

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE IMUNOGLOBULINAS EM LEITÕES RECÉM-
NASCIDOS PELA TÉCNICA DO IMUNÓCRITO**

Autor: Luísa Zasso Neis

**PORTO ALEGRE
2016/2**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE IMUNOGLOBULINAS EM LEITÕES RECÉM-
NASCIDOS PELA TÉCNICA DO IMUNÓCRITO**

Autor: Luísa Zasso Neis

**Trabalho apresentado à Faculdade de
Veterinária como requisito parcial para a
obtenção da graduação em
Medicina Veterinária**

Orientador: Ana Paula Gonçalves Mellagi

PORTO ALEGRE

2016/2

RESUMO

O presente experimento constituiu em avaliar a absorção de imunoglobulinas em leitões recém-nascidos pela técnica do imunócrito. No estudo, foram analisados soros de 135 leitões provenientes de fêmeas de diferentes ordens de parto. Os partos foram acompanhados e os leitões permaneceram com suas mães biológicas. As amostras de sangue foram coletadas 24 horas após o parto por punção da veia cava cranial, sendo posteriormente centrifugadas (1258 g) por 2 min para obtenção do soro. As amostras foram refrigeradas para transporte até a UFRGS e congeladas a -20 °C. Após descongelamento foram homogeneizados 50 µl de soro com 50 µl de sulfato de amônio 40%, sendo colocadas em microcapilares de hematócrito e centrifugadas (10.621 g) por 5 min, para a precipitação das imunoglobulinas. A taxa de imunócrito foi determinada pela razão entre a altura da coluna do precipitado e a altura da coluna total. Não houve diferença estatística na taxa de imunócrito entre sexo, peso ao nascimento e peso após 24 horas dos leitões. Leitões que ingeriram quantidade de colostro acima de 79 g e leitões com ganho de peso acima de 110 g nas primeiras 24 horas após o nascimento obtiveram maiores taxas de imunócrito. Leitões provenientes de leitegadas numerosas e leitões com ordem de nascimento acima de 14 obtiveram menor taxa de imunócrito.

Palavras-chave: Imunócrito, colostro, imunoglobulinas, ordem de nascimento.

ABSTRACT

The present experiment aimed to evaluate the immunoglobulin absorption in newborn piglets by the immunocrit technique. In the study, sera from 135 piglets from females of different birth orders were analyzed. The parturitions were assisted and the piglets remained with their biological mothers. Blood samples were collected 24 hours after birth by cranial vena cava puncture, and then centrifuged (1258 g) for 2 min to obtain serum. Samples were refrigerated to transport to UFRGS and frozen at -20 °C. After thawing, 50 µl serum were homogenized with 50 µl 40% (NH₄)₂SO₄ and placed in hematocrit microcapillary tubes to centrifuged (10,621 g) for 5 min to precipitate the immunoglobulins. The immunocrit was determined by the ratio of the column height of the precipitate to the total column height. There was no statistical difference in immunocrit rate between sex, birth weight and weight after 24 hours of the piglets. Piglets that ingested more than 79 g of colostrum and piglets with weight higher than 110 g in the first 24 hours after birth had higher rates of immunocrit. Piglets from numerous litters and piglets with order of birth above 14 had lower immunocrit values.

Keywords: Immunocrit, colostrum, immunoglobulins, birth order.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Taxa de mortalidade de acordo com a classe de consumo de colostro dos leitões.....	15
Figura 2 -	Probabilidade de mortalidade pré-desmame pelo consumo de colostro.....	16
Figura 3 -	Relação entre ingestão de colostro e concentração de IgG no plasma dos leitões 24 horas após o início do parto.....	19
Figura 4 -	Desenho esquemático demonstrando um microcapilar de hematócrito.....	21
Quadro 1 -	Média da taxa de imunócrito de acordo com classes referentes a características dos leitões.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de correlação da taxa de imunócrito com características dos leitões.....	25
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

μL – Microlitro

$^{\circ}\text{C}$ – Graus Celsius

g – Grama

g - força gravitacional

Ig – Imunoglobulina

IgA – Imunoglobulina A

IgG – Imunoglobulina G

IgM – Imunoglobulina M

KDa – KiloDalton

kg – Quilograma

mg – Miligrama

mL - mililitro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me iluminado e me dado forças para enfrentar as dificuldades.

