

RAFAEL SANTOS DE AQUINO

**Efeito da Glutamina em Matrizes Suínas Lactantes**

**RECIFE**

**PERNAMBUCO - BRASIL**

**2012**



RAFAEL SANTOS DE AQUINO

## **Efeito da Glutamina em Matrizes Suínas Lactantes**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Nutrição Animal.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior (UFRPE);

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Helena Emília Cavalcante da Costa Cordeiro Manso (UFRPE).

**RECIFE**

**PERNAMBUCO - BRASIL**

**2012**

Ficha catalográfica

A657e Aquino, Rafael Santos de  
Efeito da glutamina em matrizes suínas lactantes /  
Rafael Santos de Aquino. -- Recife, 2012.  
74 f. : il.

Orientador: Wilson Moreira Dutra Júnior.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,  
Recife, 2012.  
Inclui referências e apêndice.

1. Glutamina 2. Glutamato 3. Porcas 4. Lactação  
5. Leite de porca 6. Aminogut 7. Plasma 8. Retorno ao cio  
I. Dutra Júnior, Wilson Moreira, orientador II. Título

CDD 636

**RAFAEL SANTOS DE AQUINO**

**EFEITO DA GLUTAMINA EM MATRIZES SUÍNAS LACTANTES**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 29 de Fevereiro de 2012.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia / DZ

---

Prof. Dr. Eduardo Nogueira Terra  
Ajinomoto do Brasil  
Nutrição Animal

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia / DZ

---

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia / DZ

Recife – PE, Brasil

Fevereiro de 2012

## DEDICO

Aos meus pais,

Carlos Antonio Alves de Aquino e Fernanda Maria Santos de Aquino, que são responsáveis na árdua missão que foi a minha formação humana, tendo em toda a minha vida dado provas de amor totais por mim e por minha irmã.

À minha irmã, Renata Santos de Aquino, que sempre me prestou apoio e nunca me deixou faltar zelo e carinho.

Aos meus avós mais que adotivos, Helena Figueira da Silva e Severino Rodrigues da Silva, que contribuiram solidamente com a minha educação ética e profissional com total amor e carinho que jamais esquecerei e sem igual.

Aos meus avós maternos, Edite Figueira da Silva e Severino Claudino dos Santos.

Aos meus avós paternos, Casenave Garcia de Aquino e Ivete Alves de Aquino.

## OFEREÇO

À minha querida e amada noiva, Carla Andresa Cardoso, por todo o amor, cumplicidade, paciência, e apoio incondicional durante meus estudos no mestrado. Ouvir “te amo” é bom, mas sentir o “te amo” em atitudes, como no simples olhar, é melhor ainda.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos emanadas infinitamente.

À minha família (pais, irmã e avós), por ser parte indissociável de mim e responsável por tudo em minha vida e em especial e com total destaque para minha Mãe, a prova do amor concreto e não só abstrato.

À minha noiva, Carla Cardoso, por tudo o que representa para mim.

Aos mestres que já passaram por minha vida desde o Instituto St<sup>a</sup> Maria Mazzarello e Codai-UFRPE, e que contribuíram para que hoje eu possa usá-los como espelho na prática da docência.

Ao site Eu Vou Passar, em especial à pessoa de João Antônio que, demonstrando confiança, me concedeu oportunidade de trabalho e estudo.

Ao professor Wilson, por ser meu orientador desde a graduação, prestando-me confiança, incentivo e ensinamentos.

À professora Helena, por ter sido uma co-orientadora tão presente em meu mestrado, me ensinando e cobrando com afinco, me auxiliando com serenidade, me encorajando e motivando.

Professor Hélio Manso, pelas contribuições e ensinamentos.

Ao PET – Zootecnia que tanto contribuiu com minha formação acadêmica em ensino, pesquisa e extensão, e às ex-tutoras pr<sup>fa</sup>. Adriana Guim e prof<sup>fa</sup>. Ângela Vieira.

Estritamente ao programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco e amplamente à UFRPE por ser um veículo importantíssimo na mudança de vida de milhares de jovens ao longo de sua história centenária.

À Granjita Ltda. que abriu as portas para a execução do experimento na suinocultura e onde fiz amigos.

À Ajinomoto pelo apoio à pesquisa científica na UFRPE.

À equipe do Biopa, em particular Telga, Joyce, Deivson, Liliane, Stefânia, Carlos, Henrique pelo apoio e amizade.

Aos amigos da UFRPE Cláudio Parro, Juliana Neves, Tayara Soares, Valéria Xavier, Rafael de Paula, Rodrigo Lucena, Cristina Anidene, Raquel e Zezé do Progene, Bárbara, professor Carlos Bôa-Viagem, Lucélia, e tantos outros que me prestaram apoio e incentivo.

Aos amigos do IF Sertão Pernambucano, Alciernes, Elder, Jean, Rejane, Maria do Socorro, Aroldo, Eliane, Adalberto, Adelson, Neves, e outros.

Aos amigos-irmãos Almir, Cleidson Jambo, Paula Frassinetti, Alciermes, Jean Martins, João Franz, por fazerem parte de uma família que Deus me possibilitou escolher, e que mesmo sem o antigo contato diário possuem destacável lugar em meu coração e memória.



# Índice

Lista de Tabelas .....	iii
Lista de Figuras.....	iii
<b>Capítulo 1 - Revisão de Literatura .....</b>	<b>5</b>
Efeito Anticatabólico .....	13
Participação da Glutamina no Metabolismo .....	15
Desenvolvimento da Mucosa Intestinal.....	17
Fortalecimento da Imunidade.....	17
Qualidade da Carne .....	18
Qualidade do Leite.....	19
Metabólitos Relacionados à Glutamina .....	20
<i>Glicose</i> .....	20
<i>Ureia Plasmática</i> .....	21
<i>Creatinina</i> .....	21
<i>Proteínas Plasmáticas Totais (PPT)</i> .....	22
<i>Ácido Úrico</i> .....	22
Referências .....	24
<b>Capítulo 2 - Influência da suplementação de Aminogut (L-Glutamina e L-Ácido Glutâmico) na composição do colostro e do leite de matrizes suínas durante 21 dias de lactação .....</b>	<b>29</b>
Resumo .....	30
Abstract.....	31
Material e Métodos.....	33
<i>Local do experimento</i> .....	33
<i>Animais e tratamentos experimentais</i> .....	34
<i>Ração experimental</i> .....	34
<i>Coleta e análises do leite</i> .....	36
<i>Análise da composição do leite</i> .....	36

<i>Protocolo experimental para a análise de glutamina e glutamato livres no leite</i> .....	36
<i>Variáveis estudadas</i> .....	37
<i>Pacote estatístico</i> .....	37
Resultados e Discussão .....	38
<i>Percentual de Proteína e Lactose</i> .....	42
<i>Percentual de Sólidos Totais</i> .....	43
<i>Contagem de Células Somáticas - CCS</i> .....	45
Conclusão .....	48
Referências .....	49

<b>Capítulo 3 - Avaliação da suplementação de L-Glutamina mais L-Ácido Glutâmico sobre o desempenho produtivo de matrizes suínas durante a lactação</b> .....	52
Resumo .....	53
Abstract .....	54
Material e Métodos .....	56
<i>Local do experimento</i> .....	56
<i>Animais e tratamentos experimentais</i> .....	56
<i>Ração experimental</i> .....	57
<i>Peso e espessura de toucinho das matrizes</i> .....	59
<i>Coleta e análise de sangue para determinação dos valores plasmáticos na matriz</i> .....	60
<i>Protocolo experimental para análise de glutamina e glutamato livres no plasma</i> .....	60
<i>Avaliação de parâmetros da leitegada</i> .....	61
<i>Variáveis estudadas</i> .....	61
<i>Pacote estatístico</i> .....	62
Resultados e Discussão .....	62
Conclusão .....	69
Referências .....	70

# Lista de Tabelas

## **Capítulo 2 - Influência da suplementação de Aminogut (L-Glutamina e L-Ácido Glutâmico) na composição do colostro e do leite de matrizes suínas durante 21 dias de lactação**

**Tabela 1** – Composição centesimal e nutricional das rações utilizadas nos tratamentos Controle e Aminogut nas fases de gestação e lactação..... 35

**Tabela 2** – Composição química do colostro e do leite aos 7 dias e ao desmame (21 dias), de matrizes suínas com e sem suplementação de Aminogut (L-Glutamina + Ácido L-Glutâmico)..... 39

## **Capítulo 3 - Avaliação da suplementação de L-Glutamina mais L-Ácido Glutâmico sobre o desempenho produtivo de matrizes suínas durante a lactação**

**Tabela 1** – Composição centesimal e nutricional das rações utilizadas nos tratamentos Controle e Aminogut nas fases de gestação e lactação..... 58

**Tabela 2** – Parâmetros de desempenho da matriz avaliados em função dos tratamentos..... 63

**Tabela 3** – Valores de glicose, proteína total, glutamina e glutamato livres no plasma..... 66

**Tabela 4** – Variáveis de desempenho da leitegada avaliadas durante o período de amamentação..... 66

# Lista de Figuras

## Capítulo 2 - Influência da suplementação de Aminogut® (L-Glutamina e L-Ácido Glutâmico) na composição do colostro e do leite de matrizes suínas durante 21 dias de lactação

- Figura 1:** Percentuais de gordura no colostro (dia 1), e no leite aos 7 e aos 21 dias..... 41
- Figura 2:** Concentração percentual de proteína no colostro (dia 1 ou dia do parto) e no leite aos 7 e aos 21 dias de lactação..... 43
- Figura 3:** Perfil da concentração percentual de sólidos totais da secreção lactogênica colhidas ao parto, aos sete dias pós-parto e aos 21 dias de lactação..... 44
- Figura 4:** Perfil da concentração da CCS (x1.000 células / mL de leite) da secreção lactogênica colhidas ao parto, aos sete dias pós-parto e aos 21 dias de lactação..... 47
- Figura 5:** Concentração de glutamina e glutamato no leite aos 7 e aos 21 dias de lactação em função dos tratamentos Controle e Aminogut..... 48

## Capítulo 3 - Avaliação da suplementação de L-Glutamina mais L-Ácido Glutâmico sobre o desempenho produtivo de matrizes suínas durante a lactação

- Figura 1:** Concentração de glutamato e glutamina no plasma de porcas lactantes em função da suplementação de 1,5% de Aminogut..... 69

# Capítulo 1

## Revisão de Literatura

## **Avaliação de matrizes suínas lactantes suplementadas com glutamina e glutamato**

Com o crescimento populacional projetado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), a população brasileira alcançará em 2020 o quantitativo de mais de 207 milhões de pessoas, correspondendo a um crescimento médio de 7% em dez anos. Este é o principal argumento para a melhoria quantitativa e qualitativa da produção animal, grande responsável, junto à produção vegetal, pela alimentação humana.

Dentre os diversos fatores necessários para a potencialização da produção animal, tem-se a genética, a sanidade e o bem-estar animal, porém, é a nutrição animal quem chama a atenção neste processo, principalmente por corresponder por grande parcela dos custos de produção e por influir diretamente na quantidade e qualidade do produto pecuário (Toso et al. 2008; Pandorfi et al. 2006)

Os animais são capazes de sintetizar somente 10 dos 20 aminoácidos necessários para a síntese protéica, os aminoácidos denominados não essenciais: glicina, alanina, serina, prolina, cisteína, ácido aspártico, glutamato ou ácido glutâmico, asparagina, glutamina e tirosina. Os outros 10 não são sintetizados em velocidade suficiente para atender às exigências dos animais e devem estar presentes na alimentação, são denominados aminoácidos essenciais, sendo eles: lisina, metionina, treonina, arginina, valina, fenilalanina, leucina, triptofano, isoleucina e histidina (Dukes, 2006). Segundo Abreu et al. (2010) alguns aminoácidos têm importantes funções fisiológicas e podem, em determinadas situações, ser necessários em maior quantidade, tornando-se semi-essenciais ou condicionalmente essenciais, dentre os quais destaca-se a gultamina.

Atualmente os aminoácidos não são classificados apenas como essenciais ou indispensáveis (aqueles indispensáveis na dieta) e não-essenciais (aqueles dispensáveis na

dieta devido o próprio organismo animal sintetizá-lo), mas também como: condicionalmente essenciais, são aqueles que em determinado estágio fisiológico não são sintetizados em quantidade suficiente para suprir as necessidades, fazendo-se necessários na dieta (Watford, 2008; Watford, et al. 2011); aminoácidos funcionais, definidos como aqueles que possuem ação direta sobre as funções fisiológicas, melhorando o desempenho produtivo, crescimento, lactação e reprodução dos organismos (Kim, et al. 2007; Wu, 2010); e aminoácidos da família da arginina, que formados pela glutamina, glutamato, aspartato, asparagina, ornitina, citrulina e arginina que são interconvertíveis metabolicamente em muitos mamíferos (Wu, 2007).

Segundo o United States Department of Agriculture in Report Dietary Guideline Advisory Committees (USDA – DGAC, 2010) agrupam os aminoácidos da seguinte maneira: Aminoácidos Essenciais ou Indispensáveis (Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano e Valina), Aminoácidos Condicionalmente Essenciais (Arginina, Cisteína, Glutamina, Glicina, Prolina e Tirosina), Aminoácidos Não-essenciais ou Dispensáveis (Alanina, Ácido Aspártico, Asparagina, Ácido Glutâmico e Serina).

A glutamina ( $C_5H_{10}N_2O_3$ ), e o glutamato ( $C_5H_9NO_4$ ) fazem parte do grupo L- $\alpha$ -aminoácidos, que são aqueles que apresentam o estereoisômero levógiro (L). O estereoisômero é o fenômeno químico em que duas moléculas possuem a mesma composição química, porém com diferentes arranjos, existindo dois tipos estereoisômeros o levógiro (L) e o destrógiro (D) que desvia o plano de luz polar (luz de uma única vibração) respectivamente, para a esquerda (L) ou para a direita (D), sendo que o único fisiologicamente ativo são os levógiros (Feltre, 2001).

A glutamina e o glutamato são aminoácidos não-essenciais, ou seja, aquele grupo de aminoácidos que o organismo pode sintetizar, sendo “dispensável” na dieta. No entanto, a glutamina recentemente passou a ser considerada como aminoácido “condicionalmente essencial”, pois em condições de estresse, excessos de exercícios físicos, e algumas doenças, a taxa de concentração sanguínea deste aminoácido cai sensivelmente e desta forma, o organismo não consegue sintetizá-la para prover sua necessidade, requerendo, assim, uma fonte dietética adicional para que seja possível suprir sua exigência durante os períodos de estresse.

O glutamato e a glutamina possuem via metabólica comum no enterócito, pois a glutamina é metabolizada em glutamato mais amônia pela ação da glutaminase e o glutamato também pode ser convertido à glutamina pela ação da glutamina sintetase (Maiorka et al., 2000). Além disso, o glutamato pode substituir a glutamina em diversos de seus papéis metabólicos, como geração de energia e síntese de aminoácidos (Wu et al., 1995).

A glutamina e o glutamato são aminoácidos abundantes na circulação e no espaço intracelular e são precursores da síntese de aminoácidos, nucleotídeos, proteínas e outras moléculas biologicamente importantes (Smith, 1990).

Hlasiwetz e Habermann foram os primeiros cientistas a considerar a glutamina uma molécula com propriedades biologicamente importantes, em 1873. Posteriormente, novas observações levaram os pesquisadores a pensar que a amônia encontrada em hidrolisados protéicos poderia ser o resultado da liberação de glutamina, bem como de asparagina. Em 1935, cerca de 60 anos depois, Krebs, demonstrou que células possuem a capacidade de sintetizar ou degradar glutamina. Foi o início dos indícios de que a glutamina possuía uma importância nos processos bioquímicos e fisiológicos, maior do que se imaginava.



Diversos trabalhos foram executados com diversos tipos celulares, como linfócitos, macrófagos, enterócitos, entre outros, com a finalidade de se testar a utilização da glutamina pelas células, mostrando que a manutenção das estruturas e funções das células bem como o aumento da proliferação celular puderam ser conseguidas com a utilização da glutamina em meios de cultura (Calder & Yaqoob, 1999; Newsholme, 2001; Li et al. 2007; Jiang et al. 2009).

De acordo com a dinâmica fisiológica, no metabolismo dos aminoácidos, a reserva sanguínea funciona como a principal fonte de alguns aminoácidos para favorecer a síntese protéica. Em muitas espécies a concentração total de aminoácidos no plasma sanguíneo varia entre 35 e 65 mg/dl, onde a glutamina, alanina e glicina (em ordem decrescente) são as três mais prevalentes (Dukes, 2006).

