

**CINTHIA MARIA CARLOS PEREIRA**

**EXTRATO DE LEVEDURA EM DIETAS COM PLASMA SANGUÍNEO PARA  
LEITÕES DOS 21 AOS 60 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2011

CINTHIA MARIA CARLOS PEREIRA

**EXTRATO DE LEVEDURA EM DIETAS COM PLASMA SANGUÍNEO PARA  
LEITÕES DOS 21 AOS 60 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de fevereiro de 2011

---

Prof<sup>a</sup>. Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Co-Orientadora)

---

Prof. Aloizio Soares Ferreira  
(Co-Orientador)

---

Prof. Paulo César Brustolini

---

Dr<sup>a</sup> Melissa Izabel Hannas

---

Prof. Juarez Lopes Donzele  
(Orientador)

"Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância."  
(John F. Kennedy)

*A Deus, por me conceder força, saúde para concluir esta caminhada.  
Aos meus pais, Emília e Gláudiston, simplesmente por existirem.  
Aos meus irmãos, Verônica e Rafael, pelo carinho e pela torcida.  
Aos meus sobrinhos, Pedro e André, pela felicidade que eles me proporcionam.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Viçosa e o Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização desse curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Emilia e Glaudivon, por acreditarem em mim, por estarem sempre presente e por todo o carinho e amor compartilhado.

Aos meus irmãos, Rafa e Vê, pelo companheirismo, amizade e apoio.

Aos meus sobrinhos, Pedro e André, por toda alegria e carinho.

Ao Túlio, pelo carinho, paciência, companheirismo e pelas aulas de inglês particular e de graça. A Lízia por me receber tão bem em sua casa.

Ao meu Orientador, Juarez Lopes Donzele, pela orientação e a confiança em mim depositada, pelas sugestões e conselhos.

A professora Rita Flávia Miranda de Oliveira pelos conselhos e pela amizade.

A Dr<sup>a</sup> Melissa Izabel Hannas (Alltech) por aceitar em participar da minha defesa e pela disposição em me ajudar.

Aos professores Aloízio Soares Ferreira e Paulo César Brustolini por aceitarem fazer parte da minha banca e pelas críticas e sugestões.

Ao professor Charles Kiefer pela imensa contribuição neste trabalho e pela amizade.

Ao pesquisador Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, pela orientação na execução deste trabalho e por todo ensinamento transmitido.

Aos demais professores, colegas e funcionários do departamento de Zootecnia e, em especial, aos amigos José Alberto “Dedeco” e “Salame”, pelo apoio na realização deste trabalho.

Aos meus queridos estagiários: Jéssica, Serginho e Igor, pela ajuda na execução deste trabalho, pela amizade e companheirismo.

Ao Paulinho, Marcos, e Rodrigo por terem dividido comigo as preocupações durante o experimento e por tornar o meu final de ano em Viçosa mais prazeroso.

Ao Matheus pelo auxílio na leitura das lâminas.

Ao Will, Juliano e Gabriel pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao meu querido amigo Eric pela imensa contribuição na elaboração dessa dissertação, por toda a paciência, atenção e pelas nossas conversas diárias.

Aos meus amigos da pós-graduação: Priscila, Valéria, Leandro, Rodrigo, Rodolfo, Bruno, Sabrina e Denise pela troca de experiência.

E a todos aqueles que contribuíram para a realização desse trabalho.

## **BIOGRAFIA**

CINTHIA MARIA CARLOS PEREIRA, filha de Glaudiston Frade Pereira e Emilia Maria Carlos Pereira, nasceu em Rio Casca, Estado de Minas Gerais, em 16 de fevereiro de 1987.

Em 2005, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em julho de 2009.

Em agosto de 2009, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de dissertação em 18 de fevereiro de 2011.

## ÍNDICE

	Págs.
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Fisiologia da digestão do leitão.....	03
2.2. Plasma sanguíneo em pó.....	04
2.3. Extrato de levedura.....	06
2.4. Nucleotídeos.....	08
2.4.1. Estrutura química dos nucleotídeos.....	08
2.4.2. Digestão e absorção de nucleotídeos.....	09
2.4.3. Importância dos nucleotídeos.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Experimento I.....	18
4.2. Experimento II.....	26
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	33



## RESUMO

PEREIRA, Cinthia Maria Carlos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011. **Extrato de levedura em dietas com plasma sanguíneo para leitões dos 21 aos 60 dias de idade.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Co-orientadores: Rita Flávia Miranda de Oliveira e Aloízio Soares Ferreira.

Para avaliar a inclusão de extrato de levedura (EL) nas dietas de leitões em substituição parcial do plasma sanguíneo (PS) a partir de desempenho (peso final – PF, ganho de peso diário - GPD, consumo de ração diário - CRD e conversão alimentar - CA) e morfometria intestinal de leitões desmamados aos 21 foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento foram utilizados 120 leitões, dos 21 aos 35 dias de idade, distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos (4,0% de PS; 2,0% de PS com 0,0; 1,0; 2,0 ou 3,0% de EL), seis repetições e quatro leitões por unidade experimental. Para avaliações da morfometria do duodeno e jejuno, aos 35 dias de idade um animal por unidade experimental foi abatido. No segundo experimento foram utilizados 105 leitões, dos 36 aos 60 dias de idade. Do desmame (21 dias) aos 35 dias de idade, os leitões foram alimentados com uma dieta única que proporcionou o melhor resultado de desempenho no experimento I. Aos 36 dias de idade, os leitões foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos (2,0% de PS; 1,0% de PS com 0,0; 1,0; 2,0 ou 3,0% de EL), sete repetições e três animais por unidade experimental. Dos 50 aos 60 dias de idade, os animais receberam uma dieta única. No primeiro experimento, dos 21 aos 35 dias de idade, observou-se que os níveis de EL + PS influenciaram ( $P < 0,10$ ) de forma quadrática o CRD e o PF que aumentaram até o nível estimado de 1,91%, GPD e a CA não foram influenciados ( $P > 0,10$ ). Ao comparar as dietas contendo diferentes níveis de EL com a dieta basal, observou-se que a dieta contendo 2,0% de PS + 2,0% de EL proporcionou o maior PF e a dieta contendo 2,0% PS + 1,0% EL proporcionou a pior ( $P < 0,10$ ) CA. A altura de vilosidade e a profundidade de cripta do duodeno foram influenciadas ( $P < 0,10$ ) de forma quadrática pelos níveis de EL, obtendo-se os melhores resultados com os níveis estimados de 1,64 e 1,16%, respectivamente. Os níveis de EL proporcionaram aumento ( $P < 0,10$ ) linear na relação vilo/cripta. Os níveis de EL não alteraram ( $P > 0,10$ ) as variáveis de morfometria do jejuno. Não houve diferença ( $P > 0,10$ ) na morfometria do duodeno e jejuno ao comparar as dietas contendo níveis de EL com a

dieta basal. No segundo experimento, dos 36 aos 49 dias de idade, nenhuma variável de desempenho (PF, GPD, CRD e CA) foi influenciada ( $P>0,10$ ). Dos 50 aos 60 dias, foi constatada influência quadrática ( $P<0,10$ ) dos níveis de EL sobre as variáveis CRD e GPD que melhoraram até o nível estimado de 1,67%, porém não houve efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de EL sobre a CA. Ao comparar as dietas contendo EL com a dieta basal, constatou-se que a dieta com 1,0% PS + 2,0% EL proporcionou a melhor ( $P<0,10$ ) CA. Conclui-se que a inclusão de 1,91 e 1,67% de extrato de levedura na ração de leitões dos 21 aos 35 e dos 36 aos 49 dias de idade, respectivamente, permite a substituição parcial do plasma nas dietas, podendo reduzir suas inclusões de 4,0 para 2,0% e de 2,0 para 1,0% nas distintas fases.

## ABSTRACT

PEREIRA, Cinthia Maria Carlos, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011. **Yeast extract on piglets diet at the age of 21 days to 60 days.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Co-sdvisers: Rita Flávia Miranda de Oliveira and Aloízio Soares Ferreira.

To evaluate the inclusion of yeast extract (YE), on the diets of the pigs replacing partially the plasma over the performance (FW – final weight, DWG – daily weight gain, DFI – daily food intake and FC – food conversion) and the pigs intestine morphometry at the age of 21 days, two experiments were carried out. In the first experiment, 120 animals were used, from 21 days to 35 days of age, and distributed in experimental randomized block design, constituted by five diets (4.0 % of PL; 2.0 % of PL with 0.0; 1.0; 2.0 or 3.0% of YE) six replicates and four pigs per experimental unit. To evaluate the duodenum and jejunum morphometry, a 35 days old subject was slaughtered per experimental unit. In the second experiment 105 piglets were used, from 21 days to 60 days of age. From the weaning (21 days of age) to 35 days of age, the piglets were fed with a diet that generated the best performance on the first experiment. At the age of 36 days, the piglets were distributed in experimental randomized block design, constituted by five diets (2.0 % of PL; 1.0% of PL with 0.0; 1.0; 2.0; or 3.0% of YE) seven replicates and three pigs per experimental unit. From 50 days to 60 days of age, the animals were fed with only one diet. It was noticed, on the first experiment from 21 to 35 days, that the levels of YE + PL affected ( $P < 0.10$ ) quadratically the DFI and the FW increasing both to a level of 1.91%; DWG and FC were not affected ( $P > 0.10$ ). When comparing the diets containing different levels of YE with the basal diet, it was noticed that the diet containing 2.0% PL + 2.0 YE generated the biggest FW and the diet containing 2.0% PL + 1.0% YE resulted in the worst FC ( $P < 0.10$ ). The height of intestinal villi and the duodenum crypt depth were affected ( $P < 0.10$ ) quadratically by the YE levels obtaining the best levels 1.64 and 1.16% respectively. The ratio villi/crypt increased ( $P < 0.10$ ) linearly with the increase of YE levels. The jejunum morphometry variables were not affected ( $P > 0.10$ ) by the YE levels. There wasn't any difference ( $P > 0.10$ ) in the duodenum and jejunum morphometries when comparing diets containing YE levels with the basal diet. In the second experiment, from 36 to 49 days of age, none of the performance variables was affected (FW, DWG, DFI, FC) ( $P > 1.0$ ). From 50 days to 60 days of age, the quadratic influence ( $P < 1.0$ ) of

the YE on the DFI and DWG was noticed, increasing its levels until the level of 1.67%; however, the effect ( $P>0.10$ ) of the YE on the FC was not detected. When comparing the diets containing YE with the basal diet, the diet with 1.0% PL + 2.0% YE was the one with the best FC. The conclusion is that the inclusion of 1.91 and 1.67% YE on piglets diets from 21 days to 35 days of age and from 36 days to 49 days of age respectively, allows partially the replacement of 50% of plasma on the diet, which can reduce its inclusions from 4.0 to 2.0% and from 2.0 to 1.0% on the distinct phases.

## 1 – INTRODUÇÃO

Na criação de suínos tem sido realizado o desmame precoce visando manter o leitão o menor tempo em contato com patógenos da matriz e obter maior produção de terminados/porca/ano. Todavia, leitões desmamados precocemente, porém não atingiram a maturidade do sistema digestivo e imune refletindo na piora do desempenho (Coffey & Cromwell, 2001). Por isso, o período de desmame tem sido um período desafiador para nutricionistas que tem buscado fontes alimentares alternativas para reduzir os prejuízos no desempenho (principalmente no consumo de ração) causados aos animais durante esta fase. Dentre essas fontes alimentares, têm sido dada preferência a alimentos de alta digestibilidade e palatabilidade, como plasma sanguíneo spray dried.

O plasma sanguíneo spray dried tem sido utilizado por ser uma boa fonte de imunoglobulina e proteína de origem animal de alto valor biológico, além do ácido glutâmico que proporciona aumento do consumo de ração devido a sua ação palatabilizante (Lawrence et al., 2004). Além disso, devido à presença de glicoproteínas, o plasma sanguíneo pode prevenir a ligação de patógenos à parede intestinal.

O extrato de levedura obtida a partir do conteúdo interno da célula de cepa específica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* 1026, pode ser uma fonte nutritiva funcional por ser rico em peptídeos, inositol (potencial promotor de crescimento), ácido glutâmico (associada à palatabilidade) e nucleotídeos (Costa, 2006).

Os nucleotídeos participam de vários processos bioquímicos essenciais para o funcionamento do organismo (Lehninger et al., 1995) e exercem funções importantes para o crescimento e desenvolvimento das células intestinais e no sistema imune. Para animais que se encontram em período de rápido crescimento e de estresse, como é o caso de leitões no pós-desmame, os nucleotídeos podem ser considerados um nutriente

essencial. Por isso, o extrato de levedura pode ser uma alternativa para substituir parcialmente o plasma.

