

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

Probiótico para suínos nas fases de maternidade e creche

Bruna Cristina Kuhn Gomes
Pelotas, 2016

Bruna Cristina Kuhn Gomes

Probiótico para suínos nas fases de maternidade e creche

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área do conhecimento: Nutrição de não ruminantes).

Orientador: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Débora Cristina Nichelle Lopes
Co-Orientador: Ph.D. Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

G633p Gomes, Bruna Cristina Kuhn

Probiótico para suínos nas fases de maternidade e creche / Bruna Cristina Kuhn Gomes ; Eduardo Gonçalves Xavier, orientador ; Débora Cristina Nichelle Lopes, Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima, coorientadores. — Pelotas, 2016.

67 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Bacillus. 2. Leitão. 3. Matriz. 4. Modulador biológico. I. Xavier, Eduardo Gonçalves, orient. II. Lopes, Débora Cristina Nichelle, coorient. III. Lima, Gustavo Julio Mello Monteiro de, coorient. IV. Título.

CDD : 636.4

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Bruna Cristina Kuhn Gomes

Probiótico para suínos nas fases de maternidade e creche

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 29 de fevereiro de 2016

Banca examinadora:

Débora Cristina Nichelle Lopes (Presidente da banca)

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Fabiane Pereira Gentilini

Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Marcos Antonio Anciuti

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Jerri Teixeira Zanusso

Doutor em *Sciences agronomiques* pelo *Institut National Polytechnique* – ENSA-Toulouse, França

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à Deus, por ter dado força para prosseguir nessa jornada e por iluminar meu caminho.

Aos meus pais, Filomena e Wanderlei, que se privaram de algumas coisas para me dar educação e conforto, pelos ensinamentos, pelo amor incondicional e principalmente, por acreditarem no meu potencial.

Às minhas irmãs, Ângela e Márcia, por todo apoio e amor.

Ao meu orientador, Prof. Eduardo Gonçalves Xavier, por seus ensinamentos, disponibilidade, sabedoria, confiança e paciência em me orientar. Obrigada pelas lições, sobretudo de vida.

Ao meu co-orientador, Gustavo Júlio Mello Monteiro de Lima, que durante todo período de experimento esteve presente, sendo um exemplo como pessoa e profissional.

À minha co-orientadora Débora Cristina Nichelle Lopes, a qual posso chamar de amiga, pela ajuda e boa vontade.

À Embrapa Suínos e Aves, pelo apoio em realizar o experimento e as análises estatísticas. Ao Valter e a Cláudia, por me acolherem na biblioteca, pelas caronas e pela amizade.

À Capes pela bolsa de estudos e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao Grupo de Estudos em Aves e Suínos (GEASPEL) por todos os anos de convivência e aprendizado.

À empresa BIOTECNAL Soluções Ambientais, por disponibilizar o modulador biológico utilizado no período experimental e ao Médico Veterinário Irio Renaldo Muller, sempre presente e interessado no andamento do experimento e no nosso bem estar.

Ao grupo Carboni, pela disponibilidade dos animais, instalações e moradia para que fosse possível executar esse trabalho. Aos funcionários, que nos auxiliaram no experimento e por todos os momentos de descontração tão necessários.

À minha amiga e exemplo, Naiana Manzke, que contribuiu muito para minha formação pessoal e profissional. Pela imensa ajuda em todas as etapas do experimento, por compartilhar comigo momentos únicos. Levarei-te sempre no coração.

À Gabriela, que me ajudou durante 5 meses nas granjas do grupo Carboni, meu sincero agradecimento.

Às minhas amigas, Andressa e Camila, por todo apoio e carinho durante 8 anos de convívio.

A todos muito obrigada!

***“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”
Madre Teresa de Calcutá***

Resumo

GOMES, Bruna Cristina Kuhn **Probiótico para suínos nas fases de maternidade e creche**. 2016. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Com o presente estudo avaliou-se o fornecimento de um modulador biológico, à base de bactérias probióticas, no piso das instalações ou na ração dos suínos, como alternativa ao uso de antibióticos como promotores de crescimento, sobre o desempenho dos animais. Foram realizados dois experimentos, sendo um na fase de aleitamento e outro na de recria dos leitões. No primeiro foram utilizadas 234 matrizes suínas, da genética DanBred, distribuídas em um delineamento em blocos completos casualizados. Foram utilizados três tratamentos, sendo estes: (1) Controle, que consistiu o manejo utilizado na granja, sem o fornecimento do modulador biológico; (2) Piso, com aplicação do modulador biológico no piso das baias; (3) Ração, com aplicação do modulador biológico diretamente no comedouro da fêmea. A ração lactação era fornecida para as fêmeas duas vezes ao dia a partir da transferência para a maternidade. Foram estudadas as seguintes variáveis: número de leitões nascidos totais, nascidos vivos, natimortos e desmamados por fêmea, peso dos leitões ao nascimento e ao desmame. Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a variável número de leitões ao desmame. O uso do modulador biológico na ração promoveu maior ($p < 0,10$) número de leitões ao desmame do que os outros tratamentos (controle e piso). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as demais variáveis estudadas ($p > 0,10$). No segundo experimento, foram utilizados 2.160 leitões, escolhidos com base no peso inicial e alojados nas baias. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados, com três tratamentos: (1) Controle, que consistiu o manejo utilizado na granja, sem o fornecimento do modulador biológico; (2) Piso, com aplicação do modulador biológico no piso das baias; (3) Ração, com aplicação do modulador biológico diretamente no comedouro dos leitões. As seguintes variáveis foram estudadas: peso dos leitões no início do experimento e ao final, coeficiente de variação do peso dos leitões, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, frequência de diarreia e mortalidade. A utilização do probiótico não afetou significativamente nenhuma das variáveis estudadas. Conclui-se que o fornecimento de bactérias probióticas na ração de matrizes lactantes propicia maior número de leitões ao desmame.

Palavras-chave: bacillus; leitão; matriz; modulador biológico.

Abstract

GOMES, Bruna Cristina Kuhn. **Probiotic for lactating sows and weaning pigs**. 2016. 68p. Thesis (Masters in Animal Sciences) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Brazil.

This study evaluated the supplying of a biological modulator, based on bacteria and yeast, either on the floor or in the diet, as an alternative to the direct-fed microbials, on pig performance. Two experiments were carried out, one at lactation and the other at weaning period. In the first experiment, a total of 234 DanBred sows were selected. A completely randomized block design was used. The treatments were: T1 – Control (conventional lactation diet, without biological modulator); T2 – Floor, with the supplying of the biological modulator on the floor; T3 – Diet, with the supplying of the biological modulator directly on the sows' feeder. The lactation diet was supplied twice a day, beginning when the sows were transferred to the nursery room. The following variables were studied: total number of newborn pigs, alive, stillborns and weaned per sow, piglets weight at birth and at weaning. A significant effect of the treatments on the total number of piglets at weaning was observed. The feeding of the biological modulator promoted higher number of weaned pigs ($P < 0.10$) than the other treatments (control and floor). No significant difference among treatments was observed for the other variables ($P > 0.10$). In the second experiment, 2160 pigs were chosen based on initial weight and were allotted to the pens. A completely randomized block design was used. Three treatments were studied: T1 – Control (conventional piglets diet, without the biological modulator); T2 – Floor, with the supplying of the biological modulator on the floor; T3 – Diet, with the supplying of the biological modulator directly on piglets feeder. The following variables were evaluated: weight of piglets at the beginning and at the end of the experiment, coefficient of variation of the piglets' weight, weight gain, feed intake, feed conversion, frequency of diarrhea, and mortality. The utilization of the probiotic did not affect any of the variables evaluated ($p > 0.10$). In conclusion, the supplying of probiotic bacteria in the diet of lactating sows increases the number of piglets at weaning.

Key-words: bacillus; piglet; sow; biological modulator.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Ingredientes e composição da dieta de lactação	29
Tabela 2	Ingredientes e composição nutricional das dietas na fase de creche	32
Tabela 3	Efeito do uso ou não de probiótico no piso da baia de maternidade ou ração de matrizes, durante a fase de aleitamento sobre o desempenho de leitões	35
Tabela 4	Efeito do uso ou não de probióticos no piso ou na ração de leitões, sobre o desempenho produtivo na fase de creche.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 História dos probióticos	16
2.2 Principais microorganismos utilizados como probióticos na dieta dos animais.....	17
2.2.1 <i>Lactococcus lactis</i> sbsp. <i>lactis</i>	17
2.2.2 <i>Bacillus</i>	18
2.2.2.1 <i>Bacillus subtilis</i>	19
2.2.2.2 <i>Bacillus cereus</i>	20
2.2.2.3 <i>Bacillus licheniformis</i>	21
2.2.2.4 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	21
2.3 Ambiente intestinal dos suínos.....	22
2.4 Mecanismo de ação dos probióticos	23
2.4.1 Desenvolvimento de um ambiente desfavorável para patógenos.....	23
2.4.2 Aumento da adesão à mucosa intestinal ou exclusão de patógenos	23
2.4.3 Exclusão competitiva de microrganismos patogênicos.....	24
2.4.4 Produção de substâncias antimicrobianas.....	25
2.5 Probióticos no desempenho dos animais.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Local	28
3.2 Experimento na maternidade	28
3.2.1 Animais e instalações	28
3.2.2 Variáveis estudadas.....	
3.2.3 Tratamentos.....	29
3.2.4 Delineamento experimental	31
3.2.5 Manejo dos animais	30
3.3 Experimento na creche	31
3.3.1 Animais e instalações	31
3.3.2 Variáveis estudadas.....	32
3.3.3 Tratamentos.....	32

3.3.4 Delineamento experimental	33
3.3.5 Manejo dos animais	Erro! Indicador não definido.
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Experimento na maternidade	35
4.2 Experimento na creche	40
5 CONCLUSÃO.....	45
6 REFERÊNCIAS.....	46
7 APÊNDICES.....	62

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de carne quadruplicou de 78 milhões de toneladas para 311,6 milhões de toneladas de 1950 a 2015, sendo a carne suína a fonte de proteína animal mais consumida, representando 37% do total (FAO, 2015). Em 2013, 113 milhões de toneladas de carne suína foram consumidas mundialmente, sendo aproximadamente 50% deste total produzido na China. A União Europeia é o segundo maior produtor, tendo uma produção de 22250 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2014). No Brasil, o consumo *per capita* chegará em 2015, pela primeira vez na história, a 15 kg, índice 2,7% superior em relação ao registrado em 2014 (ABPA, 2015). Esse consumo possui ainda maior potencial de crescimento, não apenas devido ao aumento populacional, mas também em função de ações de promoção da carne suína junto a consumidores e redes de varejo, busca de padrões de qualidade, valor nutricional, desenvolvimento de cortes especiais e investimentos em linhas de corte e em logística de frio (MAPA, 2015). Além disso, há facilidade de transformação da carne em diversos derivados e formas, como fresca, processada e curada. Produtos derivados de carne suína, como patas e pele também são usados extensivamente em muitos pratos tradicionais culturais (OCKERMAN; BASU, 2014).

A partir do final dos anos 90 a demanda pela carne suína e seus derivados começou a aumentar, provocado, principalmente, pela queda dos preços e também através de um fundo de promoção e divulgação, mostrando os benefícios do consumo de suíno e eliminando o mito de ser uma carne que faz mal à saúde (LIMA et al., 2015). A indústria de suínos tornou-se mais eficiente no custo de produção por meio de melhoramentos genéticos, de inovação tecnológica, maior capacidade de produção, e

aprimoramento no sistema de linha de embalagem. Os cortes são mais magros, com menor teor de calorias e colesterol do que as aves caipiras e de corte (PATTERSON et al., 2009).

No entanto, como qualquer outra produção pecuária, a indústria de suínos tem enfrentado desafios que podem afetar negativamente os produtores. O novo regulamento antimicrobiano, por exemplo, visa proibir a administração de antimicrobianos como promotores de crescimento (FDA, 2013), que é uma prática generalizada na cadeia da produção, a fim de aumentar a taxa de crescimento, melhorar a conversão alimentar e prevenir surtos de doenças (FDA, 2014), tornando a produção animal mais eficiente e reduzindo os custos de produção (JUNIOR, 2008).

O uso indiscriminado de antimicrobianos tem sido associado ao desenvolvimento de resistência, tanto em animais quanto em humanos (BETERCHINI, 2012). Além disso, as exigências dos consumidores, quanto à qualidade dos alimentos de origem animal e a forma com que são produzidos, têm causado profundo impacto na produção animal em todo o mundo e, como consequência, na legislação que a regulamenta (JUNQUEIRA et al., 2009). Devido a isso, começaram a surgir movimentos para o seu banimento em dosagem subterapêutica nas dietas dos animais (MARSHALL; LEVY, 2011; BERTECHINI et al., 2012). Assim, muitos produtores estão buscando alternativas para a utilização de agentes antimicrobianos e de promotores de crescimento, uma vez que a nova regulamentação pode afetar consideravelmente a indústria e gerar consequências negativas para o mercado de exportação de carne. Uma das alternativas atuais é a inclusão de probióticos na dieta, visando melhorar o equilíbrio da microbiota intestinal do animal, aumentar a imunidade, melhorar o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça (KREHBIEL et al., 2014).