Nos recentes anos tem-se aumentado as atenções para a importância dos nutrientes, particularmente dos aminoácidos, na lactação e no funcionamento da glândula mamária em porcas (Kim e Wu, 2009), principalmente a glutamina que é efetiva no aumento da produção de leite em porcas lactantes (Wu, 2010) e também devido a sua grande atuação metabólica que evidencia benefícios ao sistema imunológico, digestório e na manutenção da massa corporal em estágios fisiológicos catabólicos como a gestação e lactação (Watford, 2008; Roth, 2008; Wu, 2010; Manso, et al. 2012).

### **Efeito Anticatabólico**

Em situações de estresse, ou *overtraining* (excesso de exercícios físicos) o organismo animal chega a um momento de esgotamento energético onde as fontes de glicose em forma de glicogênio se esgotam, ocorrendo a liberação de cortisol pelo córtex das glândulas adrenais, o cortisol é o hormônio catabólico, que irá degradar as células musculares para

obtenção de aminoácidos como a glutamina que atuará no suprimento energético, porém se o animal possuir uma boa concentração de glutamina no sangue, o organismo não precisará degradar as fibras musculares para obtenção de substrato energético.

O metabolismo da glutamina acontece por uma única reação catalisada por duas enzimas, ou seja, a glutamina sintetase catalisa a síntese de glutamina fazendo a interação de glutamato e amônia e a glutaminase faz a reação inversa, assim, a direção e os valores desta reação irão determinar se o tecido é consumidor ou produtor de glutamina (Bulus et al. 1989). A síntese da glutamina acontece primariamente nos músculos, mas também nos pulmões, fígado, cérebro e possivelmente no tecido adiposo (Rowbottom et al. 1996). Os rins, células do sistema imune e trato gastrointestinal usam a glutamina como substrato energético, enquanto o fígado é o único órgão que tanto a utiliza como a produz (Newsholme, 1994).

Alguns nutricionistas, não consideram a glutamina como aminoácido não-essencial, devido a sua grande importância tanto para a síntese dos demais aminoácidos, quanto para a manutenção da homeostasia de vários tecidos durante estados catabólicos (McArdle et al. 1998; Bill, 1997), como é possível atestar por Gastelu e Hatfield (1997), que relacionando a função anticatabólica da glutamina, propuseram que a administração de glutamina neutralizaria os efeitos catabólicos do esteróide cortisol, aumentando a possibilidade de anabolismo.

Quanto à síntese muscular, a glutamina atua transportando o nitrogênio para a formação de grande parte dos aminoácidos corporais. Além disto, atua como precursora de nitrogênio para a formação de nucleotídeos, agindo na sua formação. As proteínas são usadas para a construção de tecidos, estruturas variadas e enzimas (Guyton, 2002). Percebe-se desta forma que a glutamina atua na síntese protéica e na construção de tecido muscular.

Aproximadamente 80% da glutamina corporal é encontrada no músculo esquelético, e esta concentração é 30 vezes maior do que no plasma (Rogerio et al., 2003).

Uma alternativa capaz de transpor a barreira das células intestinais tem sido a utilização de dipeptídios de glutamina como a alanil glutamina (Gardner, 1975). Ela é absorvida e passa para o fluxo sanguíneo sendo capaz de servir como substrato para outros tecidos, incluindo principalmente o tecido muscular (Rogerio et al., 2002).

A glutamina apresenta efeito positivo na aceleração do turnover do carbono muscular, hepático e pancreático, indicando estímulo anabólico sobre estes tecidos (Caldara et al. 2008).

### **Participação da Glutamina no Metabolismo Energético e Proteico**

A participação da glutamina na síntese de aminoaçúcares, como as bases purinas e pirimidinas, evidencia ainda, sua participação no sistema energético bioquímico, pois purinas e pirimidinas fazem parte de moléculas de ATP, NADH e Coenzima A participantes diretos do Ciclo do Ácido Cítrico ou Ciclo de Krebs (Pande & Blanchear, 1971; Mao et al. 2003).

É importante na gliconeogênese, síntese de uréia, homeostase do pH, neurotransmissão, diferenciação e crescimento celular, sendo o principal substrato energético de células de proliferação rápida, como enterócitos intestinais e linfócitos ativados (Cynober, 1999) e ainda aumenta a resposta linfocítica à estimulação de mitógenos (Taudou et al., 1983).

O glutamato ou ácido glutâmico é outro importante aminoácido não-essencial que participa da produção de metabólitos como piruvato ou oxaloacetato que são participantes de importantes vias metabólicas como a gliconeogênese e a glicólise. Está intimamente

relacionado com a glutamina, pois esta, em reação hidrolítica ou pela ação da glutaminase libera glutamato e amônio.

A glutamina participa diretamente do metabolismo energético, pois estimula a síntese de glicogênio, ou seja, atua diretamente na glicogênese, importante fonte energética para os músculos devido a sua rápida utilização pelos músculos esqueléticos. A glutamina tem a capacidade de elevar a atividade da enzima glicogênio sintetase favorecendo a formação de glicogênio hepático (Forti, et al., 2003).

Diferentemente das gorduras e carboidratos, os aminoácidos não são armazenados pelo corpo, logo não existe reserva protéica para um abastecimento posterior de aminoácidos ao organismo como acontece com as reservas lipídicas e glicogênicas; quando se diminui o fornecimento de carboidratos e gorduras na dieta (longo período de jejum) o organismo passa a metabolizar suas reservas energéticas para manutenção do metabolismo fisiológico. Dessa forma, os aminoácidos deverão ser obtidos principalmente via dieta, através de incessantes processos de síntese. Quaisquer aminoácidos em excesso com relação às necessidades biossintéticas da célula são rapidamente degradados (Champe, 1996).

A síntese de purinas, pirimidinas e de açúcares aminados, ocorre no citoplasma, enquanto que o metabolismo do esqueleto de carbono da glutamina, se inicia na mitocôndria por desaminação pela glutaminase dependente de fosfato (Curthoys e Watford, 1995).

A glutamina pode ceder átomos de nitrogênio para a síntese de purinas e pirimidinas, que são duas bases de ácidos nucléicos que compõem o DNA e RNA, por exemplo, adenina e guanina (purinas); e tiamina e citosina (pirimidinas) e aminoaçúcares, que são açúcares

que possuem um grupo amina no lugar de uma hidroxila, por exemplo, glucosamina, galactosamina, etc.

A glutamina é importante na composição do músculo esquelético, pois atua no transporte de nitrogênio entre os tecidos para a formação de aminoácidos e para a síntese de proteína muscular (Forti et al., 2003).

### **Desenvolvimento da Mucosa Intestinal**

Por servir como um combustível para as células, a glutamina, desempenha um importante papel na manutenção e desenvolvimento dos enterócitos, favorecendo o desenvolvimento dos vilos e, conseqüentemente, potencializando o poder absorptivo do intestino delgado. A glutamina é uma importante fonte de energia para os enterócitos, fornecendo nitrogênio para a biossíntese de nucleotídeos necessários para a replicação celular das células da mucosa do intestino (Yan & Qiu-Zhou, 2006); os autores ainda afirmam que aproximadamente 50% da glutamina é metabolizada pelas células da mucosa intestinal.

### **Fortalecimento da Imunidade**

A glutamina é importante para o fortalecimento da imunidade, e para a produção protéica extracelular (fibras musculares) e intracelular (síntese de DNA e RNA). Atua como uma fonte alternativa de energia, por participar na produção de ATP, pelo aporte energético às células (leucócitos, enterócitos, etc.) promovendo a proliferação e desenvolvimento desses grupos celulares (Roth, 2008; Wu, 2010)

Segundo Yoo et al. (1997) quando leitões estão expostos a infecção moderada, a suplementação de glutamina mantém normal a concentração de glutamínica muscular intracelular, as populações leucocitárias e as funções dos linfócitos; dessa forma a provisão

de glutamina em dietas, formuladas para o suprimento das necessidades de leitões desmamados foi benéfico em animais com infecções moderadas.

O fortalecimento da imunidade do leitão associado com a aceleração do desenvolvimento das vilosidades intestinais e proliferação dos enterócitos promovem em conjunto a diminuição da mortalidade de leitões pós-desmame, além disso, o efeito catabólico causado pela situação de estresse ou por doenças é diminuído, conferindo a importância da utilização da glutamina nas fases de gestação, lactação e pós-desmame.

### **Qualidade da Carne**

Todos os músculos possuem alto teor de glutamina, porém os músculos oxidativos contêm quase o dobro da quantidade de glutamina livre do que os músculos glicolíticos, porém a razão para isto não é conhecida (Cornet e Bousset, 1999).

A quantidade de água dentro da célula pode alterar o seu metabolismo, especialmente a síntese e turnover de proteínas, uma vez que a hidratação das células estimula a síntese de proteína e glicogênio, além de inibir a degradação dos mesmos (Häussinger et al., 1991).

A glutamina é absorvida pelas células por um sistema sódio-dependente, que gera gradiente de concentração deste aminoácido entre o meio intra e extracelular, criando um gradiente osmótico e, conseqüentemente, um fluxo de água para dentro das células, com rápido aumento no volume das mesmas (Häussinger et al., 2001). Segundo Hirst (1993) a absorção de aminoácidos e pequenos peptídeos pode acontecer por três vias de transporte: transferência passiva por difusão simples, transferência passiva por difusão facilitada e por transferência ativa por co-transporte, onde a transferência passiva ocorre sem gasto energético por vias celulares ou paracelulares e a transferência ativa por co-transporte ocorre apenas por vias celulares com gasto de energia.

A dilatação de hepatócitos por hidratação resulta na ativação de proteínas quinases ativadas por mitógenos (MAPK – Mitogens Activated Protein Kinase) (Noé et al. 1996). As MAPK são proteínas sinalizadoras intracelulares, ativadas por vários fatores de crescimento ou hormônios mitogênicos, que possuem funções biológicas relacionadas principalmente com a proliferação, diferenciação e crescimento celular (Forti, 2001).

O fato de as variações na hidratação das células induzidas pela glutamina ativarem o sistema MAPK pode explicar, em parte, as propriedades anabólicas da glutamina no fígado, músculo esquelético e outros tecidos corporais. O efeito anticatabólico associado com a síntese protéica muscular promovida pela glutamina teoricamente direcionam à conclusões de que há um efeito benéfico na qualidade da carne, não somente pelo aumento da massa muscular, mas, também, pela contribuição para a diminuição dos efeitos negativos ocasionados pelo metabolismo em estado estressante.

Clowes et al. (2005) em estudo sobre a mobilização proteica durante a lactação de porcas, observaram que o aumento acentuado de glutamina muscular livre nas porcas no final da lactação está relacionada com a perda proteica, sugerindo alta oferta de glutamina, confirmada com as observações das concentrações de glutamina no plasma que também aumentaram até o final da lactação.

### **Qualidade do Leite**

Durante a lactação da porca o fluxo de plasma que passa através da glândula mamária é de mais de 7.000 litros por dia, onde, mais de 400 g de aminoácidos são extraídos neste fluxo (Baracos, 2006). Em três semanas a produção de leite é capaz de suportar o aumento de 30 a 50 kg do peso da leitegada, o que equivale de 20 a 25% da massa corporal da porca (Noblet et al. 1989; Clowes et al. 1998; Clowes et al. 2003).

Os mais abundantes aminoácidos livres no colostro suíno são a prolina, seguidos pela leucina, alanina, glutamato e serina em ordem decrescente de abundância (Wu e Knabe 1993), ainda segundo estes autores a concentração de glutamina no leite é notavelmente crescente de acordo com a progressão da lactação e, a glutamina é o mais abundante aminoácido livre no leite de porcas do 22º ao 29º dia de lactação, a glutamina e o glutamato livres no leite são responsáveis por mais de 12% de ligações aminoacídicas.

As concentrações de aminoácidos livres no leite dependem de inúmeros fatores, incluindo as taxas de captação de aminoácidos do sangue arterial pela glândula mamária, as taxas de turnover de proteína, da síntese de aminoácidos, da degradação da glândula mamária e das taxas de secreção de leite (Wu e Knabe, 1993).

Glutamina é essencial para a manutenção dos tecidos linfáticos associados ao intestino e para a síntese de imunoglobulina A, que é secretada no intestino (Alverdy, 1990).

Essas características conferem à glutamina um potencializador da qualidade do leite para os leitões, servindo para o desenvolvimento inicial da mucosa intestinal absorptiva e para a maturação do sistema imunológico dos neonatos.

### **Metabólitos Relacionados à Glutamina**

#### ***Glicose***

A glicose é o principal produto final da digestão de carboidratos pelos não-ruminantes, sendo a forma primária de energia utilizada por esses animais, ocorrendo na natureza na forma D (Maynard, et al., 1984).

Valores médios da taxa de glicemia em suínos foram determinados por vários autores apresentando-se muito variável, segundo Fraser (1991) os valores variam de 3,6 a



5,2 mmol/L, para Kaneko et al. (1997) de 85 a 150 mg/dL, e Chiquieri et al. (2007) trabalhando com leitões desmamados encontraram valores entre  $124 \pm 24,6$  mg/dL e  $145,18 \pm 41,9$  mg/dL.

### ***Ureia Plasmática***

A ureia é o principal produto do catabolismo das proteínas em animais carnívoros e onívoros o que teoricamente é influenciado pela dieta protéica (Júnior, 2008). Segundo Meyer et al. (1995) o nível de ureia pode aumentar (carnívoros e onívoros) em função do aumento do consumo dietético da proteína, colapso catabólico ou hemorragia no interior do trato gastrintestinal.

Quanto aos valores médios de ureia plasmática em suínos pode-se destacar aqueles encontrados por Fraser (1991) entre 8,2 e 24,3 mg/dL semelhantes aos valores normais para suínos adultos citados por Meyer et al. (1995) entre 8 e 24 mg/dL, que são valores próximos dos encontrados por Kaneko et al. (1997) entre 10 e 30 mg/dL. Chiquieri et al. (1997) trabalhando com leitões entre 50 e 120 dias de idade encontrou valores bem superiores, quando comparado com suínos adultos, que variaram entre 27,36 e 61,30 mg/dL.

### ***Creatinina***

Segundo Meyer et al. (1995) a creatina é formada pelo metabolismo da creatina e fosfocreatina na musculatura esquelética, sendo considerada, da mesma forma que a ureia um índice grosseiro de filtração glomerular, não sendo influenciada pela dieta ou por hemorragias intestinais. Uma rigorosa perda muscular pode reduzir a quantidade de creatinina formada. De modo semelhante à ureia a redução da filtragem glomerular aumentará a concentração de creatinina sérica.

Os valores normais para suínos adultos ficaram entre 0,8 a 2,3 mg/dL segundo Fraser (1991) e entre 1 e 2,7 mg/dL (Meyer et al., 1995; e Kaneko et al., 1997).

### ***Proteínas Plasmáticas Totais (PPT)***

A dosagem das proteínas plasmáticas totais permite a indicação de alterações metabólicas, problemas ligados à digestão e avaliação da nutrição protéica fornecida aos animais (Meyer et al., 1995).

Segundo Ferreira Neto et al. (1982), as proteínas plasmáticas representam um grupo heterogêneo de substâncias de alto peso molecular, que podem ser fracionadas em albumina e globulina. Aires (2007) relatou que as proteínas séricas constituem os componentes mais importantes da fração líquida do sangue e constituem uma mistura complexa de mais de cem tipos diferentes.

Segundo Lehninger (2007) as proteínas plasmáticas possuem inúmeras funções, como: intercâmbio de água e regulação das relações osmóticas entre o sangue e os espaços teciduais, reservatório de proteína corporal e transporte de substâncias insolúveis no plasma (bilirrubina, hormônios esteróides, ácidos graxos livres, lipídios, vitaminas lipossolúveis e alguns fármacos). Cunningham (2004) destacou a importância da proteína plasmática na resposta imune do organismo.

Diferentes autores citaram a faixa de PPT encontradas e consideradas normais em suínos adultos 7,4 g/dL (Ferreira Neto et al., 1982), 5,8 a 8,3 g/dL (Fraser, 1991), 7,9 a 8,9 g/dL (Kaneko et al., 1997). Para leitões 7,82 g/dL (Chiquieri et al., 2007).

### ***Ácido Úrico***

Segundo Campestrine et al. (2008) o aumento do ácido úrico no plasma indica um desbalanço aminoacídico causado por dietas com altos teores proteicos.

Juntamente com o teor de proteína total os valores de ácido úrico aumentam com a idade em suínos, segundo Doornenbal et al. (1983).