É possível que a associação dos ingredientes plasma sanguíneo e extrato de levedura nas dietas de leitões possibilite menores comprometimentos no desempenho dos leitões na primeira fase de estresse pós-desmame, dos 21 aos 35 dias e até mesmo na segunda fase sem estresse, dos 36 aos 49 dias de idade.

Neste contexto, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar a inclusão de extrato de levedura em substituição parcial do plasma sanguíneo nas dietas para leitões dos 21 aos 60 dias de idade no desempenho e morfometria intestinal.

## **2 – REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - FISIOLOGIA DA DIGESTÃO DO LEITÃO**

Durante o aleitamento, os leitões consomem alimento com alta digestibilidade, rico em gordura, lactose e caseína. Dessa forma, as mudanças na acidez estomacal são mínimas e o pH pode ser mantido em níveis adequados, sendo isso assegurado não só pela síntese de ácido clorídrico pelas células parietais do estômago, mas também pela presença de bactérias produtoras de ácido lático, que têm como substrato principal a lactose. A presença dessas bactérias, contribui para a acidificação natural do estômago, ajudando a manter o pH adequado para a atividade enzimática, além de prevenir o crescimento de microrganismos patogênicos (Fontaine, 1994).

O leite materno fornece ao leitão nutrientes digestíveis e disponíveis, agentes protetores imunológicos e não imunológicos e fatores estimulantes e reguladores importantes ao desenvolvimento do trato digestível (Cranwell, 1995). Porém, uma importante modificação da dieta ocorre no desmame e requer a presença de secreções apropriadas do estômago, pâncreas e intestino, as quais, geralmente, não são produzidas durante o período de aleitamento. Como consequência, o desmame está associado aos estresses fisiológico e nutricional, o que acarreta em reduções na ingestão de alimento e no ganho de peso. Dessa forma, após o desmame o sistema digestivo dos leitões tem que se adaptar ao novo regime alimentar, no que diz respeito ao pH, à secreção de enzimas e à motilidade intestinal (Roppa, 1998).

O desmame é considerado, para os leitões, um dos períodos mais críticos da criação devido a inúmeros fatores que acometem esses animais (Sobestiansky et al., 2001). Dentre esses fatores citam-se a perda de contato do leitão com a porca, mudança da dieta líquida (leite materno), altamente digestível e rica em imunoglobulinas, para a dieta sólida, bem como as alterações ambientais (mudança de temperatura e instalação) e tensões sociais resultante de reagrupamento dos animais (Ferreira et al., 2001).

A piora do desempenho imediatamente pós-desmame é uma preocupação da indústria e tem como causa principal a redução da ingestão de alimento (Cera et al., 1988, Dunsford et al., 1989) que consequentemente acarreta no encurtamento das vilosidades e aprofundamento das criptas levando a diminuição na atividade de enzimas (isomaltase e maltase, sacarase e lactase) nos enterócitos (Miller et al., 1984). Nessas condições, há maior número de células produzidas nas criptas e menor número de

células absortivas nas vilosidades (Utiyama, 2006), comprometendo a absorção dos nutrientes pelos animais. Outros fatores, incluindo remoção de fatores benéficos do leite da matriz, forma da dieta, estresse, invasão de microrganismos ou a introdução de compostos alergênicos em dietas de creche também podem contribuir para que ocorra atrofia da mucosa intestinal dos leitões (Carlson et al., 2000).

Até os 28 dias de idade o sistema digestivo dos leitões não produz quantidades suficientes de enzimas endógenas responsáveis pela digestão dos nutrientes de matérias-primas de origem vegetal usadas em dietas para a fase pré-inicial. Dependendo dos substratos utilizados nas dietas, o desenvolvimento do sistema enzimático do leitão se completa até a oitava semana de idade.

Leitões na fase de desmame apresentam dificuldade em secretar ácido clorídrico em quantidade suficiente para reduzir o pH estomacal em nível adequado para o início do processo de digestão (Utiyama, 2006), como consequência a digestão da dieta é incompleta devido ao quimo alimentar estar inadequadamente acidificado. Associado a isto, no desmame os fatores estressantes, tais como a diminuição da capacidade absortiva de nutrientes pode acarretar na ocorrência de diarreias comprometendo o desempenho subsequente dos animais (Lindemann et al., 1986; Hauptli et al., 2005).

Por tanto, ao adotar a prática de desmame precoce é necessário atentar para a formulação das dietas que serão fornecidas aos leitões de forma que elas apresentem melhor digestibilidade, palatabilidade e maior eficiência econômica (Chae et al., 1999) e que possibilitem que os leitões não tenham seu desempenho comprometido na transição da dieta líquida para a sólida.

## **2.2 - PLASMA SANGUÍNEO EM PÓ**

Por muitos anos o sangue foi considerado um subproduto da indústria frigorífica com baixo valor nutricional sendo isso atribuído aos processos convencionais de desidratação (rolos secadores ou tambores) que resultavam em produtos inconsistentes quando se referia à qualidade final. Entretanto, a utilização do processo de spray-dryer aliado a maiores cuidados na manipulação, possibilitou a obtenção de produto final de maior qualidade permitindo a sua utilização em dietas animais, principalmente de leitões no pós-desmame (Kats et al., 1994).

Os leitões por serem sensíveis à quantidade e qualidade da proteína sofrem alguns problemas para obterem boas taxas de absorção desta, por isso é necessário que



as proteínas utilizadas nas dietas sejam de alta taxa de digestibilidade e palatabilidade e que sejam isentas de fatores antinutricionais como antiproteases, amins biogênicas e fatores alergênicos (Barbosa et al., 2007).

O plasma sanguíneo poderia atuar como fator antiestressante, alterando os níveis de ACTH (hormônio adenocorticotrófico) dos leitões e possibilitando melhores respostas aos desafios, em decorrência do estresse do desmame (Gatnau & Zimmerman, 1994). Estudos comprovaram que o fornecimento de plasma sanguíneo a leitões desmamados aos 21 dias possibilita o aumento da secreção de enzimas digestivas, melhoria da integridade do epitélio intestinal e aumento da digestão, absorção e utilização dos nutrientes (Campbell et al., 2003).

Em estudos com suínos mantidos em ambientes limpo e sujo foi observado que aqueles animais criados em ambientes sujos apresentaram resposta superior ao serem alimentados com o plasma sanguíneo quando comparados aos mantidos em ambientes limpos. Dessa forma concluiu-se que animais desafiados beneficiam-se mais com plasma do que animais com sistema imune pouco desafiado (Coffey & Cromwell, 1995).

Em decorrência da presença de imunoglobulinas ativas, é possível que o plasma forneça alguma imunidade local no trato gastrointestinal do leitão, na primeira semana pós-desmame (Gatnau & Zimmerman, 1991; Nofrarías et al., 2006). Dessa forma, a proteína do plasma pode melhorar a sobrevivência, a saúde e o desempenho dos leitões. O plasma sanguíneo pode atuar de várias formas no lúmen intestinal, sendo uma dessas a atividade contra a enterotoxemia induzida por *Escherichia coli* (Touchette et al., 1996). Pesquisadores relatam que houve diminuição no número de *Escherichia coli* nas fezes de suínos após serem alimentados com plasma sanguíneo diante de infecção provocada (Deprez et al., 1996). Os autores justificam que a diminuição da população desta bactéria foi devido à capacidade das glicoproteínas do plasma se ligarem as *E. coli* prejudicando sua anexação aos enterócitos.

Outros estudos sugerem que o plasma reduz ativação do sistema imune conservando recursos da resposta imune (Perez-Bosque et al., 2004). Assim o plasma sanguíneo torna-se um importante ingrediente das dietas no período pós-desmame, devido ao fato dos leitões terem, neste período, as funções de proteção reduzidas uma vez que deixam de receber o leite materno que é rico em imunoglobulinas (Wilson, 1974). Esta remoção pode ser a responsável pelo atraso no crescimento, que

normalmente é verificado em leitões desmamados precocemente, tendo em vista que o sistema imune somente alcança maturidade após seis semanas de idade (Stein, 1996).

### **2.3 - EXTRATO DE LEVEDURA**

O Brasil, maior produtor mundial de álcool de cana-de-açúcar, é um grande produtor de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), uma vez que esta é um subproduto da fermentação alcoólica da cana-de-açúcar e das indústrias de cervejaria (Gaiotto, 2005).

Considerando a tecnologia de processamento e produção, o potencial de produção de levedura pela indústria de etanol é de aproximadamente 500.000 toneladas anuais. No entanto, atualmente, a produção de levedura é de 75.000 toneladas anuais, o que representa o aproveitamento de apenas 15% das leveduras disponíveis no processamento. O lento crescimento na produção de leveduras tem sido associado à baixa demanda de mercado e à carência de informações sobre os benefícios extra-nutricionais que a levedura pode oferecer. Porém, existe a perspectiva de grande aumento na produção de levedura, uma vez que há expectativa de expansão na produção de álcool nos próximos anos e na massificação do uso das leveduras na nutrição animal (Santos, 2009).

Existem algumas dificuldades no uso de leveduras na alimentação animal devido à presença da parede celular que reduz a digestibilidade e ao baixo teor de proteínas que é causado devido a parede celular representar até 50% do peso da célula. Entretanto, a digestibilidade da levedura pode ser aumentada por hidrólise enzimática para produção de levedura hidrolisada, que quebra uma parte da estrutura da parede celular, permitindo melhor digestão no intestino dos animais. No entanto, se a parede celular é hidrolisada mas não é removida, mesmo que a digestibilidade total seja aumentada, o teor de proteína permanece reduzida (Fegan, 2007).

Dessa forma, passaram a remover completamente a parede celular da levedura para a produção do extrato. A proteína do extrato de levedura é altamente digestível e, como a parede celular é removida, tem maior teor de proteína do que qualquer outra levedura íntegra ou hidrolisada. No caso de extrato de levedura, o teor de proteína bruta é de aproximadamente de 47-50%, semelhante à soja processada (Fegan, 2007).

Além de ser uma fonte de proteína, peptídeos e de aminoácidos digestíveis que pode ser utilizado como uma possível alternativa às fontes protéicas de origem animal (Lyons, 2007), o extrato de levedura atua também como palatabilizante das dietas

devido à presença de glutamato (Tibbets, 2000). Adicionalmente, é uma fonte de inositol, substância necessária para o funcionamento adequado dos nervos, do cérebro e dos músculos do organismo (D'Souza & Frio, 2007) e de nucleotídeos que são precursores dos ácidos nucleicos DNA e RNA, além de atuarem aumentando a imunidade do animal (Uauy, 1994). Logo, o extrato de levedura contém tanto componentes nutricionais como funcionais.

O extrato de levedura possui alta concentração de nucleotídeos e a ausência deste componente nas dietas acarreta a redução na altura da vilosidade e na espessura da parede intestinal (Tibbets, 2002), isso porque os animais têm contínua exigência em nucleotídeos, especialmente em sistemas que apresentam altas taxas de renovação celular, como o imune (Romano, 2007). Dessa forma, estes compostos podem tornar-se nutrientes essenciais sob certas circunstâncias, como no período de desmame, de rápido crescimento e de sistema imune ativado, devido à síntese endógena ser insuficiente para atender a demanda para manutenção.

Como vantagens da adição do extrato de levedura nas dietas pode-se dizer que são melhorias no metabolismo energético e do nitrogênio, na morfologia intestinal, na resposta imune, na função dos tecidos de rápido crescimento, no maior crescimento corporal, na taxa de maturação das vilosidades intestinais, na melhoria da palatabilidade e além de reduz problemas intestinais (Tibbets, 2002).

De acordo com resultado de pesquisa (Maribo, 2000) leitões que consumiram extrato de levedura nas dietas apresentaram maior consumo de ração quando comparados aos que receberam a dieta controle ou aquelas contendo outras fontes protéicas de origem animal. Da mesma forma, o fornecimento de extrato de levedura para leitões, dos 14 dias pós-desmame até 12 semanas de idade, proporcionou maior ganho de peso comparativamente àqueles que não consumiram extrato de levedura (Maribo, 2003). O efeito positivo do extrato de levedura no consumo de ração dos animais pode estar relacionado a ação palatabilizante do ácido glutâmico e dos ácidos nucleicos presentes em sua composição (Rose, 1987).

## 2.4 - NUCLEOTÍDEOS

### 2.4.1 - ESTRUTURA QUÍMICA DOS NUCLEOTÍDEOS

Nucleotídeos são moléculas de estrutura diversificada compostos por uma base nitrogenada, um açúcar pentose e um ou mais grupos fosfatos. O açúcar pentose pode ser ribose (ácido ribonucléico) ou 2-desoxirribose (ácido desoxirribonucléico) e as bases nitrogenadas podem ser purinas ou pirimidinas. As bases purinas são compostas por cinco anéis sendo classificadas como adenina, guanina e hipoxantina e as bases pirimidinas possuem seis anéis sendo conhecidas como citosina, timina e uridina. Quando o grupo fosfato está ausente o composto é conhecido como nucleosídeo. A união de vários nucleotídeos leva a formação de ácidos nucléicos e estes conjugados com as proteínas são classificados como nucleoproteína (Rudolph, 1994).