Probióticos são misturas de bactérias e/ou leveduras vivas fornecidas através das dietas com o objetivo de estabelecer uma microflora desejada para competir com bactérias prejudiciais no intestino. A ação desses microrganismos parece ser através de inibição competitiva, principalmente de *E. coli* e Salmonelas, ou alteração do pH intestinal, através da formação de lactato, favorecendo o desenvolvimento daqueles microrganismos que auxiliam o hospedeiro, promovendo aumento de ganho de peso e melhora da eficiência alimentar (PUPA, 2008).

A utilização de um modulador biológico composto por culturas microbianas de *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyliquefaciens* e *Bacillus licheniformis* pode melhorar o desempenho de leitões na fase de aleitamento e creche quando adicionado na dieta ou aplicado sob o piso das instalações. De acordo com o exposto, com o presente estudo objetivou-se avaliar os efeitos do fornecimento de um modulador biológico contendo bactérias, no piso ou na dieta, sobre o desempenho de leitões nas fases de aleitamento e creche.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 História dos probióticos

Desde os tempos antigos, os seres humanos têm consumido probióticos através de alimentos fermentados. A fermentação é uma técnica de preservação tradicional que melhora o sabor dos alimentos, textura e cor (CHELULE et al., 2010). Além de adicionar atributos sensoriais ao alimento, os microrganismos fermentados são considerados promotores de saúde devido a seus efeitos positivos sobre a microbiota intestinal e estado geral dos animais. Estudos iniciais sugeriram que as espécies de lactobacilos e bifidobactérias podem inibir a atividade microbiana patogênica, diminuindo a degradação e, assim, prevenindo a infecção intestinal (METCHNIKOFF, 1907).

O termo probiótico foi provavelmente usado pela primeira vez em 1954 por Vergio quando descreveu *Probiotika* como uma substância benéfica para os microrganismos intestinais. Em 1989, Fuller definiu probiótico como "um suplemento alimentar microbiano vivo, que afeta benéficamente o hospedeiro animal, melhorando o equilíbrio microbiano intestinal".

Nos Estados Unidos, em 1989, o *Food and Drug Administration* (FDA) determinou uso do termo *direct-fed microbial* (DFM) em lugar de probiótico. O *direct-fed microbial* é regulado pelo Centro de Medicina Veterinária do FDA como alimento; os microrganismos administrados aos animais são definidos e especificados, sendo listados pela *American Association of Feed Control Officials* (AAFO) (FDA, 2014). No Brasil utiliza-se ainda o termo probiótico, que pode ser definido como cepas de microrganismos vivos e viáveis, que agem como auxiliares na recomposição da microbiota do trato digestório dos animais, diminuindo o número dos microrganismos patogênicos ou indesejáveis (MAPA, 2015).

Além dos benefícios potenciais dos probióticos, várias perguntas sobre os seus mecanismos de ação ainda não foram totalmente respondidas. Além disso, os benefícios nem sempre são consistentes, estimulando os cientistas a explicar estas variações extensivamente através de estudos.

2.2 Principais microorganismos utilizados como probióticos na dieta dos animais

Probióticos são formados por microorganismos vivos que melhoram a condição de saúde do animal e o seu desempenho. Os principais microrganismos presentes nas fórmulas dos probióticos são *Lactobacillus*, *Enterococcus*, e *Bifidobacterium*. O trato gastrointestinal é o seu habitat natural, tornando-os capazes de sobreviver às condições desfavoráveis do ambiente do intestino (CHANG, 2001; SIMPSON et al., 2004), e produzir substâncias antimicrobianas que impeçam bactérias patogênicas de se aderirem à parede intestinal, causando surtos de doenças (LEE et al., 2009).

Porém, existe no comércio uma série de produtos contendo probióticos para aves, bovinos, suínos, equinos, peixes, ovinos, cães e gatos, que procuram obter do produto a máxima ação probiótica por meio da ação hospedeiro-específica. Várias bactérias são utilizadas, como *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis* (BRITO et al., 2013).

2.2.1 *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis*

O gênero *Lactococcus* é um grupo pequeno de microorganismos em forma de cocos, gram-positivos, catalase negativos e não esporulantes (BERNARDEAU et al., 2008). Taxonomicamente, os *Lactococcus* são eubactérias que pertencem ao filo *Firmicutes*, classe *Bacilli*, ordem *Lactobacillales* e família *Streptococcaceae* (EUZÉBY, 2012).

Nisina, peptídeo antimicrobiano produzido por *Lactococcus lactis* sbsp. *lactis*, é uma bacteriocina que apresenta capacidade de inibir a germinação de esporos e o desenvolvimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, na presença de

agentes quelantes, tornando-as células sensíveis à ação antimicrobiana (VESSONI; MORAES, 2002).

Estudo realizado por Ivanova et al. (2000) com o intuito de detectar uma nova substância produzida por *Lactococcus lactis* isolados em uma mistura de milho e trigo, relatam a caracterização de uma bacteriocina produzida por *Lactococcus lactis subsp. lactis* com amplo espectro inibitório, incluindo um grupo de origem alimentar patogênica.

De modo geral, o mecanismo de ação da nisina sobre as células de microrganismos ocorre em duas etapas: a primeira envolve a sua adsorção não específica sobre a parede celular dos microrganismos, fenômeno reversível e dependente do pH; a nisina permanece sensível às proteases e o tratamento com enzimas proteolíticas protege as células sensíveis contra seu efeito letal (DAVIES; ADAMS, 2004). Em uma segunda etapa, a nisina torna-se insensível às proteases e as células sofrem mudanças irreversíveis. Ela seria fortemente atraída aos fosfolipídios na membrana, formando poros ou canais de 0,2-1,0 nm de diâmetro. A simultânea despolarização da membrana causaria um rápido efluxo de moléculas essenciais (íons K⁺, aminoácidos e ATP), levando a uma série de alterações que terminariam com a lise celular (ABEE et al., 1994; REBELLHO; GASPAR, 2010).

2.2.2 *Bacillus*

O gênero *Bacillus*, que pertence à família *Bacillaceae*, é extremamente heterogêneo, tanto geneticamente quanto fenotipicamente. É do tipo respiratório, participa do metabolismo dos açúcares e da composição da parede celular, podendo ser gram-positivo, em que possuem uma parede mais espessa ou gram-negativo, com a parede mais heterogênea e menos espessa (XU; CÔTÉ, 2003).

As espécies do gênero *Bacillus* são bastonetes com extremidades retas ou arredondadas de tamanhos variáveis (0,5 x 1,2 µm até 2,5 x 10 µm), esporulados, geralmente móveis graças aos cílios peritríquios (DROBNIEWSKI, 1993). São bactérias saprófitas, aeróbicas, consideradas alóctones, ou seja, não são membros naturalmente residentes da microbiota gastrointestinal (HONG et al., 2005).

O gênero *Bacillus* é dividido em três grandes grupos, dependendo da morfologia do esporo e do esporângio, dentro de um esquema que foi originalmente proposto por Smith et al. (1952):

O primeiro grupo é formado por bacilos gram-positivos, que apresentam esporo central ou terminal e, apresentam forma esférica ou ovoide. Esse grupo é subdividido em outros dois subgrupos: a) O grupo 1a, constituído de bacilos de diâmetro superior a 1 μm , apresentando inclusões de poli-beta-hidroxibutirato (*B. anthracis*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. mycoides*, *B. pseudomycooides*, *B. thuringiensis*, *B. weihenstephanensis*); e b) O grupo 1b, constituído de bacilos com diâmetro inferior a 1 μm e desprovidos de inclusões de poli-beta-hidroxibutirato (*B. coagulans*, *B. firmus*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *B. pumilus*). O *B. thuringiensis* sintetiza um cristal composto de toxinas letais para insetos.

O segundo grupo, por sua vez, é constituído de espécies gram variáveis que apresentam esporo oval, central ou terminal que deformam a parede celular (*B. circulans*, *B. stearothermophilus*).

Já o terceiro grupo é caracterizado por bacilos gram variáveis, os quais apresentam um esporo esférico terminal ou subterminal que deforma a parede celular (*B. globisporus*, *B. insolitus*).

A elaboração do esporo não é único no gênero *Bacillus*, pois os microorganismos *Lysinibacillus fusiformis*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Paenibacillus popilliae*, *Brevibacillus laterosporus* e certas linhagens do *Paenibacillus lentimorbis* são capazes de produzir tais cristais (LOGAN; TURNBULL 2000; XU; CÔTÉ, 2003).

2.2.2.1 *Bacillus subtilis*

São bactérias gram positivas, em forma de bastonetes. A espécie *B. subtilis* é considerada benéfica na flora entérica dos indivíduos. Sua capacidade de esporulação é citada como uma das vantagens do *Bacillus* na elaboração dos probióticos. Tal característica pode favorecer sua conservação durante o transporte e armazenagem, como também a ação sobre as bactérias benéficas, permitindo a sobrevivência destas durante o trânsito estomacal (HOA et al., 2000).

Bacillus subtilis tem se mostrado como uma grande promessa de probiótico, devido a sua capacidade inerente de formar esporos que podem suportar o estresse ambiental severo e transições durante o armazenamento e manipulação (CARTMAN et al., 2008). Comprovação definitiva de tal fato foi obtida quando demonstrou-se que as células vegetativas de *Bacillus subtilis* poderiam ser detectadas no intestino

delgado de ratos após terem recebido uma dose oral de esporos. Esta germinação de esporos também foi observada nos tratos gastrointestinais de suínos, usando a análise de citometria de fluxo (CASULA; CUTTING, 2002; TAM et al., 2006).

A associação de probióticos pode ser benéfica ao desempenho de suínos, devido ao probiótico determinar maior digestibilidade dos nutrientes, pois estes microrganismos competem com os sítios de ligação de microrganismos indesejáveis. Silva et al. (2006), avaliaram o uso de *Bacillus subtilis* associado à *Pediococcus acidilactici* e detectaram melhora na conversão alimentar de leitões desmamados em relação ao controle negativo.

2.2.2.2 *Bacillus cereus*

Bacillus cereus foi originalmente descrito como um organismo mesófilo, crescendo entre 10 e 50°C e com uma temperatura ótima variando de 35 a 40°C. A palavra bacilo significa pequena haste, e cereus pode ser traduzida do latim como cera pequena. O nome reflete a morfologia facilmente reconhecível de *B. cereus* quando vista no microscópio ou em placas de ágar de sangue. *Bacillus cereus* é, portanto, uma grande (1,0-1,2 µm por 3,0-5,0 µm) bactéria gram-positiva em forma de bastonete, que cresce no meio de ágar comum a grandes colônias (3-8 mm de diâmetro) com um chão de vidro bastante plano, acinzentado, e aparência muitas vezes com bordas irregulares. Em ágar sangue, as colônias são cercadas por zonas de β-hemólise, o tamanho das quais é frequentemente grande, mas que pode variar dependendo das condições de cultura (ARNESEN et al., 2008; KRAMER; GILBERT, 1989).

A bactéria é descrita como sendo presente na natureza e pode ser encontrada em muitos tipos de solos, sedimentos, poeira e plantas (KOTIRANTA et al., 2000; SCHOENI; WONG, 2005). O interesse pela ecologia desta bactéria estimulou um estudo mostrando que ela pode germinar, crescer e esporular no solo, demonstrando assim um ciclo de vida saprófita (VILAIN et al., 2006).

Em adição a um ciclo de vida completo em solo, onde é ricamente presente, *B. cereus* também está adaptado para um estilo de vida em um hospedeiro, como um agente patogênico ou talvez como uma parte da flora intestinal, bem como para o crescimento nos alimentos. A possível adaptação de *B. cereus* ao ambiente do

intestino animal poderia ser a base de seu efeito probiótico proposto. No entanto, certas cepas produtoras de quantidades insignificantes de toxina a 37°C foram aprovadas para uso probiótico pela Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (DUCLE, 2004; HONG et al., 2005).

Em estudo realizado por Burdiño et al. (2005), foi demonstrado maior prevenção no aumento de bactérias patogênicas e melhores resultados de desempenho em leitões recebendo *Bacillus cereus* na dieta.

2.2.2.3 *Bacillus licheniformis*

Este microorganismo está amplamente distribuído na natureza, sendo uma bactéria do solo, encontrada principalmente em associação com plantas e materiais de plantas, bem como próxima a este local pela alta resistência de seus endósporos, que são disseminados pela poeira (VEITH et al., 2004).

Quando combinado com outras bactérias probióticas, *Bacillus licheniformis* pode agir benéficamente no sistema digestório. Este probiótico é capaz de formar um esporo de proteção em torno de si, quando as condições são pobres para a sua sobrevivência, sendo capaz de sobreviver às condições adversas do trato gastrointestinal e alcançar os intestinos (AZARIN et al., 2015).

Utiyama et al. (2006) avaliaram o uso de *B. licheniformis* na dieta de leitões desmamados e observaram aumento do ganho diário de peso desses animais.

