	7,995	0,571	1,546
4	3	8,866	16,952	11,175	0,798	8,086	0,578	1,386
4	4	8,370	16,075	10,178	0,727	7,705	0,550	1,321
4	5	9,670	17,475	11,313	0,808	7,805	0,558	1,449
MEDIA		8,866	16,952	11,175	0,798	8,086	0,578	1,386

**VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITOS NA
FASE TOTAL (18 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE
AMINOGUT®NA DIETA.**

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	15,533	14,508	0,518	10,549	0,377	1,339
1	2	4,446	14,325	13,903	0,497	9,879	0,353	1,368
1	3	5,603	16,950	14,278	0,510	11,347	0,405	1,265
1	4	5,045	13,875	11,711	0,418	8,830	0,315	1,438
1	5	6,139	16,375	13,477	0,481	10,237	0,366	1,317
MEDIA		5,243	15,412	13,575	0,485	10,168	0,363	1,345

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,814	18,000	16,812	0,600	13,186	0,471	1,248
2	2	4,853	15,075	14,617	0,522	10,222	0,365	1,413
2	3	5,635	17,025	16,392	0,585	11,390	0,407	1,379
2	4	4,848	15,125	13,537	0,483	10,277	0,367	1,300
2	5	6,095	17,550	16,311	0,583	11,455	0,409	1,343
MEDIA		5,249	16,555	15,534	0,555	11,306	0,404	1,337

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,810	18,567	16,135	0,576	13,757	0,491	1,161
3	2	4,590	16,175	12,810	0,457	11,585	0,414	1,101
3	3	5,761	18,575	15,413	0,550	12,814	0,458	1,160
3	4	4,768	15,825	13,457	0,481	11,057	0,395	1,170
3	5	6,185	17,550	15,199	0,543	11,365	0,406	1,295
MEDIA		5,223	17,338	14,603	0,522	12,116	0,433	1,178

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,749	16,933	15,066	0,538	12,185	0,435	1,244
4	2	4,562	17,325	16,863	0,602	12,763	0,456	1,245
4	3	5,066	16,952	15,250	0,545	11,886	0,425	1,236
4	4	4,843	16,075	13,782	0,492	11,232	0,401	1,171
4	5	6,111	17,475	15,289	0,546	11,364	0,406	1,283
MEDIA		5,066	16,952	15,250	0,545	11,886	0,424	1,236

**VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITOS NA
FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-
GLUTAMINA NA DIETA.**

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	6,580	6,900	0,946	0,135	0,320	0,046	2,956
1	2	4,990	5,710	1,174	0,168	0,720	0,103	1,631
1	3	4,930	6,160	1,376	0,197	1,230	0,176	1,119
1	4	6,560	8,240	1,690	0,241	1,680	0,240	1,006
1	5	4,320	5,100	1,040	0,149	0,780	0,111	1,333
1	6	4,290	4,552	0,856	0,122	0,262	0,037	3,267
MEDIA		5,278	6,110	1,180	0,169	0,832	0,119	1,885

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	6,480	7,550	1,680	0,240	1,070	0,153	1,570
2	2	5,400	5,940	0,844	0,121	0,540	0,077	1,563
2	3	4,830	6,350	1,426	0,204	1,520	0,217	0,938
2	4	6,340	6,870	0,914	0,131	0,530	0,076	1,725
2	5	4,400	5,170	1,642	0,235	0,770	0,110	2,132
2	6	4,200	5,076	1,050	0,150	0,876	0,125	1,199
MEDIA		5,275	6,159	1,259	0,180	0,884	0,126	1,521

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	6,420	7,300	1,206	0,172	0,880	0,126	1,370
3	2	5,400	6,000	0,884	0,126	0,600	0,086	1,473
3	3	4,730	5,270	1,288	0,184	0,540	0,077	2,385
3	4	6,280	7,640	1,276	0,182	1,360	0,194	0,938
3	5	4,420	6,365	2,020	0,289	1,945	0,278	1,039
3	6	4,130	4,648	1,078	0,154	0,518	0,074	2,081
MEDIA		5,230	6,204	1,292	0,185	0,974	0,139	1,548