Os nucleotídeos não são considerados essenciais no aspecto nutricional, pois podem ser sintetizados no organismo pela “via de síntese de novo”, processo que ocorre no citosol dos hepatócitos (Mateo & Stein, 2004). Neste processo, as bases purinas são sintetizadas a partir da glicina, glutamina e aspartato e  $\text{CO}_2$  e as bases pirimidinas a partir aspartato, glutamina,  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$ , ou ainda pela “via de salvamento”. Essa via utiliza nucleosídeos e bases resultantes da quebra dos nucleotídeos para resíntese dos ácidos nucléicos.

A “via de síntese de novo” na mucosa intestinal não é ativada apesar da alta taxa de turnover celular, isso porque a mucosa intestinal é dependente inevitavelmente da via de salvamento e os nucleotídeos dietéticos constituem a fonte mais importante para esta via. A “via de síntese de novo” é um processo considerado metabolicamente caro por exigir gasto significativo de energia na forma de ATP (adenosina tri fosfato). A via de salvamento pode poupar energia e permitir que células que tem a capacidade limitada de “sintetizar de novo” (leucócitos, enterócitos, células da medula óssea, células da mucosa intestinal e linfócitos) possam manter os pools de nucleotídeos (Sanderson & He, 1994).

A síntese de novo de nucleosídeos e nucleotídeos pode não ser adequada em períodos de deficiência protéica associada à infecção, uma vez que a energia e os aminoácidos necessários para a realização da síntese de novo estão escassos. Por isso, neste período a via de salvamento passa a ter maior importância (Yamauchi et al., 1998).

Neste contexto, tem sido relatado em humanos e animais o efeito modulatório da adição de nucleotídeos na dieta na maturação, ativação e proliferação dos linfócitos, resposta de imunoglobulinas bem como na expressão genética de certas citocinas. Yamauchi et al. (1998) observaram que a administração de uma mistura de nucleosídeo-nucleotídeo causou recuperação após a infecção do número de células da medula óssea e do conteúdo de DNA em camundongos.

#### **2.4.2 - DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE NUCLEOTÍDEOS**

Nucleoproteína, ácidos nucléicos e nucleotídeos precisam ser previamente enzimaticamente hidrolisados para serem absorvidos nos enterócitos na forma de nucleosídeos, bases nitrogenadas e pequenas quantidades de nucleotídeos. As enzimas envolvidas neste processo são as endonucleases, fosfodiesterase e nucleosídeo fosforilase que são originadas no epitélio intestinal (Markiewicz, 1983; Morley et al., 1987), suco pancreático (Weickman et al., 1981) e bile (Holdsworth & Coleman, 1975). Mais de 90% dos nucleotídeos dietético ou endógeno e de bases nitrogenadas são absorvidos nos enterócitos. O transporte de nucleosídeos dentro de enterócitos ocorre por difusão facilitada, transporte ativo e por mecanismo transportador dependente de sódio (Bronk & Hastewell, 1987).

Dos enterócitos, os produtos metabólicos parciais de nucleotídeos endógenos ou dietéticos e nucleosídeos são transportados para o fígado pela veia porta hepática, para posteriormente serem metabolizados. Após serem metabolizados no fígado, os produtos finais são liberados no sistema circulatório e irão entrar nos tecidos musculares. Caso estes produtos não sejam reutilizados para a produção de nucleotídeos ou não sejam absorvidos, as bases púricas e pirimídicas são catabolizadas a ácido úrico,  $\beta$ -alanina ou  $\beta$ -aminoisobutirato (Rudolph, 1994). Em mamíferos, exceto primatas, o ácido úrico é posteriormente catabolizado na via alantoína à enzima uricase. A alantoína é excretada na urina.

Estudos indicam que 2,0 a 5,0% do nucleotídeo dietético são retidos no intestino delgado, fígado, tecido muscular esquelético, sendo que este valor pode ser maior em animais jovens e durante o jejum. Suínos em período de rápido crescimento necessitam de maior quantidade de nucleotídeos para expressar seu potencial genético (Mateo & Stein, 2004).

### 2.4.3 - IMPORTÂNCIA DOS NUCLEOTÍDEOS

Nucleotídeos são componentes do DNA e RNA (Tsujinaka et al., 1997) e atuam melhorando o metabolismo de energia, o metabolismo de nitrogênio, a morfologia intestinal, a taxa de crescimento, a resposta imune, a otimização da função dos tecidos de crescimento rápido, a taxa de maturação das vilosidades e na redução de distúrbios intestinais (Tibbets, 2002).

Em situações de crescimento rápido, doenças, consumo limitado de nutrientes ou distúrbio endógeno, os nucleotídeos dietéticos passam a ter uma importância fundamental no organismo, pois disponibilizam bases e nucleosídeos para serem utilizados imediatamente na síntese de nucleotídeos pela “via de salvamento”. Esta via é extremamente importante em tecidos e órgãos onde a síntese de nucleotídeos é ineficiente e, portanto, necessária quando se inclui nucleotídeos na dieta. Os nucleotídeos dietéticos participam dos processos de divisão e crescimento celular, da modulação do sistema imunológico e da manutenção da saúde intestinal por meio da redução da incidência de doenças entéricas (Rossi et al., 2007).

Leitões infectados com *Escherichia coli* e alimentados com dietas contendo extrato de levedura como fontes de nucleotídeos mostraram redução na incidência de diarreia e melhora no ganho de peso quando comparados com leitões do grupo controle. Isto implica que a fonte dietética de nucleotídeos teve papel importante no desenvolvimento, manutenção e melhora do sistema imune (Maribo, 2003).

A flora intestinal de leitões pós-desmame, alimentados com dietas contendo nucleotídeos teve predominância de bifidobactéria (Tanaka & Mutai, 1980), enquanto as enterobactérias predominaram na flora intestinal de leitões alimentados com dietas sem suplementação de nucleotídeos (Uauy, 1994). Isto indica que, além de promover rápida regeneração celular e aumento da produção de dissacaridases no intestino, os nucleotídeos desempenham importante papel na determinação da flora intestinal (Norton, 2001). Yu (1998) sugeriu que a adição de nucleotídeos nas dietas para leitões pós-desmame favorece o desenvolvimento da microflora benéfica do trato gastrointestinal por reduzir o pH gástrico e dessa forma, prejudicar a proliferação da espécie bacteriana patogênica. A redução da população bacteriana patogênica resulta em menor taxa de incidência de diarreia.

Dietas de leitões suplementadas com extrato de levedura como fonte de nucleotídeos proporcionaram melhora na saúde intestinal, na taxa de crescimento de

leitões desmamados comparado com os alimentados com plasma spray dried (Carlson et al., 2001). A suplementação de extrato de levedura a dieta de leitões infectados com *E. coli* promoveu melhora no ganho de peso, redução na incidência de diarreia e melhora na conversão alimentar comparada com a dieta não suplementada (Maribo, 2003).

Alguns estudos comprovaram que a exigência de nucleotídeos por leitões aumentou durante períodos de estresse e desafios imunológicos (Carver & Walker, 1995). Nestes períodos, os leitões frequentemente têm baixa ingestão de energia e baixa concentração de glutamina nas dietas quando comparado ao leite materno. Este fato que pode resultar em baixa síntese de nucleotídeos via “síntese de novo”, uma vez que tanto a energia quanto a glutamina são necessárias para a síntese de purinas e pirimidinas (Rodwell, 2000).

Para o desenvolvimento do trato intestinal, do sistema imune, e da microflora intestinal são necessários nucleotídeos (Cameron, 2001). Como consequência, o período pós-desmama para o leitão é um dilema, pois o período que ele mais necessita de nucleotídeos, é aquele em que os precursores necessários para a síntese (glutamina e energia) estão em quantidades reduzidas.

Dessa forma, a adição de nucleotídeos nas dietas de leitões pós-desmame seria necessária para a manutenção da integridade do trato gastrointestinal.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

No experimento I, foram utilizados 120 leitões, machos castrados e fêmeas, selecionados geneticamente para deposição de carne na carcaça, dos 21 (desmame) aos 35 dias, com peso inicial de  $6,12 \pm 0,35$  kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos (4,0% de plasma (PS); 2,0% de PS com 0,0; 1,0; 2,0 ou 3,0% de extrato de levedura (EL)), seis repetições e quatro animais por unidade experimental. Na formação dos blocos considerou-se o peso dos animais ao desmame.

No experimento II, foram utilizados 105 leitões, machos castrados e fêmeas, selecionados geneticamente para deposição de carne na carcaça, dos 36 aos 60 dias de idade. Do desmame (21 dias) aos 35 dias de idade, os leitões foram alimentados com uma dieta única que proporcionou o melhor resultado do desempenho no experimento I. Aos 36 dias de idade, os animais com peso inicial de  $8,75 \pm 0,72$  kg foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos (2,0% de PS; 1,0% de PS com 0,0; 1,0; 2,0 ou 3,0% de EL), sete repetições e três animais por unidade experimental. Na formação dos blocos foi considerado como critério o peso dos animais aos 36 dias de idade. Para avaliar o efeito residual das dietas experimentais (36 aos 49 dias de idade), os animais receberam uma única dieta, dos 50 aos 60 dias de idade.

As dietas do experimento I e experimento II foram isoenergéticas e isoaminoacídicas, formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais conforme Rostagno et al. (2005). As relações aminoacídicas entre a lisina digestível e os demais aminoácidos essenciais foram atendidas de acordo com o padrão de proteína ideal estabelecido em Rostagno et al. (2005). As composições percentuais e nutricionais das dietas experimentais usadas no experimento I e II encontram-se apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3 e as composições nutricionais do PS (plasma sanguíneo AP 920) e do EL (extrato de levedura NuPro®) encontram-se na Tabela 4.



Tabela 1 – Composições percentuais e nutricionais das dietas experimentais para os leitões dos 21 aos 35 dias de idade

Ingredientes (%)	4,0% PS	2,0% PS + 0,0% EL	2,0% PS + 1,0% EL	2,0% PS + 2,0% EL	2,0% PS + 3,0% EL
Milho	45,652	42,405	41,204	40,023	38,840
Soro de leite	13,571	13,571	13,571	13,571	13,571
Soja extrusada	12,962	18,903	19,126	19,323	19,523
Farelo de soja 45%	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
Leite em pó	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Plasma sanguíneo	4,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Extrato de levedura	0,000	0,000	1,000	2,000	3,000
Óleo de soja	2,700	1,885	1,930	1,978	2,026
Fosfato bicálcico	1,157	1,303	1,242	1,180	1,119
Calcário	0,858	0,742	0,779	0,817	0,855
Sal comum	0,232	0,318	0,276	0,235	0,193
L-lisina HCl	0,279	0,300	0,297	0,294	0,292
DL-metionina	0,158	0,166	0,168	0,170	0,172
L-treonina	0,084	0,091	0,091	0,092	0,092
L-triptofano	0,006	0,003	0,003	0,003	0,003
L-valina	0,001	0,007	0,008	0,009	0,010
L-isoleucina	0,035	0,001	0,000	0,000	0,000
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Promotor crescimento <sup>3</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composições nutricionais					
Energia metab. (kcal/kg)	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Proteína bruta (%)	21,315	21,726	22,208	22,685	23,162
Lisina digestível (%)	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Met + cist digestível (%)	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784
Treonina digestível (%)	0,882	0,882	0,882	0,882	0,882
Triptofano digestível (%)	0,238	0,238	0,238	0,238	0,238
Valina digestível (%)	0,996	0,996	0,996	0,996	0,996
Isoleucina digestível (%)	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
Lactose (%)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Cálcio (%)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500

<sup>1</sup>Conteúdo por kg de ração: 12.000 UI - vit A -; 2.250 UI - vit. D3; 27 mg - vit E; 3 mg - vit K; 2,25 mg - tiamina; 6 mg - riboflavina; 2,25 mg - piridoxina; 27 mcg - vit B12; 400 mcg - ácido fólico; 150 mcg - biotina; 22,5 mg - ácido pantotênico; 45 mg - niacina; 300 mcg - Se;

<sup>2</sup>Conteúdo por kg de ração: 100 mg ferro; 100 mg zinco; 10 mg cobre; 40 mg de manganês; 1,5 mg iodo; 1 mg cobalto;

<sup>3</sup>Colistina.