## Referências

- ABREU, M. L. T.; DONZELE, J. L.; SARAIVA, A.; et al. Glutamina, nucleotídeos e plasma suíno em rações para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.520-525, 2010;
- AIRES, M. M. **Fisiologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2007. 934 p.
- ALVERDY, A. M. Effects of glutamine-supplemented diets on immunology of the gut. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, 14: 1095-1135, 1990.
- BARACOS, V.E. Integration of amino acid metabolism during intense lactation. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, v. 9, n. 1, p. 48 – 52, 2006.
- BILL, P. Glutamine. **Sports Supplement Review**, Golden, n.3, 1997.
- BULUS, N.; CERSOSIMO, E.; GHISHAN, F.; ABUMRAD, N.N. Physiological importance of glutamine. **Metabolism**, New York, v.38, p. 1-5, 1989. Supplement 1.
- CALDARA, F. R.; DUCATTI, C.; BERTO, D. A.; DENADAI, J. C.; SILVA, E. T. DA.; GARCIA, R. G. Efeito da glutamina sobre o turnover do carbono ( $d^{13}C$ ) de músculos e vísceras de leitões desmamados: glutamina e turnover de carbono tecidual. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 30, n. 3, p. 291-297, 2008.
- CALDER, P.C.; YAQOOB, P. Glutamine and immune system. *Amino Acids*, v. 17, n. 1, p. 227 – 241, 1999.
- CAMPESTRINI, E.; BARBOSA, M. J. B.; NUNES, R. V.; GIUSTI BRUNO, L. D.; SILVA, W. T. M.; APPELT, M. D. Níveis de lisina com dois balanços eletrolíticos para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 40 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.8, p. 1406-1411, 2008.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY R. A.; **Bioquímica Ilustrada**. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médica Sul (Artemed), 1996, 446 p.
- CHIQUIERI, J. et al. Bioquímica sanguínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de pro-biótico, pré-biotico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 97-104, 2007.
- CLOWES, E.J.; AHERNE, F.X.; BARACOS, V.E. Skeletal muscle protein mobilization during the progression of lactation. **Journal of Physiology Endocrinology Metabolism**, v. 288, E564 – E572, 2005.
- CLOWES, E.J.; WILLIAMS, I.H.; BARACOS, V.E.; et al. Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states: II. Effect of nitrogen partitioning and skeletal composition. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1154 – 1164, 1998.
- CLOWES, E.J.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R.; et al. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 753 – 764, 2003.
- CORNET, M.; BOUSSET, J. Free amino acids and dipeptides in porcine muscles: differences between ‘red’ and ‘white’ muscles. **Meat Science**, Barking, v. 51, n. 3, p. 215-219, 1999.

- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2004, 596 p.
- CURTHOYS, N. P. e WATFORD, M. Regulation of glutaminase activity and glutamine metabolism. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 15, p. 133-159, 1995;
- CYNOBER, L. A. Glutamine metabolism in stressed patients (Abstract). In 6<sup>th</sup> Proceedings of International Congress on Amino Acids. Bonn, 1999, p. 5;
- DOORNENBAL, H.; TONG, A. K. W.; MARTIN, A. H. et al. Studies of the performance, development and carcass composition of the growing pigs: effects of sex, feeding regime and age on blood serum parameters. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 63, p. 977-984, 1983.
- DUKES: **Fisiologia dos Animais Domésticos**. São Paulo: Guanabara, 2006. 352p
- FELTRE, R., **Química – Físico-Química**, 5<sup>a</sup> Ed, Editora Moderna, 2001.
- FERREIRA NETO, J. M.; VIANA, E. S.; MAGALHÃES, L. M. **Patologia clínica veterinária**. 2 ed. Belo Horizonte: Rabelo, 1982, 279 p.
- FORTI, F.; CANCELLIERO, K.M.; SILVA, C.A; GUIRRO, R.R.J. O efeito da glutamina no músculo esquelético desnervado. **Saúde em Revista**, Piracicaba, v.9, p.59-65, 2003.
- FORTI, F.L. **Clonagem do receptor de ACTH de células adrenocorticais Y-1 de camundongo e expressão em fibroblastos 3T3 e células AR-1 para elucidação das vias de transdução de sinal**. 2001. Tese (Doutorado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- FRASER, C. M. (Ed.) **Manual Merck de veterinária**: um manual de diagnóstico, tratamento prevenção e controle de doenças para o veterinário. 7 ed. São Paulo: Roca, 1991, 2169 p.
- GARDNER M. L. G. Absorption of amino acids and peptides from a complex mixture in the isolated small intestine of the rat. **Journal of Physiology**, v. 253, p. 233-56. 1975
- GASTELU, D. & HATFIELD, F. **Dynamic Nutrition for Maximun Performance**, New York, 1997.
- GUYTON, A. **Fisiologia humana**. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- HÄUSSINGER, D. Cell volume is a major determinant of proteolysis control in liver. *Febs Lett.*, Amsterdam, v. 283, n. 1, p. 70-72, 1991.
- HÄUSSINGER, D. Glutamine and cell signaling in liver. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, n. 99, p. 2509S-2514S, 2001.
- HIRST, B. H. Dietary regulation of intestinal nutrient carriers. **Proceedings of the Nutrition Society**, 52:315, 1993.
- HLASIWETZ & HABERMANN. A glutinamic acid form animal proteic matters. *Chemical News and Journal of Physical Science*. vol. 28, 1873. p. 21. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=zfnmAAAAMAAJ&pg=PA21&lpg=PA21&dq=hlasiwetz+habermann+1873&source=bl&ots=rRTEpub38X&sig=bx5MkjBND6jkiyIE40E0qJqPSdc&hl=pt->

[BR&sa=X&ei=DC5uT4mKOozAgQfC3ulr&ved=0CFUQ6AEwBg#v=onepage&q=hla  
siwetz%20habermann%201873&f=false](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1272) Acessado em: 21/10/2011

IBGE

[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impressao.php?id\\_noticia=1272](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1272) Acessado em 09/09/2010.

JIANG, Z.Y.; SUN, L.H.; LIN, Y.C.; MA, X.Y.; ZHENG, C.T.; ZHOU, G.L.; CHEN, F.; ZOU, S.T. Effects of dietary glycyl-glutamine on growth performance, small intestinal integrity, and immune responses of weaning piglets challenged with lipopolysaccharide. **Journal of Animal Science**, vol. 87, p. 4050 – 4056, 2009.

JÚNIOR, A. R. O. **Glutamina, ácido glutâmico e ou extrato de levedura na dieta de leitões desmamados**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Uberlândia, MG. 2008.

KANEKO J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Editores). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997, 932 p.

KIM, S.W.; MATEO, R.D.; YIN, Y.L.; WU, G. Functional Amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, vol. 20, nº 2, p. 295 – 306, 2007.

KIM, S.W.; WU, G. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis. *Amino Acids*, v. 37, n. 1, p. 89 – 95, 2009.

KREBS, H.A. Metabolism of amino acids IV. The synthesis of glutamine from glutamic acid and amonia, and the enzymatic hydrolysis of glutamine in animal tissues. **Journal of Biochem**; v. 33, p. 1951 – 1969, 1935.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2007, 1232 p.

LI, P.; YIN, Y.L.; LI, D.; KIM, S.W.; WU, G. Amino acids and immune function. **British Journal of Nutrition**, vol. 98, p. 237-252, 2007.

MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F.; SANTIN, E.; BORGES, S. A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.52, n.5, 2000.

MANSO, H.E.C.C.C.; MANSO FILHO, H.C.; CARVALHO, L.E.; KUTSCHENKO, M.; NOGUEIRA, E.T.; WATFORD, M. Glutamine and glutamate supplementation raise milk glutamine concentrations in lactating gilts. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 3:2, doi: 10.1186/2049-1891-3-2.

MAO, L.; WANG, Y.; LIU, Y.; HU, X. Multiple intermolecular interaction modes of positively charged residues with adenine in ATP-binding proteins. **Journal of American Chemistry Society**, vol. 125, nº 47, p. 14216 – 14217, 2003.

MAYNARD, L. A. et al. **Nutrição Animal**. 3 ed. Rio de janeiro: Freitas Bastos, 1984, 736 p.

McARDLE, D.W.; KATCH, I.F.; KATCH, L.V. **Fisiologia do Exercício: energia, desempenho e nutrição humana**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

- MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. São Paulo: Roca, 1995, 320p.
- NEWSHOLME, E. A. Biochemical mechanisms to explain immunosuppression in well-trained and over trained athletes. **International Journal Sports Medicine**, vol. 15, p. 142 – 147, 1994.
- NEWSHOLME, P. Why is L-glutamine metabolism important to cells of the immune system in health, postinjury, surgery or infection? **Journal of Nutrition**, vol. 131, p. 2515S – 2522S, 2001.
- NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3352 – 3359, 1989.
- NOÉ, B. et al. Regulation of taurocholate excretion by a hypoosmolarity-activated signal transduction pathway in rat liver. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 110, n. 3, p. 858-865, 1996.
- PANDE, S.V.; BLANCHAER, M.C. Reversible inhibition of mitochondrial adenosine diphosphate phosphorylation by long chain acyl coenzyme A esters. **The Journal of Biological Chemistry**, vol. 246, nº 2, p. 402 – 411, 1971.
- PANDORFI, H.; DA SILVA, IJO.; CARVALHO, J.L.; PIEDADE, S.M.S. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. **Engenharia Rural**, v. 17, n. 1, 2006.
- ROGERO MM, TIRAPEGUI J, PEDROSA RG, CASTRO IA, PIRES ISO, OLIVEIRA AAM, et al. Efeito da suplementação com L-alanil-L-glutamina sobre a resposta de hipersensibilidade do tipo tardio em ratos submetidos ao treinamento intenso. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, p. 487 – 97, 2002.
- ROGERO MM, TIRAPEGUI J. Considerações nutricionais e bioquímicas da suplementação de glutamina em atletas: controvérsias e aspectos atuais. **Journal Met Nutrition**, v. 7, p. 106 – 17, 2003.
- ROTH, E. Nonnutritive effects of glutamine. **The Journal of Nutrition**, vol. 138, p. 2025S – 2031S, 2008.
- ROWBOTTOM DG, KEAST D, MORTON AR. The emerging role of glutamine as an indicator of exercise stress and overtraining. **Sports Medicine**, 21 : 80 – 97, 1996.
- SMITH, R. J.; WILMORE, D. W. Glutamine nutrition and requirements. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, 14: 945 - 995, 1990.
- TAUDOU, G.; WIART, J.; PIAIJEL, J. Influence of amino acid deficiency and tRNA aminoacylation on DNA synthesis and DNA polymerase activity during secondary immune response in vitro. **Molecular Immunology**, Elmsford, v. 20, n. 3, p. 255 – 261, 1983.
- TOSO, E.A.V.; MORABITO, R. Combinação de abordagens GLSP e ATSP para o problema de dimensionamento e sequenciamento de lotes de produção de suplementos para nutrição animal. **Pesquisa Operacional**, v. 28, n. 3, p. 423 – 450, 2008.

- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) – DIETARY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEES (DGAC), 2010. Report of the DGAC on the Dietary Guidelines for Americans, 2010. Part D, Section 4: Protein. Disponível em: <http://www.cnpp.usda.gov/DGAs2010-DGACReport.htm> . Acessado em: 22/04/2012.
- WATFORD, M. Glutamine metabolism and function in relation to proline synthesis and the safety of glutamine and proline supplementation. **The Journal of Nutrition**, vol. 138, p. 2003S – 2007S, 2008.
- WATFORD, M.; KUTSCHENKO, M.; NOGUEIRA, E.T. Optimal dietary glutamine for growth and development. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 384 – 390, 2011.
- WU, G. et al., Glutamine and glucose metabolism in enterocytes of the neonatal pig. **American Journal of Physiology**, Washington, v. 268, n. 2, p. 334 – 342, 1995.
- WU, G.; KNABE, D.A. Free and Protein-Bound Amino Acids in Sow's Colostrum and Milk. **The Journal of Nutrition and Nutrient Metabolism**, p. 415-424. 1993;
- WU, G.; BAZER, F.W.; DAVIS, T.A.; JAEGER, L.A.; et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production. **Livestock Science**, vol. 112, p. 8 – 22, 2007.
- WU, G. Functional amino acids in growth, reproduction, and health. **Advances in Nutrition**, vol. 1, p. 31 – 37, 2010.
- YAN, L.; QIU-ZHOU, X. Dietary glutamine supplementation improves structure and function of intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Aquaculture**, v.256, p.389-394, 2006.
- YOO, S. S.; FIELD, C. J.; MCBURNEY, M. I. Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentration and normalize lymphocyte function in infected early weaned pigs. **The Journal of Nutrition**. Bethesda v. 127, n. 11, p. 2253 – 2259, 1997;



## **Capítulo 2**

Influência da suplementação de Aminogut (L-Glutamina e L-Ácido Glutâmico) na composição do colostro e do leite de matrizes suínas durante 21 dias de lactação

## **Influência da suplementação de Aminogut (L-Glutamina e L-Ácido Glutâmico) na composição do colostro e do leite de matrizes suínas durante 21 dias de lactação**

### **Resumo**

Objetivou-se, avaliar a influência da suplementação de L-Glutamina mais L-Glutamato nos principais componentes do leite (gordura, proteína, lactose, sólidos totais e Contagem de Células Somáticas), durante os 21 dias de lactação. Utilizou-se 30 matrizes suínas híbridas de linhagem Dalland divididas em dois tratamentos: Controle e Aminogut que receberam 1,5% de Aminogut (L-Gln + L-Glu) na ração. As fêmeas foram alojadas no galpão maternidade, em gaiolas individuais. A suplementação iniciou-se uma semana antes do parto. Nos dias 1 (dia do parto), 7 (uma semana pós-parto) e 21 (dia do desmame) foram coletadas amostras de colostro e leite com volume médio de 30 mL, coletado nas tetas peitorais. As amostras foram refrigeradas e analisadas no laboratório de leite PROGENE da UFRPE, para determinação dos valores percentuais de proteína, gordura, sólidos totais e lactose e a contagem de células somáticas (CCS). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (Controle e Aminogut), todas as variáveis estudadas foram analisadas no Pacote Estatístico *Statistical Analysis System* – SAS, versão 8, individualmente e de suas interações. A glutamina influenciou ( $P<0,01$ ) o teor de gordura, de sólidos totais e de CCS do colostro e leite de porcas. Não houve interação entre as variáveis.

**Palavras-chaves** – porcas lactantes, aminoácidos, células somáticas, gordura, sólidos totais, lactose, proteína.

## **Abstract**

The objective was to assess the influence of supplemental L-Glutamine plus Acid L-Glutamate in the main milk components (fat, protein, lactose, total solids and somatic cells count) during the 21 days of lactation. We used 30 hybrid sows Daland divided into two treatments: Control and Aminogut who received 1.5% Aminogut (LGlutamine + Acid L-Glutamate) in the diet. The females were housed in the maternity barn in individual cages. The addition was started one week prior to parturition. In one day (delivery day), 7 (one week postpartum) and 21 (day of weaning) samples were collected from colostrum and milk with an average volume of 30 mL, collected in the pectoral teats. The milk samples were refrigerated and analyzed in the Progene UFRPE laboratory, to determine the percentages of protein, fat, lactose, total solids and Somatic Cell Count (SCC). We used a completely randomized design with two treatments (Control and Aminogut), all parameters were analyzed in Statistical Package for Statistical Analysis System - SAS, version 8, individually and their interactions. Glutamine supplementation increased ( $P < 0.01$ ) fat content, total solids, and SCC in colostrum and in the milk of sows. There was no interaction between variables.

**Key words** – lactating sows, amino acids, somatic cells, fat, total solids, lactose, protein.

## **Introdução**

A glutamina é tradicionalmente classificada como aminoácido dieteticamente não essencial, devido à capacidade de ser sintetizada a partir de outros aminoácidos ou nutrientes da ração (Bertechini, 2006).

A glutamina é importante na gliconeogênese, síntese de uréia, homeostase do pH, neurotransmissão, diferenciação e crescimento celular, sendo o principal substrato energético de células de proliferação rápida, como enterócitos intestinais e linfócitos ativados (Cynober, 1999).

Sob condições de elevada degradação protéica, a glutamina pode atuar como regulador metabólico para aumentar a síntese e reduzir o catabolismo protéico (Zavarize et al. 2010). Tais circunstâncias incluem períodos de estresse, períodos de crescimento rápido dos tecidos e doenças, no qual a síntese endógena pode não ser suficiente (Lobley et al., 2001), e ainda outras duas condições resultam em extensiva repartição de glutamina, como nas fases de gestação e de lactação (Ghadimi & Pecora, 1963).

A nutrição da fêmea suína lactante deve ter duplo objetivo: garantir maiores leitegadas, bem como maior peso à desmama; e preservar a capacidade reprodutiva da matriz no futuro (Nunes Silva et al. 2004). A composição do leite produzido pelas porcas é um importante fator no sucesso da produção de leitões (Klobasa et al. 1987) porque afeta diretamente o desenvolvimento da leitegada; já que o consumo de dietas sólidas pelos leitões, antes dos 21 dias de idade, tem sido pequeno, menos de 10 g por dia (Lucas e Lodge, 1961; Lopes et al. 1986).

O colostro além de prover o neonato com diferentes atividades de proteção, também tem a função de fornecer energia e nutrientes promotores da maturação e do desenvolvimento do

epitélio intestinal, para modular alterações anatômicas, fisiológicas e imunológicas do sistema digestivo (Jensen et al. 2001).