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	6,410	8,725	2,412	0,345	2,315	0,331	1,042
4	2	5,550	6,380	1,040	0,149	0,830	0,119	1,253
4	3	4,400	7,020	1,536	0,219	2,620	0,374	0,586
4	4	5,850	6,550	1,324	0,189	0,700	0,100	1,891
4	5	4,440	5,568	1,262	0,180	1,128	0,161	1,119
4	6	5,330	6,848	1,514	0,216	1,518	0,217	1,178
MEDIA		5,330	6,849	1,515	0,216	1,519	0,217	1,178

MEDIA DA ALTURA DAS VIOSIDADES (μm), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (μm) E RELACAO

VILO: CRIPTA DO DUODENO, JEJUNO E ILEO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO EM

LEITORES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES

NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
1	1	359,5	303,4	1,4	393,5	161,9	2,6	305,0	182,4	1,8
1	2	317,0	259,0	1,4	236,7	159,0	1,6	179,1	177,3	1,2
1	3	347,2	249,4	1,7	410,7	192,2	2,2	280,7	233,0	1,3
1	4	473,4	277,3	2,1	350,6	193,5	2,1	304,0	223,7	1,5
1	5	344,3	211,8	1,9	351,6	171,5	2,3	177,6	188,2	1,0
1	6	417,5	228,4	2,1	291,9	221,5	1,4	197,7	192,5	1,1
MEDIA		376,5	254,9	1,8	339,2	183,3	2,0	240,7	199,5	1,3

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
2	1	278,8	202,2	1,6	236,8	236,6	1,3	353,3	192,5	2,0
2	2	362,3	206,6	2,0	337,3	138,0	2,8	309,3	158,6	2,1
2	3	273,7	141,8	2,2	413,6	160,5	3,0	241,7	203,6	1,3
2	4	312,7	201,4	1,7	309,1	163,5	2,2	206,0	177,2	1,3
2	5	307,8	220,3	1,8	370,6	228,8	1,9	226,2	164,6	1,5
2	6	295,1	182,9	1,8	336,2	205,2	1,8	298,0	163,7	2,3
MEDIA		305,0	192,5	1,8	333,9	188,7	2,2	272,4	176,7	1,8

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
3	1	221,8	197,0	1,4	264,5	180,3	1,6	224,4	160,1	1,5
3	2	252,1	167,9	1,7	306,5	192,2	1,7	212,8	159,0	1,5
3	3	272,2	153,2	2,3	296,5	150,0	2,2	268,0	159,7	1,9
3	4	252,1	140,6	2,0	360,8	189,7	2,1	303,7	181,0	1,9
3	5	370,9	188,0	2,3	376,4	229,8	1,7	288,0	203,3	1,7
3	6	397,4	189,1	2,5	406,7	211,0	2,2	262,8	192,0	1,5
MEDIA		294,4	172,6	2,0	335,2	192,2	1,9	259,9	175,8	1,7

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
4	1	261,6	191,8	1,7	257,7	221,9	1,2	314,2	212,2	1,7
4	2	256,6	154,8	1,9	287,0	196,6	1,5	179,8	158,2	1,5
4	3	241,3	184,8	1,7	335,1	205,1	2,0	254,6	162,7	1,8
4	4	307,1	185,1	2,4	284,3	197,2	1,6	279,5	199,5	1,5
4	5	354,7	196,6	2,3	381,0	167,4	2,4	241,7	186,0	1,4
4	6	284,2	182,6	2,0	309,0	197,6	1,8	254,0	183,7	1,6
MEDIA		284,2	182,6	2,0	309,0	197,6	1,8	254,0	183,7	1,6

MEDIA DO PESO DOS ORGAOS DIGESTORIOS E COMPRIMENTO DO INTESTINO POR

TRATAMENTO E POR REPETICAO EM LEITOS NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE

IDADE) EM LEITOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
1	1	0,149	0,086	0,034	0,015	0,039	0,044	0,227	9,370
1	2	0,172	0,093	0,027	0,009	0,026	0,056	0,246	10,370
1	3	0,160	0,082	0,031	0,008	0,028	0,055	0,262	10,500
1	4	0,180	0,090	0,046	0,018	0,040	0,058	0,286	10,200
1	5	0,127	0,051	0,024	0,007	0,000	0,038	0,209	8,670
1	6	0,118	0,053	0,022	0,009	0,023	0,034	0,198	9,170
MEDIA		0,151	0,076	0,031	0,011	0,026	0,048	0,238	9,713

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
2	1	0,174	0,086	0,044	0,012	0,038	0,068	0,279	9,890
2	2	0,182	0,080	0,034	0,010	0,030	0,050	0,172	8,400
2	3	0,176	0,076	0,037	0,007	0,028	0,064	0,240	10,450
2	4	0,167	0,080	0,035	0,009	0,038	0,047	0,229	10,320
2	5	0,156	0,059	0,027	0,008	0,025	0,040	0,296	10,000
2	6	0,141	0,075	0,029	0,007	0,024	0,047	0,236	9,140
MEDIA		0,166	0,076	0,034	0,009	0,031	0,053	0,242	9,700

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
3	1	0,170	0,082	0,037	0,011	0,039	0,048	0,258	11,520
3	2	0,168	0,086	0,033	0,006	0,027	0,051	0,205	10,230
3	3	0,166	0,059	0,033	0,009	0,025	0,042	0,192	8,250
3	4	0,191	0,095	0,045	0,011	0,040	0,057	0,215	9,730
3	5	0,169	0,080	0,037	0,011	0,034	0,060	0,235	8,980
3	6	0,128	0,056	0,026	0,007	0,027	0,038	0,181	7,910
MEDIA		0,165	0,076	0,035	0,009	0,032	0,049	0,214	9,437

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
4	1	0,250	0,115	0,039	0,014	0,038	0,063	0,312	9,770
4	2	0,165	0,073	0,037	0,010	0,035	0,046	0,222	10,260
4	3	0,193	0,080	0,040	0,014	0,035	0,058	0,262	10,000

4	4	0,167	0,086	0,036	0,010	0,028	0,050	0,256	8,040
4	5	0,147	0,067	0,036	0,013	0,026	0,041	0,245	9,060
4	6	0,184	0,084	0,038	0,012	0,032	0,052	0,259	9,426
MEDIA		0,184	0,084	0,038	0,012	0,032	0,052	0,259	9,426

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITOES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE AMINOOGUT®NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	6,58	6,90	0,95	0,14	0,32	0,05	2,96
1	2	4,99	5,71	1,17	0,17	0,72	0,10	1,63
1	3	4,93	6,16	1,38	0,20	1,23	0,18	1,12
1	4	6,56	8,24	1,69	0,24	1,68	0,24	1,01
1	5	4,32	5,10	1,04	0,15	0,78	0,11	1,33
1	6	4,29	4,55	0,86	0,12	0,26	0,04	3,27
MEDIA		5,28	6,11	1,18	0,17	0,83	0,12	1,89

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	6,12	7,80	1,86	0,27	1,68	0,24	1,11
2	2	5,46	7,19	2,22	0,32	1,73	0,25	1,28
2	3	4,31	5,00	1,43	0,20	0,69	0,10	2,07
2	4	5,51	7,84	2,11	0,30	2,33	0,33	0,90
2	5	4,48	6,19	1,63	0,23	1,71	0,24	0,95
2	6	4,08	4,97	1,19	0,17	0,89	0,13	1,34
MEDIA		4,99	6,50	1,74	0,25	1,50	0,21	1,28

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,47	6,04	1,57	0,22	1,30	0,19	1,29
3	2	5,48	6,45	1,51	0,22	0,97	0,14	1,56
3	3	4,05	5,96	1,73	0,25	1,91	0,27	0,91
3	4	5,48	6,85	1,45	0,21	1,37	0,20	1,06
3	5	4,47	6,04	1,57	0,22	1,30	0,19	1,29
3	6	3,95	4,91	1,57	0,22	0,96	0,14	1,64
MEDIA		4,65	6,04	1,57	0,22	1,30	0,19	1,29