Tabela 2 – Composições percentuais e nutricionais das dietas experimentais para os leitões dos 36 aos 49 dias de idade

Ingredientes (%)	2,0% PS	1,0% PS + 0,0% EL	1,0% PS + 1,0% EL	1,0% PS + 2,0% EL	1,0% PS + 3,0% EL
Milho	50,579	51,122	50,175	49,105	47,946
Soro de leite	8,571	8,571	8,571	8,571	8,571
Soja extrusada	21,283	21,283	21,283	21,390	21,497
Farelo de soja 45%	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
Plasma Sanguíneo	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Extrato Levedura	0,000	0,000	1,000	2,000	3,000
Óleo de soja	0,000	0,200	0,200	0,220	0,330
Fosfato bicálcico	1,670	1,760	1,700	1,640	1,576
Calcário	0,730	0,676	0,715	0,752	0,790
Sal comum	0,373	0,415	0,373	0,331	0,290
L-lisina HCl	0,287	0,368	0,368	0,369	0,370
DL-metionina	0,135	0,158	0,161	0,164	0,167
L-treonina	0,071	0,108	0,112	0,112	0,114
L-trintofano	0,006	0,004	0,005	0,005	0,005
L-valina	0,000	0,029	0,032	0,035	0,037
L-isoleucina	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Promotor Crescimento <sup>3</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,000	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Composições nutricionais</b>					
E. metabolizável (kcal/kg)	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
Proteína bruta (%)	21,565	20,95	21,38	21,83	22,29
Lisina digestível (%)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
Met + cist digestível (%)	0,728	0,728	0,728	0,728	0,728
Treonina digestível (%)	0,819	0,819	0,819	0,819	0,819
Triptofano digestível (%)	0,221	0,221	0,221	0,221	0,221
Valina digestível (%)	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Isoleucina digestível (%)	0,728	0,728	0,728	0,728	0,728
Lactose	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Cálcio (%)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500

<sup>1</sup>Conteúdo por kg de ração: 12.000 UI - vit A-; 2.250 UI - vit. D3; 27 mg - vit E; 3 mg - vit K; 2,25 mg - tiamina; 6 mg - riboflavina; 2,25 mg - piridoxina; 27 mcg - vit B12; 400 mcg - ácido fólico; 150 mcg - biotina; 22,5 mg - ácido pantotênico; 45 mg - niacina; 300 mcg - Se;

<sup>2</sup>Conteúdo por kg de ração: 100 mg ferro; 100 mg zinco; 10 mg cobre; 40 mg de manganês; 1,5 mg iodo; 1 mg cobalto;

<sup>3</sup>Colistina.

Tabela 3 – Composição percentual e nutricional da dieta para os leitões dos 50 aos 50 dias de idade

<b>Ingredientes</b>	<b>(%)</b>
Milho	60,469
Farelo de soja 45%	34,230
Óleo de soja	2,019
Fosfato bicálcico	1,568
Calcário	0,614
Sal comum	0,456
L-lisina HCl	0,231
DL-metionina	0,061
L-treonina	0,048
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,120
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,075
Promotor de crescimento <sup>3</sup>	0,100
BHT	0,010
<b>Composição nutricional</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,280
Proteína bruta (%)	20,80
Lisina digestível (%)	1,160
Met + cist digestível (%)	0,650
Treonina digestível (%)	0,731
Triptofano digestível (%)	0,225
Cálcio (%)	0,720
Fósforo disponível (%)	0,400

<sup>1</sup>Conteúdo por kg de ração: 12.000 UI - vit A; 2.250 UI - vit. D3; 27 mg - vit E; 3 mg - vit K; 2,25 mg - tiamina; 6 mg - riboflavina; 2,25 mg - piridoxina; 27 mcg - vit B12; 400 mcg - ácido fólico; 150 mcg - biotina; 22,5 mg - ácido pantotênico; 45 mg - niacina; 300 mcg - Se;

<sup>2</sup>Conteúdo por kg de ração: 100 mg ferro; 100 mg zinco; 10 mg cobre; 40 mg de manganês; 1,5 mg iodo; 1 mg cobalto;

<sup>3</sup>Colistina.

Os animais foram alojados em gaiolas suspensas com piso ripado, providas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, localizadas em galpão de alvenaria com piso de concreto, forro de madeira e telhas cerâmicas. As variações térmicas no interior da sala foram registradas diariamente às 16 horas por meio do termômetro de máxima e mínima.

As dietas experimentais e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante o período experimental. Para avaliação de desempenho, os animais foram pesados no início e ao final de cada fase dos experimentos para determinação do ganho de peso. As sobras de ração do chão foram coletadas diariamente e somadas às sobras de ração dos comedouros ao termino do período experimental para a determinação do consumo de ração e da conversão alimentar.

Tabela 4 – Composição nutricional do plasma sanguíneo AP 920 e extrato de levedura NuPro®

Nutrientes	Plasma Sanguíneo AP 920 <sup>1</sup>	Extrato de levedura NuPro® <sup>2</sup>
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3906	3314
Proteína Bruta (%)	78,0	43,70
Cálcio (%)	0,15	0,02
Fósforo disponível (%)	1,30	1,20
Sódio (%)	2,20	0,27
Potássio (%)	0,30	1,15
Lisina (%)	6,80	2,651
Metionina (%)	0,70	0,63
Treonina (%)	4,80	1,599
Triptofano (%)	1,40	0,340
Valina (%)	5,30	2,148
Isoleucina (%)	2,90	1,636
Ácido glutâmico (%)	11,70	4,981
Ácido Nucléico (%)	-	5,2 – 6,6
Inositol (mg/kg)	-	5,828

<sup>1</sup> APC An LGI Company

<sup>2</sup> Alltech

No experimento I, aos 35 dias de idade, um animal de cada unidade experimental, com peso mais próximo do peso médio da gaiola, foi abatido. Após o intestino ter sido lavado, foram coletadas amostras de dois cm, correspondentes a 4,0 e 50% do comprimento do intestino delgado, que correspondem, respectivamente, a região do duodeno e jejuno. As porções coletadas foram enviadas ao Laboratório de Histologia do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa para cortes histológicos e montagem de lâminas. Os cortes histológicos foram lavados em solução fisiológica, fixado em BOUIN por 24 horas, desidratados em álcool etílico, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Em cada lâmina duas secções com 5µm de espessura. As lâminas foram colocadas novamente em solução de xilol para retirar o excesso de parafina e novamente hidratadas. Os corantes utilizados foram a hematoxilina e a eosina. Depois de coradas, as lâminas foram novamente desidratadas. Para fazer as leituras das lâminas, foi utilizado o microscópio óptico Olympus bx50 com ampliação de 40 acoplado ao analisador de imagem “Image-Pro Plus 1.3.2”. Foram selecionadas e medidas de cada lâmina correspondente a um animal, alturas de 30 vilosidades e 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente e posteriormente foi calculada a relação vilo:cripta.

As análises estatísticas dos parâmetros do desempenho e morfometria da mucosa intestinal foram realizadas, utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises

Estatísticas e Genéticas) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (2000). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias das dietas contendo diferentes níveis de extrato de levedura foram submetidas à análise de regressão. Adicionalmente, as médias de cada nível de extrato de levedura contendo plasma foram comparadas a média da dieta controle, em cada experimento, por meio da análise de contrastes. Foi utilizado o nível de significância 10% para todos os testes realizados.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - EXPERIMENTO I

As temperaturas registradas no interior da sala durante o período experimental no termômetro de mínima e máxima foram, respectivamente, de  $24,7 \pm 0,62^{\circ}\text{C}$  e  $28,1 \pm 0,90^{\circ}\text{C}$ . Com base nestes valores pode inferir que, a temperatura máxima média ficou acima da zona de conforto térmico, indicando que os animais foram submetidos à condição térmica de termoneutralidade, conforme Ferreira (2005) e Perdomo et al. (1985) que referenciaram que a temperatura ótima para a criação de suínos no período de 14 aos 35 dias de idade estaria entre  $22,0$  a  $26,0^{\circ}\text{C}$ .

Os resultados de desempenho dos leitões dos 21 aos 35 dias de idade alimentados com dietas contendo plasma e plasma associado ao extrato de levedura encontram-se na Tabela 4.

Os níveis de extrato de levedura (EL) influenciaram ( $P < 0,06$ ) o peso final (PF) dos leitões que aumentou de forma quadrática até o nível estimado de 1,91% na dieta (Figura 1). Ao comparar o PF dos animais que receberam a dieta controle com os animais alimentados com as demais dietas, constatou-se que, enquanto os leitões que receberam a dieta com 2,0% de plasma (PS) sem inclusão de EL apresentaram redução não significativa de 3,95% no valor absoluto do PF ( $9,49 \times 9,88$  kg), os alimentados com dieta contendo 2,0% de PS + 2,0% de EL foram significativamente mais pesados ( $10,38 \times 9,88$  kg).

A inclusão de 2,0% de EL viabilizou a redução de 50% no nível de PS na dieta com melhora no PF dos leitões aos 35 dias de idade. Considerando a correlação positiva entre o peso do leitão nos primeiros dias pós-desmama com a taxa de crescimento nas fases posteriores até o abate (Klindt, 2003), pode-se inferir que a associação de PS com EL na dieta pode ser uma estratégia viável na nutrição dos leitões para diminuir a idade ao abate dos animais. Carlson et al. (2005) observaram que a adição de EL na dieta de creche melhorou o desempenho dos animais nas fases posteriores atingindo o peso de abate mais cedo.

Tabela 4 – Desempenho dos leitões em função dos tratamentos contendo plasma e/ou extrato de levedura dos 21 aos 35 dias

Parâmetros	Tratamentos					Regressão	CV (%)
	4,0% PS	2,0% PS + 0,0% EL	2,0% PS + 1,0% EL	2,0% PS + 2,0% EL	2,0% PS + 3,0% EL		
P21(kg)	6,10	6,07	6,18	6,18	6,08	ns	1,91
P35 (kg)	9,88 <sup>a</sup>	9,49 <sup>a</sup>	9,53 <sup>a</sup>	10,38 <sup>b</sup>	9,70 <sup>a</sup>	Q <sup>2</sup>	4,97
CRD (g)	314	283	300	343	305	Q <sup>1</sup>	10,40
GPD (g)	270	244	240	300	259	ns	12,80
CA	1,16 <sup>a</sup>	1,16 <sup>a</sup>	1,25 <sup>b</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	ns	7,18

Regressão: Análise de Regressão entre dietas contendo 0,0 a 3,0% de extrato de levedura; Q: Efeito Quadrático - (P<0,06)<sup>1</sup>; (P<0,09)<sup>2</sup>; ns (não significativo);

a,b-Médias de cada nível de EL seguidas de letras distintas na linha diferem em relação à dieta controle pelo teste de Dunnett.

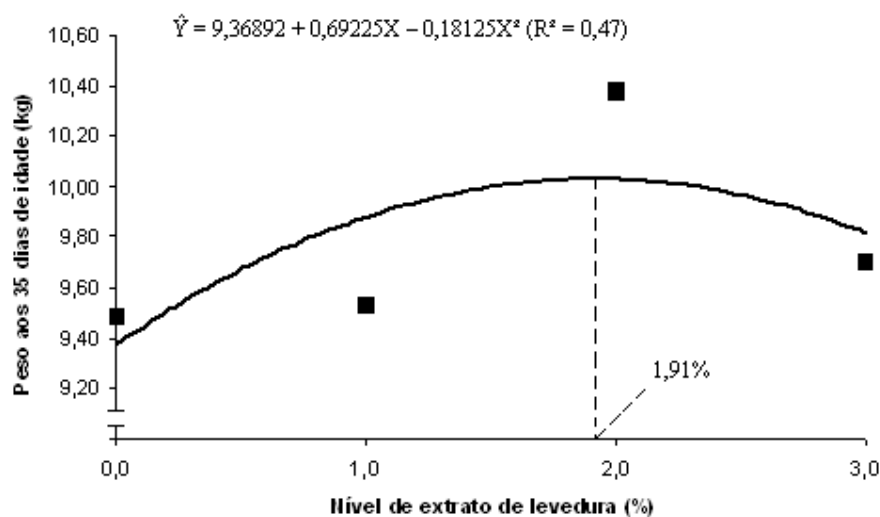


Figura 1 – Representação gráfica do efeito dos níveis extrato de levedura sobre o peso aos 35 dias de idade.

Os níveis de extrato de levedura influenciaram (P<0,09) o consumo de ração diário (CRD) tendo aumentado de forma quadrática até o nível estimado de 1,91% (Figura 2). Este resultado foi semelhante ao encontrado por Maribo & Spring (2003) e Carlson et al. (2005) que também verificaram efeito positivo da inclusão de EL sobre a ingestão voluntária de alimento pelos leitões após o desmame.