2.2.2.4 *Bacillus amyloliquefaciens*

Bacillus amyloliquefaciens é uma potente espécie de *Bacillus* que produz várias enzimas extracelulares, incluindo α -amilases, celulase e proteases, que melhoram a digestibilidade e absorção de nutrientes, melhorando também a função imunitária de todo o trato gastrointestinal (AHMED et al., 2014). Além disso, as bacteriocinas produzidas pelo *Bacillus amyloliquefaciens* têm efeitos bactericidas contra a produção de *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli* (ULYANOVA et al., 2011).

Estudos demonstraram aumento na absorção de nutrientes, melhor desempenho produtivo, aumento no título de anticorpos e maior equilíbrio na

micoflora intestinal em leitões recebendo uma dieta suplementada com *B. amyloliquefaciens* (AN et al., 2008).

2.3 Colonização bacteriana intestinal nos suínos

Os suínos possuem o trato gastrointestinal estéril quando nascem, porém é rapidamente colonizado por bactérias nos primeiros dias de vida (LUPP et al., 2007). O tipo e proliferação destes microorganismos depende de diversos fatores, tais como pH, disponibilidade de oxigênio e nutrientes no ambiente intestinal, bem como idade dos animais, dieta e condições de saúde dos mesmos (MORI et al., 2011).

A colonização bacteriana do intestino é essencial para muitos processos fisiológicos normais, como a construção da barreira epitelial intestinal, melhorando o desenvolvimento do trato, ocorrendo melhor absorção de nutrientes, e conseqüentemente desenvolvendo o sistema imunitário para a defesa contra agentes patogênicos (HOOPER et al., 2002; SANSONETTI, 2004).

A contribuição da microbiota residente do trato gastrointestinal em relação à resistência da colonização patogênica pode ser realizada através de múltiplos fatores. Dentre eles, as bactérias patogênicas devem competir com a flora microbiana residente por espaço, nutrientes e receptores do hospedeiro. Além disso, o metabolismo microbiano de alguns produtos, como probióticos, exerce um efeito inibidor sobre uma série de microorganismos patogênicos gram-negativos (ALAKOMI et al., 2000; SILVA et al., 2001; SERVIN, 2004; GOMES et al., 2006).

Com o desenvolvimento do animal, as populações microbianas são renovadas e substituídas por outras mais estáveis, sendo que a adição de alimentos ou outros produtos, como os probióticos, desde o início da vida do leitão, pode contribuir para o sucesso da estabilização da microbiota (CHORTESY et al., 2007). Essa microbiota é composta principalmente por bactérias benéficas, sendo comumente encontradas no trato gastrointestinal dos suínos: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacterioide*, *Eubacterium*, *Fusobacterium* e outras bactérias ácido-lácticas. Existem mais de 500 espécies de bactérias na microbiota, em contagens que chegam a 10^{12} células por grama de fezes, sendo que a relação entre bactérias e células do hospedeiro pode chegar a 10:1 (GASKINS, 2001).

2.4 Mecanismo de ação dos probióticos

Os suínos, assim como outros animais de produção, são submetidos a um ambiente altamente estressante, desafiando a sua homeostase e, conseqüentemente, o seu desempenho zootécnico, sendo que a primeira barreira contra potenciais fatores de doenças é o trato gastrointestinal (FAÇANHA et al., 2013). Ainda de acordo com esses pesquisadores, a dieta incluindo probióticos melhora o equilíbrio da microbiota intestinal, inibindo o crescimento de bactérias patogênicas, melhorando o desempenho produtivo e até mesmo o “*status*” sanitário do ambiente.

O mecanismo de ação dos probióticos ainda não está inteiramente elucidado, mas alguns estudos indicam que os probióticos podem exercer seus efeitos desenvolvendo um ambiente favorável para bactérias benéficas, aumentando a exclusão de patógenos, promovendo exclusão competitiva de microrganismos patogênicos, produzindo substâncias antimicrobianas e alterando o pH (BURITI, 2005; MACARI; FURLAN, 2005; MORAIS; JACOB, 2006).

2.4.1 Desenvolvimento de um ambiente desfavorável para patógenos

O ambiente intestinal é de fundamental importância para a sobrevivência das bactérias. Antimicrobianos e promotores de crescimento normalmente perturbam a defesa do intestino, alterando o pH e a microbiota, favorecendo a invasão de bactérias patogênicas (EDENS, 2003). Contrariamente, os probióticos parecem criar um ambiente desfavorável para a proliferação dessas bactérias, pois inibem a adesão, a replicação e a ação de enteropatógenos através da produção de ácidos voláteis, ácido lático, dióxido de carbono, peróxido de hidrogênio e bacteriocinas (POWELL et al., 1999).

2.4.2 Aumento da adesão à mucosa intestinal ou exclusão de patógenos

A adesão à mucosa intestinal é considerada como um pré-requisito para a colonização e é importante para a interação entre cepas probióticas e o hospedeiro (JUNTUNEN et al., 2001). Esta adesão também é importante para a modulação do sistema imune e antagonismo contra patógenos (PERDIGON et al., 2002). Assim, a

adesão tem sido um dos principais critérios de seleção para novas cepas probióticas e tem-se relacionado com certos efeitos benéficos dos probióticos (CASTAGLIUOLO et al., 2005). As bactérias ácido lácticas exibem vários determinantes na superfície que estão envolvidos na interação com células do epitélio intestinal e muco. As células do epitélio intestinal secretam mucina, que é uma complexa mistura de glicoproteína, a qual é componente principal do muco, impedindo a adesão de bactérias patogênicas (COLLADO et al., 2005; GONZÁLES et al., 2011).

Além disso, lipídios, proteínas livres, imunoglobulinas e sais estão presentes nesse muco. Essa interação específica indica uma possível associação entre as proteínas de superfície de bactérias probióticas e da exclusão competitiva de patógenos pelo muco (OUWEHAND et al., 2002; VAN TASSELL; MILLER, 2011).

2.4.3 Exclusão competitiva de microrganismos patogênicos

Estudo feito por Greenberg (1969) utilizou pela primeira vez o termo “exclusão competitiva”, descrevendo um cenário em que uma espécie de bactéria compete mais vigorosamente por locais receptores do que outra, no trato gastrointestinal.

Os mecanismos utilizados por uma espécie de bactéria de excluir ou reduzir o crescimento de outra espécie são variados, incluindo a eliminação de sítios receptores bacterianos disponíveis, a produção e a secreção de substâncias antimicrobianas, e a depleção competitiva de nutrientes essenciais (BALS; WILSON, 2003).

Propriedades de adesividade específicas devido à interação entre as proteínas de superfície e mucinas podem inibir a colonização de bactérias patogênicas e são resultado da atividade antagônica por algumas cepas de probióticos contra a adesão de patógenos gastrointestinais (SERVIN, 2004).

Exclusão é o resultado de diferentes mecanismos e propriedades de probióticos para inibir a adesão de agentes patogênicos, incluindo a produção de substâncias. Exclusão competitiva por bactérias intestinais baseia-se numa interação entre bactérias competindo por nutrientes disponíveis e por locais de adesão nas mucosas. Para ganhar uma vantagem competitiva, as bactérias também podem modificar o seu ambiente para torná-lo menos adequado para as bactérias concorrentes. A produção de substâncias antimicrobianas, tais como ácido láctico e

ácido acético, é um exemplo deste tipo de modificação do ambiente (SCHIFFRIN; BLUM, 2002).

O efeito das bactérias probióticas na exclusão competitiva de organismos patogênicos foi demonstrada *in vitro* utilizando material humano da mucosa, bem como de galinha, e *in vivo*, utilizando o material da mucosa de suínos (GENOVESE et al., 2000).

2.4.4 Produção de substâncias antimicrobianas

Um dos mecanismos propostos envolvidos nos benefícios para a saúde proporcionados pelos probióticos inclui a formação de compostos como ácidos orgânicos e a produção de substâncias anti-bacterianas, denominadas bacteriocinas.

Os ácidos orgânicos, em particular o ácido acético e o ácido láctico, têm um forte efeito inibidor contra as bactérias gram-negativas, e são considerados os principais compostos antimicrobianos responsáveis pela atividade inibidora de probióticos contra patógenos (ALAKOMI et al., 2005; MAKRAS et al., 2006). A forma não dissociada do ácido orgânico penetra na célula bacteriana e dissocia-se dentro do seu citoplasma. A eventual redução do pH intracelular ou a acumulação intracelular da forma ionizada do ácido orgânico pode conduzir à morte do agente patogênico (RUSSEL; GONZÁLES, 2008).

Os mecanismos comuns de morte mediada por bacteriocina incluem a destruição de células alvo por formação e/ou a inibição da síntese da parede celular de poros (HASSAN et al., 2012). Por exemplo, a nisina forma um complexo com o precursor da parede celular final, inibindo a biossíntese da parede celular de bacilos, principalmente formadores de esporos. Subsequentemente, os agregados complexos e peptídeos incorporam para formar um poro na membrana bacteriana (BIERBAUM; SAHL, 2009). A produção de bacteriocinas pode permitir a inibição direta do crescimento de agentes patogênicos no trato gastrointestinal (O'SHEA et al., 2012).

O dióxido de carbono e o peróxido de hidrogênio são substâncias formadas por bactérias do ácido láctico, resultante da fermentação do probiótico. O dióxido de carbono produz um ambiente anaeróbico fazendo com que bactérias aeróbias sejam inviáveis para colonização, enquanto que os radicais de hidroxila (^{-OH}) de peróxido de

hidrogênio destroem as bactérias patogênicas e proteínas das células (YANG et al., 2012).

2.5 Probióticos no desempenho dos animais

Os produtores estão em constante busca de alternativas para manter os níveis de produtividade dos animais sem o uso de drogas restritas e com baixo custo. A modulação da imunidade, a inibição de bactérias patogênicas, a liberação de enzimas digestivas e vitaminas, e a melhoria do desempenho e da qualidade de carne são alguns benefícios associados à suplementação dietética de probióticos (ROSS et al., 2010).

Doenças entéricas em animais de produção contribuem para perdas de produtividade, aumento da mortalidade e contaminação de produtos destinados ao consumo humano (PATTERSON; BURKHOLDER, 2003). Probióticos têm se apresentado como promessa de alternativa aos antibióticos na dieta para reduzir doenças entéricas, melhorando o desempenho dos animais.

Embora o modo de ação dos probióticos ainda não esteja comprovado, eles são utilizados com o intuito de manter a presença de microrganismos benéficos comensais no intestino, proporcionando, assim, uma população ideal e equilibrada entre as diversas espécies da microflora (CALLAWAY et al., 2008; GIANG et al., 2011).

A espécie *Bacillus spp.* tem sido extensivamente estudada e amplamente utilizada em muitas aplicações comerciais (HONG et al., 2005). Esporos de *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis* têm sido utilizados como probióticos em animais e seres humanos. As cepas de *B. subtilis* foram selecionadas com base no seu efeito inibitório *in vitro* em *Escherichia coli* ou *Clostridium perfringens* patogênicos (GEBERT et al., 2006).

Vários pesquisadores relataram que o probiótico na alimentação melhorou o desempenho produtivo de animais (KIM, 1998; JIN et al., 1998). Em contraste, outros pesquisadores não encontraram quaisquer efeitos positivos do uso dietético de probiótico sobre o desempenho (SHON et al., 2005; LEE et al., 2009). Os resultados inconsistentes podem ser explicados por possuírem efeito específico e diferente sobre o hospedeiro quando adicionados à dieta. Supõe-

se que o potencial do probiótico depende da espécie microbiana, da cepa, da concentração e das condições de armazenamento.

Choi et al. (2014) verificaram um aumento de ganho de peso de leitões na fase de creche quando alimentados com a dieta basal e 0,60% de *Lactobacillus* (1×10^2 UFC/g), *Bacillus subtilis* (2×10^4 UFC/g), *Saccharomyces cerevisiae* (1.2×10^2 UFC/g) e *Aspergillus oryzae* (1×10^3 UFC/g).

Giang et al. (2011), por sua vez, demonstraram que os suínos em crescimento e terminação alimentados com uma mistura de *Lactobacillus acidophilus* (1×10^7 ufc/g), *Saccharomyces cerevisiae* ($4,3 \times 10^6$ ufc/g) e *Bacillus subtilis* (2×10^6 ufc/g) aumentaram significativamente o consumo de ração e melhoraram a eficiência alimentar.

Outros autores comprovaram que leitões alimentados com probióticos apresentam concentrações menores de toxinas nas fezes e sinais clínicos de diarreia mais brandos (PETTIGREW et al., 2005). Os probióticos agem, ainda, melhorando a absorção de nutrientes, pois estimulam a produção enzimática, de vitaminas do complexo B e a síntese de aminoácidos essenciais (WALGREEN, 2012).

Em um estudo, dois grupos de matrizes suínas foram observados, sendo um grupo controle e outro em que foram usados esporos de *Bacillus cereus* como probiótico. Essas matrizes recebiam o tratamento a partir do momento em que eram transferidas para o setor de maternidade. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas no consumo de alimento por essas fêmeas, houve um maior número de leitões desmamados por matriz (ALEXOPOULOS et al., 2001).