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	5,68	7,61	2,02	0,29	1,93	0,28	1,05
4	2	5,92	7,06	1,89	0,27	1,14	0,16	1,67
4	3	4,00	4,80	1,17	0,17	0,80	0,11	1,46
4	4	5,37	7,71	2,27	0,32	2,34	0,33	0,97
4	5	4,65	6,77	1,37	0,20	2,12	0,30	0,64
4	6	3,92	5,04	1,15	0,16	1,12	0,16	1,03
MEDIA		4,92	6,50	1,65	0,24	1,57	0,22	1,14

MEDIA DA ALTURA DAS VIOSIDADES (μm), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (μm) E RELACAO

VILO: CRIPTA DO DUODENO, JEJUNO E ILEO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO EM

LEITOES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES

NIVEIS DE AMINOGUT® NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
1	1	359,5	303,4	1,4	393,5	161,9	2,6	305,0	182,4	1,8
1	2	317,0	259,0	1,4	236,7	159,0	1,6	179,1	177,3	1,2
1	3	347,2	249,4	1,7	410,7	192,2	2,2	280,7	233,0	1,3
1	4	473,4	277,3	2,1	350,6	193,5	2,1	304,0	223,7	1,5
1	5	344,3	211,8	1,9	351,6	171,5	2,3	177,6	188,2	1,0
1	6	417,5	228,4	2,1	291,9	221,5	1,4	197,7	192,5	1,1
MEDIA		376,5	254,9	1,8	339,2	183,3	2,0	240,7	199,5	1,3

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
2	1	316,1	119,2	3,8	315,1	171,6	2,2	298,6	161,8	2,0
2	2	336,9	152,7	2,7	291,3	192,1	1,8	314,3	190,1	1,9
2	3	340,4	245,1	1,7	268,8	196,3	1,4	313,9	221,0	1,7
2	4	464,9	197,1	3,3	407,9	155,0	3,4	327,2	208,5	1,7
2	5	454,9	153,3	3,7	429,7	191,9	2,5	276,8	214,8	1,4
2	6	321,9	161,3	2,9	405,3	156,7	2,8	264,4	189,6	1,6
MEDIA		372,5	171,4	3,0	353,0	177,2	2,3	299,2	197,6	1,7

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
3	1	418,8	175,1	3,1	321,7	189,7	1,9	313,5	188,1	1,9
3	2	408,2	173,4	2,9	288,5	216,3	1,5	317,9	201,6	1,8
3	3	373,0	163,3	2,9	328,1	181,7	1,9	355,0	190,2	2,0
3	4	448,3	200,4	3,0	314,7	176,6	1,9	250,7	182,4	1,7

3	5	418,8	175,1	3,1	321,7	189,7	1,9	313,5	188,1	1,9
3	6	445,8	163,2	3,7	355,6	184,3	2,1	330,5	178,2	1,9
MEDIA		418,8	175,1	3,1	321,7	189,7	1,9	313,5	188,1	1,8

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
4	1	580,6	181,1	4,7	451,9	162,9	3,8	376,0	197,5	2,2
4	2	386,9	124,2	4,2	292,3	147,1	2,4	331,5	209,8	1,7
4	3	345,2	195,2	2,3	419,0	154,3	3,1	374,1	206,9	2,1
4	4	549,0	169,5	3,9	427,9	168,6	3,2	449,7	224,1	2,2
4	5	364,7	190,5	2,4	414,3	173,4	2,7	299,1	185,4	1,8
4	6	546,4	140,7	5,4	188,9	138,3	1,9	372,3	181,0	2,4
MEDIA		462,1	166,8	3,8	365,7	157,4	2,9	367,1	200,8	2,1

MEDIA DO PESO DOS ORGAOS DIGESTORIOS E COMPRIMENTO DO INTESTINO POR

TRATAMENTO EPOR REPETICAO EM LEITOES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE

IDADE) EM LEITOES ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE AMINOGUT ® NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
1	1	0,15	0,09	0,03	0,02	0,04	0,04	0,23	9,37
1	2	0,17	0,09	0,03	0,01	0,03	0,06	0,25	10,37
1	3	0,16	0,08	0,03	0,01	0,03	0,06	0,26	10,50
1	4	0,18	0,09	0,05	0,02	0,04	0,06	0,29	10,20
1	5	0,13	0,05	0,02	0,01	0,00	0,04	0,21	8,67
1	6	0,12	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,20	9,17
MEDIA		0,15	0,08	0,03	0,01	0,03	0,05	0,24	9,71