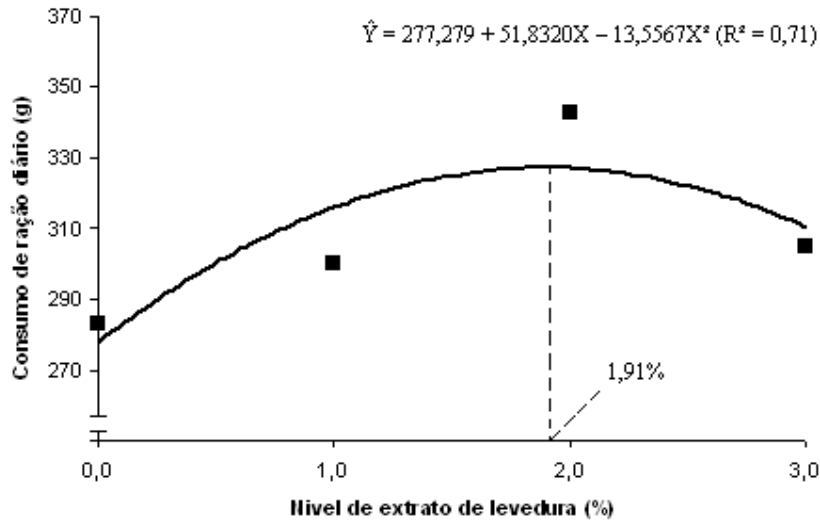


Figura 2 – Representação gráfica do efeito dos níveis de extrato de levedura sobre o consumo de ração diário.

Em contrapartida, Costa (2006) avaliando os níveis de inclusão de até 6,0% de EL na dieta de leitões dos 21 aos 35 dias não observaram variação significativa no consumo de ração dos animais.

A inconsistência de resultados observada entre os trabalhos pode estar relacionada a fatores como estresse ambiental, nível de desafio imunológico e a complexidade das dietas utilizadas nos estudos.

De acordo com relatos de Coffey & Cromwell (2001), os efeitos positivos de alimentos funcionais como o plasma animal spray dried no desempenho dos suínos, são mais pronunciados quando os animais são expostos a um maior nível de desafio imunológico.

O aumento no consumo de ração observado neste presente estudo até o nível de 1,91% de EL pode estar relacionado com o possível efeito protetor da levedura sobre o sistema imune e, conseqüentemente, sobre o ambiente intestinal.

Embora o mecanismo de ação da levedura não tenha sido elucidado, resultado de estudos tem revelado que as leveduras podem atuar estimulando o sistema linfóide associado ao intestino (GALT) aumentando a produção de imunoglobulinas A (Buts et al., 1990) que atua no lúmen intestinal diminuindo o estímulo do sistema imune favorecendo o apetite do leitão.

Confirmando estas proposições, van der Peet-Schwering et al. (2007), verificaram que a utilização de cultura de levedura na dieta de leitões resultou em redução no nível



neutrófilo no plasma, enquanto Shen et al. (2009) constataram que a inclusão de cultura de levedura na dieta reduziu o nível circulante da citocina interferon  $\alpha$  (IFN  $\alpha$ ) nos leitões nas primeiras semanas pós-desmama. De acordo com Abreu et al. (2010) no desmame o leitão é submetido ao estresse que acarreta na ativação do sistema imune e, conseqüentemente, na produção de citocinas que resultam em redução do apetite.

Não se observou variação significativa ( $P>0,10$ ) no CRD dos animais quando se comparou o consumo de alimento dos leitões que receberam a dieta controle (4,0% de PS) em relação aos que receberam as demais dietas. Esse resultado está de acordo com o obtido Rigueira (2009) que não verificou alteração significativa no consumo voluntário de ração dos leitões dos 7 aos 35 dias de idade quando comparou dieta com inclusão de PS (4,0%) e dieta contendo PS associado ao EL (2,0; 2,0%).

Apesar do CRD não ter variado significativamente ( $P<0,10$ ) entre as diferentes dietas, foi constatada redução de 9,90% no valor absoluto do CRD dos leitões quando a concentração do PS na dieta foi reduzida de 4,0 para 2,0% sem a inclusão de EL. Assim pode-se deduzir que dietas contendo níveis de PS abaixo de 4,0% sem a inclusão de EL, podem prejudicar o desempenho dos leitões por comprometer o consumo voluntário de alimento. Considerando que o PS tem alto nível de glutamato (APC An LGI Company, 2007) o qual atua como palatabilizante (Diehl, 2004) e também como protetor da mucosa intestinal (Yu et al., 2002), pode-se deduzir que a redução no CRD quando dá diminuição no nível de PS dietético de 4,0 para 2,0% está relacionado a redução do nível de glutamato da dieta.

Por outro lado a associação de 2,0% de EL e 2,0% de PS na dieta dos leitões proporcionou comparativamente aos animais do grupo controle, aumento de 8,50% no valor absoluto de CRD (343 x 314 g) que apesar de não ter sido significativo ( $P>0,10$ ) foi suficiente para resultar em maior ( $P<0,10$ ) PF dos leitões aos 35 dias.

Com base nesses resultados ficou evidenciado uma possível ação sinérgica do extrato de levedura com o plasma.

Os níveis de EL não influenciaram ( $P>0,10$ ) o ganho de peso diário (GPD) dos leitões cujo valor médio corresponde a 261 g. Este resultado difere dos obtidos por Maribo & Spring (2003), Carlson et al. (2005) e Costa (2006) que encontraram efeito positivo do EL sobre a taxa de crescimento dos leitões nas primeiras semanas após o desmame.

Um dos fatores que pode ter contribuído para que o GPD dos leitões não tenha alterado significativamente entre as dietas em que se utilizaram diferentes níveis de EL

neste estudo, pode ter sido o possível baixo nível de desafio imunológico a que os animais foram expostos, fato este elucidado pela alta taxa de crescimento médio dos animais (261 g).

Ao se comparar o GPD dos leitões que receberam a dieta controle (4,0% de PS) em relação aos animais alimentados com as demais dietas não se verificou diferenças significativas. Este resultado está de acordo com o encontrado por Rigueira (2009) que também não verificou variação no GPD dos leitões quando comparou uma dieta contendo 4,0% de PS com outra dieta com 2,0% PS + 2,0% EL.

Embora não tenha ocorrido variação significativa ( $P > 0,10$ ) no GPD dos animais, foi constatado, em valor absoluto, que o ganho de peso de 300g/dia dos leitões que receberam a dieta contendo 2,0% de PS + 2,0% de EL foi 11% superior ao valor observado (270g) dos animais da dieta com 4,0% de PS (270g). Essa diferença na taxa de crescimento pode ser justificada pelo maior CRD dos leitões que receberam a dieta com 2,0% de EL, o que revelou o efeito estimulador do apetite pelo EL, conforme encontrado por Maribo & Spring (2003) e Carlson et al. (2005).

A possível influência positiva dos nucleotídeos, presentes em altas concentrações no EL, sobre a microflora gastrointestinal favorecendo a saúde intestinal e reduzindo a ativação do sistema imune dos leitões no período pós-desmama, relatado por Mateo & Stein (2004), pode ser um dos fatores que justifica o efeito do EL em estimular o apetite dos animais.

A melhora no desempenho dos animais que receberam 2,0% de PS + 2,0% de EL pode estar relacionado com o aporte de glutamato dietético. Moore et al. (2011) avaliando o efeito das dietas contendo EL e os componentes do EL separadamente (inositol, glutamato e nucleotídeos) sobre o desempenho dos suínos observaram que os animais que receberam dieta contendo o glutamato tiveram o desempenho similar aos animais que receberam EL. Com base nesse resultado pode-se inferir que o efeito benéfico do EL está associado à presença de glutamato, o que confirma o relato anterior de que a diminuição no conteúdo de glutamato dietético pode acarretar na redução na ingestão voluntária de alimento pelo suínos.

Os níveis de EL na dieta não influenciaram ( $P > 0,10$ ) a conversão alimentar (CA) dos animais. Diversos autores como van Heugten et al. (2003), Bontempo et al. (2006) e Shen et al. (2009) também não verificaram influência da inclusão de levedura na dieta na eficiência alimentar dos leitões no pós-desmame. Em um estudo conduzido para avaliar a utilização de levedura na dieta para leitões van der Peet-Schwering et al.

(2007), constataram que o efeito positivo da levedura sobre a CA dos animais somente ocorreu quando a comparação foi feita em relação a uma dieta controle sem antibiótico.

Com os resultados de CA obtidos neste estudo, pode-se inferir que os efeitos positivos do EL sobre o desempenho dos leitões estariam diretamente relacionados ao seu efeito de estimular a ingestão voluntária de alimento.

Ao contrastar a CA dos leitões que receberam 4,0% de PS dietético comparativamente com a dos animais alimentados com as dietas contendo 2,0% de PS em diferentes níveis de EL, foi verificado que a combinação de 2,0% PS e 1,0% EL na dieta de leitões dos 21 aos 35 dias resultou em piora ( $P < 0,05$ ) na CA dos suínos. Entretanto, além deste padrão de resposta não estar consistente com os demais dados de desempenho dos leitões obtidos no presente estudo, não foi encontrado na literatura consultada algum fundamento biológico que pudesse justificar este resultado.

Os resultados da morfometria intestinal dos leitões alimentados com dietas contendo plasma e plasma associado a extrato de levedura encontram-se na Tabela 5.

Foi verificado efeito ( $P < 0,07$ ) dos níveis de EL sobre a altura de vilosidade (AVD) e sobre a profundidade de cripta (PCD) do duodeno que aumentaram de forma quadrática até os níveis estimados, respectivamente, de 1,64 e 1,16% (Figura 3 e 4). Os níveis de EL também influenciaram ( $P < 0,04$ ) a relação AVD:PCD que aumentou de forma linear de acordo com a equação  $Y = 2,23382 + 0,0764896X$  ( $r^2 = 0,97$ ).

Tabela 5 - Morfometria intestinal dos leitões, aos 35 dias de idade, em função dos tratamentos contendo plasma e/ou extrato de levedura

Parâmetros ( $\mu\text{m}$ )	Tratamentos					Regressão	CV (%)
	4,0% PS	2,0% PS + 0,0% EL	2,0% PS + 1,0% EL	2,0% PS + 2,0% EL	2,0% PS + 3,0% EL		
AVD	336	329	346	348	335	Q	7,39
PCD	148	152	155	155	142	Q	6,38
RV/CD	2,37	2,25	2,30	2,37	2,48	L	7,75
AVJ	347	344	379	350	332	ns	11,62
PCJ	165	155	174	160	158	ns	9,46
RV/CJ	2,22	2,37	2,36	2,31	2,21	ns	12,10

Regressão: Análise de Regressão entre os tratamentos com 0,0 a 3,0% de extrato de levedura- L: Efeito Linear - ( $P < 0,04$ ); Q: Efeito Quadrático ( $P < 0,07$ ); ns (não significativo);

a,b-Médias de cada nível de EL seguidas de letras distintas na linha diferem em relação à dieta controle pelo teste de Dunnett.

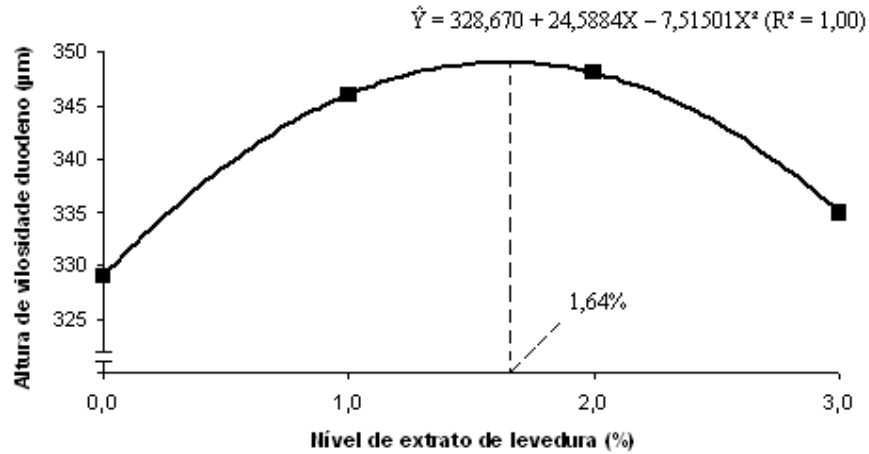


Figura 3 – Representação gráfica do efeito dos níveis de extrato de levedura sobre a altura de vilosidade no duodeno.