Aos meus pais, Clair e Ciro, por terem me apoiado desde sempre na minha decisão de cursar Medicina Veterinária, por me ensinarem a nunca desistir e sempre correr atrás dos objetivos e me ensinarem a ser uma pessoa melhor a cada dia, além de me amarem incondicionalmente. Sem vocês esse sonho não teria sido possível, e essa conquista também é de vocês! Obrigada. Ao Guilherme pelo apoio, companheirismo e paciência principalmente durante os momentos estressantes.

Aos professores do Setor de Suínos, Fernando, Ivo, David e Mari, pelo aprendizado, ensinamentos e conselhos nesses três anos e meio. É gratificante ser orientada por profissionais tão experientes e dedicados. A minha orientadora Ana P. G. Mellagi, em especial, pela possibilidade de concretização desse trabalho. Espero não ter “decepcionado” nenhum de vocês.

Aos colegas do Setor de Suínos, tanto da pós-graduação quanto da graduação, pelo companheirismo, amizade e bons momentos passados ao longo dos anos. Especialmente Letícia, Fabi, Amanda, Luciane, Tila, Ligi, Aline, Luiza P. Ao Bruno, Tati e Rafael G. por terem se disponibilizado para coletar o material na granja comigo (dig dig dig iê).

As minhas amigas da Veterinária, vulgas “Pirivets”, Natasha, Helena, Tamires e Marcela pela amizade e momentos loucos vividos juntas. Vou levar vocês para sempre no meu coração! A Isabella T. (pelas caronas), Stephanie, Nicollas e Flávio pelas risadas e partidas de escova.

Aos meus amigos por entenderem os momentos de ausência devido ao curso e por sempre estarem ao meu lado e me apoiado. Em especial Dácio, Rodrigo, Dandara, Leo, Aline, Julia, Gabi e Laura. Obrigada, eu amo vocês! Ao todos do CLJ Nossa Senhora de Lourdes obrigada por tornar minhas tardes de sábado incríveis.

Por fim, à Favet/UFRGS, incluindo todos os professores e funcionários com os quais convivi nesses cinco anos e meio, pelo ensino de alta qualidade que me proporcionou a desenvolver uma carreira profissional única e espetacular.

A conclusão dessa etapa é a realização de um sonho desde pequena! Obrigada a todos!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITETATURA.....	10
2.1	Importância do Colostro	10
2.1.1	Composição do Colostro	10
2.1.2	Consumo de Colostro pelo Leitão Neonato.....	12
2.2	Imunidade Passiva.....	16
2.3	Imunoglobulina G.....	17
2.4	Imunócrito.....	19
3	AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE IMUNOGLOBULINAS EM LEITÕES RECÉM-NASCIDOS PELA TÉCNICA DO IMUNÓCRITO	22
3.1	Introdução	22
3.2	Materiais e Métodos	22
3.3	Resultados	24
3.4	Discussão	26
3.5	Conclusão	28
3.6	Considerações Finais	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O aprimoramento da seleção genética possibilitou no plantel suíno o surgimento de fêmeas hiperprolíficas resultando, nos últimos anos, no aumento do tamanho das leitegadas. Não houve, porém, mudanças relacionadas ao espaço uterino e eficiência placentária (FERRARI *et al.*, 2014). Assim, houve um aumento do número de leitões que nascem com baixo peso e uma grande variabilidade no tamanho da leitegada, ficando estes sujeitos a uma maior competição com os leitões mais pesados pela disputa dos tetos e a ingestão de quantidade suficiente de colostro (MOREIRA *et al.*, 2015).