Segundo Gomes (2006), após a administração de *Bacillus cereus* através da dieta de suínos jovens houve uma redução nas populações de lactobacilos, eubactérias e *Escherichia coli* nas porções anteriores do trato intestinal. Apesar dos resultados favoráveis, muitos trabalhos não encontraram efeito positivo sobre o desempenho de suínos, pois de acordo com Lessard et al. (2009), a eficácia dos probióticos também pode ser afetada pela idade dos animais e condição do ambiente em que se encontram.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada previamente pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas sob o número 4496.

3.1 Local

O estudo foi conduzido em uma unidade produtora de leitões (UPL), comercial, na localidade de Anta Gorda, município de Iomerê, SC, com latitude 27° 00' 30" S e longitude 51° 09' 06" W.

O clima da região é classificado como úmido, do tipo temperado, com as estações bem definidas e temperatura média de 20°C. Para diminuir a amplitude térmica, medidas como manejo de cortinas e janelas, e o uso de ventiladores foram aplicadas nas horas mais quentes do dia.

Foram realizados dois experimentos, nas fases de aleitamento e recria, respectivamente, que totalizaram 110 dias de experimento.

3.2 Experimento na maternidade

3.2.1 Animais e instalações

Foram utilizadas 234 matrizes suínas, da linhagem comercial (DanBred 90), alojadas em baias de maternidade contendo celas parideiras metálicas, piso parcialmente compacto (no espaço destinado à fêmea), e metálico gradeado na lateral da cela. Além disso, cada baia possuía um escamoteador de alvenaria, com aquecimento através de lâmpadas incandescentes, para o conforto térmico dos leitões.

A maternidade era composta por salas com 12 celas parideiras, cada uma. As celas possuíam bebedouros automáticos tipo *nipple*, sendo um para a fêmea, localizado ao lado do comedouro e outro para os leitões, na parte posterior da cela. Os comedouros das fêmeas eram de alvenaria, do tipo automático, enquanto o dos leitões era do tipo infantil, de polietileno.

As salas eram equipadas com termostato para regulação e controle de temperatura, e não tinham comunicação entre si, de modo que o acesso a cada uma delas era por meio de portas localizadas na lateral da instalação.

3.2.2 Variáveis estudadas

Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso total da leitegada ao nascer, peso total da leitegada ao desmame, número total de leitões vivos ao nascimento, natimortalidade, mumificados, mortos durante o aleitamento e número de leitões ao desmame. Além dessas variáveis, foram verificadas diariamente as ocorrências de mortalidade e de diarreia.

3.2.3 Dietas e tratamentos

As fêmeas suínas receberam dietas formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos, formuladas para atender as exigências nutricionais para a fase de lactação. Essas dietas foram formuladas por consultoria especializada e produzidas na própria granja. A composição centesimal e os valores calculados das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1.

Foram utilizados três tratamentos, sendo estes: (1) Controle, que consistiu o manejo utilizado na granja, sem o fornecimento do modulador biológico¹; (2) Piso, com aplicação do modulador biológico no piso das baias; (3) Ração, com aplicação do modulador biológico diretamente no comedouro da fêmea. A ração lactação era fornecida para as fêmeas duas vezes ao dia a partir da transferência para a maternidade.

¹ Bactrat® - Empresa Biotecnol Soluções. Composição do produtor: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* > 1,25 x 10⁸ UFC/g, bicarbonato de sódio, cloreto de sódio e farelo de trigo.

No tratamento 2, foi aplicado 286 mg do modulador biológico, diariamente, pela manhã, no piso da baia de maternidade, próximo a fêmea. No tratamento 3, foi fornecido 286 mg do modulador biológico, diariamente, pela manhã, no comedouro da fêmea, misturado com a ração.

Tabela 1 – Ingredientes e composição nutricional da dieta de lactação

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho	62,80
Farelo de soja	30,90
Óleo de soja degomado	3,20
Núcleo*	3,00
Aditivo antimicotoxina	0,10
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	18,60
Cálcio (%)	1,00
Fósforo (%)	0,69
EM (kcal/kg)	3200

*Ácido fólico: 150 mg/kg; Ácido nicotínico: 1249 mg/kg; Ácido pantotênico: 850 mg/kg; Biotina: 15 mg/kg; Cobre: 800 mg/kg; Ferro: 3200 mg/kg; Flúor: 525 g/kg; Fósforo: 54,18 g/kg; Iodo: 40 mg/kg; Lisina: 59565 g/kg; Manganês: 2000 mg/kg; Metionina: 10000 mg/kg; Proteína: 127732 g/kg; Selênio: 16 mg/kg; Vit. K: 125 mg/kg; Treonina: 21,81 g/kg; Vit. A: 475000 UI/kg; Vit. B1: 70 mg/kg; Vit. B12: 1500 mcg/kg; Vit. B2: 210 mg/kg; Vit. B6: 125 mg/kg; Vit. D3: 75000 UI/kg; Vit. E: 2,50 mg/kg; Matéria mineral: 84271 g/kg; Zinco: 3,2 mg/kg; Cálcio (mín): 247,28 g/kg; Cálcio (máx): 273315 g/kg; Sódio: 52 g/kg.

3.2.5 Manejo dos animais

As matrizes eram higienizadas e transferidas para as salas de maternidade ao redor de 107 dias de gestação.

Os partos eram assistidos no período das sete às 19 horas, para se prestar os cuidados necessários à fêmea e aos leitões. Nesta ocasião, os leitões eram pesados individualmente, após as leitegadas serem equalizadas. A mortalidade dos leitões no aleitamento era verificada diariamente, assim como a ocorrência de diarreia.

Ao desmame, os leitões eram pesados individualmente, nas salas da maternidade, a fim de obter o peso ao desmame e o número de leitões desmamados.

3.2.4 Delineamento experimental e análise estatística

As matrizes suínas utilizadas no experimento eram pertencentes a três lotes semanais de produção, ao longo do tempo, definidos no modelo matemático como semanas. Essas fêmeas foram divididas, aleatoriamente, em classes de ordem de parto similares, de acordo com um delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos distintos. A variável aleatória bloco foi definida com base na ordem do parto: ordem de parto 1 (leitoas), ordem de parto 3 e 4, e ordem de parto igual ou maior que 5. As fêmeas foram selecionadas por ocasião da transferência para a maternidade, sendo a unidade experimental composta pela matriz suína e sua leitegada.

Os dados do estudo foram analisados estatisticamente, através de modelos matemáticos com os efeitos de semana, bloco dentro de semana e tratamento corrigidos para variáveis de interesse através de análise de covariância, utilizando-se o Proc Mixed do SAS (Statistical Analysis System, 2008), sendo considerado o nível de significância de 10%. Para a variável número de leitões desmamados foram utilizadas como covariáveis o peso médio ao nascer e número de vivos ao nascer. Para a variável peso médio ao desmame utilizou-se como covariável o peso médio ao nascer.

3.3 Experimento na creche

3.3.1 Animais e instalações

Foram utilizados 2160 leitões, machos e fêmeas, selecionados e alojados nas baias, dentro das salas, com base na data de desmame e no peso inicial. O período experimental foi de 37, 41 e 42 dias, respectivamente, para os lotes das semanas 1, 2 e 3.

A creche era constituída por 18 salas, cada uma delas dividida em quatro baias suspensas com piso de concreto e área semiripada de ferro, providas de bebedouros do tipo chupeta *biteball* e comedouros do tipo circular semiautomático, com alimentação manual. A altura dos bebedouros era regulada semanalmente de acordo com a altura dos leitões.

A edificação era de alvenaria, com telhas de barro, aberta nas laterais, com temperatura e ventilação reguladas pela abertura e fechamento de cortinas plásticas.

3.3.2 Variáveis estudadas

Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso médio dos leitões, avaliando o peso dos leitões ao início do experimento e ao final, à saída da creche. O ganho diário de peso (GDP) foi determinado por diferença entre os pesos médios dos animais ao início e ao final do experimento, dividido pelo número de dias em experimentação. A conversão alimentar (CA), que foi calculada com base na razão entre o consumo diário médio de ração e ganho diário médio de peso da baia (unidade experimental) durante o experimento. O consumo diário de ração (CRD), foi calculado a partir da quantidade de ração fornecida diariamente e da sobra coletada ao final de cada período, adicionado os dias de consumo e dividido pelo número de leitões. Quando houve mortalidade, o consumo de ração foi ajustado, descontando-se o consumo do animal morto com base no seu peso morto, estimado pelo número de dias em que consumiu ração e o consumo diário calculado com base nas seguintes equações extraídas do NRC (2012): Peso do animal (PESO) de 6 a 9 kg: $CRD = 71 * PESO - 146$; Peso do animal de 9 a 18 kg: $CRD = 51,111 * PESO + 33$. Também foi observada a ocorrência de diarreia e mortalidade, bem como o estado sanitário dos leitões.

3.3.3 Dietas e tratamentos

Os animais receberam dietas formuladas a base de milho, farelo de soja, óleo de soja degomado, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos, formuladas para atender as exigências mínimas dos leitões na fase de creche. A composição das dietas experimentais Pré-Inicial I, Pré-Inicial II, Pré-Inicial III e Inicial encontra-se na Tabela 2.

Foram utilizados três tratamentos, sendo estes: (1) Controle, que consistiu o manejo utilizado na granja, sem o fornecimento do modulador biológico¹(2) Piso, com aplicação do modulador biológico no piso das baias; (3) Ração, com aplicação do modulador biológico diretamente no comedouro dos leitões.

No tratamento 2, foi aplicado 110 mg do modulador biológico, diariamente, pela manhã, no piso das baias por leitão. No tratamento 3, foi fornecido 110 mg do modulador biológico, diariamente, por leitão, no comedouros, misturado com a ração.

Tabela 2: Ingredientes e composição nutricional das dietas na fase de creche

Ingredientes	Quantidade (kg)			
	Pré-Inicial I	Pré-Inicial II	Pré-Inicial III	Inicial
Milho	34,25	35,25	50,75	62,05
Farelo de soja	15,00	23,00	26,00	30,00
Núcleo Ultramix 50/7 ¹	50,00	40,00	20,00	5,00
Óleo de soja degomado	0,50	0,25	3,00	2,50
Notox	0,25	0,25	0,25	0,25
Antibiótico	0,00	0,00	0,00	0,20
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	20,00	21,00	21,00	21,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	3400	3400	3100	3000
Matéria seca (%)	89,10	88,90	86,10	85,60
Cálcio (%)	0,89	0,80	0,80	0,80
Fósforo total (%)	0,70	0,60	0,50	0,40
Fósforo disponível (%)	0,60	0,40	0,40	0,30
Lactose (%)	4,40	4,00	3,60	3,00
Lisina digestível (%)	1,50	1,30	1,30	1,20
Metionina digestível (%)	0,40	0,40	0,30	0,20
Triptofano digestível (%)	0,30	0,20	0,20	0,20
Treonina digestível (%)	0,90	0,80	0,70	0,60

¹Ácido fólico: 500 mg/kg; Selênio: 150 mg/kg; Cobre: 10000 mg/kg; Pantotenato de cálcio: 15000 mg/kg; Biotina: 100 mg/kg; Manganês: 23000 mg/kg; Iodo: 400 mg/kg; Niacina: 20000 mg/kg; Antioxidante: 100 mg/kg; Vitamina A: 6000000 UI/kg; Vitamina B1: 1257 mg/kg; Vitamina B12: 15000 µg; Vitamina B: 23336 mg/kg; Vitamina B6: 1257 mg/kg; Vitamina D3: 1500000 UI/kg; Vitamina E: 13000 mg/kg; Vitamina K: 2000 mg/kg; Zinco: 80000 mg/kg.

3.3.4 Delineamento experimental e análise estatística

Os leitões utilizados no experimento eram pertencentes a três lotes de produção, ao longo do tempo, definidos no modelo matemático como semanas. Esses animais foram divididos, aleatoriamente, de acordo com o peso médio inicial. O delineamento foi em blocos ao acaso, com três tratamentos. Devido ao fato da sala abrigar quatro baias que recebiam o mesmo tratamento, o bloco foi constituído por três salas com os três tratamentos, com um total de 6 blocos, 3 salas/bloco e 4

baias/sala, totalizando 72 unidades experimentais. A unidade experimental era composta pela baia com 30 leitões.

Os dados na creche foram analisados estatisticamente, através de modelos matemáticos com os efeitos de semana, bloco dentro de semana e tratamentos corrigidos para variáveis de interesse através de análise de covariância utilizando-se o Proc Mixed do SAS (Statistical Analysis System, 2008), considerando-se o nível de significância de 10%. Utilizou-se como covariável o consumo de ração diário para a variável ganho de peso diário.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento na maternidade

Na Tabela A1 do Apêndice são apresentados todos os dados das variáveis medidas no experimento na maternidade.

As médias referentes ao peso individual ao nascer, peso individual ao desmame, peso total da leitegada ao nascer, peso total da leitegada ao desmame, número total de leitões, número de leitões ao nascer, natimortalidade, mumificados, mortalidade e número de leitões ao desmame são apresentadas na Tabela 3.