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
2	1	0,24	0,10	0,04	0,01	0,04	0,06	0,29	10,27
2	2	0,19	0,09	0,04	0,01	0,04	0,05	0,26	8,82
2	3	0,13	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,60
2	4	0,23	0,10	0,05	0,02	0,04	0,07	0,25	8,91
2	5	0,15	0,08	0,04	0,02	0,03	0,05	0,23	8,25
2	6	0,12	0,06	0,03	0,01	0,02	0,04	0,14	6,18
MEDIA		0,18	0,08	0,04	0,01	0,03	0,05	0,23	8,67

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
3	1	0,16	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16
3	2	0,16	0,08	0,03	0,01	0,03	0,05	0,29	10,31
3	3	0,17	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,22	8,92
3	4	0,17	0,09	0,04	0,01	0,03	0,06	0,20	9,32
3	5	0,16	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16
3	6	0,13	0,06	0,03	0,01	0,03	0,04	0,21	8,10
MEDIA		0,16	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
4	1	0,18	0,10	0,04	0,02	0,04	0,05	0,29	9,03
4	2	0,20	0,08	0,03	0,01	0,03	0,05	0,32	10,84
4	3	0,13	0,07	0,03	0,01	0,03	0,04	0,14	7,27
4	4	0,22	0,07	0,05	0,02	0,04	0,05	0,28	8,91
4	5	0,15	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16
4	6	0,11	0,05	0,03	0,01	0,02	0,04	0,25	8,55
MEDIA		0,17	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,25	8,96

O melão de cana na alimentação dos pintos em crescimento

A. BERGAMIN

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de São Paulo

ÍNDICE

1) Introdução	48
2) Material e Método	49
3) Análise e Discussão	50
4) Resumo e Conclusões	52
5) Abstract	53
6) Bibliografia	53

1 — INTRODUÇÃO

Em qualquer ramo de atividade pecuária e qualquer que seja a espécie considerada há sempre um problema pendente a exigir solução satisfatória: a alimentação.

Da boa alimentação, bem preparada e obtida por baixo preço depende, em última análise, o maior volume da renda líquida do criador, constituindo esta a finalidade de toda criação, sabido ser a Zootecnia uma ciência eminentemente econômica.

Ora, se a alimentação regula, em grande parte, o sucesso da criação dos animais domésticos, é natural a preocupação constante da procura de alimentos que possam, pelo seu menor custo, baratear as rações sem que estas sejam prejudicadas no seu valor nutritivo.

Atualmente os avicultores lutam com toda sorte de dificuldades na obtenção de alimentos considerados como básicos para o racionamento das aves; os concentrados protéicos são bastante caros; o farelo e farelinho de trigo são pouco encontrados (**) em virtude da importação do trigo ser feita, hoje, quase totalmente sob a forma de farinha; o milho, que é o alimento mais comum entre nós e que entra na preparação das rações com 50%, em média, está a um preço elevado. Assim sendo, todo esforço que se fizer visando o barateamento das rações pela substituição de certos alimentos por outros equivalentes em valor nutritivo e de mais fácil aquisição, afigura-se-nos contribuição valiosa aos criadores.

O melaço de cana é um subproduto da indústria do açúcar que há muito vem sendo empregado com sucesso na alimentação dos animais domésticos, principalmente bovinos, equinos, suínos e ovinos.

Certos países não açucareiros importam, em grande escala, o melaço para fabricação de álcool e alimentação de animais. Aqui no Estado de São Paulo, como a indústria açucareira é bastante desenvolvida, esse subproduto pode ser encontrado e adquirido a baixo preço em quase todas as regiões do Estado.

(**) Na ocasião, o farelo e farelinho de trigo no mercado era pouco e racionado.