A atual realidade tem aumentado o desafio dos suinocultores em relação às práticas de manejo adotadas na maternidade, pois o principal desafio é fazer sobreviver o maior número de leitões possível em cada leitegada, ou seja, reduzir as perdas após o nascimento (CYPRIANO *et al.*, 2008). Um dos principais fatores relacionados à sobrevivência neonatal é a ingestão suficiente de colostro (LE DIVIDICH *et al.*, 2005a), pois como os leitões nascem com reservas energéticas limitadas, não recebem imunidade da mãe pela placenta e possuem sistema imune ainda não completamente competente. O colostro portanto representa a principal fonte de nutrientes e anticorpos para os leitões durante os três primeiros dias de vida (ROOKE; BLAND, 2002).

Mesmo que a fêmea tenha produção de colostro suficiente para toda a leitegada, alguns leitões não ingerem a quantidade suficiente de colostro para garantir a sobrevivência ou já nascem leves e debilitados, comprometendo ainda mais a sua sobrevivência no período neonatal (DEVILLERS *et al.*, 2011). Portanto, é importante estimar a quantidade de colostro que o animal ingeriu e conseguiu absorver nas primeiras horas de vida. O imunócrito é uma técnica de baixo custo e simples execução, que pode ser usada para mensurar a quantidade de imunoglobulinas no soro de leitões (VALLET *et al.*, 2013).

O trabalho de conclusão de curso consistiu em avaliar a absorção de imunoglobulinas em leitões recém-nascidos utilizando o efeito de algumas características dos leitões na taxa de imunócrito. O projeto tem como objetivo demonstrar a viabilidade de utilização desta técnica, em condições de campo, para verificar o estado imunológico de leitões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do Colostro

O colostro é a primeira secreção produzida pelas glândulas mamárias (MELLOR; COCKBURN, 1986). Na matriz suína, esta produção inicia nos últimos sete a dez dias de gestação (THEIL *et al.*, 2014; THEIL *et al.*, 2015) e torna-se contínua durante o parto (HEMSWORTH *et al.*, 1976; QUESNEL *et al.*, 2013) até aproximadamente 24 horas após seu início (HURLEY *et al.*, 2015). Devido à placenta de suínos ser do tipo epiteliocorial difusa, impedindo a transferência de macromoléculas da mãe para os fetos, os leitões nascem agamaglobulinêmicos (WAGSTROM *et al.*, 2000; ROOKE; BLAND, 2002; SALMON *et al.*, 2009). Sendo assim, o colostro torna-se muito importante para os leitões, pois é a principal fonte de proteção imunológica (ROOKE; BLAND, 2002; SALMON *et al.*, 2009), energética (LE DIVIDICH *et al.*, 2005) e termorregulatória (HERPIN *et al.*, 2002; LE DIVIDICH *et al.*, 2005; QUESNEL, 2011b), além de possuir fatores de crescimento que estimulam a maturação do trato gastrointestinal (XU *et al.*, 2000).

Atualmente a ingestão insuficiente de colostro tem sido identificada como uma das maiores causas de mortalidade neonatal na produção de suínos (DEVILLERS *et al.*, 2011), sendo discutida entre autores que a ingestão de 200 g por leitão durante as primeiras 24 horas de vida é a quantidade mínima para reduzir o risco de mortalidade até o desmame (DEVILLERS *et al.*, 2011; QUESNEL *et al.*, 2012), e que o consumo acima de 250 g confere maior crescimento corporal na lactação (QUESNEL *et al.*, 2012). Devillers *et al.* (2011) observaram que a mortalidade pré-desmame foi de 7,1% e 43,4%, para leitões que consumiram mais de 200 g e menos de 200 g de colostro, respectivamente. A capacidade de ingestão, porém, depende da habilidade da fêmea de produzir colostro e dos leitões alcançarem e extraírem o colostro do complexo mamário (LE DIVIDICH *et al.*, 2005; QUESNEL *et al.*, 2012).