Não foram observadas diferenças significativas para as médias dos tratamentos das variáveis peso médio ao nascer ($P=0,24$) e coeficiente de variação do peso individual ao nascer ($P=0,18$). Estes resultados podem ser explicados pelo fato dos tratamentos terem sido aplicados a partir do alojamento das fêmeas na maternidade, com apenas cerca de sete dias de ação antes do parto. Entretanto, os resultados obtidos indicam a importância de se usar a variável peso ao nascer como covariável no estudo de outras variáveis que ela influencia. Alexopoulos et al. (2004) também não observaram diferenças com relação ao peso médio ao nascimento de leitões oriundos de matrizes recebendo ou não probióticos na dieta com *Licheniformes* e *Bacillus subtilis*.

Tabela 3: Efeito do uso ou não de probiótico no piso da baia de maternidade ou ração de matrizes, durante a fase de aleitamento sobre o desempenho de leitões lactentes

Variável	Tratamentos						Valor P
	Sem probiótico		Com probiótico				
	Controle	DP	Piso	DP	Ração	DP	
Peso médio ao nascer, kg	1,398 ±	0,033	1,473 ±	0,032	1,415 ±	0,031	0,24
CV ¹ do peso individual ao nascer, %	15,693 ±	0,577	16,200 ±	0,591	14,744 ±	0,454	0,18
Peso médio ao desmame ² , kg	5,130 ±	0,890	5,233 ±	0,088	5,064 ±	0,085	0,41
CV ¹ do peso individual ao desmame, %	18,975 ±	0,564	17,497 ±	0,452	17,513 ±	0,570	0,18
Peso total da leitegada ao nascer, kg	17,604 ±	0,415	18,487 ±	0,403	18,152 ±	0,395	0,34
Peso total da leitegada ao desmame kg	58,180 ±	1,371	59,867 ±	1,334	60,100 ±	1,307	0,60
Número de leitões							
Total	14,249 ±	0,302	14,268 ±	0,294	14,350 ±	0,288	0,97
Vivos ao nascer	12,570 ±	0,183	12,572 ±	0,178	12,883 ±	0,175	0,42
Natimortalidade	0,550 ±	0,089	0,422 ±	0,087	0,472 ±	0,085	0,61
Mumificados	0,155 ±	0,045	0,123 ±	0,044	0,179 ±	0,043	0,69
Mortos durante o aleitamento	1,129 ±	0,150	1,274 ±	0,146	0,995 ±	0,143	0,43
Desmame ^{3,4}	11,442 ±	0,178 ^b	11,299 ±	0,173 ^{bc}	11,889 ±	0,169 ^a	0,06
Desmame ^{4,5}	11,421 ±	0,177 ^b	11,349 ±	0,174 ^{bc}	11,884 ±	0,168 ^a	0,09
Desmame ^{4,6}	11,521 ±	0,135 ^{bc}	11,377 ±	0,132 ^b	11,769 ±	0,129 ^{ac}	0,13

¹CV = coeficiente de variação; ²Ajustado para variável peso médio ao nascer ($p < 0,0001$); ³Variável analisada sem ajustes para outras covariáveis; ⁴Comparação das médias pelo teste t, duas a duas ($p = 0,10$). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Student; ⁵Ajustado para variável peso médio ao nascer ($p = 0,12$); ⁶Ajustado para número de leitões vivos ao nascer ($p < 0,001$). Variável peso ao nascer retirada por não ser significativa ($p = 0,79$)

A utilização de probiótico também não afetou o peso médio ao desmame ($P=0,41$). Ao contrário dos resultados obtidos, Abe et al. (1995) observaram que os leitões filhos de fêmeas que receberam probióticos com *Bacillus cereus* durante a lactação apresentaram um maior peso médio ao desmame. Em nosso estudo pode ter ocorrido que a espécie probiótica utilizada não teve uma maior especificidade de hospedeiro, não conseguindo promover um maior estabelecimento de bactérias benéficas na flora gastrointestinal para inibir o crescimento de bactérias patogênicas.

O coeficiente de variação do peso individual ao desmame foi analisado, não se observando-se efeito significativo ($P=0,18$), ou seja, os tratamentos não afetaram a uniformidade do peso dos leitões ao final do experimento, ao desmame. Tal resultado era esperado, uma vez que observou-se uniformidade de peso individual ao nascimento e, da mesma forma, ao desmame.

Também não foram observados efeitos significativos em relação às variáveis peso total da leitegada ao nascer ($P=0,34$) e peso total da leitegada ao desmame ($P=0,60$). Uma vez que os pesos individuais dos leitões foram uniformes, os resultados obtidos para as variáveis peso total da leitegada encontram-se dentro do previsto.

Diferente do presente estudo, Vassalo et al. (1997), ao avaliarem o probiótico composto por *Lactobacillus acidophilus*; *S. faecium*; *S. cerevisiae* e *Bacillus subtilis* na alimentação de leitões na fase de creche, concluíram que o probiótico proporcionou aumento significativo do ganho no peso destes.

As variáveis número de leitões totais ($P=0,97$), nascidos vivos ($P=0,42$), natimortos ($P=0,61$), mumificados ($P=0,69$) e mortos durante o aleitamento ($p=0,43$) não foram afetadas significativamente pelos tratamentos. Da mesma forma que o obtido no presente estudo, Taras et al. (2006) ao fornecerem *Enterococcus faecium* e *B. subtilis* como probiótico na dieta de matrizes suínas, não observaram diferenças significativas com relação às variáveis número de leitões nascidos vivos, natimortos, mumificados e mortos durante a fase de lactação.

O número de leitões nascidos totais, nascidos vivos, natimortos e mumificados também não foi afetado pelo fornecimento de probióticos com *Bacillus cereus* na dieta da fêmea, no estudo de Alexopoulos et al. (2001).

Estes pesquisadores justificam as diferenças encontradas em função das cepas utilizadas. Outro fato neste estudo a ser considerado foi o fornecimento do probiótico 14 dias antes do parto, enquanto no presente trabalho ocorreu em torno de sete dias.

Para garantir a eficiência de um produto, há a necessidade de avaliar-se a dosagem que foi utilizada, pois os efeitos podem não ser os mesmos em dosagens inferiores. O tipo do veículo em que os microrganismos estão suspensos também precisa ser levado em conta, pois em algumas situações pode haver diminuição da viabilidade da cepa; da mesma maneira, o tempo em que ela permanece viável na mesma concentração no veículo precisa ser considerado para estabelecer um prazo de validade para o produto (GAGGIA et al., 2010; GUARNER et al., 2008). No presente estudo, o probiótico utilizado pode não ter sido capaz de habitar a microbiota da espécie alvo ou não manter a estabilidade das características desejáveis da cepa durante o processamento, ou até mesmo armazenamento. É necessário que as bactérias tenham a habilidade de aderir ao ambiente intestinal para que ali se desenvolvam de maneira que não sejam removidos por movimentos peristálticos (GUARNER et al., 2008).

Diversos estudos demonstraram benefícios na utilização de probióticos, contudo deve ser levado em consideração que os efeitos benéficos descritos só podem ser associados às cepas testadas e não a qualquer microrganismo que aparentemente apresente essas características. Dessa forma, os efeitos benéficos só podem ser definidos após uma sucessão de estudos e pesquisas do microrganismo específico, da mesma forma que estudos sobre determinadas cepas não podem ser utilizados como evidência para sustentar os efeitos de cepas não testadas (GAGGIA et al., 2010; MORI et al., 2011).

Houve efeito significativo para a variável número de leitões ao desmame, sem ajustes por covariância ($P=0,06$) ou analisada com ajuste para peso médio ao nascer ($P=0,09$). Sendo assim, verificou-se que o tratamento com o uso de modulador biológico na ração apresentou maior ($P<0,10$) número de leitões ao desmame do que os outros dois tratamentos estudados (controle e piso). Alexopoulos et al. (2004) verificaram maior número de leitões desmamados, quando utilizaram cepas de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* na ração das matrizes antes do parto. Estes resultados demonstram a importância do

consumo de probiótico através do alimento e que o uso simples do produto aplicado no piso não é suficiente para promover uma resposta significativa. Provavelmente, a aplicação do produto via ração promove maior colonização do trato gastrointestinal pelas bactérias presentes no modulador biológico estudado, proporcionando melhor acidificação na fase de aleitamento, e com isso, maior proteção contra os patógenos sensíveis ao meio ácido (SHIM, 2005).

O aumento do número de leitões ao desmame pode ser relacionado com o aumento da produção de leite das fêmeas ou até mesmo a qualidade do mesmo. Veum et al. (2014) ao utilizar probióticos com *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de fêmeas em lactação mostraram melhora na digestibilidade dos nutrientes e conseqüentemente uma maior demanda de nutrientes através do leite. Em outro estudo, dois grupos de matrizes suínas foram observados, um recebendo *Bacillus cereus* como fonte de probiótico e outro sem a administração de probióticos. Foi fornecido o tratamento assim que as matrizes eram instaladas no setor de maternidade, em média 14 dias antes do parto até o fim da lactação. As fêmeas tratadas apresentaram maior teor de gordura no leite e um número maior de leitões desmamados (Alexopoulos et al., 2001).

Associado a isso, se a microbiota intestinal pode ser alterada favoravelmente pelos probióticos adicionados às rações ou fornecidos no piso das instalações, a saúde dos animais pode ser beneficiada e, dessa forma, pode-se melhorar também o desempenho dos leitões. Logo após o nascimento a microbiota intestinal do leitão é colonizada por uma população microbiana. Inicialmente há a exposição no canal do parto, já que o trato vaginal da fêmea contém uma flora diversificada, incluindo gêneros de *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Staphylococcus* e *Corynebacterium*; a microbiota se completa posteriormente em função do contato com agentes presentes no meio ambiente e nas fezes maternas. Neste período, ocorrem desenvolvimento e crescimento acelerados, afim de suprir o neonato com nutrientes e proteção através dos processos de digestão e absorção, por isso a importância do fornecimento de microrganismos benéficos no início da vida desses animais (CRANWELL, 1995). Beliavskaia et al. (2001) demonstraram que cepas de *Bacillus subtilis* evitaram a imunossupressão causada por vacinas replicantes, acelerando a

formação de clones de memória e aumentando a resposta imune no lúmen intestinal de camundongos.

Entre as razões dos efeitos variáveis dos probióticos está a grande diferença entre as cepas utilizadas. Algumas podem não ser sempre efetivas e suas dosagens podem precisar de ajustes (SHIM, 2005). Os resultados obtidos na maternidade são sugestivos de que a administração de probióticos, logo após o nascimento, pode ser eficaz, uma vez que ao nascimento o intestino pode já estar sendo colonizado e a bactéria probiótica agiria evitando que as patogênicas sejam aderidas a mucosa intestinal e o resultado dessa ação é refletido em melhor absorção de nutrientes e imunoglobulinas do colostro, possibilitando maior viabilidade do leitão, havendo, em contrapartida, menor perda dos leitões, particularmente nos seus primeiros dias de vida (ABRAHÃO et al., 2004).

4.2 Experimento na creche

A tabela 4 apresenta as médias do peso inicial, coeficiente de variação do peso inicial, peso final, coeficiente de variação do peso final, ganho de peso diário, consumo de ração diário, conversão alimentar e ganho de peso diário.

A utilização de probiótico não afetou significativamente o peso inicial médio ($P=0,95$) e nem o seu correspondente coeficiente de variação ($P=0,74$). Da mesma forma, as médias de peso final médio ($P=0,61$) e o coeficiente de variação do peso final médio ($P=0,22$) também não foram afetadas.

Não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto às variáveis ganho de peso diário não ajustado e consumo de ração diário. Tanto a conversão alimentar ($P=0,96$) como o ganho de peso ajustado para consumo de ração no período ($P=0,22$) não foram afetados significativamente pelos tratamentos.

Estes resultados também foram encontrados em outro estudo realizado por Huang et al. (2004), que relataram que ao utilizar microorganismo do gênero *Bacillus* na dieta não observaram efeito significativo sobre as variáveis ganho de peso e consumo de ração.

A ausência de resultados significativos para as variáveis de desempenho pode ser resultado da mudança na alimentação dos animais. Para atender as exigências nutricionais, a dieta dos suínos foi alterada quatro vezes. Diante dessa mudança um novo perfil enzimático seria necessário, e esse fato pode ter influência sobre a ação do probiótico, pois a redução da ação das enzimas pode levar a uma redução na disponibilidade de nutrientes disponíveis para a microbiota intestinal, levando então na diminuição da ação do probiótico (OHH, 2011).

Os mesmos resultados obtidos neste estudo foram verificados por Morais (2011), que realizaram experimento em granja comercial, com fornecimento na dieta para leitões na creche de *Bacillus cereus* e *Bacillus subtilis*, utilizados também em nosso estudo. O mesmo pesquisador menciona ainda que estes resultados estão possivelmente associados ao fato do gênero *Bacillus* não ter capacidade de colonizar todo o trato gastrointestinal dos suínos, pois sua ação é específica no lúmen do intestino. Mesmo as cepas probióticas possuindo alta capacidade antimicrobiana, a quantidade de bactérias patogênicas é muito alta na fase de creche, limitando a ação probiótica (XU et al., 2011; OELSCHLEAGER, 2010).