O melaço de cana é muito apreciado pelo gado em geral e as aves o aceitam com avidez pois as rações que o contêm, tornam-se mais apetitosas. O melaço exerce ainda um efeito laxativo muito benéfico se misturado com alimentos mais ou menos constipantes, quando empregado em doses não muito grandes.

O melaço comum tem, segundo MORRISON (1), aproximadamente 55% de açúcares que constituem os únicos elementos nutritivos importantes. Em média, o seu teor em proteína é de 2,8%, sendo em grande parte, formada por compostos de baixo valor nutritivo; tem cerca de 30% de água e apresenta mais ou menos 50 quilos de elementos nutritivos digestíveis totais por 100 quilos, correspondendo aproximadamente a 70% do apresentado pelo milho.

O melaço é usado na alimentação como um estimulante do apetite, e principalmente como fonte barata de hidrocarbonados; seu emprêgo no racionamento das aves pode ser aconselhado desde que a dose não exceda certos limites, produzindo distúrbios gástricos com prejuizos para a saúde.

Consultando a literatura sobre o assunto, encontrámos alguns trabalhos sobre o emprêgo do melaço na alimentação de pintos e a percentagem usada variando de 2 a 15%. De maneira geral as rações contendo melaço produziram resultados parecidos com as que não o continham, provando assim que seu emprêgo não foi prejudicial. Algumas experiências mostraram mesmo resultados melhores para as rações com melaço. Baseados nesses trabalhos, resolvemos experimentar o melaço como substituto de 10% do milho e verificar o comportamento dos pintos quanto ao crescimento e estado geral de saúde.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Para a realização do presente trabalho, foram organizados 2 lotes de 51 pintos da raça Rhode Island Red, com 1 dia de idade; colocados em uma criadeira bateria, ambos receberam o mesmo trato e calor artificial regulado pelo mesmo termóstato, isto é, o ambiente era idêntico.

Os dois lotes eram praticamente iguais, o que pode ser comprovado pelo peso médio dos mesmos na pesagem inicial, que se realizou em 17-6-48.

As rações foram preparadas em 16-6-48, com os seguintes alimentos :

Ração A Tratamento		Ração B Testemunha	
Fubá grosso de milho	38 ks.	Fubá grosso de milho	48 ks.
Farinha de carne (40%)	10 ks.	Farinha de carne (40%)	10 ks.
Torta de algodão	10 ks.	Torta de algodão	10 ks.
Farelinho de arroz	10 ks.	Farelinho de arroz	10 ks.
Farelo de amendoim	7 ks.	Farelo de amendoim	7 ks.
Refinazil	15 ks.	Refinazil	15 ks.
Melaço	10 ks.	Farinha de ostra	3 ks.
Farinha de ostra	3 ks.	Sal	1 k.
Sal	1 k.		

O teor de proteína bruta das duas rações é praticamente o mesmo, pois o da ração A é 20,10% e o da ração B é 20,68%; a pequena diferença existente é devida à maior probreza desse complexo nutritivo no melaço.

Como se vê no quadro acima, a única diferença nas duas rações está na substituição de 10% do milho por igual quantidade de melaço.

3 — ANÁLISE E DISCUSSÃO

Os dados submetidos à análise foram obtidos por pesagens semanais dos pintos, em número de 8, inclusive a inicial.

No quadro 1 encontram-se os valores de \bar{v} , n , σ_v e n em todas as pesagens dos 2 lotes. No quadro 2 estão representados os valores de t-test com as respectivas significâncias.

QUADRO 1

Pesadas	Testemunha B				Tratamento A			
	\bar{v}	σ	\bar{v}	n	\bar{v}	σ	\bar{v}	n
1a.	48,45	4,63	0,64	51	48,45	4,79	0,67	51
2a.	74,21	17,41	2,44	51	72,42	12,99	1,85	49
3a.	111,20	24,77	3,50	50	110,20	18,19	2,59	49
4a.	151,87	35,46	5,12	48	157,75	41,39	5,91	49
5a.	204,56	46,16	6,80	46	221,66	60,85	8,79	48
6a.	273,91	67,16	9,90	46	306,88	75,23	11,22	45
7a.	328,75	83,37	12,04	46	379,76	80,04	12,21	43
8a.	450,65	119,63	17,64	46	524,39	121,26	18,94	41