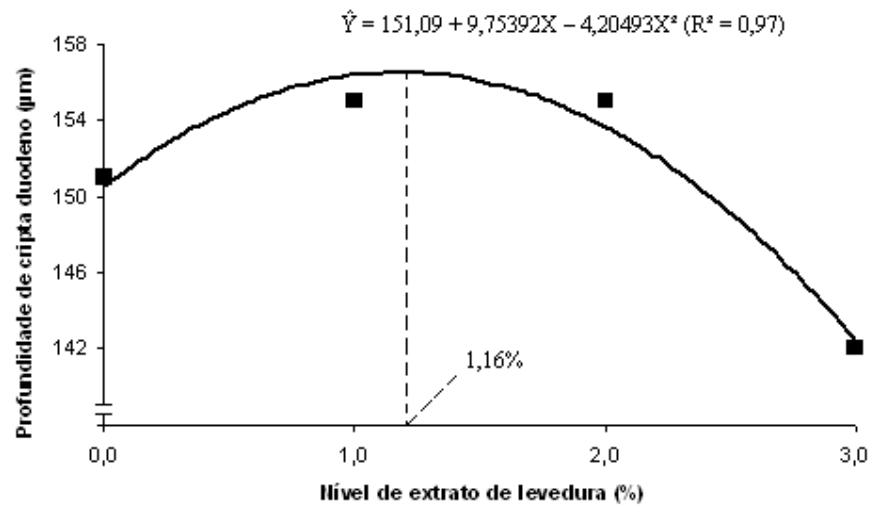


Figura 4 - Representação gráfica do efeito dos níveis de extrato de levedura sobre a profundidade de cripta no duodeno.

De forma consistente com esses resultados Bontempo et al. (2006) e Shein et al. (2009) também verificaram efeito positivo da inclusão de uma fonte de levedura na dieta sobre a morfometria intestinal dos leitões.

Tendo como base a importância dos nucleotídeos para o crescimento e desenvolvimento do intestino delgado (Bueno et al., 1994) e que as células da mucosa intestinal têm limitada capacidade de sintetizá-los (Leleiko et a., 1983), pode-se inferir

que a sua alta concentração no EL (Tibbets, 2002) pode, em parte, justificar os efeitos benéficos desse produto sobre a morfometria intestinal encontrada neste estudo.

Confirmando essa proposição Martinez-Puig et al. (2007) conduziram um estudo onde se comprovou a função preventiva da suplementação de nucleotídeos na dieta sobre a atrofia de vilosidade de leitões na desmama. Recentemente, Sauer et al. (2011) relataram que a inclusão de uma fonte de nucleotídeos na dieta de leitões pode influenciar positivamente a morfometria intestinal reduzindo a atrofia de vilosidade que normalmente ocorre no período pós-desmame.

Outro efeito da presença dos nucleotídeos que pode ter contribuído para as melhorias observadas na estrutura da mucosa duodenal é sua possível ação benéfica sobre a microbiota intestinal. Estudo conduzido por Mateo et al. (2004), comprovou que a inclusão de nucleotídeos na dieta de leitões influenciou positivamente a microbiota gastrointestinal, aumentando as concentrações de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium spp* e reduzindo a de *Clostridium perfringens*. Segundo Mourão et al. (2005), a redução de bactérias patogênicas no intestino pode melhorar a morfometria intestinal por possibilitar a maior proliferação de células epiteliais e consequentemente aumento no tamanho das vilosidades no intestino.

Os níveis de EL não influenciaram ( $P>0,10$ ) a altura de vilosidade (AVJ), profundidade de cripta (PCJ) e a relação AVJ:PCJ no jejuno. Estes resultados estão de acordo com o verificado por Andrés-Elias et al. (2007) que não observaram efeito da inclusão de nucleotídeos na dieta dos leitões sobre as variáveis morfométricas avaliadas na região do jejuno.

Embora os efeitos benéficos do EL sobre a mucosa intestinal tenham se restringido à região duodenal, eles foram suficientes para contribuir para a melhora da taxa de crescimento dos leitões.

Não se verificou variação ( $P>0,10$ ) nos parâmetros morfométricos avaliados no duodeno e jejuno quando se analisou os dados obtidos com os leitões que receberam a dieta controle com 4,0% de PS, comparativamente aos alimentados com as dietas contendo 2,0% de PS com diferentes níveis de EL.

As composições das dietas utilizadas neste estudo no que se refere à presença de agentes com ação anti-bacteriana, como o promotor de crescimento, possivelmente por reduzir a carga de antígeno a que a mucosa foi exposta pode ter contribuído para limitar os efeitos benéficos do EL sobre a morfometria intestinal.

## 4.2 - EXPERIMENTO II

As temperaturas registradas pelo termômetro de mínima e máxima no interior da sala durante o período experimental permaneceram, respectivamente, entre  $26,1 \pm 1,01^{\circ}\text{C}$  e  $29,8 \pm 1,32^{\circ}\text{C}$ . Considerando que a temperatura mínima média registrada durante o período experimental foi superior à faixa de temperaturas ótimas ( $18,0$  a  $26,0^{\circ}\text{C}$ ) estabelecida para leitões dos 14 aos 50 dias de idade (Ferreira, 2005), pode-se inferir que os animais foram submetidos a ambiente de termoneutralidade.

Os resultados de desempenho dos leitões, dos 36 aos 49 dias de idade, alimentados com dietas contendo plasma e plasma associado a extrato de levedura encontram-se na Tabela 6.

Os níveis de extrato de levedura (EL) não influenciaram ( $P>0,10$ ) o peso dos leitões aos 49 dias de idade. Também não se observou diferença ( $P>0,10$ ) no peso aos 49 dias entre os leitões que receberam dietas contendo EL e os da dieta controle.

Tabela 6 – Desempenho dos leitões em função dos tratamentos contendo plasma e/ou extrato de levedura dos 36 aos 49 dias de idade

Parâmetros	Níveis de plasma e extrato de levedura					Regressão	CV (%)
	2,0% PS	1,0% PS + 0,0% EL	1,0% PS + 1,0% EL	1,0% PS + 2,0% EL	1,0% PS + 3,0% EL		
P36 (kg)	8,79	8,91	8,77	8,74	8,32	ns	4,36
P49 (kg)	15,70	15,41	15,90	15,42	14,92	ns	5,19
CRD (g)	726	689	728	686	683	ns	8,35
GPD (g)	493	464	509	477	471	ns	9,50
CA	1,47	1,48	1,43	1,44	1,45	ns	5,64

Regressão: Análise de regressão entre as dietas com 0,0 a 3,0% de extrato de levedura – ns (não significativo); a,b-Médias de cada nível de EL seguidas de letras distintas na linha diferem em relação à dieta controle pelo teste de Dunnett.

Não foi observado efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de EL sobre o consumo de ração diário (CRD) dos leitões dos 36 aos 49 dias de idade. Da mesma forma, quando se compara o consumo voluntário de ração dos leitões alimentados com a dieta controle (2,0% de PS) em relação aos animais que receberam as dietas contendo diferente níveis de EL também não se verificou diferença ( $P>0,10$ ) no CRD. Este resultado corrobora com o observado por de Rigueira (2009) que também não evidenciou diferença significativa sobre o CRD entre leitões que receberam dietas contendo plasma (2,0%) e plasma associado ao extrato de levedura (1,0: 1,0%) dos 7 aos 49 dias de idade. Por

outro lado, Carlson et al. (2005) constatou melhora no CRD dos leitões, dos 34 aos 47 dias de idade, ao adicionar 2,5% de EL isoladamente na dieta em relação aos animais alimentados com a dieta isenta de EL, estudos como o de Rigueira (2009) também não evidenciaram diferença significativa sobre o consumo diário de ração entre leitões que receberam dietas contendo plasma (2,0%) e plasma associado ao extrato de levedura (1,0: 1,0%) dos 7 aos 49 dias de idade.

De acordo com Coffey & Cromwell (2001) e Rossi et al. (2007), respectivamente, o plasma e o extrato de levedura têm seus efeitos sobre a melhora do consumo de ração potencializados em situações nas quais os leitões são submetidos a desafio imunológico. Considerando que para a execução do presente estudo as instalações foram devidamente lavadas, desinfetadas e submetida a vazio sanitário associado a inclusão de promotores de crescimento nas dietas experimentais, pode-se inferir que os animais podem não ter sido suficientemente desafiados imunologicamente, o que justificaria a obtenção de consumos de ração similares entre as dietas experimentais.

Os níveis de EL não influenciaram ( $P>0,10$ ) o ganho de peso diário (GPD) dos leitões. Este resultado difere dos obtidos por Carlson et al. (2005) que verificaram melhora no GPD dos leitões ao adicionarem 2,5% de EL na dieta.

O resultado do presente estudo pode ser justificado pela redução do efeito positivo gerado pela inclusão do plasma sanguíneo na dieta sobre o desempenho dos animais a partir da segunda semana pós-desmame o que também pode ter prejudicado o seu efeito sinérgico com os nucleotídeos. . Essa proposição é sustentada pelos resultados de van Dijk et al. (2001) e Torrallardona et al. (2002) que observaram que o plasma sanguíneo proporciona efeito benéfico máximo sobre o desempenho dos leitões quando administrado durante a primeira semana pós-desmame.

Não se verificou diferença significativa ( $P>0,10$ ) ao se comparar o GPD dos animais que receberam a dieta contendo 2,0% de PS em relação aos animais que receberam as demais dietas. Este resultado está de acordo com o obtido por Rigueira (2009) que também não observou variação no GPD dos leitões que receberam dietas contendo PS (2,0%) e PS associado ao EL (1,0; 1,0%). De maneira similar a resposta observada para o consumo de ração no presente estudo, a baixa exposição dos animais ao desafio imunológico pode ter contribuído para a ausência dos efeitos positivos do plasma e do extrato de levedura sobre o ganho de peso.

Não foi observado efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de EL e do PS associado ao EL em relação à dieta controle sobre a conversão alimentar (CA) dos leitões. Este resultado

está coerente com o obtido por Rigueira (2009) que também não observou efeito da inclusão de PS e PS associado ao EL sobre a CA dos leitões.

Os resultados de desempenho dos leitões, dos 50 aos 60 dias, alimentados com dietas contendo plasma e plasma associado a extrato de levedura encontram-se na Tabela 7.

Foi constatado efeito quadrático ( $P < 0,06$ ) dos níveis de EL sobre o peso dos leitões aos 60 dias que aumentou de forma quadrática, melhorando até o nível estimado de 1,55% (Figura 5). Não foi observado diferença ( $P > 0,10$ ) no PF dos animais quando se comparou as dietas contendo níveis crescentes de EL e a dieta controle.

Tabela 7 – Desempenho dos leitões, dos 50 aos 60 dias de idade, em função dos tratamentos contendo plasma e/ou extrato de levedura no período de 36 aos 49 dias de idade

Parâmetros	Níveis de plasma e extrato de levedura					Regressão	CV (%)
	2,0% PS	1,0% PS + 0,0% EL	1,0% PS + 1,0% EL	1,0% PS + 2,0% EL	1,0% PS + 3,0% EL		
P50 (kg)	15,70	15,41	15,90	15,42	14,92	ns	5,19
P60 (kg)	22,95	22,38	23,77	23,34	22,69	Q <sup>3</sup>	6,38
CRD (g)	1,070	0,999	1,120	1,080	1,050	Q <sup>2</sup>	8,58
GPD (g)	658	634	715	719	670	Q <sup>1</sup>	10,30
CA	1,63 <sup>a</sup>	1,58 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,57 <sup>a</sup>	ns	5,87

Regressão: Análise de regressão entre as dietas contendo 0,0 a 3,0% de extrato de levedura – Q - <sup>1</sup>Efeito Quadrático ( $P < 0,01$ ); <sup>2</sup>Efeito Quadrático ( $P < 0,03$ ); <sup>3</sup>Efeito Quadrático ( $P < 0,06$ ); ns (não significativo); a,b-Médias de cada nível de EL seguidas de letras distintas na linha diferem em relação à dieta controle pelo teste de Dunnett.

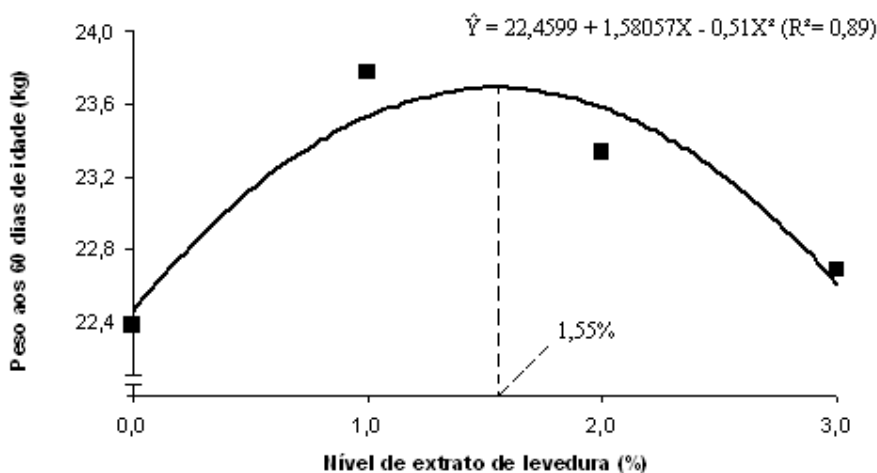


Figura 5 – Representação gráfica do efeito dos níveis de extrato de levedura sobre o peso aos 60 dias de idade.