Tabela 4: Efeito do uso ou não de probióticos no piso ou na ração de leitões sobre o desempenho produtivo na fase de creche

Variável	Tratamentos						Valor P
	Sem probiótico		Com probiótico				
	Controle	DP	Piso	DP	Ração	DP	
Peso inicial médio, kg	5,403 ± 0,159		5,463 ± 0,159		5,472 ± 0,159		0,95
CV ¹ peso inicial médio, %	7,698 ± 0,524		7,208 ± 0,524		14,744 ± 0,524		0,74
Peso final médio, kg	16,159 ± 0,433		16,675 ± 0,433		16,131 ± 0,433		0,61
CV ¹ peso final médio, %	18,151 ± 0,849		16,369 ± 0,849		16,295 ± 0,849		0,22
Ganho de peso diário ² , kg	0,269 ± 0,008		0,279 ± 0,008		0,265 ± 0,008		0,49
Ganho de peso diário ³ , kg	0,269 ± 0,008		0,279 ± 0,008		0,263 ± 0,008		0,22
Consumo de ração diário, kg	0,795 ± 0,008		0,793 ± 0,008		0,777 ± 0,008		0,20
Conversão alimentar	3,045 ± 0,104		3,002 ± 0,104		3,014 ± 0,104		0,96

¹CV = coeficiente de variação; ²Média de ganho de peso diário não ajustada; ³Ajustado para consumo de ração diário (p<0,0001)

O desempenho dos animais pode estar relacionado à incidência de diarreia, por isso essa variável foi registrada diariamente durante o experimento. Porém, de acordo com as análises estatísticas não houve efeito significativo do modulador biológico sobre o número de mortos e a ocorrência de diarreia durante o experimento.. Ao contrário dos resultados obtidos Alexopoulos et al. (2004) observaram menor incidência de diarreia nas fases de aleitamento e pós desmame em leitões suplementados com *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*, comparados àqueles do grupo controle, sem suplementação de probiótico.

Normalmente, no desmame há uma queda de desempenho dos animais, pois estão sujeitos a vários fatores estressantes, sendo os principais: perda de contato com a mãe, adaptação à dieta sólida, mudança de ambiente, mistura com outras leitegadas e desafio imunológico. A redução da imunidade pode causar desequilíbrio da flora intestinal, tornando os animais mais suscetíveis a agentes patogênicos entéricos, principalmente Enterobacteriaceae, *E. coli* e *Clostridium* (MORES et al., 1998). Ocorre uma diminuição na produção de ácido clorídrico no estômago, devido à ausência da lactose, que serve de substrato para o *Lactobacillus*. Como consequência, ocorre a digestão incompleta e o quimo alimentar inadequadamente acidificado, geralmente pela presença do farelo de soja (alergênico) na dieta pós desmame, leva a alterações na estrutura do epitélio intestinal, principalmente um aumento da espessura da mucosa intestinal, diminuição de vilos, maior profundidade das criptas e rápida passagem da digesta o que prejudica a produção de enzimas digestivas, acarretando em diminuição na absorção de nutrientes, comprometendo todo o desempenho do animal (MOLLY, 2001; PLUSKE, 2001; SILVA, 2009).

Embora os efeitos benéficos dos probióticos sobre o desempenho dos animais não sejam sempre observados, de acordo com o presente estudo e informações encontradas na literatura, estes microorganismos vivos não causam quaisquer efeitos negativos sobre as variáveis estudadas. A inclusão de probióticos na dieta dos animais pode melhorar o desempenho de crescimento devido a competição com os microrganismos patogênicos no intestino, aumento da adesão à mucosa intestinal e produção de substâncias antimicrobianas (KREHBIEL et al., 2003).

Neste estudo, a semelhança no desempenho de suínos alimentados com e sem probiótico, pode ser devida à falta de desafio e à manutenção do equilíbrio dos microrganismos intestinais, corroborados pelo desenvolvimento do trato gastrintestinal para digerir e absorver nutrientes da dieta e pela ativação do sistema imune que protege o suíno de desafios microbiológicos. Assim, a eficácia dos probióticos depende diretamente de diversos outros fatores, como a cepa utilizada, a dose, o método de aplicação, a frequência, o armazenamento, as condições ambientais e o estado de saúde (Lessard et al., 2009).

5 CONCLUSÕES

Nas condições sob as quais o presente experimento foi realizado, foi possível concluir que o modulador biológico BACTRAT[®]S, pode ser aplicado na ração das matrizes, no período de aleitamento promovendo um maior número de leitões ao desmame. Durante a fase de creche, o uso deste modulador biológico, não afeta o desempenho de leitões.

REFERÊNCIAS

ABE, F., MIYAURA, S., ISHIBASHI, N., SHIMAMURA, S. Effect of administration of a probiotic containing bifidobacteria and lactic acid bacteria on newborn piglets and calves. **Nutritional Science Laboratory**, v.8, p.141-146, 1995.

ABEE, T.; ROMBOUTS, F.M.; HUGENHOLTZ, J.G.; GUIHARD, G.; LETELLIER, L. Mode of action of nisin against *Listeria monocytogenes* Scott A grown at high and low temperatures. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 60 , p. 1062-1068, 1994.

ABRAHÃO, A.A.F.; VIANNA, W.L.; CARVALHO, L.F.O.S.; MORETTI, A.S. Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, p.86-91, 2004.

AFONSO, E.R.; PARAZZI, L. J.; MARINO, C. T.; MARTINS, S. M. M.K.; SILVA, C. C.; GAMEIRO, A. H.; MORETTI, A. S. Associação de probióticos adicionados à dieta de leitões no aleitamento e na creche: índices zootécnicos e economicidade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.161-176 jan./mar., 2013.

AHMED, R. R.; GHAFOR, M. A.; KAZ, Y.; BAI, C.; KHAN, N. Role of Synbiotic (Combination of Pre and Probiotic) in the Management and Prevention of Acute Watery Diarrhoea. **World Applied Sciences Journal**. V.32, n.2, p.226-230, 2014.

ALAKOMI, H.L.; SKYTТА, E.; SAARELA, M., MATTILA-SANDHOLM, T.; LATVAKALA, K.; HELANDER, I.M. Lactic acid permeabilizes gram negative bacteria by disrupting the outer membrane. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 66, n.1, p.2001–2005, 2000.

ALEXOPOULOS, C.; GEORGOULAKIS, I.E.; TZIVARA, A.; KYRIAKIS, C.S.; GOVARIS, A.; KYRIAKIS S.C. Field evaluation of the effect of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores on the health “status”, performance, and

carcass quality of grower and finisher pigs. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 51 p.306-392, 2004.

ALEXOPOULOS, C.; KARAGIANNIDIS, A.; KRITAS, S.K.; BOSCO, C.; GEORGOULAKIS, I.E.; KYRIAKIS, S.C. Field evaluation of a bioregulator containing live *Bacillus cereus* spores on health status and performance of sows and their litters. **Journal of Veterinary Medicine**, v.48, n.3, p.137-145, 2001.

AN, B. K.; CHO, B. L.; YOU, S. J.; PAIK, H. D.; CHANG, H. I.; KIM, S. W.; YUN, C. W.; KANG, C. W. Growth performance and antibody response of broiler chicks fed yeast derived β -Glucan and single-strain probiotics. **Asian-australas. Journal of Animal Science**, v.21, p.1027– 1032, 2008.

ARNENSEN, S.; FAGERLUND, A.; GRANUM, P.E. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. **FEMS Microbiology Reviews**. v.32, n.4, p.579-606, 2008

AZARIN H.; ARAMLI, M.S.; IMANPOUR, M.R.; RAJABPOUR, M. Effect of a Probiotic Containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* and Ferrous Solution on Growth Performance, Body Composition and Haematological Parameters in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) Fry . **Probióticos Antimicrob Proteins**. v.7, n.1, 2015.

BALS R.; WILSON, J.M. Cathelicidins – a family of multifunctional antimicrobial peptides. **Cellular and molecular life sciences**. v.60, p.711-720, 2003.

BELIAVSKAIA, V.A. et al. Adjuvant properties of subalin, a recombinant interferon-producing probiotic. **Zhurnal Mikrobiologii Epidemiologii i Immunobiologii**, Moskva, v.78, n.6, p.77-82, 200.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, P.263-266, 2012.

BIERBAUM, G.; SAHL, H.G. Lantibiotics: mode of action, biosynthesis and bioengineering. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v.10, p.2-18, 2009.

BRITO, J. M.; FERREIRA, A.H.C.; JÚNIOR, H.A.S.; ARARIPE, M.N.B.A.; LOPES, J.B.; DUARTE, A.R.; CARDOSO, E.S.; RODRIGUES, V.L. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes-Revisão. **Revista eletrônica nutritime**, v. 10, n.4, p.2525-2545, 2013.

BUDIÑO, F.E.L.; THOMAZ, N.C.; KRONKA, R.N.; TUCCI, F.M.; FRAGA, A.L.; SCANDOLERA, A.J.; HUAYNATE, R. A.R.; NADAL, A.; CORREIA, R.C. Efeito da adição de probiótico e/ou prebiótico em dietas de leitões desmamados sobre o desempenho, incidência de diarreia e contagem de coliformes totais. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.43, p.59-67, 2006.

BURITI, F.C.A. Desenvolvimento de queijo fresco cremoso simbiótico. 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CALLAWAY, T.R.; , EDRINGTON, T.S.; ANDERSON, R.C.; HARVEY, R.B.; GENOVESE, K.J.; KENNEDY, C.N.; VENN, D.W.; NISBET, D.J. Probiotics, prebiotics and competitive exclusion for prophylaxis against bacterial disease. **Animal Health Research Reviews**, v.9, n.2, p.217-225, 2008.

CARTMAN, S. T., LA RAGIONE, R.M.; WOODWARD, M.J. Bacillus subtilis spores germinate in the chicken gastrointestinal tract. **Applied and Environmental Microbiology**. v.74, p.5254–5258, 2008.

CRANWELL, P. D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: VARLEY, M. A. (Ed.). The neonatal pig: development and survival. Wallingford: **CAB International**, p. 99–154, 1995.

BERNARDEAU, M.; VERNOUX, J. P.; DUBERNE, H. S.; GUÉGUEN, M., E.; MONTEL, M. C. Safety assessment of dairy microorganisms: the *Lactococcus* genus. *International Journal of Food Microbiology*. v. 126, p.278–285, 2008.

CASTAGLIUOLO, I.; GALEAZZI, F.; FERRARI, S.; ELLI, M.; BRUN, P.; CAVAGGIONI, A.; TORMEN, D.; STURNIOLO, G.C.; MORELLI, L.; PALÙ, G. Beneficial effect of auto-aggregating *Lactobacillus crispatus* on experimentally induced colitis in mice. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v. 43, p. 197–204, 2005.

CASULA, G.; CUTTING, S.M. *Bacillus* Probiotics: Spore Germination in the Gastrointestinal Tract. **Applied and Environmental Microbiology**. v.68, n.5, p. 2344–2352, 2002.

CHANG, Y.H., KIM, J.K., KIM, H.J., KIM, W.Y., KIM, Y.B.; PARK, Y.H. Selection of a potential probiotic *Lactobacillus* strain and subsequent in vivo studies. **Antonie van Leeuwenhoek**. V.80, p. 193–199, 2001.

CHELULE, P.K.; MOKOENA, M.P.; GQALENI, N. Advantages of traditional lactic acid bacteria fermentation of food in Africa. **Current Research Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology**. vol. 2, p. 1160–1167, 2010.

CHOI, J. Y.; KIM, J.S.; INGALE, S.L.; KIM, K.H.; SHINDE, P.L.; KWON, I.K.; CHAE, B.J. Effect of potential multimicrobe probiotic product processed by high drying temperature and antibiotic on performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**. v.89, p.1795-1804, 2014.

CHORTESY, B.; GASKINS, H. R.; MERCENIER, A. Cross-talk between probiotic bacteria and the host immune system. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 781-790, 2007.

COLLADO, M.C; GUEIMONDE, M.; HERNANDEZ, M.; SANZ Y.; SALMINEN, S. Adhesion of selected Bifidobacterium strains to human intestinal mucus and the role of adhesion in enteropathogen exclusion. **Journal of Food Protection**,v. 68, p. 2672–2678, 2005.

CORRÊA, V. S; JÚNIOR, J.G.C.; VIEITES, F.M.; ABREU, J.G.; BARROS, D.S. Probiótico líquido para leitões lactentes em diferentes idades. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.827-837, 2008.

DAVIES, E.A.; ADAMS, M.R. Resistance of *Listeria monocytogenes* to the bacteriocin nisin. **Journal Food Microbiol**, v.21, p.341–347, 2004.

EDENS, F.W. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**; v.5, p.75-97, 2003.

EUZÉBY, J. P. List of Prokaryotic names with standing in nomenclature. Classification of genera (2012). Disponível em <<http://www.bacterio.net/-adjectives.html>>. Acesso em 18/12/2015.