TESTE T — A/B

QUADRO 2

Pesadas	t	Significância
Inicial	0	insignificante
1a. semana	0,58	insignificante
2a. semana	0,23	insignificante
3a. semana	0,75	insignificante
4a. semana	1,52	insignificante
5a. semana	2,20	duvidoso
6a. semana	2,96	significante
7a. semana	2,84	significante

O exame dos pesos médios nas diversas semanas indica que no princípio, isto é, 1a. e 2a. semanas, os pintos que receberam o tratamento de melaço tiveram um desenvolvimento ligeiramente inferior aos do lote testemunha e, de acordo com nossas observações, isso se deve, provavelmente, à ocorrência de uma ligeira diarréa provocada pelo melaço. A partir da 3a. semana, com o desaparecimento da diarréa, ocorrida, talvez, pela acomodação do organismo, o lote A se avantajou sobre o B, testemunha, apresentando, daí por diante, um peso médio sempre superior, sendo que nas duas últimas o resultado da comparação estatística entre os 2 lotes foi significativa, indicando que o melaço, apesar de ser mais pobre em proteína que o milho, agiu eficazmente sobre o crescimento, provavelmente, por suas qualidades de palatabilidade.

Comparando a mortalidade nos 2 lotes verificámos que no lote A, que recebeu melaço, morreram 10 pintos e, no lote B, testemunha, morreram 5 apenas; essa diferença não pode ser atribuída ao tratamento porque, na última pesagem, muitos pintos do lote B estavam bastante fracos e certamente sucumbiriam se a experiência se prolongasse por mais algum tempo, mesmo porque em qualquer criação de pintos considera-se normal a mortalidade verificada.

Do ponto de vista prático, o resultado parece-nos satisfatório porque a diferença de preço entre o melaço e o milho é bem sensível, pois o milho custa, hoje, (*) cerca de 4 vezes mais. Em uma exploração avícola de vulto, onde o consumo de milho — considerando que este alimento representa, em média, 50% de todas as rações — é de várias toneladas por mês, a substituição de 10% de milho por igual quantidade de melaço representaria, no fim do ano, uma economia apreciável, acarretando um aumento da renda líquida para o criador.

O racionamento com o emprêgo de melaço apresenta, todavia, um inconveniente. A mistura dos alimentos, quando em grandes quantidades, tem que ser feita em misturadores automáticos e o melaço, geralmente, provoca o empastamento e aderência às pás do misturador, dificultando o trabalho mecânico. Para diminuir esse inconveniente o melaço deve ser misturado à parte e manualmente, o que sempre aumenta o trabalho. Mesmo assim, nossa opinião é favorável ao seu emprêgo.

4 — RESUMO E CONCLUSÕES

No ensaio realizado com 2 lotes de 51 pintos de um dia foi experimentado o uso do melaço de cana como substituto de 10% de milho, para verificação do crescimento e do efeito produzido na saúde, pois o melaço é considerado como laxativo quando usado em doses elevadas.

Pelos resultados obtidos chegámos à conclusão que o melaço pode substituir 10% de milho no total da ração dos pintos em crescimento, sem prejuízo para o desenvolvimento e saúde.

O emprêgo do melaço de cana é, por isso, aconselhável porque barateia o custo da ração, produzindo um aumento de renda para o avicultor.

(*) Na época. Hoje o melaco está bem mais caro.

5 — ABSTRACT

Two groups of 51 one day chickens were placed on a diet in which 10% of corn meal in the ration has been substituted by cane molasses.

It was found that in the diet with cane molasses the chickens had a better development and the difference was found to be statistically significant.

Since corn meal is more expensive than cane molasse, that substitution is recommended.

6 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — MORRISON, F. B. (1943). Alimentos y Alimentacion. Santiago, Chile.
- 2 — OTT, W. H., BOUCHER, R. V., and KNANDEL, H. C. — Cane Molasses as a Constituent of Rations for Growing Fowls. *Poultry Science* 20:470.
- 3 — WINTER, A. R. — Cane Molasses for Poultry. *Poultry Science* 8:369-373.