Os níveis de extrato de levedura influenciaram ( $P < 0,03$ ) o CRD, que variou de forma quadrática tendo aumentado até o nível estimado de 1,67% (Figura 6). Não foi verificada diferença ( $P > 0,10$ ) do consumo de ração, quando se comparou as dietas contendo plasma associado ao extrato de levedura com o grupo controle (2,0% de plasma). Resultados semelhantes foram obtidos por Rigueira (2009), que também não observou diferenças no CRD de leitões que consumiram dietas contendo plasma e plasma associado ao extrato de levedura dos 7 aos 63 dias de idade.

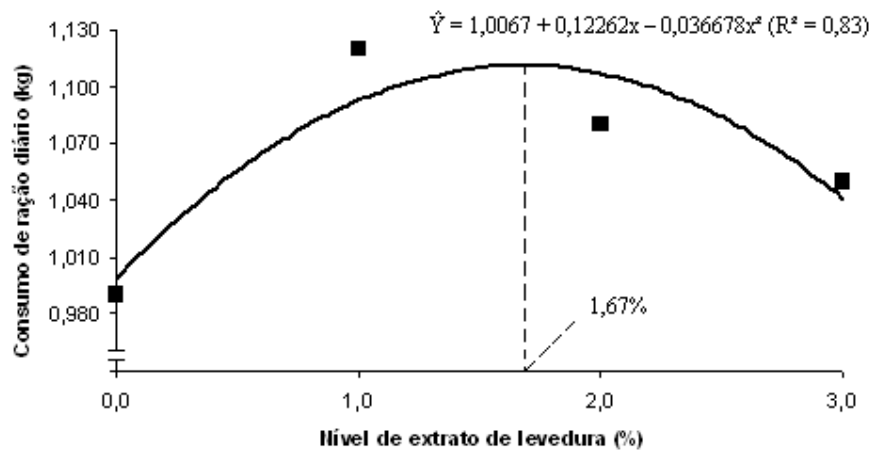


Figura 6 – Representação gráfica do efeito dos níveis de extrato de levedura sobre o consumo de ração diário.

Constatou-se que os animais alimentados com a dieta contendo PS associado a 1,0% de EL, no período de 36 aos 49 dias, apresentaram maior valor absoluto de CRD entre os 50 e 60 dias em relação aos alimentados com a dieta contendo 2,0% de PS (1,12 x 1,07). Embora o aumento observado sobre o CRD não foi significativo, ele foi suficiente para proporcionar em maior peso corporal dos leitões aos 60 dias de idade.

Foi observado efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) dos níveis de EL sobre o GPD dos animais que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 1,67% (Figura 7). Esse resultado difere daqueles obtido por Carlson et al. (2005) que não observaram efeito residual de dietas contendo extrato de levedura (0; 2,5%) fornecidas dos 36 a 49 dias sobre o GPD de leitões dos 50 aos 70 dias de idade.

Ao comparar a dieta controle e as dietas com diferentes níveis de EL não foi observado diferenças ( $P>0,10$ ) no GPD dos animais. Por outro lado, Rigueira (2009) observou maior ganho de peso dos leitões, dos 7 aos 63 dias de idade, que receberam a dieta contendo plasma associado ao extrato de levedura em relação aos alimentados com plasma, dos 7 aos 49 dias de idade.

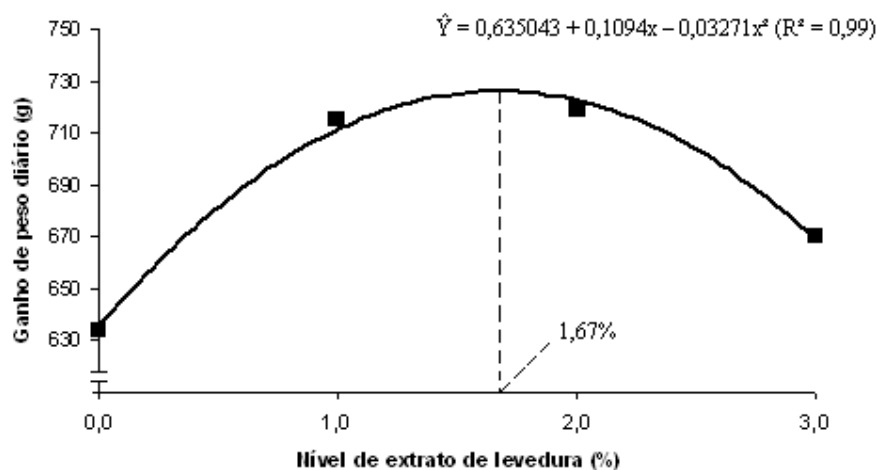


Figura 7 – Representação gráfica do efeito dos níveis de extrato de levedura sobre o ganho de peso diário dos leitões.

Os níveis de EL não influenciaram ( $P>0,10$ ) CA dos animais. Esse resultado foi similar ao encontrado por Rigueira (2009) que não constatou influência do EL sobre a CA dos leitões. Contudo, leitões alimentados com a dieta contendo 1,0% de PS + 2,0% de EL apresentaram melhor ( $P<0,01$ ) CA em relação aos alimentados com a dieta controle (2,0% de PS). Uma vez que o CRD entre os leitões que receberam a dieta controle e aqueles alimentados com a dieta contendo 1,0% de PS + 2,0% EL foram semelhante em valores absolutos (1,07 x 1,08), a melhoria na CA observada para os leitões alimentados com a dieta contendo 1,0% PS + 2,0% EL, pode ser justificada pela maior eficiência da utilização dos nutrientes para o crescimento (719 x 658g/dia).

Ao comparar a fase experimental e a fase que avaliou o efeito residual foi possível observar que as diferenças entre os efeitos das dietas sobre as variáveis PF, CRD, GPDD são maiores no período residual em relação ao período experimental. Observou-se que no período experimental, a dieta contendo PS associada a 1,0% de extrato de levedura proporcionou maiores PF, GPD e CRD em relação à dieta contendo 2,0% de PS de, respectivamente, 1,27, 3,14, 0,27%.

Por sua vez, ao se analisar o efeito residual das dietas foi constatado que a dieta contendo PS associado a 1,0% de EL proporcionou superioridade de 3,45; 7,97 e 4,46%, respectivamente, para o peso, ganho de peso e o consumo de ração em relação a dieta contendo 2,0% de plasma. Resposta que demonstra que dietas contendo plasma ocasionam efeito residual menor sobre o desempenho quando comparadas as dietas contendo plasma associado ao extrato de levedura,. Essa resposta é corroborada pelo estudo de Barbosa (2005) que observou que o plasma exerce efeitos positivos sobre o desempenho dos leitões somente no período em que está sendo fornecido na dieta.

De acordo com Touchette et al. (1996), provavelmente a queda do desempenho dos leitões no período residual após a retirada do plasma da dieta é devido, principalmente, a diminuição do consumo de ração. Essa hipótese é reforçada pelos resultados dos estudos de Gatnau et al. (1995) e Jiang et al. (2000) que reproduziram o efeito do incremento de consumo de alimento proporcionado pelo plasma por intermédio da inclusão isolada de imunoglobulinas na dieta. Esses estudos sugerem que as imunoglobulinas podem ser a principal fração responsável pela melhora do desempenho dos leitões.

Além disso, como as dietas foram isonutritivas os benefícios observados com o uso do EL podem estar relacionados a fatores presentes neste ingrediente que não são considerados como nutrientes essenciais na formulação de uma dieta, como os nucleotídeos, aminoácidos não essenciais e inositol. A utilização de nucleotídeos exógenos acarreta a prevalência da flora intestinal benéfica, como bifidobactéria e lactobacilos e menores quantidades de gram negativo (Uauy et al., 1994) e além de ter importante função na recuperação da mucosa intestinal após o animal ter passado por algum tipo de desafio.

Dessa forma pode inferir que o EL associado ao PS oferecido aos animais dos 21 aos 49 dias possibilitou a manutenção no desempenho até aos 60 dias.

## **5 - CONCLUSÃO**

A inclusão de 1,91 e 1,67% de extrato de levedura na ração para leitões dos 21 aos 35 e dos 36 aos 49 dias de idade, respectivamente, permite a substituição de 50% do plasma na dieta, podendo reduzir suas inclusões de 4,0 para 2% e de 2,0 para 1% nas distintas fases.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; SARAIVA, A. et al. Glutamina, nucleotídeos e plasma suíno em rações para leitões desmamados/ Glutamine, nucleotides and swine plasma in diets for weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.520-525, 2010.
- ANDRÉS-ELIAS, N.; PUJOLS, J.; BADIOLA, I. et al. Effect of nucleotides and carob pulp on gut health and performance of weanling piglets. **Livestock Science**, v.108, p.280-283, 2007.
- BARBOSA, F.F. **Níveis de plasma sanguíneo em pó em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade**. Viçosa: UFV, 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BARBOSA, F.F.; FERREIRA, A.S.; GATTÁS, G. et al. Níveis de plasma sanguíneo em pó em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1052-1060, 2007.
- BRONK, J.R.; HASTEWELL, J.G. The transport of pyrimidines into tissue rings cut from rat small intestine. **The Journal of Physiology**, v.382, p.475-488, 1987.
- BONTEMPO, V.; DI GIANCAMILLO, A.; SAVOINI, G. et al. Live yeast dietary supplementation acts upon intestinal morphofunctional aspects and growth in weanling piglets. **Animal Feed Science Technology**, v.129, p.224 – 236, 2006.
- BUENO, J.; TORRES, M.; ALMENDROS, A. et al. Effect of dietary nucleotides on small intestinal repair alter diarrhoea. Histological and ultrastructural changes. **Gut**, v.35, p.926-933, 1994.
- BUTS, J.P., BERNASCONI, P., VAERMAN, J.P., DIVE, C. Stimulation of secretory IgA and secretory component of immunoglobulins in small intestine of rats treated with *Saccharomyces boulardii*. **Digestive Diseases and Sciences**, v.35, p.251–256, 1990.
- CAMERON, B.F.; WONG, C.W.; HINCH, G.N. et al. Effects of nucleotides on the immune function of early-weaned pigs. In: Digestive Physiology of Pigs, **Proc. 8<sup>th</sup> Symposium** (J.E. Lindberg and B. Ogle, eds) CABI Publishing New York, NY, p.66-68, 2001.
- CAMPBELL, J.M. **The use of plasma in swine feeds**. 7p, 2003. Disponível em: <http://www.americanprotein.com/> Acessado em: 22/06/2010.
- CRANWELL, P.D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. The neonatal pig: development and survival. Wallingford: **Cab International**, p.99-154, 1995.

- CARLSON, M.S.; VEUM, T.L. A comparison between feeding peptide and plasma protein on the nursery pig growth performance and intestinal health. **University of Missouri**, Columbia, Missoure, v.1, p.13-19, 2000.
- CARLSON, M.S.; VEUM, T.L. A comparison between feeding peptide and plasma protein on the nursery pig growth performance and intestinal health. **University of Missouri**, v.7, p.54-67, 2001.
- CARLSON, M.S.; VEUM, T L.; TURK, J.R., Effects of yeast extract versus animal plasma in weanling pig diets on growth performance and intestinal morphology. **Journal of Swine Health and Production**, v.13, 2005.
- CARVER, J.D.; WALKER, W.A. The role of nucleotides in human nutrition. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.6, p.58-72, 1995.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, p.574-584, 1988.
- CHAE, B.J.; HAN, I.K.; KIM, J.H. Effects of dietary protein sources on ileal digestibility and growth performance for early- weaned pigs. **Livestock Production Science**, v.58, p.45-54, 1999.
- COFFEY, R.D.; CROMWELL, G.L. The impact of environment and antibacterial agents on the growth response of early-weaned pigs to spray-dried porcine plasma. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2532-2539, 1995.
- COFFEY, R.D.; CROMWELL, G.L. Use of spray-dried animal plasma in diets for weanling pigs. **Pig News and Information**, v.22, p.39-48, 2001.
- COSTA, L.L. **Plasma animal e extrato de levedura em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade: desempenho e respostas fisiológicas**. Lavras: UFLA , 2006. 86p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2006.
- DEPREZ, P.; NOLLET, H.; VAN DRIESSCHE, E. Liquid versus dry feeding in weaned piglets: the influence on small intestinal morphology. INTERNATIONAL PIGS VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 1996, Bolonia. **Proceedings...**, Bolonia: IPVS, p.276, 1996.
- D'SOUZA, D.; FRIO, A. Bridging the post-weaning piglet growth gap: the NuPro® experience in the Asia Pacific region. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. **Proceedings of Alltech's 23rd Annual Symposium**. Nottingham, UK: Nottingham University Press. p.41-48, 2007.
- DIEHL, J. All in good taste: creating natural savoury flavorings from yeast. In: Lyons, T.P., Jacques, K.A. (Eds.), **Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries**. Nottingham University Press, UK, p.258-263, 2004.