FAO. 2015. Fontes de carne. Disponível em <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgrsources.html>>. Acesso em 10/10/2015

FAOSTAT. Agriculture Data. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acessado em 11/10/2015, 2014.

FDA. 2013. Phasing out certain antibiotic use in farm animals. Disponível em <<http://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm378100.htm>>. Acessado em 04/07/2015.

FDA. 2014. Inspections, compliance, enforcement, and criminal investigations.

Disponível em: <http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/cpgvet/cpg689-100.html>. Acessado em 08/10/2015.

FULLER, R. Probiotic in man and animals - a review. *J. Appl. Bact.* v.66, p.365- 378, 1989.

GAGGIA, F.; P.; MATTARELLI, P.; BIAVATI, B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for food production. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, p. 15-28, 2010.

GASKINS, H. R. 2001. Intestinal bacteria and their influence on swine growth. **Swine Nutrition**. v.2, p.585–608.

GENOVESE, K.J., ANDERSON, R.C., HARVEY, R.B., NISBET, D.J. Competitive exclusion treatment reduces the mortality and fecal shedding associated with enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in nursery-raised neonatal pigs. **Canadian Journal of Veterinary Research**; v.64, p.204–207, 2000.

GIANG, H.H.; VIET, T.Q.; OGLE, B.; LINDBERG, J.E. Effects of Supplementation of Probiotics on the Performance, Nutrient Digestibility and Faecal Microflora in Growing-finishing Pigs. *Journal of Animal Science*, v.24, n.5, p.655-661, 2011.

GOMES, D.A., SOUZA, A.M., LOPES, R.V., NUNES, A.C.; NICOLI, J.R. Comparison of antagonistic ability against enteropathogens by G+ and G- anaerobic dominant components of human fecal microbiota. **Folia Microbiologica**. v.51, p.141–145, 2006.

GONZÁLES, D.J.; HASTE, N.M.; HOLLANDS, A.; FLEMING, T.C.; HAMBY, M.; POGLIANO, K.; NIZET, V.; DORRESTEIN, P.C.; Microbial competition between *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* monitored by imaging mass spectrometry. **Microbiology**. v.157, p.2485-2492, 2011.

GREENBERG, B. Salmonella suppression by known populations of bacteria in flies. **Journal of Bacteriology**, v. 99, p. 629-635., 1969.

GUARNER, F.; KHAN, A. G.; GARISCH, J.; ELIAKIM, R.; GANGL, A.; THOMSON, A.; KRABSHUIS, J.; MAIR, T. L.; KAUFMANN, P.; PAULA, J. A.; FEDORAK, R.; SHANAHAN, F.; SANDERS, M. E.; SZAJEWSKA, H. Probiotics and prebiotics. **World Gastroenterology Organization Practice Guideline**, v.4, p.77-84, 2008.

HASSAN, M., KJOS, M., NES, I.F., DIEP, D.B., LOTFIPOUR, F. Natural antimicrobial peptides from bacteria: characteristics and potential applications to fight against antibiotic resistance. Review article. **Journal of Applied Microbiology**, v.113, p.723-736, 2012.

HOA, N.T.; BACCIGALUPI, L.; HUXHAM, A. Characterization of Bacillus species used for oral bacteriotherapy and bacterioprophylaxis of gastrointestinal disorders. **Applied Environmental Microbiology**. v.66, p. 5241-5247, 2000.

HONG, H.A.; DUC, L.H.; CUTTING, S.M. The use of bacterial spore formers as probiotics. **FEMS Microbiology Reviews**, v.29, p.813-835, 2005.

HOOPER, L.V.; MIDTVEDT, T.; GORDON, J.I. How host-microbial interactions shape the nutrient environment of the mammalian intestine. **Annual Review of Nutrition**. v.22, p. 283–307, 2002.

IVANOVA, I.; KABADJOVA, P.; PANTEV, A.; DANOVA, S.; DOUSSET, X.; Detection, purification and partial characterization of a novel bacteriocin substance produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* B14 isolated from boza-Bulgarian traditional cereal beverage. **Biocatalysis**.v.41, p.47–53, 2000

JIN, L. Z., Y. W; HO, N.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets containing

Lactobacillus cultures. **Poultry Science**. v.9, p.1259-1265, 1998.

JUNIOR, L.D.. Resíduos em carcaças suínas: impacto e limites. **I SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA**, p. 120, 2008.

JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, L.C.G.S.; PEREIRA, A.A. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2394-2400, 2009.

JUNTUNEN, M.; KIRJAVAINEN, P.; OUWEHAND, A. C.; SALMINEN, S.; ISOLAURI, E. Adherence of probiotic bacteria to human intestinal mucus in healthy infants and during rotavirus infection. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology**, v. 8, n. 2, p. 293-296, 2001.

KIM, I. H.; HANCOCK, J.D.; HINES, R.H.; KIM, C.S. Effects of cellulose enzymes and bacterial feed additives on the nutritional value of sorghum grain for finishing pigs. **Asian Journal Animal Science**, v.11, p.538-544, 1998.

KÖHLER, H., B. A. MC CORMICK,; WALKER, W.A. Bacterial-enterocyte crosstalk: cellular mechanisms in health and disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.36, p.175-185,2003.

KOTIRANTA, A. et al. Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. **Microbes and Infection**, v.2, n.2, p.189-198, 2000.

KRAMER, J.M.; GILBERT, R.J. *Bacillus cereus* and other Bacillus species. **Food borne bacteria pathogens**. p.21-69, 1989.

KREHBIEL, C. R., RUST, R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S.E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: performance response and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.81, p.120-132, 2003.

LEE, S. J., SHIN, N. H., J. U. OK, JUNG, H. S., CHU, G. M., KIM, J. D., KIM, I. H., AND LEE, S. S. Effects of dietary synbiotics from anaerobic microflora on growth performance, noxious gas emission and fecal pathogenic bacteria population in weaning pigs. **Australian Journal Animal Science**, v.22, p.1202-1208, 2009.

LESSARD, M.; DUPUIS, M.; GAGNON, N.; NADEAU, E.; MATTE, J.J.; GOULET, J.; FAIRBROTHER, J.M. Administration of *Pediococcus acidilactici* or *Saccharomyces cerevisiae* boulardii modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation after *Escherichia coli* challenge. **Journal Animal Science**, v.87, p.922-934, 2009

LU PP, C., ROBERTSON, M.; WICKHAM, M.E.; SEKIROV, I.; CHAMPION, O.L.; GAYNOR, E.C.; FINLAY, B.B. Host-mediated inflammation disrupts the intestinal microbiota and promotes the overgrowth of Enterobacteriaceae. **Cell Host Microbe**, v.2, p.119–129, 2007.

LIM, P. L., TOH, M., LIU, S. Q. *Saccharomyces cerevisiae* EC-1118 enhances the survivability of probiotic *Lactobacillus rhamnosus* HN001 in an acidic environment. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.16, p.6803-6811, 2015.

LOGAN, N.A.; TURNBULL, P.C.B. Bactéries aérobies sporulées. **Précis de bactériologie clinique**, v.2, p. 965-981, 2000.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Probióticos. In: CONFERÊNCIA APINCO, Santos, 2005. Anais... Santos: FACTA, p 53-68, 2005.

MAKRAS, L.; TRIANTAFYLLOU,V.; FAYOL-MESSAOUDI, D.; ADRIANY, T.; ZOUMPOPOULOU, G.; TSAKALIDOU,E. Kinetic analysis of the antibacterial activity of probiotic lactobacilli towards *Salmonella enterica* serovar Typhimurium reveals a role for lactic acid and other inhibitory compounds. **Research in Microbiology**. v.157, p.241-247, 2006.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 15, de 26 de maio de 2009. Disponível em:

<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em 24 de novembro de 2015.

MARSHALL, B. M.; LEVY, S.B. Food animals and antimicrobials: impacts on human Health. **Clinical Microbiology Reviews**, v.24, p.718-733, 2011.

METCHNIKOFF, I. I. Lactic Acid as Inhibiting Intestinal Putrefaction. The prolongation of life: optimistic studies. **New York: Springer Publishing Company**, p.116-133, 1907.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. **Pig Progress**, v. 17, p. 20-22, 2001.

MORAIS, M. B.; JACOB, C. M. A. O papel dos probióticos e prebióticos na prática pediátrica. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 5, p. 189-197, 2006.

MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. **Suinocultura intensiva. Concórdia: EMBRAPA**, cap.7, p. 135-162, 1998.

MORI, K.; ITO, T.; MIYAMOTO, H.; OZAWA, M.; WADA, S.; KUMAGAI, Y.; MATSUMOTO, J.; NAITO, R.; NAKAMURA, S.; KODAMA, H.; KURIHARA, Y. Oral administration of multispecies microbial supplements to sows influences the composition of gut microbiota and fecal organic acids in their post-weaned piglets. **Journal of Bioscience and Bioengineering**. Osaka, v. 112, n.2,, p. 145-150, 2011.

OCKERMAN, H. W.; BASU, L. By-products edible for human consumption.

Encyclopedia of Meat Sciences. Columbus, OH: The Ohio State University, v.2, p.104-111, 2014.

OELSCHLAEGER, T. A. Mechanisms of probiotic actions - **A review. *International journal of medical microbiology***, v. 300(1), p. 57-62, 2010.

OHH, S. J. Meta-analysis to draw the appropriate regimen of enzyme and probiotic supplementation to pigs and chicken diets. ***Asian-Aust Journal Animal Science***. V. 24 p.573–586, 2011.

O'SHEA, E.F.; COTTER, P.D.; STANTON, C.; ROSS, R.P.; HILL, C.: Production of bioactive substances by intestinal bacteria as a basis for explaining probiotic mechanisms: bacteriocins and conjugated linoleic acid. ***International Journal of Food Microbiology***, v.152, p. 189–205, 2012.

OUWEHAND, A.C., SALMINEN, S.; ISOLAURI, E. Probiotics: an overview of beneficial effects. ***Antonie van Leeuwenhoek***, v.82, p.279-289, 2002.

PERDIGON, G.; HOLGADO, A.P.R. Mechanisms involved in the immunostimulation by lactic acid bacteria. In: FULLER, R.; PERDIGÓN, G. ***Probiotics 3: Immunodulation by the Gut Microflora and Probiotics***. p.213-233, 2002.

PETTIGREW, J.E.; MIGUEL, J.C.; CARTER, S. Bio-Mosin sow diets. ***Feedstuffs***. v.76, p.1-5, 2005.

PLUSKE, J. R. Morphological and functional changes in the small intestine of the newly-weaned pig. In 'Gut morphology of pigs'. **Nottingham University Press: Nottingham, UK**. p. 1-27. 2001.

POWELL, W.; KENNETH K.; LAUREL S.; JASON, O. Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaboration. ***Research in the Sociology of Organizations***, v.16, p.129–59, 1999.

PUPA, J.M.R. Saúde intestinal dos Leitões: O Papel de alguns Agentes Reguladores. Simpósio BRASIL SUL DE Suinocultura, **Anais ...** Chapecó: Embrapa Suínos e Aves. p.129, 2008.

REBELLHO, F.F.P; GASPAR, A. Microorganismos e seus metabólitos utilizados na indústria de alimentos. **Revista agrogeoambiental** – v.2, n.1, 2010

ROSS, G.R.; GUSILS, C.; OLISZEWSKI, R.; HOLGADO,S.C.de., GONZÁLEZ,S.N. Effects of probiotic in swine. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.109, n.6, p.545-549, 2010.

SANSONETTI, P. J. Warand Peace at mucosal surfaces. **Nature Reviews Immunology**. v.4, p.953-964, 2004.

SARRA, P. G.; CABRAS, M.; MORO N.; BOTTAZZI, V. Effetti della somministrazione di Lactobacillus acidophilus e Streptococcus faecium sulla crescita di giovani suini. **Suinocultura**, v. 10, p. 41-47, 1983.

SCHAREK, L. Influence of a probiotic strain on development of the immune system of sow and piglets. **Veterinary Immunology and immunopathology**, v.105, p.151-161, 2005.

SCHIFFRIN, E. J.; BLUM, S. Interactions between the microbiota and the intestinal mucosa. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.56, p.60-S64, 2002.

SCHOENI, J.L.; WONG, A.C. Bacillus cereus food poisoning and its toxins. **Journal of Food Protection**, v.68, p.636–648, 2005.

SERVIN, A.L. Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. **FEMS Microbiology Reviews**, v.28, p.405-440, 2004.