Carboidratos e lipídios são fontes de energia importantes para o recém-nascido (Mellor & Cockburn, 1986). Estes componentes, quando disponíveis, são usados simultaneamente para produção de calor, sendo derivados das reservas corporais e do colostro que é produzido em grande quantidade após o nascimento (Le Dividich & Noblet, 1981). A composição do leite das porcas, assim como a de outros mamíferos, muda ao longo da lactação (Klobasa et al., 1987).

Com isso, sabendo-se da importância do aporte de nutrientes para o desenvolvimento fetal, assim como para o crescimento sadio dos leitões, objetivou-se, com este estudo, avaliar a influência da suplementação de AminoGut (L-Glutamina mais Ácido L-Glutâmico) sobre a composição físico-química e de células somáticas do colostro e do leite de matrizes suínas.

## **Material e Métodos**

### *Local do experiment*

O experimento foi realizado na granja de suínos da empresa Granjita LTDA. (07° 53' 49" S e 35° 10' 48" W), no município de Paudalho, na Zona da Mata de Pernambuco, com clima do tipo tropical chuvoso com verão seco (Ministério de Minas e Energia, 2005) e nos meses de setembro à outubro de 2010, no final da estação chuvosa na região, já que a primavera iniciou no dia 23 de setembro até o dia 22 de dezembro (USNO, 2000). Os parâmetros climáticos no interior do galpão maternidade foi aferido por um termo-higrômetro digital instalado no centro do galpão na altura dos animais, onde os dados de temperatura e umidade relativa máximas e mínimas foram coletados diariamente às 16 horas.

### *Animais e tratamentos experimentais*

Utilizou-se 30 matrizes híbridas (C40) da linhagem Dalland (TOPIGS®) de diferentes idades, desde primíparas até multíparas de sete partos, essa heterogeneidade das porcas deveu-se ao fato de o experimento ter sido realizado em uma granja comercial. Para uniformização das unidades experimentais dos tratamentos foi adotado como critério a ordem dos partos das porcas em que distribuiu-se equitativamente fêmeas primíparas até aquelas com três partos e fêmeas multíparas a partir de quatro partos. As matrizes foram alojadas uma semana antes da data provável do parto, no galpão maternidade, em gaiolas de parição e amamentação individuais, contendo comedouro e bebedouro. Foram utilizados dois tratamentos: Controle e Aminogut (1,5% L-glutamina + L-glutamato na proporção 1:1) com 15 repetições cada um, onde cada porca representa uma unidade experimental e foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado.

### *Ração experimental*

A ração experimental foi fornecida pela empresa e a composição das rações de gestação e de lactação encontram-se descritas na Tabela 1. O fornecimento da ração de gestação, 2,5 kg por dia, se deu até o dia do parto. A ração de lactação teve o fornecimento realizado três vezes ao dia (7h, 1h30min e às 19h) e um aumento gradativo da quantidade até o sétimo dia de lactação quando era fornecido em média 6 kg de ração de lactação por dia, o fornecimento foi manual em cochos individuais, *ad libitum*, e a água era fornecida à vontade.

O grupo Controle recebeu a ração sem suplementação aminoacídica, e ao grupo Aminogut foi fornecido a ração experimental adicionada de 1,5% de L-glutamina e L-ácido glutâmico (Aminogut, produto da Ajinomoto), que correspondia a 15g de suplemento

aminoacídico por quilograma de ração consumida. A adição de 15g de Aminogut por quilograma de ração se deu manualmente, misturando o suplemento à ração para evitar perdas.

Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional das rações utilizadas nos tratamentos Controle e Aminogut nas fases de gestação e lactação.

Composição Centesimal	Gestação		Lactação	
	Controle	Aminogut	Controle	Aminogut
Milho (%)	55,5000	55,5000	62,0000	62,0000
Farelo de Trigo (%)	29,4000	31,8900	-	-
Farelo de Soja 45% (%)	10,3200	8,3800	30,2000	30,0000
Óleo de Soja (%)	0,5000	-	3,5100	3,5100
Calcário Calcítico (%)	0,8600	0,8600	0,8000	0,8000
Fosfato Bicálcico (%)	1,3400	1,3400	1,1260	1,2260
Sal (%)	0,4270	0,4270	0,3800	0,4800
Premix (%) Vitamínico/Mineral (%)	0,1500	0,1000	0,1500	0,1500
Metionina M.H.A. (Líquida) (%)	-	-	0,0980	0,0980
Lisina (%)	-	-	0,1410	0,1410
Treonina (%)	-	-	0,0270	0,0270
Cloreto de Colina 75% (%)	-	-	0,0650	0,0650
Inerte	1,5000	-	1,5000	-
Aminogut	-	1,5000	-	1,5000
Ronozyne NP - Fitase 10.000 (%)	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Calculado</b>				
Energia Digestível (kcal/kg)	3,0112	3,0056	3,4925	3,4857
Proteína Bruta %	14,5188	14,9472	19,4695	20,2785
Fibra Bruta %	4,3304	4,4389	2,9968	2,9850
Cálcio %	0,8945	0,8915	0,8457	0,8698
Fósforo Disponível %	0,4922	0,4957	0,4103	0,4284
Lisina Digestível %	0,5025	0,4665	0,9754	0,9705
Met. + Cist. Digestível %	0,4310	0,4193	0,6381	0,6358
Treonina Digestível %	0,4036	0,3830	0,6423	0,6393
Sódio %	0,2028	0,2023	0,1900	0,2295

**Premix vitamínico-mineral** por quilograma do produto ou 0,1% na composição centesimal: Iodo (I) 1.500 mg, Cobalto (Co) 1.000 mg, Cobre (Cu) 10.000 mg, Zinco (Zn) 10.000 mg, Manganês (Mn) 40.000 mg; Vitamina A - 8.500.000 UI, Vitamina D3 - 1.300.000 UI, Vitamina E - 20.000 mg, Vitamina K3 - 2.000 mg, Tiamina - 2.000 mg, Riboflavina - 5.000 mg, Pirodoxina - 1.600 mg, Vitamina B12 - 25.000 mg, Niacina - 40.000 mg, Pantotenato de cálcio - 15.000 mg, Biotina - 120 mg, Selênio - 150 mg, Antioxidante - 30.000 mg. **Fitase 10.000 - Ronozyme:** Energia Metabolizável Aparente (EMA) 266.667 kcal, Proteína Bruta (PB) 1.333%, Lisina Total e Digestível 60%, Metionina Total e Digestível 20%, Met. + Cis. Total e Digestível 33%, Treonina

total e Digestível 33%, Arginina Total e Digestível 60%, Valina total e Digestível 40%, Isoleucina total e Digestível 53%.

#### *Coleta e análises do leite*

Nos dias 1 (dia do parto), 7 (uma semana após o parto) e 21 (dia do desmame) foram coletadas amostras de colostro e leite com volume médio de 40 mL em frasco fornecido pelo laboratório de leite PROGENE, para análise da composição, e 5 mL coletado diretamente em tubos Eppendorf para análise dos aminoácidos.

Para facilitar a coleta de leite fez-se a aplicação de 0,5 mL do hormônio ocitocina (Prolacton da Tortuga 1:10.000) que foi injetado na veia auricular para estimular a ejeção do leite, que foi coletado nas tetas peitorais.

#### *Análise da composição do leite*

As amostras foram refrigeradas em caixas térmicas contendo gelo e foram analisadas no laboratório de leite PROGENE da UFRPE, no Departamento de Zootecnia, para determinação dos valores de proteína, gordura, sólidos totais e lactose, utilizando-se o equipamento Bentley 2000® através da técnica de infra-vermelho. E também foi feita a contagem de células somáticas (CCS), através do equipamento Somacount 300®, que opera a técnica de citometria de fluxo.

#### *Protocolo experimental para a análise de glutamina e glutamato livres no leite*

Para a quantificação da L-glutamina e L-ácido glutâmico livres no leite expressas em  $\mu\text{mol/mL}$ , utilizou-se amostras desproteinizadas-neutralizadas para medir as concentrações de glutamina e glutamato segundo a técnica descrita por Kowlaski et al. 1997. Inicialmente, 0,20



mL da amostra desproteinizada foi misturada com 0,25 mL de água, 0,50 mL e acetato de sódio (0,5 M, pH 5) e 0,05 mL de glutaminase (SIGMA, G-8880 – 10 units).

Em seguida, esta solução foi misturada e incubada em banho-maria durante uma hora à 37°C, com o objetivo de converter toda a glutamina em glutamato. Paralelamente, 0,5 mL da amostra foi misturada à 1,5 mL de uma solução tampão (Tris 0,2 M, pH 9; 15 mL de água; 0,3 mL de hidrazina e 0,09mM de NAD<sup>+</sup>). As amostras misturadas às soluções foram transferidas para os cubetes e lidas no espectrofotômetro em 340 nm. A glutamato desidrogenase foi acrescentada à solução e feito uma nova leitura no intervalo de 30 minutos.

A diferença entre a primeira e segunda leitura representou o total de glutamina e glutamato e o total de glutamato, respectivamente. A concentração de glutamina foi obtida através da subtração entre o total de glutamato e o total de glutamina e glutamato. Estes resultados foram multiplicados pelos fatores de diluição de cada amostra neutralizada.

#### *Variáveis estudadas*

As variáveis estudadas foram os percentuais de gordura, de proteína, de lactose, de sólidos totais e de contagem de células somáticas do leite (CCS) e as concentrações ( $\mu\text{mol/mL}$ ) de glutamina, glutamato e de glutamato mais glutamina no leite. Todas as variáveis foram analisadas em função do tempo de coleta que foi ao parto (colostró), sete dias após o parto e ao desmame (21 dias).

#### *Pacote estatístico*

Todas as variáveis estudadas foram analisadas no Pacote Estatístico *Statistical Analysis System* – SAS, versão 8, sendo realizada a análise de variância de todas as variáveis individualmente e de suas interações.

## **Resultados e Discussão**

Durante o período experimental as temperaturas máximas e mínimas médias foram de 34°C e 22°C, respectivamente, e os valores médios da umidade relativa do ar máxima e mínima foram 96,7% e 42,9%, respectivamente.

Os resultados da análise química do leite das matrizes são apresentados na Tabela 2. A suplementação de glutamina e glutamato apresentou diferenças significativas para gordura, sólidos totais, a CCS, do colostro e leite de porca aos 21 dias, porém não foi significativo para proteína e lactose. A concentração de glutamato, de glutamina e de glutamato mais glutamina aumentou significativamente no grupo Aminogut. O tempo de coleta apresentou diferenças estatísticas para gordura, proteína, lactose, CCS, e para sólidos totais. Não foi possível mensurar a CCS no colostro, devido a grande dimensão das partículas desse substrato, o que dificultou a medição no equipamento.

Tabela 2 – Composição química do colostro e do leite, aos 7 dias e ao desmame (21 dias), de matrizes suínas com e sem suplementação de Aminogut (L-Glutamina + Ácido L-Glutâmico).

Variáveis da Composição do Leite	COLOSTRO		LEITE 7 DIAS		LEITE 21 DIAS		CV (%)	R <sup>2</sup>	PROBABILIDADE		
	Controle	Aminogut	Controle	Aminogut	Controle	Aminogut			Tratamento	Tempo	Trat*Tempo
Gordura (%)	4,64±0,37	7,38±0,39	6,86±0,37	7,20±0,39	5,01±0,37	6,64±0,39	23,85	0,36	0,0001	0,0145	0,0070
Proteína (%)	8,01±0,42	9,09±0,44	4,79±0,42	4,86±0,44	5,71±0,42	6,29±0,44	26,34	0,48	0,1065	0,0001	NS
Lactose (%)	3,27±0,14	3,23±0,14	5,05±0,14	5,00±0,14	5,21±0,14	5,06±0,14	12,25	0,73	NS	0,0001	NS
Sólidos Totais (%)	17,90±0,42	19,64±0,43	17,61±0,42	17,96±0,43	16,66±0,42	17,96±0,43	9,54	0,26	0,0001	NS	0,0214
CCS (%)	-	-	323,79±52,28	503,75±66,65	224,86±50,38	312,76±52,28	58,55	0,20	0,0453	0,0162	NS
Glu (µmol/mL)	-	-	0,54±0,18	0,56±0,21	0,43±0,19	0,67±0,14	33,64	0,19	0,0143	NS	0,0372
Gln (µmol/mL)	-	-	0,41±0,14	0,61±0,14	0,46±0,26	1,15±0,37	33,97	0,59	0,0001	0,0001	0,0012
Glu+Gln (µmol/mL)	-	-	0,95±0,24	1,18±0,26	0,89±0,36	1,82±0,41	26,81	0,58	0,0001	0,0025	0,0003

NS – não significativo.

CV – Coeficiente de variação

Trat\*Tempo – interação entre o tratamento e os tempos de coleta.

### *Percentual de Gordura*

A suplementação de glutamina mais glutamato aumentou significativamente o percentual de gordura no colostro que foi maior do que no leite ao sétimo dia e ao desmame. Esse aumento do conteúdo de gordura no colostro e leite aos 21 dias está atribuído ao fato de a glutamina e o glutamato participarem indiretamente da lipogênese, como defende Kowalchuk et al. (1988) ao afirmar que, se as condições para lipogênese e formação de triacilglicerol são favoráveis, a maior parte da glutamina removida pelo tecido adiposo é convertida em glutamato que, posteriormente, é metabolizado para acetil-CoA, como precursor para a lipogênese. Segundo Yoo et al. (2008) a glutamina é o maior precursor para o carbono lipogênico, suprimindo mais unidades de Acetil-CoA do que a glicose ou outra fonte sozinha. Já, Baquet et al. (1991) em estudo com ratos, afirmaram que, quando hepatócitos foram incubados em presença de glicose, a glutamina foi o aminoácido de maior eficiência no estímulo da lipogênese.

De acordo com Fontaneli (2001) os triglicerídios são transportados pelo sangue até a glândula mamária, onde sofrem a quebra de subunidades de glicerol e ácidos graxos livres, que podem, então, serem absorvidos pelas células da glândula mamária.

O tratamento Aminogut apresentou 2,74%, 0,34% e 2,10% mais gordura do que no tratamento Controle em todos os períodos de coleta, respectivamente, colostro, 7 dias e desmame. Durante todo o período de lactação, o teor de gordura do leite no grupo Aminogut foi mantida em todo o período de lactação (Figura 1).

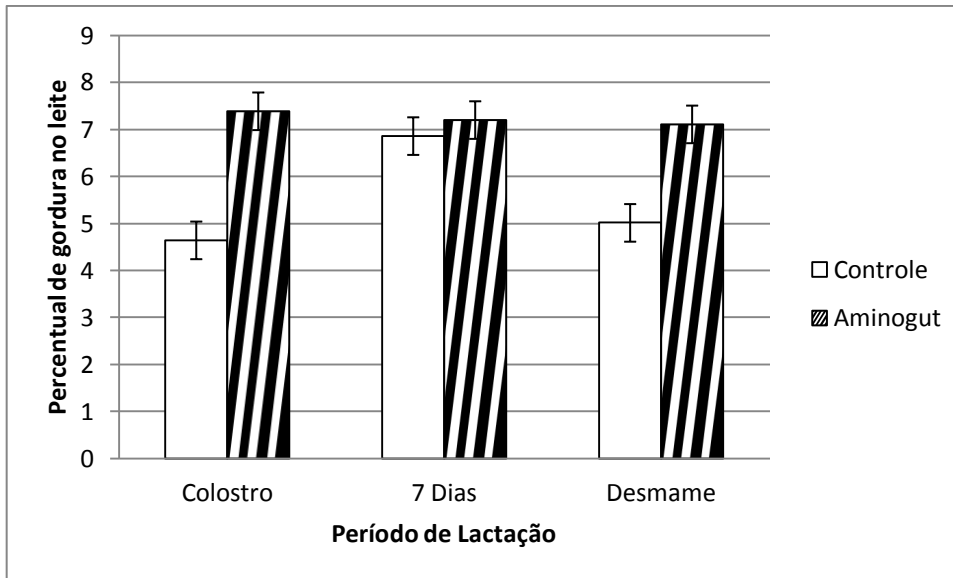


Figura 1 – Percentuais de gordura no colostro (dia 1) e no leite aos 7 e aos 21 dias.

Diferentemente o grupo Controle teve um baixo teor de gordura no colostro, que aumentou aos 7 dias e caiu ao desmame, o que confere uma depleção dos teores de gordura do leite entre o sétimo dia até o desmame, de 26,9%.