2.1.1 Composição do Colostro

O colostro é composto basicamente por água, proteínas, gordura e lactose (DARRAGH; MOUGHAN, 1998). Quando comparado com o leite, o colostro possui concentrações maiores de matéria seca e proteína bruta e menor concentração de gordura e lactose (LE DIVIDICH *et al.*, 2005). A fração energética é constituída principalmente por lipídeos e lactose (LE DIVIDICH *et al.*, 2005), sendo que o primeiro representa cerca de 40-

60% do total fornecido pelo colostro para o leitão no controle da termorregulação (LE DIVIDICH *et al.*, 2005), devido ao lento catabolismo proteico durante a fase neonatal (LE DIVIDICH *et al.*, 1994).

O colostro contém menos sais minerais do que o leite, sendo alguns elementos presentes em menor quantidade, como cálcio e fósforo, e outros em maior quantidade, como zinco e ferro (XU *et al.*, 2002; LE DIVIDICH *et al.*, 2005). Fatores de crescimento e alguns hormônios também fazem parte da composição do colostro, acelerando o crescimento e promovendo a maturação intestinal (ESTIENNE *et al.*, 2000; XU *et al.*, 2002). As concentrações destes componentes diminuem durante o primeiro dia de vida e, por conseguinte, quaisquer efeitos positivos dos fatores de crescimento podem ser diminuídos em leitões depois do nascimento (ROOKE; BLAND, 2002), comprometendo seu desempenho subsequente.

A fração proteica do colostro é essencialmente constituída por imunoglobulinas (IgG, IgM e IgA), sendo que estas representam 63,6% do total de proteínas presentes no colostro (PORTER, 1969) e albumina, que terá um papel facilitador no transporte intestinal de ácidos graxos e aminoácidos (HARTMANN *et al.*, 1989). Dentre as imunoglobulinas presentes no colostro, a IgG representa a maior concentração, cerca de 75% do total de imunoglobulinas (KLOBASA; BUTLER, 1987), permanecendo alta nas primeiras 6 horas após o parto, sendo essencial para promover a imunidade passiva (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

À medida que a lactação progride há mudanças nas concentrações de imunoglobulinas. Enquanto que no colostro a IgG se encontra em maior concentração, diminuindo cerca de 50% a partir de 12 após o parto (HURLEY, 2015), no leite a imunoglobulina predominante é a IgA, representando cerca de 40% do total de proteínas (KLOBASA *et al.*, 1987), sendo responsável pela proteção da mucosa intestinal durante a lactação (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

O colostro é caracterizado por ter alta concentração de IgG e baixas de IgA e IgM (CURTIS; BOURNE, 1971; KLOBASA *et al.*, 1987), além de neutrófilos e linfócitos (XU *et al.*, 2002). O ajuste da resposta imune depende de antioxidantes, como selênio e vitamina E, que podem ser encontrados no colostro (ARTHUR *et al.*, 2003; PINELLI-SAAVEDRA, 2003).

Inibidores de proteases também fazem parte da composição do colostro. Eles evitam a hidrólise de imunoglobulinas e fatores de crescimento, possibilitando que estes sejam transmitidos aos leitões sem alteração estrutural e, conseqüentemente, funcional (ZHOU *et*

al., 2003). Além disso, a atividade proteolítica do trato digestivo no nascimento é muito baixa, facilitando a absorção de imunoglobulinas intactas (EKSTRÖM; WESTRÖM, 1991).

2.1.2 Consumo de Colostro pelo Leitão Neonato

A quantidade de colostro consumida por leitão depende da habilidade materna de produzir colostro e da habilidade do leitão em alcançar o teto e promover sucção eficiente (LE DIVIDICH *et al.*, 2005; QUESNEL *et al.*, 2012). Por isto, o consumo de colostro varia consideravelmente entre leitões, sendo que o coeficiente de variação pode atingir taxas de 15% até 110% em leitões da mesma leitegada e 30% entre leitegadas (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

O consumo individual de colostro nas primeiras 24 horas de vida é em torno de 250 a 300 g (DEVILLERS *et al.*, 2007; QUESNEL, 2011), sendo que aumenta 26-37 g, cada 100 g a mais de peso ao nascimento (LE DIVIDICH *et al.*, 2005). Na primeira hora de amamentação, o leitão apresenta um rápido consumo de colostro— aproximadamente 5-7% do seu peso corporal -, com diminuição gradual após este período (FRASER; RUSHEN, 1992).