- SHIM, S.B.; VERSTEGEN, M.W.A.; KIM, I.H.; KWON, O.S.; VERDONK, J.M.A.J. Effects of feeding antibiotic-free creep feed supplemented with oligofructose, probiotics or synbiotics to suckling piglets increases the preweaning weight gain and composition of intestinal microbiota. **Archives of Animal Nutrition**. v.6, p. 419-427, 2005.
- SHON, K.S., HONG, J.W., KWON, O.S., MIN, B.J., LEE, W.B., KIM, I.H., PARK, Y.H., LEE, I.S. Effects of *Lactobacillus reuteri*-based direct-fed microbial supplementation for growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 18, p.370-374, 2005.
- SILVA, S.H.; VIEIRA, E.C.; DIAS, R.S.;NICOLI, J.R. Antagonism against *Vibrio cholerae* by diffusible substances produced by bacterial components of the human faecal microbiota. **Journal of Medical Microbiology**. v.50, p.161–164, 2001.
- SILVA, C.A.; HOSHI, E.H.; PACHECO, G.D.; BRIGANÓ, M.V. Avaliação de probióticos (*Pediococcus acidilactici* e *Bacillus subtilis*) após o desmame e efeitos no desempenho dos leitões, **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.1, p.133-140, 2006.
- SILVA, M.L.F. **Probióticos e antibióticos como aditivos para matrizes e leitões nas fases de maternidade e creche**. Brasil. 2009. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SIMPSON, P.J.; FITZGERALD, G.F.; STANTON, C.; ROSS, R.P. The evolution of a mupirocin based selective medium for the enumeration of bifidobacteria from probiotic animal feed. **Journal of Microbiological Methods**. v.57, p.9-16, 2004.
- SMITH, N. R., GORDON, R. E.; CLARK, F. E. Aerobic Sporeforming Bacteria. Agriculture Mongrap. **United States Department of Agriculture**, 1952.
- SUO, L.;LU, H.; YING, G. Protocadherin clusters and cell adhesion kinase regulate dendrite complexity through Rho GTPase. **Journal of Molecular Cell Biology**, v.4, p.362-376, 2012.

TAM, N.K.; UYEN, N.Q.; HONG, H.A.; DUC LE, H.; HOA, T.T.; SERRA, C.R.; HENRIQUES, A.O.; CUTTING, S.M. The intestinal life cycle of *Bacillus subtilis* and close relatives. **Journal of bacteriology**. v.188, p.2692-2700, 2006.

TARAS, D.; VAHJEN, M.M.; MACHA, M.; SIMON, O. Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets. **American Society of Animal Science**. v.84, p.608–617, 2006.

TARAS, D.; VAHJEN, M.M.; SIMON, O. Probiotics in pigs: modulation of their intestinal distribution and of their impact on health and performance. **Livestock Science**, n.108, p.229-223, 2007.

ULYANOVA, V.; VERSHININA, V.; LLINSKAYA, O. Barnase and binase: Twins with distinct fates. **FEBS Journal**. v.278, p.3633–3643, 2011.

UTIYAMA, C.E.; OETTING, L.L.; GIANI, P.A.; RUIZ, U. dos S.; MIYADA, V.S. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarréia e o desempenho de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2359-2367, 2006.

VANTASSELL, M.; MILLER, M.J. Lactobacillus Adhesion to Mucus. **Nutrients**, v. 3, n.1, p.613-636, 2011.

VASSALO, M.; FIALHO, E.T.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.131-138, 1997.

VERGIO, F. Anti- und Probiotika. **Hippocrates**. v.4, p.116-119, 1954.

VESSONI, P.T.C.; MORAES, D.A.; Optimization of nisin production by *Lactococcus lactis* **Applied Biochemistry and Biotechnology**. v.98, p.775-789, 2002.

VEUM, T.L.; REYES, J.; MARK, E. Effect of supplemental yeast culture in sow gestation and lactation diets on apparent nutrient digestibilities and reproductive performance through one reproductive cycle. **Department of Animal Sciences**. v. 73, p.1741-1745, 2014.

VEITH, B.; HERZBERG, C.; STECKEL, S.; FEESCHE, J.; MAURER, K.H.; EHRENREICH, A.; BAUMER, S.; HENNE, A.; LIESEGANG, H.; MERKL, R.; GOTTSCHLALK, G. The complete genome sequence of *Bacillus licheniformis* DSM 13, an organism with great industrial potential. **Journal of Molecular Biology**. v.7, n.4, p.204-211, 2004.

VILAIN,S.; LUO, Y.; HILDRETH, M.; BRÖZEL, V. Analysis of the life cycle of the soil saprophyte *Bacillus cereus* in liquid soil extract and in soil. **Applied and Environmental Microbiology** v.72, p.4970–4977, 2006.

WANG, A.N.; YI, X.W.; YU, H.F.; DONG, B.; QIAO, S.Y. Free radical scavenging activity of *Lactobacillus fermentum in vitro* and its antioxidative effect on growing-finishing pigs. **Journal of Applied Microbiology**. v.107, p.1140–1148, 2009.

XU, D.; CÔTÉ J.C. Phylogenetic relationships between *Bacillus* species and related genera inferred from comparison of 39 end 16S rDNA and 59 end 16S–23S ITS nucleotide sequences. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. v. 53, p.695–704, 2003.

YANG, E.; FAN, L.; JIANG, Y.; DOUCETTE, C.; FILLMORE, S. Antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. **AMB Express**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2012.

ZHAO, P. Y.; J. P. WANG; I. H. KIM. Evaluation of dietary fructan supplementation on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, fecal microbial flora, and fecal

noxious gas emission in finishing pigs. **Journal Animal Science**, v.91, p.5280-5286, 2014.

APÊNDICES

- Tabela A1 – dados de maternidade – Trat 1
- Tabela A2 – dados de maternidade – Trat 2
- Tabela A3 – dados de maternidade – Trat 3
- Tabela A4 – dados de creche – Trat 1
- Tabela A5 – dados de creche – Trat 2
- Tabela A6 – dados de creche – Trat 3

Apêndice A1 – Dados da maternidade do tratamento Controle

Variável	Sem probiótico							
	Tratamento	Unidade Experimental	Média	DP	Erro	Mínimo	Máximo	CV
Dias de lactação	1	79	17.937	1.462	0.164	16.000	22.000	8.150
Peso médio ao nascer	1	79	1.402	0.219	0.025	0.877	1.746	15.593
Peso médio ao desmame	1	79	5.124	0.685	0.077	3.325	6.693	13.375
Peso da leitegada ao nascer	1	79	17.812	3.277	0.369	9.647	24.206	18.396
Peso da leitegada ao desmame	1	79	59.733	9.660	1.087	29.925	87.570	16.171
Número de leitões								
Totais	1	79	14.177	2.080	0.234	9.000	20.000	14.673
Nascidos vivos	1	79	12.709	1.283	0.144	9.000	15.000	10.092
Natimortos	1	79	0.443	0.693	0.078	0.000	3.000	156.491
Mumificados	1	79	0.139	0.348	0.039	0.000	1.000	250.221
Desmamados	1	79	11.684	1.335	0.150	8.000	15.000	11.429
Mortos	1	79	1.025	0.974	0.110	0.000	3.000	94.965
Diarreia	1	79	0.215	0.443	0.050	0.000	2.000	206.096
Vômito	1	79	0.063	0.245	0.028	0.000	1.000	387.166

Apêndice A1 – Dados da maternidade do tratamento Controle

Variável	Sem probiótico							
	Tratamento	Unidade Experimental	Média	DP	Erro	Mínimo	Máximo	CV
Dias de lactação	1	79	17.937	1.462	0.164	16.000	22.000	8.150
Peso médio ao nascer	1	79	1.402	0.219	0.025	0.877	1.746	15.593
Peso médio ao desmame	1	79	5.124	0.685	0.077	3.325	6.693	13.375
Peso da leitegada ao nascer	1	79	17.812	3.277	0.369	9.647	24.206	18.396
Peso da leitegada ao desmame	1	79	59.733	9.660	1.087	29.925	87.570	16.171
Número de leitões								
Totais	1	79	14.177	2.080	0.234	9.000	20.000	14.673
Nascidos vivos	1	79	12.709	1.283	0.144	9.000	15.000	10.092
Natimortos	1	79	0.443	0.693	0.078	0.000	3.000	156.491
Mumificados	1	79	0.139	0.348	0.039	0.000	1.000	250.221
Desmamados	1	79	11.684	1.335	0.150	8.000	15.000	11.429
Mortos	1	79	1.025	0.974	0.110	0.000	3.000	94.965
Diarreia	1	79	0.215	0.443	0.050	0.000	2.000	206.096
Vômito	1	79	0.063	0.245	0.028	0.000	1.000	387.166

Apêndice A2 – Dados da maternidade do Tratamento Piso. Devido à identificação de um dado discrepante (“outlier”), os dados de uma porca e sua leitegada (unidade experimental) foram retirados para efeito da análise dos dados 78.

Variável	Sem probiótico							
	Tratamento	Unidade Experimental	Média	DP	Erro	Mínimo	Máximo	CV
Dias de lactação	2	78	16.949	1.338	0.151	13.000	20.000	7.893
Peso médio ao nascer	2	78	1.458	0.219	0.025	0.960	1.860	15.056
Peso médio ao desmame	2	78	5.226	0.765	0.087	3.463	6.768	14.637
Peso da leitegada ao nascer	2	78	18.245	3.088	0.350	10.629	24.255	16.927
Peso da leitegada ao desmame	2	78	59.536	11.166	1.264	34.630	87.984	18.754
Número de leitões								
Totais	2	78	14.115	2.107	0.239	10.000	20.000	14.930
Nascidos vivos	2	78	12.564	1.517	0.172	8.000	16.000	12.073
Natimortos	2	78	0.397	0.671	0.076	0.000	2.000	168.859
Mumificados	2	78	0.090	0.288	0.033	0.000	1.000	320.540
Desmamados	2	78	11.410	1.533	0.174	8.000	14.000	13.432
Mortos	2	78	1.154	0.994	0.113	0.000	3.000	86.189
Diarreia	2	78	0.141	0.350	0.040	0.000	1.000	248.395
Vômito	2	78	0.090	0.288	0.033	0.000	1.000	320.540

Apêndice A3 – Dados da maternidade do Tratamento Dieta

Variável	Sem probiótico							
	Tratamento	Unidade Experimental	Média	DP	Erro	Mínimo	Máximo	CV
Dias de lactação	3	79	16.772	1.432	0.161	13.000	20.000	8.537
Peso médio ao nascer	3	79	1.400	0.241	0.027	0.768	1.822	17.220
Peso médio ao desmame	3	79	5.076	0.664	0.075	3.590	7.035	13.086
Peso da leitegada ao nascer	3	79	17.906	3.275	0.368	7.680	23.702	18.288
Peso da leitegada ao desmame	3	79	59.294	11.111	1.250	34.640	91.455	18.738
Número de leitões								
Totais	3	79	14.506	2.031	0.229	11.000	21.000	14.001
Nascidos vivos	3	79	12.810	1.220	0.137	9.000	16.000	9.526
Natimortos	3	79	0.570	0.654	0.074	0.000	2.000	114.822
Mumificados	3	79	0.177	0.416	0.047	0.000	2.000	234.922
Desmamados	3	79	11.684	1.549	0.174	6.000	15.000	13.256
Mortos	3	79	1.127	1.136	0.128	0.000	4.000	100.874
Diarreia	3	79	0.215	0.414	0.047	0.000	1.000	192.193
Vômito	3	79	0.076	0.267	0.030	0.000	1.000	351.036

Apêndice A4 – Dados do experimento da creche em relação ao Tratamento Controle

Variáveis	Baia	Médias	Erro Padrão da Média
Peso inicial médio	24	5.403	0.159
CV do Peso Inicial	24	7.699	0.701
Número de leitões inicial	24	30.000	0.000
Peso final médio	24	16.159	0.462
CV do Peso Final	24	18.151	0.924
Número de leitões final	24	29.333	0.177
Ganho de peso diário	24	0.269	0.008
Consumo de ração diário	24	0.795	0.014
conversão alimentar	24	3.045	0.125
Fezes normais	24	14.750	0.150
Fezes líquidas	24	0.083	0.083
Fezes pastosas	24	0.167	0.130

Apêndice A5 – Dados do experimento da creche em relação ao Tratamento Piso

Variáveis	Baia	Médias	Erro Padrão da Média
Peso inicial médio	24	5.463	0.211
CV do Peso Inicial	24	7.208	0.525
Número de leitões inicial	24	30.000	0.000
Peso final médio	24	16.675	0.690
CV do Peso Final	24	16.369	0.805
Número de leitões final	24	29.500	0.159
Ganho de peso diário	24	0.279	0.012
Consumo de ração diário	24	0.793	0.013
Conversão alimentar	24	3.002	0.165
Fezes normais	24	14.708	0.175
Fezes líquidas	24	0.000	0.000
Fezes pastosas	24	0.292	0.175

Apêndice A6 – Dados do experimento da creche em relação ao Tratamento Dieta

Variáveis	Baia	Médias	Erro Padrão da Média
Peso inicial médio	24	5.471	0.147
CV do Peso Inicial	24	7.202	0.512
Número de leitões inicial	24	30.000	0.000
Peso final médio	24	16.131	0.494
CV do Peso Final	24	16.295	0.801
Número de leitões final	24	29.500	0.147
Ganho de peso diário	24	0.265	0.008
Consumo de ração diário	24	0.777	0.015
Conversão alimentar	24	3.014	0.134
Fezes normais	24	14.667	0.187
Fezes líquidas	24	0.000	0.000
Fezes pastosas	24	0.333	0.187