- DUNSFORD, B.R.; KNABE, D.A.; HAENSLY, W.E. A comparison of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1855-1863, 1989.
- FEGAN, D.F. **Functional foods for aquaculture: benefits of NuPro® and dietary nucleotides in aquaculture feeds**. Disponível: <http://en.engormix.com/MA-aquaculture/articles/functional-foods-aquaculture-benefits-t604/141-p0.htm>. Acesso em: 14/12/2010, 2007.
- FERREIRA, V.P.A.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Dietas para leitões em aleitamento e pós-desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.753-760, 2001.
- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 371p, 2005.
- FONTAINE, J. Acidifying pig started rations. **Feed Mix**, v.2, p.23-25, 1994.
- GAIOTTO, J.R. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corunscan*)**, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.
- GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D.R. Spray dried porcine plasma (SDPP) as a source of protein for weanling pigs in two environments. **Journal of Animal Science**, v.69, p.103, 1991 (Suppl.1).
- GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D.R. Effects spray dried plasma of different sources and process on growth performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.166, 1994 (Suppl. 1).
- GATNAU, R.; CAIN, C.; DREW, M. Et al. Mode of action of spray dried porcine plasma in weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.73, p.82, 1995 (Suppl. 1).
- HAUPTILI, L.; LOVATTO, P.A.; SILVA, J.H.S. et al. Níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na creche. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, p.1161-1165, 2005.
- HOLDSWORTH, G.; COLEMAN, R. Enzyme profiles of mammalian bile. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.389, p.47-50, 1975.
- JIANG, R.; CHANG, X.; STOLL, B. et al. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria cell density in early weaned pigs. **Journal of Nutrition**, v.130, p.21-26, 2000.
- KATS, L.J.; NELSSSEN, J.L.; TOKACH, M.D. et al. The effect of spray-dried porcine plasma on growth performance in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2075-2081, 1994.

- KLINDT, J. Influence of litter size and creep feeding on preweaning gain and influence of preweaning growth on growth to slaughter in barrows. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2434 – 2439, 2003.
- LAWRENCE, K.R.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.S. et al. Comparison of wheat gluten and spray-dried animal plasma in diets for nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3635-3645, 2004.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da Bioquímica**. 2 ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.
- LELEIKO, N.S.; BRONSTEIN, A.D.; BALIGA, B.S. et al. De novo purine nucleotide synthesis in the rat small and large intestine: effect of dietary protein and purines. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.2, p.313-319, 1983.
- LINDEMANN, M.D.; CORNELIUS, S.M.; KANDELGY, R.L. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglets. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1298-1307, 1986.
- LYONS, P. The new energy crisis: food, feed, or fuel? In: LYONS, T.P.; JAKES, K.A. **Proceedings of Alltech's 23rd Annual Symposium**. Nottingham, UK: Nottingham University Press, p.1-10, 2007.
- MARIBO, H. **Commercial products for weaners. NuPro™2000 as an alternative protein source for weaners**. THE NATIONAL COMMITTEE FOR PIG PRODUCTION, DANISH BACON AND MEAT COUNCIL. Denmark: Danske Slagterier, 2000 (Report n. 256).
- MARIBO, H. Weaning pigs without antibiotic growth promoters: strategies to improve health and performance. ANNUAL SYMPOSIUM OF NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 19, **Proceedings...**, Lexington. Nottingham, UK: Nottingham University Press, p.179-184, 2003.
- MARIBO, H.; SPRING, P.; Yeast extract as a protein source for weanling piglet. 9<sup>th</sup> **Symposium on Vitamins and Additives in Nutrition of Man and Animals**, Germany, 2003.
- MARKIEWICZ, A.; KAMINSKI, M.; CHOCILOWSKI, W. et al. Circadian rhythms of four marker enzymes activity of the jejunal villi in man. **Acta Histochem**, v.72, p.91-99, 1983.
- MARTINEZ-PUIG, D.; MANZANILLA, E.G.; MORALES, J. et al. Dietary nucleotide supplementation reduces occurrence of diarrhoea in early weaned pigs. **Livestock Science**, v.108, p.276-279, 2007.
- MATEO, C.D.; DAVE, R.; STEIN, H.H. 2004a. Effects of supplemental nucleosides for newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, 82 (Suppl. 2): XX (Abstr.) (In Press).



- MATEO, C.D.; STEIN, H.H. Nucleotides and young animal health: can we enhance intestinal tract development and immune function? **Nutritional Biotechnology in the feed and food industries**. Nottingham University Press, UK, p.159-170, 2004.
- MILLER, B.G.; NEWBY, T.J.; STOKES, C.R. et al. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhoea in the pig. **Research in Veterinary Science**, Amsterdam, v.36. p.187-193, 1984.
- MOORE, K.L.; MULLAN, B.P.; PLUSKE, J.R. et al. The use of nucleotides, vitamins and functional amino acids to enhance the structure of the small intestine and circulating measures of immune function in the post-weaned piglet. **Animal Feed Science and Technology**, 2011.
- MORLEY, D.J.; HAWLEY, D.M.; ULBRIGHT, T.M. et al. Distribution of phosphodiesterase I in normal human tissues. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.35, p.75-82, 1987.
- MOURÃO, J.L.; PINHEIRO, V.; ALVES, A. et al. Effect of mannan oligosaccharides on the performance, intestinal morphology and cecal fermentation of fattening rabbits. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.107–120, 2005.
- NOFRARIAS, M.; MANZANILLA, E.G.; PUJOLS, J. Effects of spray-dried porcine plasma and plant extracts on intestinal morphology and on leukocyte cell subsets of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2735-2742, 2006.
- NORTON, R.; LEITE, J.; VIEIRA, E. et al. Use of nucleotides in weanling rats with diarrhea induced by a lactose overload: effect on the evolution of diarrhea and weight and on the histopathology of intestine, liver and spleen. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.34, p.195-202, 2001.
- PERDOMO, C.C.; KOZEN, E.A.; SOBESTIANSKY, J. et al. Consideração sobre edificação para suínos. IN: Curso de atualização sobre a produção de suínos, 4.1985, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA- CNPSA, 1995.
- PEREZ- BOSQUE, A.; AMAT, C.; PELEGRÍ, C. Effects of dietary plasma protein on the immune response of weaned rats challenged with *S.Aureus* superantigen. **British Journal of Nutrition**. v.134, p.2667-2672, 2004.
- RIGUEIRA, L.C.M. **Plasma e ou extrato de levedura em dietas de leitões nos períodos pré e pós-desmame**. Jaboticabal: UNESP, 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.
- RODAS, B.Z.; SOHN, K.S.; MAXWELL, C.V. Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age: Effect on performance in plasma insulin-like growth factor I, growth hormone, insulin, and glucose concentrations. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3657-3665, 1995.
- RODWELL, V.W. Metabolism of purine and pyrimidine nucleotides. In: **Harpers Biochemistry, 25<sup>th</sup> edition**. Appleton and Lange, Stanford, CT, p.386-401, 2000.

- ROMANO, V. Dietary nucleotides improve the immune status of puppies at weaning. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.91, p.158-162, 2007.
- ROPPA, L. Nutrição de leitões na fase pós-desmame. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 1998, Fortaleza, **Anais...**, Fortaleza: p.265-271, 1998.
- ROSE, A.H. Yeast culture, a microorganism for all species: a theoretical look at it's mode of action. In: LYONS, T.P. ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM OF BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 3. **Proceedings...**, Nicholasville, KY: Alltech Technical Publications, p.113-118, 1987.
- ROSSI, P.; XAVIER, E.G.; RUTZ, F. Nucleotídeos na nutrição animal. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.05-12, jan-mar, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV 186p., 2005.
- RUDOLPH, L.B. The biochemistry and physiology of nucleotides. **Journal of Nutrition** v.124, p.124-127, 1994.
- SANDERSON, I.R.; HE, Y. Nucleotide uptake and metabolism by intestinal epithelial cells. **Journal of Nutrition**, v.124, p.131-137, 1994.
- SANTOS, G.D. Perspectiva brasileira e mundial da produção de leveduras. In: Congresso Internacional sobre o uso da levedura na alimentação animal, 1., 2009. Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, p.1-4, 2009.
- SAUER, N.; MOSENTHIN, R.; BAUER, E. The role of dietary nucleotides in single-stomach animals. **Nutrition Research Reviews**, 2011.
- SHEN, Y.B; PIAO, X.S.; KIN, S.W. Effects of yeast culture supplementation on growth performance, intestinal health, and immune response of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2614 – 2624, 2009.
- SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S. et al. Manejo dos leitões desde o nascimento até o abate. **Suínocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: EMBRAPA, cap.7, p.135-161, 2001.
- STEIN, H.H. The effects of adding spray dried plasma protein and spray dried blood cells to starter diets for pigs. In: Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos e Aves, 1996, Campinas, **Anais...**, Campinas: CBNA, p.70-86, 1996.
- TANAKA, R; MUTAI, M. Improved medium for selective isolation and enumeration of bifidobacterium. **Applied and Environmental Microbiology**, v.40, p.866-869, 1980.
- TIBBETTS, G.W. Biopeptides in post-weaning diets for pigs: Result to date. In: LYONS, T. P. and JACQUES, K.A. (ed.). **Biotechnology in the feed industry:**

- proceedings of Altech's 16 Th annual symposium. Nicholasville: Alltech Technical, p.347-355, 2000.
- TIBBETTS, G.W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. **Nutritional Biotechnology in the feed and food industries**. Nottingham University Press, UK, p.435-443, 2002.
- TORRALARDONA, D.; CONDE, R.; ESTEVE-GARCÍA, E. et al. Use of spray dried animal plasma as na alternative to antimicrobial medication in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.99, p.119-129, 2002.
- TOUCHETTE, K.J.; ALLEE, G.L.; NEWCOMB, M.D. The effects of plasma, lactose and soil protein sources fed in a phase 1 diet on nursery performance. **Journal of Animal Science**, v.74, p.170, 1996 (Suppl 1).
- TSUJINAKA, T.; KISHIBUCHI, M.; IJIMA, S. et al. Role of supplementation of a nucleic acid solution on the intestinal mucosa under total parenteral nutrition. **Nutrituin**, v.13, p.369-371, 1997.
- UAUY, R. Nonimmune system responses to dietary nucleotides. **Journal of Nutrition**, v.124, p.157-159, 1994.
- UAUY, R.; QUAN, R.; GIL, A. Role of nucleotides in intestinal development and repair: implications for infant nutrition. **Journal of Nutrition**, v.124, p.1436-1441, 1994.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 142p, 2000.
- UTIYAMA, C.E. **Utilização dos agentes antimicrobianos, probióticos, prébióticos e extratos vegetais como promotores de crescimento de leitões recém desmamados**, 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal de Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C.; BINNENDIJK, G.P. **Spraydried porcine and bovine plasma and animal and plant protein in diets of weaned piglets**. Praktijkonderzoek Varkenshouderij: Rosmalen, 1997. (Report P1, 185).
- VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C.; JANSMAN, A.J.M.; SMIDT, H. et al. Effects of yeast culture on performance, gut integrity and blood cell composition of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.85, p.3099 – 3109, 2007.
- VAN DIJK, A.J.; EVERTS, H.; NABUURS, M.J.A. et al. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. **Livestock Production Science**, v.68, p.263-274, 2001.
- VAN HEUGTEN, E.; FUNDERBURKE, D.W.; DORTON K.L. Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1004-1012, 2003.

- YAMAUCHI, K.; ADJEI, A.A.; AMEHO, C.K. et al. Nucleosidenucleotide mixture increases bone marrow cell number and small intestine RNA content in protein deficient mice after an acute bacterial infection. **Nutrition**, v.14, p.270- 275, 1998.
- YU, I.T.; WU, G.F.; YANG, P.C. Rôles of glutamine and nucleotides in combination in growth, immune responses FMD antibody titres of weaned pigs. **Animal Science**, v.75, p. 379-385, 2002.
- YU, V.Y. The role of dietary nucleotides in neonatal and infant nutrition. **Singapore Medical Journal**, v.39, p.145-150, 1998.
- WEICKMAN, J.L.; ELSON, M.; GLITZ, D.G. Purification and characterization of human pancreatic rinonuclease. **Biochemistry**, v.20, p.1272-1278, 1981.
- WILSON, M.R. Immunological development of the young pig. **Journal of Animal Science**, v.38, p.1105-1112, 1974.