A diminuição do teor de gordura do leite de porcas ao longo da lactação também foi verificado por outros autores que também avaliaram a composição do colostro e leite de porca. Braude et al., (1947) afirmaram que na rápida passagem do colostro para o leite a gordura diminui sensivelmente. Fahmy et al., (1972) acusou que o percentual de gordura aumentou cerca de 1% do colostro para o leite, mas tendeu a diminuir ao aproximar-se do final da lactação. Em estudo conduzido por Plaizier et al., (2001) com vacas Holandesas em lactação que receberam glutamina por infusão pós-ruminal em diferentes níveis (0g, 100g, 200g e 300g de Gln) verificaram aumento do teor de gordura no leite de vaca em até 1% à medida em que se elevava a quantidade de glutamina utilizada. Elliott et al. (1971), estudando as mudanças na composição do colostro e do leite de porcas Yorkshire sob o efeito de diferentes níveis de

proteína dietária, observaram que o conteúdo de gordura no colostro variou de 4 para 16% e no leite variou de 4 para 9,4%, evidenciando as individualidades dentre as matrizes, elevando o coeficiente de variação.

#### *Percentual de Proteína e Lactose*

O percentual de proteína não apresentou diferenças significativas dentre os tratamentos, porém no colostro e no leite aos 21 dias a proteína apresentou-se em maior concentração no Tratamento Aminogut, onde a maior diferença se deu no colostro que apresentou aumento de 1,08% no colostro.

Verificou-se a mudança do teor de proteína na transição do colostro para o leite, em ambos tratamentos, Controle e Aminogut, que perderam 3,22% e 4,23%, respectivamente. Isso se deve ao fato de o colostro ser rico em imunoglobulinas. O comportamento do teor protéico na passagem do colostro para o leite está de acordo com resultados de outros autores (Klobasa, 1987; Elliott, 1971; Fhamy, 1972; Ricalde & Lean, 2000). O maior percentual protéico no colostro das matrizes suplementadas com Aminogut em relação ao colostro das matrizes do grupo Aminogut (Figura 2), pode ser presumido do fato de que as células de crescimento rápido, nas quais enquadram-se, as imunoglobulinas, utilizam a glutamina como substrato energético para proliferação (Wallace & Keast 1992, Ogle et al. 1994).

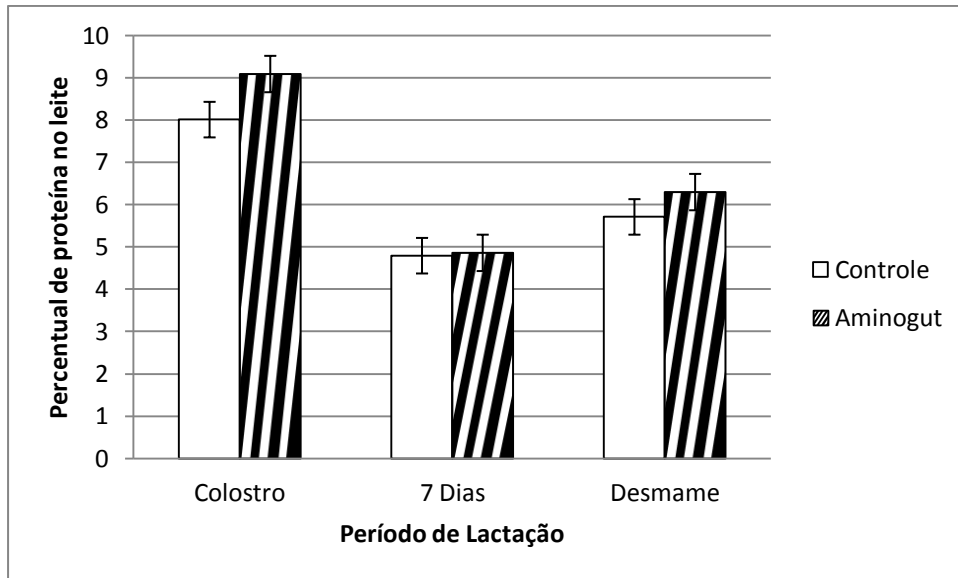


Figura 2 – Concentração percentual de proteína no colostro (dia 1 ou dia do parto) e no leite aos 7 e 21 dias de lactação.

A lactose apresentou-se baixa no colostro aumentando sua concentração no leite aos sete dias e aos 21 dias sem diferir estatisticamente, este resultado corrobora com Braude et al. (1947); Elliott et al. (1971). Porém Fhamy (1972) e Klobasa et al. (1987) observaram que a lactose aumentou muito do colostro para o leite porém começou a regredir após o 14º dia de lactação. Já Noblet & Etienne (1986) afirmaram que a lactose aumentou significativamente com o avanço da lactação até o 21º dia.

#### *Percentual de Sólidos Totais*

O percentual de Sólidos Totais, que é constituído pelos teores de gordura, proteína e lactose, foi maior para o tratamento Aminogut (Figura 3), o qual apresentou-se elevado em 1,74% no colostro, e 1,3% ao desmame, quando comparado com o tratamento controle. O teor de sólidos totais durante o período de lactação das porcas suplementadas apresentou depleção de 1,68% na passagem do colostro até o leite no sétimo dia, esta diminuição ocorreu devido à

grande produção de proteína no colostro; o perfil de sólidos totais do grupo Controle em contraste com o tratamento Aminogut, apresentou manutenção dos teores de sólidos totais durante a lactação. A depleção do percentual de sólidos totais do colostro para o leite de porcas também foi observado por outros autores como Braude et al. (1947) que verificaram a influência das maiores temperaturas, que imprimiram maior depressão dos sólidos totais. Klobasa et al. (1987) verificaram que os sólidos totais foram altos no colostro e sua concentração diminuiu cerca de 30% durante a transição do colostro para o leite, Butler (1979) afirmou que o alto teor de sólidos do colostro se deve ao alto conteúdo de imunoglobulinas.

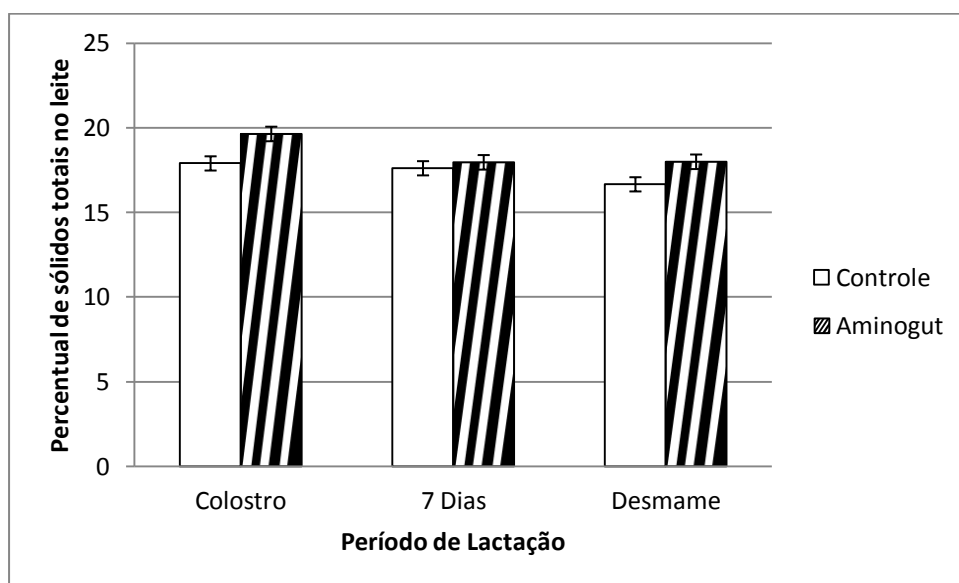


Figura 3 - Perfil da concentração percentual de sólidos totais da secreção lactogênica colhidas ao parto, aos sete dias pós-parto e aos 21 dias de lactação.

Considerando que a concentração dos sólidos totais tem como principais constituintes a gordura, a proteína e a lactose (Ribas, 2000), denota-se que o comportamento dos sólidos totais do leite durante a lactação sofreu a influência principalmente da gordura aumentada com a adição de 1,5% de Aminogut por quilograma de ração.



Segundo Klobasa et al. (1987), o teor de sólidos totais pode não cair na passagem do colostro para o leite por conta do aumento gradativo do teor de gordura e lactose na transição do colostro para o leite. Mesmo não diferindo entre os tratamentos a lactose aumentou ao longo do período lactacional para ambos tratamentos.

#### *Contagem de Células Somáticas - CCS*

A Contagem de Células Somáticas (CCS) do colostro, não pôde ser obtida porque não foi analisada pela máquina Somacount 300®, devido ao tamanho das imunoglobulinas presentes no colostro.

Verificou-se que a CCS aos sete dias foi superior ao encontrado aos 21 dias, e que as matrizes que receberam Aminogut na ração, apresentaram maiores percentuais de CCS no leite, do que aquelas fêmeas do grupo Controle, em ambas as fases de lactação.

Normalmente, o conteúdo de células somáticas no leite de porcas é muito alto, as quais, são constituídas por células do sistema imune e epiteliais, com uma CCS entre 1 e 4 milhões de células por mililitro em porcas saudáveis (Hurley & Grieve, 1988), onde as subpopulações celulares no leite de porcas apresentam configuração característica com a predominância de macrófagos (40,87%), seguido por linfócitos (31%), leucócitos (15,8%) e por células epiteliais (12,33%) (Ognean et al., 2010).

Atualmente a contagem de células somáticas (CCS) é o principal indicador de mastite bovina e reflete a resposta de combate à doença pelo animal, porém, os testes desenvolvidos para vacas não são recomendados para porcas devido a grande diferença entre as altas concentrações de células somáticas no leite destas para a reduzida concentração no leite bovino (Zhu, 2007), porém, acredita-se que a condutividade elétrica e o exame citológico

podem dar resultados conclusivos sobre a incidência de mastites em porcas (Ognean et al. 2010).

Apesar de não ser tão perceptível e não receber a devida atenção, a mastite, afeta porcas em todas as regiões do mundo e desempenha um papel importante na Síndrome da Hipoagalaxia do Periparto - SHP (Zhu, 2007), que geralmente acomete os animais imediatamente após o parto, com alto risco nas primeiras três semanas de lactação, quando a produção de leite aumenta ocorrendo associada à metrites e agalaxia, os efeitos consistem na redução e significativa alteração da secreção de leite (Persson et al., 1989; Ognean et al., 2010), podendo ser evidenciada através do aumento no número de granulócitos encontrados no sangue ao parto (Magnusson & Fossum, 1990), sendo causada por patógenos gram-negativos disseminados nas fezes, como *Escherichia coli* (*E. Coli*), *Klebsiella pneumoniae* (*K. Pneumoniae*) e várias espécies de *Enterobacter*, os quais, constituem os mais comuns patógenos vinculados às mastites coliformais (Ringarp, 1960), tendo como principal contribuinte a constante amamentação, que não ocorre com vacas leiteiras (Garst et al. 1999), e considerando que o focinho suíno, por ser um órgão tátil, desempenha um importante papel como vetor de microrganismos do ambiente, mais precisamente do piso contaminado por fezes, para as tetas das porcas. Sendo perceptível durante o período experimental a presença de tetas feridas durante a amamentação e por vezes inflamadas pelo contato com o piso sujo e pelos focinhos e bocas dos leitões.

Possivelmente o alto percentual de CCS no leite de porcas que receberam Aminogut (Figura 4) na ração deve-se ao fato de que a glutamina é o principal substrato energético de células de crescimento rápido, como as células do sistema imunológico e os enterócitos (Cynober, 1999), possibilitando inferir que houve uma contribuição às respostas de defesa

imunológica das matrizes quanto aos processos infecciosos com o fortalecimento do sistema imune através da proliferação destas células.

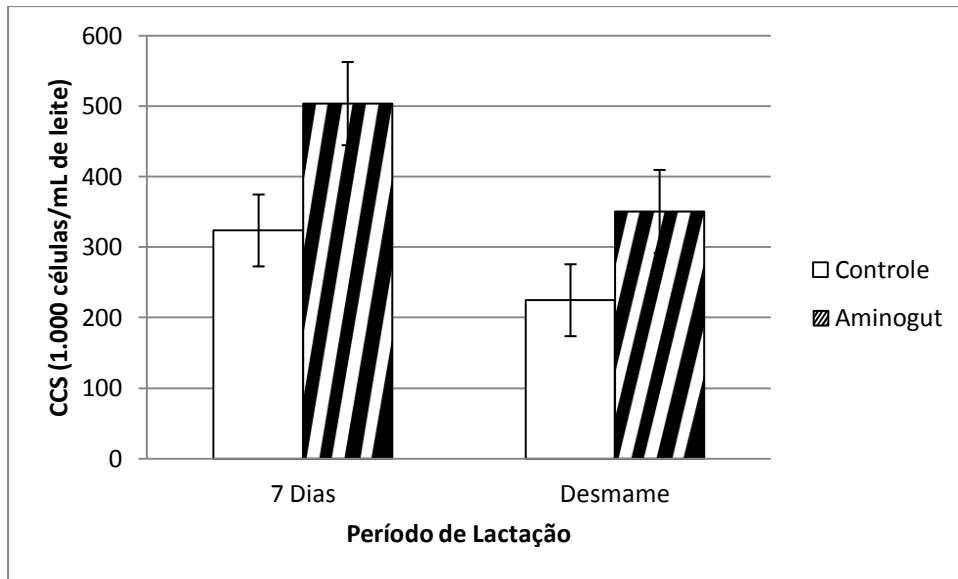


Figura 4 - Perfil da concentração da CCS (x1000 células / mL de leite) da secreção lactogênica colhidas ao parto, aos sete dias pós-parto e aos 21 dias de lactação.

#### *Concentração de glutamina e glutamato*

As concentrações de glutamina e glutamato aumentaram ao desmame no grupo suplementado. A figura 5 apresenta a representação gráfica das concentrações de glutamina e glutamato nos diferentes tratamentos em função do tempo de coleta (aos 7 dias e aos 21 dias) em que verifica-se aumento de 15% da concentração de glutamato no leite e de 46% mais glutamina no leite das matrizes suplementadas. Manso (2012) verificou aumento de 110% de glutamina no leite de matrizes suínas suplementadas com Aminogut, e um aumento de 240% na concentração de glutamina mais glutamato no leite aos 21 dias, em avaliação da suplementação de 2,5% de Aminogut por quilograma de ração consumida. Trottier e colaboradores (1997) verificaram aumento na concentração de glutamina e de glutamato até o 14º dia de lactação e diminuição de suas concentrações até o 20º dia de lactação.

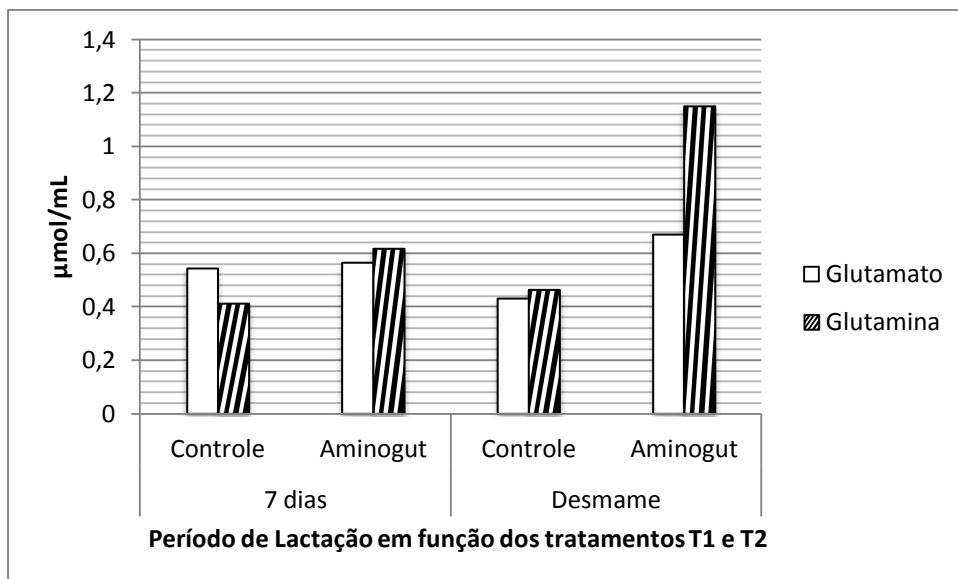


Figura 5 – Concentração de glutamato e glutamina no leite aos 7 dias e aos 21 dias de lactação em função dos tratamentos.

## Conclusão

A suplementação de Aminogut (L-Gln + L-Glu) aumentou a gordura, os sólidos totais do colostro e do leite de porcas, indicando melhoria nos parâmetros nutricionais deste importante alimento aos neonatos, podendo o Aminogut ser utilizado como suplemento alimentar de matrizes suínas lactantes até os 21 dias de lactação.

A CCS do leite coletado aos 7 e 21 dias de lactação aumentaram com a inclusão do Aminogut, podendo indicar uma possível melhora na resposta imunológica da matriz suína durante a lactação, porém sendo necessários maiores estudos referentes à influência da glutamina e glutamato na contagem de células somáticas do leite.