Em estudo realizado por Le Dividich *et al.* (1997), observou-se que, quando fornecido em quantidade ilimitada, o consumo de colostro pelos leitões equivaleu a 450 g/kg de peso corporal nas primeiras 24 horas. Isso demonstra a alta capacidade de ingestão do leitão após o nascimento, quando o colostro é disponibilizado à vontade. Esse alto consumo poderia compensar as poucas reservas energéticas corporais do leitão logo após o nascimento (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

A sobrevivência e ganho de peso dos leitões no período pré-desmame está diretamente relacionado com o consumo de colostro no primeiro dia de vida. Para estimar o consumo de colostro, Bland *et al.* (2003) utilizaram a técnica denominada pesagem-mamada-pesagem, utilizando como fatores de correção as perdas urinárias e metabólicas. A limitação desta técnica é a aplicação em um grande número de animais. Devido a isso, Devillers *et al.* (2004) criaram uma equação com o objetivo de estimar a quantidade de colostro consumida baseada no ganho de peso do leitão nas primeiras 24 horas de vida:

$$CI = -217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times BW/t + BWB \times (54,80 - 1861019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times tFS + 6,1 \times 10^{-7} \times tFS^2)$$

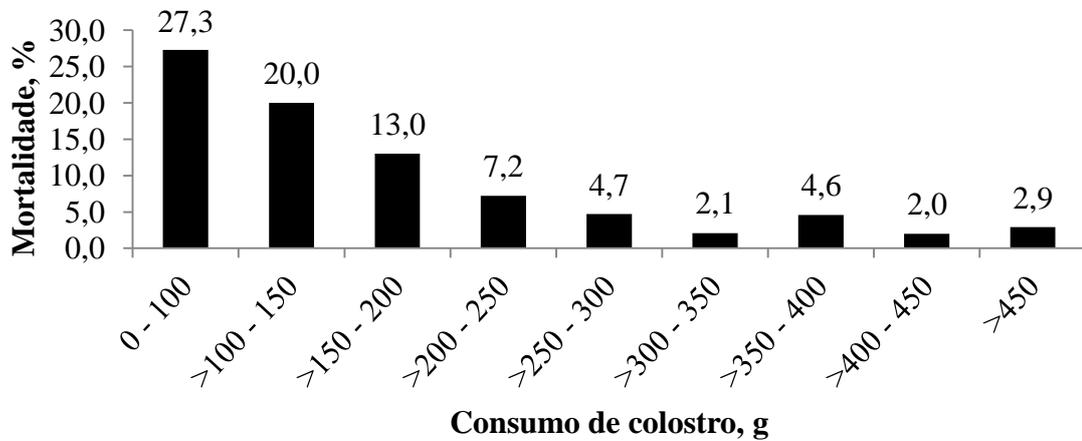
Onde, CI= quantidade de colostro consumida (g); t = tempo entre o nascimento e a pesagem (min); tFS = tempo entre o nascimento e a primeira mamada (min); BW = peso atual (kg); BWB= peso ao nascer (kg). Contudo, Devillers *et al.* (2007) incluiu na fórmula para o cálculo, que pode-se considerar como intervalo entre o nascimento e a primeira mamada o tempo de 30 minutos.