A concentração de glutamina e glutamato livres no leite aumentou no sétimo dia de lactação e principalmente no vigésimo primeiro dia de lactação com a suplementação de 1,5% de Aminogut por quilograma de ração consumida.

## Referências

- BAQUET, A.; LAVOINNE, A.; HUE, L. Comparison of the effects of various amino acids on glycogen synthesis, lipogenesis and ketogenesis in isolated rat hepatocytes. **Biochemical Journal**, v.273, p.57-62, 1991.
- BERTECHINI A.G. Metabolismo de proteínas. In: **Nutrição de monogástricos**. 1.edição. Lavras: UFLA, 101-127. 2006.
- BRAUDE, R.; COATES, M.E.; HENRY, K.M.; KON, S.K.; ROWLAND, S.J.; THOMPSON, S.Y.; WALKER, D.M. A study of the composition of sows's milk. **National Institute for Research in Dayring**, University of Reading, vol. 1, p. 64 – 77, 1947.
- BUTLER, J. E. Immunologic aspects of breast feeding, anti-infectious activity of breast milk. In: T. K. Oliver and T. H. Kirschbaum (Ed.) **Human Lactation. Seminary Perinatology**. 1979, v. 3, p. 255.
- CYNOBER, L. A. Glutamine metabolism in stressed patients. In: **6<sup>th</sup> Proceedings of International Congress on Amino acids**. Bonn, 1999, p. 5
- ELLIOT, R.F.; VANDER NOOT, G.W.; GILBREATH, R.L.; FISHER, H. Effect of dietary protein level on composition changes in sow colostrums and milk. **Journal of Animal Science**, v. 32, n. 6, p. 1128 – 1137, 1971.
- FAHMY, M.H. Comparative study of colostrums and milk composition of seven breeds of swine. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 52, n. 4, p. 621 – 627, 1972.
- FONTANELI, R.S. **Fatores que afetam a composição e as características físico-químicas do leite**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. **Bioquímica do Tecido Animal**. 2001, p. 1-25.
- GARST, A.S.; BALL, S. F.; WILLIAMS, B. L.; WOOD, C.M.; KNIGHT, J. W.; MOLL, H. D., AARDEMA, C.H.; GWAZDAUSKAS, F.C. Influence of machine milking of sows on lactational milk yield and litter weights. **Journal of Animal Science**. Vol. 77, p. 1620-1623, 1999.
- GHADIMI, H.; PECORA, P. Free amino acids of different kinds of milk. **American Journal of Clinical Nutrition**. vol. 13, p. 75-81. 1963
- HURLEY, W.L.; GRIEVE, R.C.J. Total and differential cell counts and N-acetyl-B-D-glucosaminidase activity in sow milk during lactation. **Veterinary Research Communications**, v. 12, n. 2-3, p. 149 – 153, 1988.
- JENSEN, A. R.; ELNIF, J.; BURRIN, D. G.; SANGILD, P. T. Development of intestinal immunoglobulin absorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent. **Journal of Nutrition**, vol. 131, p. 3259-3265, 2001.
- KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J.E. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**, vol. 64, p. 1458 – 1466, 1987.

- KOWALCHUK, J.M.; CURI, R.; NEWSHOLME, E.A. Glutamine metabolism in isolated incubated adipocytes of the rat. **Biochemical Journal**, v.249, p.705-708, 1988.
- KOWALSKI, T.T.; WU, G.; WATFORD, M. Rat adipose tissue amino acid metabolism in vivo as assessed by microdialysis and arteriovenous techniques. **American Journal of Physiology**, v. 273, p. E617-E622, 1997.
- LE DIVIDICH, J. & NOBLET, J. Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. **Biology of the Neonate** 40, 167-174, 1981.
- LOBLEY, G.E.; HOSKIN, S.O.; MCNEIL, C.J. Glutamine in animal science and production. **Journal of Nutrition**. vol. 131, p. 2525S – 2531S, 2001.
- LOPES, D.C., DONZELE, J.L., ALVARENGA, J.C. et al. Avaliação de épocas do início do arraçamento de leitões em aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 15(3):219-223, 1986.
- LUCAS, E.A.M., LODGE, G.A. The nutrition of the young pig. 22 ed. Bucksburn Aberdeen Scotland, Rowett Research Institute. 1961, 199p.
- MAGNUSSON, U.; FOSSUM, C. Numerical variations among blood mononuclear cells during the peripartal period in the gilt. **Journal of Veterinary Medicine**, Series B, v. 37, n. 1-10, p. 459 – 467, 1990.
- MANSO, H.E.C.C.; MANSO FILHO, H.C.; CARVALHO, L.E.; KUTSCHENKO, M., et al. Glutamine and glutamate supplementation raise milk glutamine concentrations in lactating gilts. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, vol. 3, nº. 2, p. 1 – 16, 2012.
- MELLOR, D.J.; COCKBURN, F. A comparison of energy metabolism in the new-born infant, piglet and lambs. **Experimental Physiology**, v. 71, p. 361 – 379, 1986.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea - Diagnóstico do município de Paudalho, 20 p. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/PAUD115.pdf>. Acessado em: 04/04/2012
- NOBLET, J; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3352 – 3359, 1989.
- NUNES SILVA, B.A.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; HACKENHAAR, L. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos sintéticos em ração para porcas em lactação. **Revista Eletrônica Nutritime**, v 1, nº 1, p. 44-47, 2004. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/006V1N1P44\\_47\\_JUL2004.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/006V1N1P44_47_JUL2004.pdf) Acesso em: 03/10/2011.
- OGLE, C. K., OGLE, J. D., MAO, J. X., SIMON, J., NOEL, J. G., Li, B. G. & ALEXANDER, J.W. Effect of glutamine on phagocytosis and bacterial killing by normal and pediatric burn patient neutrophils. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 18, p. 128 – 133, 1994.

- OGNEAN, L.; GH BERER, M.; PAVEL, G.; VLASIN, A.; CERNEA, C.; MOLDOVAN, M.; TRINCA, S. The evolution of the hemogram and certain parameters from blood and milk of sows during the first week post-partum. **Bulletin UASVM, Veterinary Medicine** v. 67, nº. 1 / 2010. ISSN 1843-5270; Eletronic ISSN 1843-5378. Disponível em: <<http://journals.usamvcj.ro/veterinary/article/viewFile/5941/5430>> Acesso em: 03/10/2011.
- PERSSON, A.; PEDERSEN A.E.; GORANSSON L.; KUHL, W. A long term study of the health status and performance of sows on different feed allowances during late pregnancy. I. Clinical observations, with special reference to agalactia post-partum. **Acta Veterinarian Scandinavian** v. 30, p. 9 - 17, 1989.
- PLAIZIER, J.C.; WALTON, J.-P.; MC BRIDE, B.W. Effect of post-ruminal infusion of glutamine on plasma amino acids, milk yeld and composition in lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**. Vol. 81. p. 229-235, 2001.
- RIBAS, N.P. Laboratório processa 300 mil amostras de leite. **Revista Gado Holandês**, n.489, p.11, 2000.
- RICALDE, R.H.S.; LEAN, I.J. The effect of tropical ambient temperature on productive performance and grazing behavior of sows kept in a outdoor system. *Livestock Research for Rural Development*, v. 12, n.2, 2000.
- RINGARP, N. Clinical and experimental investigations into a post-parturient syndrome with agalactia in sows. *Acta. Agr. Scand. Suppl.* 7:1, 1960.
- TROTTIER, N. L.; SHIPLEY, C. F.; EASTER, R.A. Plasma amino acid uptake by the mammary gland of the lactating sow. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1266 – 1278, 1997.
- UNITED STATES NAVAL OBSERVATORY – USNO 2000. Earth’s seasons – Equinoxes, solistices, perihetion, and aphelion – Universal Time 2000 – 2020. Disponível em: <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/EarthSeasons.php>. Acessado em: 04/04/2012.
- WALLACE, C. & KEAST, D. Glutamine and macrophage function. **Medicine Clinical Experimental** v. 41, p. 1016 – 1020, 1992.
- YOO, H.; ANTONIEWICZ, M.R.; STEPHANOPOULOS, G.; KELLEHER, J.K. Quantifying reductive carboxilation flux of glutamine to lipid in a brown adipocyte cell line. **Journal of Biological Chemistry**, vol. 283, p. 20621 – 20627, 2008.
- ZAVARIZE, K.C.; MENTEN, J.F.N.; TRALDI, A.B.; SANTAROSA, J.; SILVA, C.L.S. Utilização de glutamina na nutrição de monogástricos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 109 (573-576) p. 5 – 10, 2010.
- ZHU, Y. Early inflammatory response in periparturient sows to experimentally induced *Escherichia coli* mastitis special reference to cytokine responses. Doctoral thesis, Swidesh University of Agricultural Sciences. Uppsala 2007. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*. 2007 : 98. ISSN 1652-6880; ISBN 978-91-576-7397-8.

## **Capítulo 3**

Avaliação da suplementação de L-Glutamina  
mais L-Ácido Glutâmico sobre o desempenho  
produtivo de matrizes suínas durante a lactação



## **Avaliação da suplementação de L-Glutamina mais L-Glutamato sobre o desempenho produtivo de matrizes suínas durante a lactação**

### **Resumo**

Objetivou-se avaliar a influência da suplementação de glutamina (Gln) mais glutamato (Glu) (Aminogut - Ajinomoto) sobre o desempenho produtivo de 30 matrizes suínas durante 21 dias de lactação. As fêmeas foram alojadas no galpão maternidade, em gaiolas individuais, e divididas em dois tratamentos, Controle e Aminogut (suplementadas com 1,5% de Aminogut no consumo diário). O período de suplementação das fêmeas iniciou-se aos sete dias antes da data provável do parto. O peso das matrizes foi estimado através de medidas de comprimento corporal e perímetro torácico, utilizando fita métrica, conforme a fórmula descrita pela NUTRON Alimentos Ltda. (2002)  $\text{Peso Corporal} = [ (\text{PT})^2 \times \text{CC} ] \times 69,3$ . Foi realizada avaliação da espessura de toucinho (ET) na altura da última vértebra torácica através do aparelho RENCO Lean –Meater, tais medidas foram executadas no primeiro dia do experimento e no final do experimento aos 21 dias de lactação quando desmamadas. Avaliou-se ainda o retorno ao cio e parâmetros séricos (concentração plasmática de Glu, Gln, proteína total e glicose). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, onde cada animal representou uma unidade experimental. A análise estatística, ANOVA, foi feita através do Pacote Estatístico *Statistical Analysis System* – SAS, versão 8, individualmente e de suas interações. Ocorreu redução das perdas de massa corporal ( $P < 0,05$ ), para as fêmeas do grupo Aminogut correspondendo a apenas 2%, enquanto que as fêmeas do grupo T1 apresentaram perdas de 13,38% do peso vivo, porém a ET não foi influenciada. Além da redução do retorno ao cio no tratamento Aminogut ( $P < 0,05$ ).

**Palavras-chaves** - Proteína, espessura de toucinho, perda de peso, plasma, porca.

## **Abstract**

The objective was to evaluate the influence of supplemental L-Glutamine (Gln) plus Acid L-Glutamate (Glu) (Aminogut - Ajinomoto) on the performance of 30 sows for 21 days of lactation. The females were housed in the maternity barn in individual cages and divided into two treatments, control and Aminogut (supplemented with 1.5% Aminogut daily consumption). The supplementation period of the females began to seven days before the expected date of delivery. The weight of the sows was estimated by measuring the body length and girth, using tape measure, according to the formula described by Nutron Alimentos Ltda. (2002)  $Weight = [(PT) CC \times 2] \times 69.3$ . The assessment of backfat thickness (ET) at the time of the last thoracic vertebra through the apparatus Renco Lean-Meater such measurements were performed on the first day of the experiment and at the end of the experiment at 21 days of lactation when weaned. We also evaluated the return to estrus and serum parameters (plasma concentration of Glu, Gln, glucose and total protein). The experimental design was completely randomized, where each animal represented an experimental unit. Statistical analysis, ANOVA, was performed using the Statistical Package for Statistical Analysis System - SAS, version 8, individually and their interactions. There was a reduction of the loss of body mass ( $P < 0.05$ ) for females Aminogut group accounting for only 2%, while females of the group T1 were 13.38% loss of body weight, but not ET influenced. In addition, to reducing the estrus return Aminogut treatment ( $P < 0.05$ ).

**Key words** - Protein, backfat thickness, weight loss, serum, sow.

## **Introdução**

A suinocultura moderna é grandemente dependente do desempenho reprodutivo das matrizes, sendo a nutrição e a alimentação os aspectos que mais afetam este desempenho (Ludke et al., 2006).

Atualmente, algumas pesquisas tem demonstrado alguns efeitos benéficos da inclusão de glutamina sobre o desempenho de suínos (Yi et al., 2005; Kitt et al., 2003 e 2004) em aves (Soltan, 2010; Bartel & Batal, 2007; Maiorka et al., 2000) e também em peixes (Silva et al., 2010). Entretanto a glutamina pode agir como tampão, aceitando a amônia excessiva e quando necessário formar outros aminoácidos, amino-açúcares, glicose, proteínas, nucleotídeos e ureia (Rennie, 2001).

Mesmo como aminoácido não-essencial, em situações de estresse a demanda por glutamina pode superar a sua capacidade de síntese, tornando sua suplementação relevante (Lopes, 2005), pois a concentração de glutamina plasmática e muscular declinam, e ocorre aumento do fornecimento de glutamina do músculo para outras regiões do corpo (Calder & Newsholme, 2002).

Segundo Meijer et al. (1995), a mudança na concentração dos aminoácidos musculares, no período da gestação para a lactação, é uma característica que se descreve como estado catabólico nos mamíferos, em que a proteína muscular foi degradada para a suplementação de aminoácidos para a produção de leite.

O consumo de ração de matrizes suínas é sempre insuficiente para suprir os requerimentos nutricionais para produção de leite, e as reservas corporais podem ser parcialmente esgotadas, resultando em problemas reprodutivos subsequentes (Quiniou & Noblet, 1999), segundo Clowes et al. (2005), no final da lactação as perdas de massa muscular podem chegar a 36% com base no peso do dia do parto, entretanto, Wu (2005)

concluiu que uma suplementação de glutamina durante a lactação poderia prevenir a perda da massa muscular das matrizes suínas; já que a glutamina e o glutamato, mesmo representando de 10 a 15% do total de aminoácidos em muitos alimentos e coprodutos industriais (Li et al. 2010) e o milho e a soja não fornecerem um padrão ideal de aminoácidos para porcas em lactação.

No presente experimento objetivou-se avaliar a influência da suplementação do dipeptídeo glutamina mais glutamato (Aminogut®) no desempenho produtivo de matrizes suínas lactantes.

## **Material e Métodos**

### *Local do experimento*

O experimento foi realizado na granja de suínos da empresa Granjita LTDA. (07° 53' 49" S e 35° 10' 48" W), no município de Paudalho, na Zona da Mata de Pernambuco, com clima do tipo tropical chuvoso com verão seco (Ministério de Minas e Energia, 2005) e nos meses de setembro à outubro de 2010, no final da estação chuvosa na região, já que a primavera iniciou no dia 23 de setembro até o dia 22 de dezembro (USNO, 2000). Os parâmetros climáticos no interior do galpão maternidade foi aferido por um termohigrômetro digital instalado no centro do galpão na altura dos animais, onde os dados de temperatura e umidade relativa máximas e mínimas foram coletados diariamente às 16 horas.

### *Animais e tratamentos experimentais*

Utilizou-se 30 matrizes híbridas (C40) da linhagem Dalland (TOPIGS®) de diferentes idades, desde primíparas até multíparas de sete partos, essa heterogeneidade das porcas deveu-se ao fato de o experimento ter sido realizado em uma granja comercial. Para

uniformização das unidades experimentais dos tratamentos foi adotado como critério a ordem dos partos das porcas em que distribuiu-se equitativamente fêmeas primíparas até aquelas com três partos e fêmeas múltíparas a partir de quatro partos. As matrizes foram alojadas uma semana antes da data provável do parto, no galpão maternidade, em gaiolas de parição e amamentação individuais, contendo comedouro e bebedouro. Foram utilizados dois tratamentos: Controle e Aminogut (1,5% L-glutamina + L-glutamato na proporção 1:1) com 15 repetições cada um, onde cada porca representa uma unidade experimental e foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado.

#### *Ração experimental*

A ração experimental foi fornecida pela empresa e a composição das rações de gestação e de lactação encontram-se descritas na Tabela 1. O fornecimento da ração de gestação, 2,5 kg por dia, se deu até o dia do parto. A ração de lactação teve o fornecimento realizado três vezes ao dia (7h, 1h30min e às 19h) e um aumento gradativo da quantidade até o sétimo dia de lactação quando era fornecido em média 6 kg de ração de lactação por dia, o fornecimento foi manual em cochos individuais, *ad libitum*, e a água era fornecida à vontade.

O grupo Controle recebeu a ração sem suplementação aminoacídica, e ao grupo Aminogut foi fornecido a ração experimental adicionada de 1,5% de L-glutamina e L-ácido glutâmico (Aminogut, produto da Ajinomoto), que correspondia a 15g de suplemento aminoacídico por quilograma de ração consumida. A adição de 15g de Aminogut por quilograma de ração se deu manualmente, misturando o suplemento à ração para evitar perdas.

Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional das rações utilizadas nos tratamentos Controle e Aminogut nas fases de gestação e lactação.

Composição Centesimal	Gestação		Lactação	
	Controle	Aminogut	Controle	Aminogut
Milho (%)	55,5000	55,5000	62,0000	62,0000
Farelo de Trigo (%)	29,4000	31,8900	-	-
Farelo de Soja 45% (%)	10,3200	8,3800	30,2000	30,0000
Óleo de Soja (%)	0,5000	-	3,5100	3,5100
Calcário Calcítico (%)	0,8600	0,8600	0,8000	0,8000
Fosfato Bicálcico (%)	1,3400	1,3400	1,1260	1,2260
Sal (%)	0,4270	0,4270	0,3800	0,4800
Premix (%) Vitamínico/Mineral (%)	0,1500	0,1000	0,1500	0,1500
Metionina M.H.A. (Líquida) (%)	-	-	0,0980	0,0980
Lisina (%)	-	-	0,1410	0,1410
Treonina (%)	-	-	0,0270	0,0270
Cloreto de Colina 75% (%)	-	-	0,0650	0,0650
Inerte	1,5000	-	1,5000	-
Aminogut	-	1,5000	-	1,5000
Ronozyme NP - Fitase 10.000 (%)	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Calculado</b>				
Energia Digestível (kcal/kg)	3.0112	3.0056	3,4925	3.4857
Proteína Bruta %	14,5188	14,9472	19,4695	20,2785
Fibra Bruta %	4,3304	4,4389	2,9968	2,9850
Cálcio %	0,8945	0,8915	0,8457	0,8698
Fósforo Disponível %	0,4922	0,4957	0,4103	0,4284
Lisina Digestível %	0,5025	0,4665	0,9754	0,9705
Met. + Cist. Digestível %	0,4310	0,4193	0,6381	0,6358
Treonina Digestível %	0,4036	0,3830	0,6423	0,6393
Sódio %	0,2028	0,2023	0,1900	0,2295

**Premix vitamínico-mineral** por quilograma do produto ou 0,1% na composição centesimal: Iodo (I) 1.500 mg, Cobalto (Co) 1.000 mg, Cobre (Cu) 10.000 mg, Zinco (Zn) 10.000 mg, Manganês (Mn) 40.000 mg; Vitamina A - 8.500.000 UI, Vitamina D3 - 1.300.000 UI, Vitamina E - 20.000 mg, Vitamina K3 - 2.000 mg, Tiamina - 2.000 mg, Riboflavina - 5.000 mg, Pirodoxina - 1.600 mg, Vitamina B12 - 25.000 mg, Niacina - 40.000 mg, Pantotenato de cálcio - 15.000 mg, Biotina - 120 mg, Selênio - 150 mg, Antioxidante - 30.000 mg. **Fitase 10.000 - Ronozyme:** Energia Metabolizável Aparente (EMA) 266.667 kcal, Proteína Bruta (PB) 1.333%, Lisina Total e Digestível 60%, Metionina Total e Digestível 20%, Met. + Cis. Total e Digestível 33%, Treonina total e Digestível 33%, Arginina Total e Digestível 60%, Valina total e Digestível 40%, Isoleucina total e Digestível 53%.

*Peso e espessura de toucinho das matrizes*

O peso das matrizes foi estimado por intermédio de medidas de comprimento corporal e perímetro torácico, utilizando fita métrica, conforme a fórmula descrita pela NUTRON Alimentos Ltda (2002), onde a estimativa da massa corporal se deu por conta da dificuldade no manejo das matrizes suínas em razão do elevado peso e do avançado estado de gestação. A fórmula utilizada foi:  $\text{Peso Corporal} = [ (\text{PT})^2 \times \text{CC} ] \times 69,3$ ; onde PT é o perímetro torácico, CC o comprimento do corpo da ponta do focinho até a inserção da cauda e 69,3 uma constante. Estimou-se o peso no início do experimento, com uma semana antes da parição, e ao final do experimento no dia do desmame. Através das massas corporais estimadas, calculou-se a perda de massa corporal através da diferença entre o peso inicial e o peso final.

Foi realizada avaliação da Espessura de Toucinho (ET) na altura da última vértebra torácica através da utilização do aparelho RENCO Lean-Meater, as medidas ultrasonográficas foram executadas no primeiro dia do experimento, quando as matrizes chegaram à maternidade, sete dias antes da data prevista para o parto e no final do experimento ao 21º dia de lactação quando foram desmamadas. A perda de espessura de toucinho se deu através da diferença entre a espessura de toucinho inicial e espessura de toucinho final.

O retorno ao cio foi contado a partir do dia do desmame até o dia de detecção do cio. Além das características da vulva edemaciada, avermelhada e com corrimento cristalino, o cio foi caracterizado principalmente pelo reflexo ao macho, quando fêmea suína aceita a monta ficando imóvel.

### *Coleta e análise de sangue para determinação dos valores plasmáticos na matriz*

As coletas de sangue foram feitas nos dias do parto, após o fornecimento de colostro para toda a leitegada, depois, ao sétimo dia de lactação e no dia do desmame. Perfazendo três tempos distintos: ao parto, sete dias pós-parto, e ao desmame (21 dias de lactação).

O sangue foi coletado numa das veias da região auricular utilizando-se tubos vacutainer heparinizados (BD, 7,0 mL). Após a coleta, o sangue foi centrifugado, para separação do plasma, em seguida foi resfriado, imediatamente, desproteínizado em solução de ácido perclórico (PCA) a 10% e neutralizado com 1,0 M de hidróxido de potássio (KOH). As amostras foram acondicionadas à -20°C para leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda 340 nm, segundo para determinação das concentrações de glutamina e glutamato.

### *Protocolo experimental para análise de glutamina e glutamato livres no plasma*

As concentrações de Gln e Glu foram expressas em  $\mu\text{mol/mL}$  de sangue. As amostras desproteínizadas-neutralizadas foram usadas para medir as concentrações de Gln e Glu segundo técnica descrita por Kowalski et al. 1997. Inicialmente, 0,20 mL da amostra desproteínizada foi misturada com 0,25 mL de acetato de sódio (0,5 M, pH 5) e 0,05 mL de glutaminase (SIGMA, G-8880 – 10 units).

Em seguida esta solução foi misturada e incubada em banho-maria durante uma hora à 37°C, com o objetivo de converter toda a glutamina em glutamato. Paralelamente, 0,5 mL da amostra foi misturada a 1,5 mL de uma solução tampão (Tris 0,2 M, pH 9; 15 mL água; 0,3 mL de hidrazina e 0,09 mM de  $\text{NAD}^+$ ). As amostras misturadas às soluções foram transferidas para os cubetes e lidas no espectrofotômetro em 340 nm. A glutamato



desidrogenase foi acrescentada a solução e feito uma nova leitura no intervalo de 30 minutos.

A diferença entre a primeira e a segunda leitura representou o total de glutamina e glutamato e o total de glutamato. A concentração de glutamina foi obtida através da subtração entre o total de glutamato e o total de glutamina e glutamato. Estes resultados foram multiplicados pelos fatores de diluição de cada amostra neutralizada.

Para a determinação dos valores de proteína plasmática total e glicose sérica, foi utilizado o plasma excedente logo após a centrifugação, e não foi desproteinizado nem neutralizado. Este plasma foi armazenado a  $-20^{\circ}\text{C}$  e submetido às análises para determinação de proteína e glicose uma semana depois de armazenados.

A proteína plasmática total foi aferida através de um refratômetro manual, destinado a determinação da concentração de proteína plasmática. A glicose foi determinada através do monitor para determinação de glicose – ACCU-CHEK® Advantage.

#### *Avaliação de parâmetros da leitegada*

A leitegada foi avaliada desde o nascimento até o desmame, com a contagem do número de leitões nascidos vivos e o peso da leitegada ao nascer, bem como o número de leitões desmamados e o peso da leitegada ao desmame. A pesagem dos leitões se deu individualmente através de balança analógica pendular, e depois somado os respectivos pesos dos leitões de mesma ninhada para determinar o peso da leitegada.

#### *Variáveis estudadas*

As variáveis estudadas podem ser separadas por categorias: condição corporal das matrizes, valores plasmáticos das matrizes, e avaliação da leitegada. Na condição corporal

das matrizes suínas avaliou-se as massas corporais inicial e final, bem como a perda de massa corporal; as espessuras de toucinho inicial e final, e a perda de toucinho; e os dias de retorno ao cio. Dentre os valores plasmáticos das matrizes as variáveis foram: as concentrações de proteína total, glicose e de glutamina e glutamato, bem como a de glutamina mais o glutamato juntos. Em relação a leitegada as observações foram o número de leitões nascidos vivos e o número de leitões desmamados, o peso da leitegada ao nascer e peso da leitegada ao desmame.

#### *Pacote estatístico*

Todas as variáveis estudadas foram analisadas no Pacote Estatístico *Statistical Analysis System* – SAS, versão 8, sendo realizada a análise de variância de todas as variáveis individualmente e de suas interações.

### **Resultados e Discussão**

Durante o período experimental as temperaturas médias máximas e mínimas, foram de 34°C e 22°C, respectivamente, e os valores médios da umidade relativa do ar máxima e mínima foram 96,7% e 42,9%, respectivamente. No setor maternidade, em uma granja suinícola, são encontradas duas categorias animais com distintas faixas de conforto térmico: a porca lactante, cuja faixa de conforto é de 16 a 22°C, e o leitão, cuja faixa de conforto é de 30 a 32°C (De Bragança, et al. 1998) e a exposição continuada de fêmeas lactantes a ambientes termicamente inadequados pode afetar a produção de leite e o comportamento estral (Renaudeau et al. 2001).

Antes do início da suplementação com Aminogut na ração, há uma semana pré-parto, o peso das matrizes (PV) e a espessura de toucinho (ET) foram, respectivamente, de 298,38 kg e 20,719 mm para o grupo Controle e 292,82 kg e 13,03 mm para o grupo Aminogut,

como pode-se observar na Tabela 2. Ao desmame, obteve-se média de 255,19 kg e 18,2 mm para o o tratamento Controle, e de 286,94 kg e 10,7 mm para o tratamento Aminogut. Esses dados mostram que houve efeito significativo do tratamento apenas para a massa corporal, pois, o grupo controle apresentou perda de 43,19 kg ao final da lactação e o grupo suplementado perdeu apenas 5,88 kg.

Tabela 2 – Parâmetros de desempenho da matriz avaliados em função dos tratamentos.

Variáveis de Desempenho da Matriz	Controle	Aminogut	CV (%)	Probabilidade
Massa Corporal Inicial (kg)	298,38	292,83	18,16	0,7753
Massa Corporal Final (kg)	255,24	286,93	17,80	0,0774
Perda de Massa Corporal (kg)	43,14	5,89	58,02	0,0001
Espessura de Toucinho Inicial (mm)	20,72	18,20	21,57	0,1064
Espessura de Toucinho Final (mm)	13,03	10,70	35,34	0,1339
Perda de Toucinho (mm)	7,69	7,50	48,67	0,8888
Retorno ao Cio (dias)	22,75	11,83	44,44	0,0313

O retorno ao cio foi afetado estatisticamente, onde o mais rápido retorno ao cio foi observado para o grupo suplementado com Aminogut resultando em 11 dias, em média, para a detecção do cio, enquanto para o grupo controle foi de mais de 22 dias para o retorno do cio. O atraso no retorno ao cio do grupo Controle está associado ao maior desgaste corporal das fêmeas, como consequência da maior mobilização das reservas corporais.

O retorno ao cio do grupo Aminogut não configura-se adequado, tendo sofrido a influência da temperatura que teve média máxima de 32°C, pois segundo Silveira (1998), na maioria das granjas, o início do cio em 80 a 85% das fêmeas ocorre até o sexto dia pós-desmame e o retorno ocorre com sete dias; Além das perdas corporais afetarem o desempenho reprodutivo das matrizes por comprometerem entre outros fatores o intervalo desmame-cio (Clowes et al. 2003; Lima et al. 2011) os fatores ambientais também podem

influenciar as características reprodutivas e produtivas dos suínos, como afirmou Cavalcante Neto et al. (2008). Para Pinheiro et al. (2000) tendo-se em vista as dimensões geográficas do Brasil, com climas diversificados, além de manejos deficientes e instalações inadequadas, o conhecimento da influência dos fatores ambientais sobre as características reprodutivas dos suínos são relevantes.

As demais observações não diferiram significativamente.

Os valores séricos analisados foram para concentração de glutamato, glutamina e os dois juntos (Glutamato + Glutamina), proteína plasmática total e glicose e encontram-se na Tabela 3. A concentração de glutamina e glutamato + glutamina variaram estatisticamente a partir do parto até o desmame. A glutamina no parto foi, respectivamente, de 0,5273  $\mu\text{Mol/mL}$  e 0,6571  $\mu\text{Mol/mL}$  para o grupo controle e para o grupo suplementado; aos sete dias de lactação 0,3097  $\mu\text{Mol/mL}$  para o grupo controle e 0,3953  $\mu\text{Mol/mL}$  para o grupo Aminogut; e 0,2220  $\mu\text{Mol/mL}$  para o grupo controle e 0,3166  $\mu\text{Mol/mL}$  para o grupo suplementado. O glutamato + glutamina apresentou concentração de 0,8081  $\mu\text{Mol/mL}$  (Controle) e 0,9513  $\mu\text{Mol/mL}$  (Aminogut) no parto; 0,8005  $\mu\text{Mol/mL}$  (Controle) e 1,0392  $\mu\text{Mol/mL}$  (Aminogut) aos sete dias pós-parto; e 0,6331  $\mu\text{Mol/mL}$  (Controle) e 0,8983  $\mu\text{Mol/mL}$  (Aminogut) ao desmame. O glutamato só apresentou diferença estatística a partir do sétimo dia pós-parto 0,3097  $\mu\text{Mol/mL}$  (Controle) e 0,3953  $\mu\text{Mol/mL}$  (Aminogut); e ao desmame 0,2220  $\mu\text{Mol/mL}$  (Controle) e 0,3166  $\mu\text{Mol/mL}$  (Aminogut). A concentração de glutamato livre apresentou diferença estatística a partir do sétimo dia de lactação e ao desmame. A proteína plasmática total variou ao sétimo dia de lactação, 7,75 mg/dL (Controle) e 8,0666 mg/dL (Aminogut) e ao desmame ( $P < 0,05$ ), 7,625 mg/dL (Controle) e 8,34 mg/dL (Aminogut). A glicose apresentou diferença estatística ao sétimo dia de

lactação, 84,5 mg/dL (Controle) e 88,86 mg/dL (Aminogut); e ao desmame, 80,18 mg/dL (Controle) e 86,26 mg/dL (Aminogut). O grupo Aminogut apresentou maiores concentrações séricas dos parâmetros analisados.

Tabela 3 – Valores de glicose e proteína total plasmáticas, glutamina e glutamato livres no plasma.

Parâmetros Plasmáticos	Parto		7 Dias		Desmame			Probabilidade		
	Controle	Aminogut	Controle	Aminogut	Controle	Aminogut	CV (%)	Trat	Tempo	Trat*Tempo
Glutamina (µmol/mL)	0,77	0,75	0,65	0,74	0,47	0,73	15,19	0,0001	0,0001	0,0001
Glutamato (µmol/mL)	0,41	0,34	0,41	0,46	0,25	0,40	23,12	0,0254	0,0001	0,0003
Glutamina + Glutamato (µmol/mL)	1,18	1,10	1,07	1,20	0,72	1,12	11,99	0,0001	0,0001	0,0001
Proteína Total (mg/dL)	6,80	6,70	7,75	8,07	7,62	8,34	6,33	0,0023	0,0001	0,0050
Glicose (mg/dL)	92,25	94,73	84,50	88,87	80,19	86,27	11,59	0,0441	0,0006	0,7854

Todos os valores séricos diferiram significativamente em função do tempo de coleta; glutamina, Glu+Gln, glutamato e proteína plasmática total diferiram estatisticamente em função do tratamento.

Os parâmetros de desempenho dos leitões durante os 21 dias de lactação não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 4).

Tabela 4 – Variáveis de desempenho da leitegada avaliadas durante o período de amamentação.

Variáveis de Desempenho da Leitegada	Controle	Aminogut	CV (%)	Probabilidade
Leitões Nascidos Vivos	11,43	11,47	18,74	0,9701
Peso da Leitegada ao Nascer (kg)	16,91	17,61	20,40	0,5838
Peso Médio ao Nascer (kg)	1,48	1,54	9,53	0,2783
Leitões Desmamados	10,37	9,93	15,58	0,4439
Peso da Leitegada ao Desmame (kg)	59,80	65,62	17,21	0,1446
Peso Médio ao Desmame (kg)	5,77	6,61	14,28	0,3024

A perda de peso por matrizes suínas corresponde a depleção das porções protéica e lipídica, de acordo com Clowes et al. (2003) o catabolismo lactacional reduz cerca de 11% da massa protéica, e justamente por isso, a dieta deve garantir um mínimo de tecido magro contra os efeitos do catabolismo lactacional. Kitt et al. (2004) avaliaram a suplementação de 2,5% de suplementação de glutamina cristalina em matrizes suínas e não perceberam diferenças significativas na perda de peso das matrizes ao final da lactação.

A variação do peso vivo na lactação ocorreu em função do consumo voluntário de alimentos, pois um dos fatores que contribui para isso é a superalimentação de porcas durante a gestação contribuindo com a deposição de mais gordura corporal até o parto, reduzindo o consumo na lactação (Revell et al. 1998) além da influência do consumo de ração, o peso vivo, durante a lactação, também varia em função da mobilização de gordura e proteína corporais (Pettigrew & Yang, 1997).

Johnston et al. (1993) avaliaram os efeitos da concentração protéica dietária durante a lactação no consumo alimentar e na performance de 181 matrizes híbridas, onde verificaram que houve menores perdas de massa corporal aos 21 dias, final da lactação, nas fêmeas que foram alimentadas com dietas de maior teor protéico, em que aquelas alimentadas com dietas de 14% de proteína bruta perderam 9,1 kg de massa corporal, 16% de proteína perdeu apenas 2,1 kg e aquelas alimentadas com dietas contendo 18% de proteína bruta perderam 4,6 kg. Porém, não influenciou a perda lipídica na espessura de toucinho.

A perda lipídica no toucinho (ET) não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, onde, igualmente houve perda de gordura na espessura de toucinho.

Manso (2006) também não encontrou diferenças significativas para espessura de toucinho entre os tratamentos controle e Aminogut. Kim & Easter (2001) estudaram a

mobilização de nutrientes em função do número de leitões, verificaram que o percentual de gordura na carcaça era maior nas matrizes com 9 leitões do que naquelas com 12 leitões, indicando grande influência da intensidade de suporte da leitegada pela fêmea. Johnston et al. (1993) afirmaram que a perda de proteína corpórea durante a lactação pode ter uma maior influência na performance reprodutiva subsequente do que na perda de gordura corporal.

O retorno ao cio das fêmeas do grupo Controle foi o dobro (aproximadamente 23 dias) do tempo do grupo Aminogut (aproximadamente 12 dias), essa diferença no desempenho reprodutivo é reflexo da melhor condição de massa corporal das matrizes suínas suplementadas. Jones & Stahly (1999) afirmaram que a excessiva mobilização de proteína materna sempre resulta em falha reprodutiva para a próxima parição. Já Clowes et al. (2003) avaliando a perda de massa muscular em porcas primíparas durante a lactação no desempenho reprodutivo verificaram que as matrizes com melhor massa corporal ao desmame apresentam folículos maiores, acima de 3,5 mm de diâmetro e que terão retorno ao próximo cio mais rápido do que aquelas que tiveram menor massa corporal ao desmame, conseqüentemente folículos com diâmetro menor do que 3,5 mm o que poderá resultar em maior tempo de retorno ao cio.

Com a suplementação de 1,5% de Aminogut na dieta de matrizes lactantes a concentração de glutamina no sangue aumentou no parto e em todo período lactacional, bem como o aumento da concentração de glutamato que também apresentou-se crescente na lactação ao sétimo dia a ao desmame realizado aos 21 dias de lactação (Figura 3). Wu et al. (2010) afirmaram que a suplementação dietária com 1% de glutamina entre os dias 0 e 21 de lactação aumenta a concentração de glutamina no plasma, no músculo esquelético, no

leite suíno. E que devido a ação catabólica durante a lactação, Kim et al. (2009) afirmaram que as porcas lactantes tem um aumento nos requerimentos por glutamina.

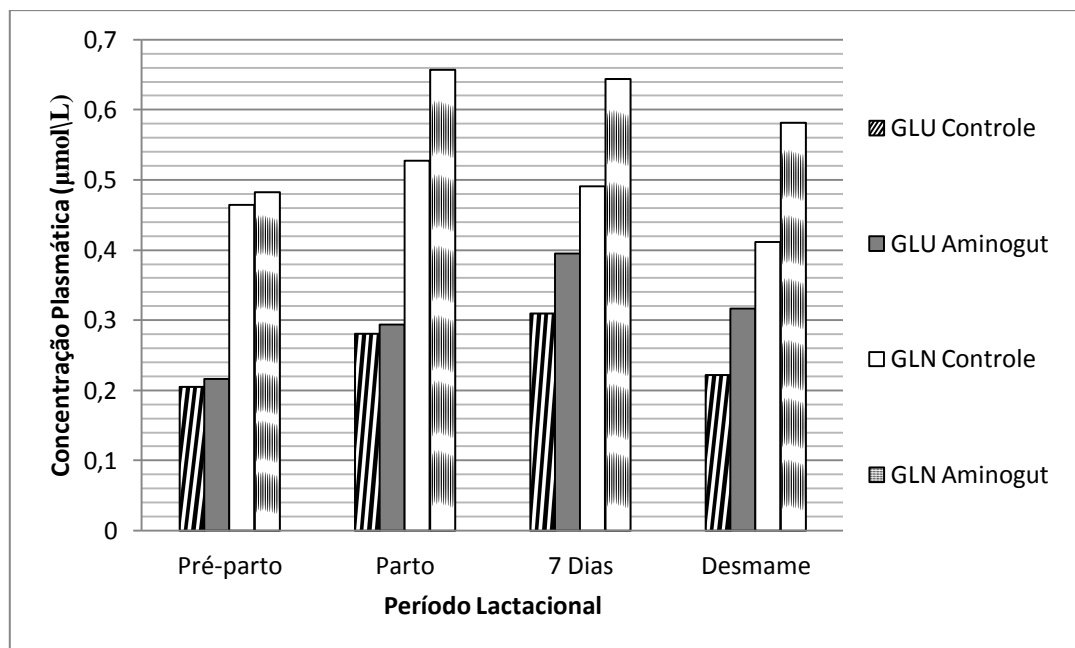


Figura 1 – Concentração de Glutamato e Glutamina no plasma de porcas lactantes nos tratamentos Controle e Aminogut.

Wu (2010) destacou a diferença da concentração de glutamina no sangue de mães gestantes suplementadas com 1% de glutamina na ração (0,354  $\mu\text{Mol}/\text{mL}$ ) e não-suplementadas (0,486  $\mu\text{Mol}/\text{mL}$ ); e primíparas lactantes suplementadas com 1% de glutamina na ração (0,743  $\mu\text{Mol}/\text{mL}$ ) e não-suplementadas (0,571  $\mu\text{Mol}/\text{mL}$ ). Manso (2012) avaliou a suplementação de L-Glutamina e de Aminogut em matrizes suínas a partir de 30 dias antes do parto até o desmame, aos 21 dias de lactação, obteve resultados de aumento da concentração de glutamina no sangue das matrizes suplementadas com Aminogut, porém sem apresentar diferença estatística, e atribui isso ao tempo de coleta do sangue em relação a hora da refeição. Segundo Harris e Harris (2006), após seis horas do fornecimento da suplementação de glutamina a concentração sanguínea deste aminoácido



retornou aos níveis basais. Indicando que o tempo da alimentação causará diminuição das diferenças de concentração de glutamina e glutamato.

A concentração de proteína plasmática total apresentou-se superior ao desmame para o tratamento Aminogut, nas demais fases não apresentou diferença estatística.

A glutamina pode agir como tampão, aceitando a amônia excessiva e quando necessário aceitar outros aminoácidos, amino-açúcares, glicose, proteínas, nucleotídeos e ureia (Souba, 1993; Rennie, 2001), Soltan (2009) ressalta que esta capacidade de aceitar nitrogênios doados faz da glutamina o maior veículo para a transferência de nitrogênio entre os tecidos. Além disso, o glutamato também tem importante ação no lugar da glutamina, como relata Wu et al. (1995), afirmando que o glutamato pode substituir a glutamina em diversos papéis metabólicos, como na geração de energia e síntese de aminoácidos.

A concentração de glicose diferiu estatisticamente entre os tratamentos apenas no período de desmame (21 dias), onde o tratamento Aminogut apresentou 86,26 mg/dL contra 80,18 mg/dL do tratamento Controle.

Durante o parto a glicose circulante atingiu seus valores mais altos, justamente devido a produção de colostro, que demanda muita energia para a produção e fornecimento de imunoglobulinas. A glutamina e o glutamato participam da produção de glicose através da gliconeogênese, no ciclo do ácido cítrico, ou ciclo de Krebs (Wu et al. 2010), o que por si só explica as concentrações de glicose mais alta para o grupo suplementado com 1,5% de Aminogut.

## **Conclusão**

A suplementação de Aminogut em dietas melhorou o desempenho de matrizes até os 21 dias de lactação, reduzindo a perda de massa corporal e diminuindo o retorno ao cio.

## Referências

- BARTEL, S.M.; BATAL, A.B. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and immune response of broilers. **Poultry Science**, vol. 86, p. 1940 – 1947, 2007.
- CALDER, P.C.; NEWSHOLME, P. Glutamine and the immune system, In: P.C. CALDER; C.J. FIELD; H.S. GILL. **Nutrition and Immune Function**, p.109-133. 2002.
- CAVALCANTE NETO, A.; LUI, J.F. SARMENTO, J.R.L.; et al. Efeitos genéticos e ambientais sobre a idade à primeira concepção fêmeas suínas. Arquivo Brasileiro de medicina Veterinária e Zootecnia, v. 60, n. 2, p. 499 – 502, 2008.
- CLOWES, E.J. et al. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. **Journal of Animal Science**, v.81, p.753-764, 2003.
- CLOWES, E.J.; AHERNE, F.X.; BARACOS, V.E. Skeletal muscle protein mobilization during the progression of lactation. **Journal of Physiology Endocrinology Metabolism**, v. 288, E564 – E572, 2005.
- DE BRAGANÇA, M.M.; MOUNIER, M.; PRUNIER, A. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature in lactating sows? *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 2017 – 2024, 1998.
- HARRIS, R.C.; HARRIS, P.A.; ROUTLEDGE, N.B.; NAYLOR, J.R.; WILSON, A.M. Plasma glutamine concentrations in the horse following feeding and oral supplementation. *Equine Veterinarian Journal Supplementation*. *Equine Veterinarian Journal Supplementation*, v. 36, p. 637 – 642, 2006.
- JOHNSTON, L.J.; PETTIGREW, J.E.; RUST, J.W. Response of maternal-line sows to dietary protein concentration during lactation. **Journal of Animal Science**. V. 71, p. 2151 - 2156. 1993.
- JONES, D. B.; T. S. STAHLY. Impact of amino acid nutrition during lactating on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. **Journal of Animal Science**. v. 77, p. 1513 - 1522. 1999.
- KIM, S.W.; & EASTER, R.A. Nutrient mobilization from body tissues as influenced by litter size in lactating sows. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2179 – 2186, 2001.
- KIM, S.W.; G. WU. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis. **Amino Acids**. v. 37, p. 89 – 95, 2009.
- KITT, S.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L. Effects of glutamine on growth performance and intestinal development of immune challenged weaning pigs fed chemically defined diets. **Nebraska Swine Report**, p. 34 - 38, 2003.
- KITT, S.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L. Effects of Sow Dietary Glutamine Supplementation on Sow and Litter Performance, Subsequent Weanling Pig Performance and Intestinal Development After an Immune Challenge. **Nebraska Swine Reports**, p. 14 – 17, 2004.

- LI, X.; REZAEI, R.; LI, P.; WU, G. Composition of amino acids in feed ingredients for animal diets. *Amino Acids*, v. 40, p. 1159 – 1168, 2010.
- LIMA, A.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERNANDES, H.C. et al. Resfriamento do piso da maternidade para porcas em lactação no verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 4, p. 804 – 811, 2011.
- LOPES, P.F.; Efeitos da glutamine sobre a parede intestinal e sua aplicabilidade potencial em coloproctologia. ***Revista Brasileira de Coloproctologia***, vol. 25, nº. 1, p. 75 - 78, 2005.
- LUDKE, J.V. et al. **Alimentação das fêmeas suínas segundo sua condição corporal**. 2000. Capturado em 12 set. 2006. Online. Disponível na internet <http://www.cnpsa.embrapa.br>.
- MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E. et al. Influência da suplementação de glutamine sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. ***Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia***, v. 52, n. 5, 2000.
- MANSO, H.E.C.C.C. **Avaliação da glutamina sintetase e da concentração da glutamina no terço final da gestação e na lactação de camundongos fêmeas e matrizes suínas primíparas**. Fortaleza-CE: Doutorado Integrado - Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, Dezembro de 2006. 107p. Tese de Doutorado em Zootecnia, 2006.
- MANSO, H.E.C.C.; MANSO FILHO, H.C.; CARVALHO, L.E.; KUTSCHENKO, M., et al. Glutamine and glutamate supplementation raise milk glutamine concentrations in lactating gilts. ***Journal of Animal Science and Biotechnology***, vol. 3, nº. 2, p. 1 – 16, 2012.
- MEIJER, G.A.L.; van der MEULEN, J.; BAKKER, J. G.M. et al. Free amino acids in plasma and muscles of high yielding dairy cows in early lactation. ***Journal of Dairy Science***, v. 78, p. 1131 – 1141, 1995.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea - Diagnóstico do município de Paudalho, 20 p. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/PAUD115.pdf>. Acessado em: 04/04/2012.
- NUTRON Alimentos, Revista de comunicação técnica da Nutron, a qual recebe o nome de Suinews citada como fonte: Adaptado de The PigSite.com. Suinews nº 15 de março/abril 2002 – Boletim Técnico para funcionários e clientes da Nutron Alimentos.
- PETTIGREW, J.E.; YANG, H. Protein nutrition of gestating sows. ***Journal of Animal Science***, v.75, p.2723-2730, 1997.
- PINHEIRO, M.J.P.; GALVÃO R.J.D.; ESPÍNDOLA, G.B. Características reprodutivas de suínos puros na região semi-árida do Rio Grande do Norte. I. Tamanho da Leitegada. *Caatinga*, v. 13, p. 19 – 26, 2000.

- QUINIOU, N.; & NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2124 – 2134, 1999.
- RENAUDEAU, D.; NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 1240 – 1249, 2001.
- RENNIE, M.J; BOWTELL, J.L.; BRUCE, M.; KHOGALI, S.E.O. Interaction between glutamine availability and metabolism of glycogen, tricarboxylic acid cycle intermediates and glutathione. **Journal of Nutrition**, 131:2488–2490. 2001.
- REVELL, D.K. et al. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1729-1737, 1998.
- SILVA, L.C.R.; FURUYA, W.M.; NATALI, M.R.M.; et al. Desempenho e morfometria intestinal de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas suplementadas com L-glutamina e L-glutamato. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1175 – 1179, 2010.
- SILVEIRA, P.R.S.; BORTOLOZZO, F.; WENTZ, I. Et al. Manejo da fêmea reprodutora. In: SOBESTIANSKY, J. WENTZ, I. SILVEIRA, P.R.S. et al. (eds) Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa – SPI; Concórdia – CNPSA, 1998. P. 163 – 196.
- SOLTAN, M.A. Influence of dietary glutamine supplementation on growth performance, small intestinal morphology, immune response and some blood parameters of broilers chickens. **International Journal of Poultry Science** 8 (1): 60 – 68, 2010.
- SOUBA, W.W. Glutamine and cancer. **Annals of Surgery**. 218: 715-728. 1993.
- UNITED STATES NAVAL OBSERVATORY – USNO 2000. Earth's seasons – Equinoxes, solistices, perihetion, and aphelion – Universal Time 2000 – 2020. Disponível em: <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/EarthSeasons.php>. Acessado em: 04/04/2012.
- WU, G.; BAZER, F.W.; JOHNSON, G.A.; KNABE, D.A.; BURGHARDT, R.C.; SPENSER, T.E.; LI, X.L.; WANG, J.J. Treinnal Growth Symposium: Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production. **Journal of Animal Science** 89: 2017-2030. 2010.
- WU, G.; KNABE, D.A.; YAN, W.; FLYNN, N.E. Glutamine and glucose metabolism in enterocytes of the neonatal pig. **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. Vol. 268, nº2, pag. R334-R342. 1995.
- YI, G.F.; CARROL, J.A.; ALEE, G.L. et al. Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestine morphology, and immune responses of *Escherichia coli* K 88+ - challenged weaned pigs. **Journal of Animal Science**, 83:634 – 643, 2005.