Além da habilidade da fêmea em produzir colostro e da capacidade do leitão em alcançar o complexo mamário e mamar, ou seja, sua vitalidade ao nascer (LE DIVIDICH *et al.*, 2005; QUESNEL *et al.*, 2012), diversos outros fatores influenciam na ingestão do colostro pelo leitão neonato. O peso do leitão ao nascer é um ponto importante, apresentando correlação positiva com a ingestão de colostro (LE DIVIDICH *et al.*, 2005a; DEVILLERS *et al.*, 2007), pois um leitão que é mais pesado ao nascer, terá maior vitalidade para buscar o complexo mamário da sua mãe (FRASER; RUSHEN, 1992). Em estudo realizado por Spicer *et al.* (1986), leitões mais leves ingeriram o colostro pela primeira vez 133 minutos após o nascimento, enquanto que os mais pesados em 55 minutos já estavam mamando.

Sendo assim, o consumo de colostro pode ser menor em leitões de baixo peso ao nascimento, resultando no comprometimento de sua saúde e elevando a mortalidade (CABRERA *et al.*, 2012). A insuficiente ingestão de colostro pode influenciar diretamente na mortalidade por desnutrição e hipotermia, além de resultar em uma inadequada transferência de imunoglobulinas maternas para os leitões neonatos, aumentando assim a susceptibilidade a infecções durante todo o período de lactação.

Em trabalho realizado por Ferrari *et al.* (2014), avaliando a taxa de mortalidade em relação ao consumo de colostro, estratificado por classe de consumo, quanto maior foi o consumo de colostro, menor foi a taxa de mortalidade (Figura 1). Outro estudo encontrou dados semelhantes, mostrando que a mortalidade foi mais alta em leitões com menos de 1 kg de peso corporal ao nascimento ou que consumiram menos de 160g de colostro por kg de peso corporal (DECALUWÉ *et al.*, 2014).

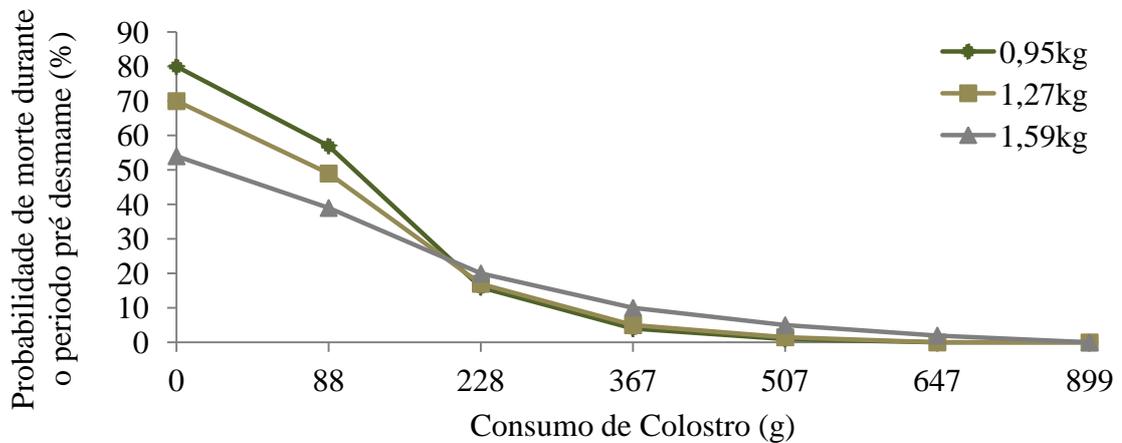
Figura 1: Taxa de mortalidade de acordo com a classe de consumo de colostro dos leitões.



Fonte: Adaptado de Ferrari *et al.* (2014).

Devillers *et al.* (2011), ao avaliarem a mortalidade dos leitões em relação ao consumo de colostro, observaram que o grupo de animais que morreram até os primeiros três dias de idade foram os animais que ingeriram menos colostro (147 ± 21 g), quando comparados aos leitões que sobreviveram até o desmame (333 ± 14 g). Neste mesmo estudo, leitões que ingeriram mais que 200g de colostro em 24 horas de vida representavam uma taxa de mortalidade pré-desmame de 7,1%. Porém, quando a ingestão de colostro foi menor que 200g a mortalidade ao final do período de lactação chegou a 43,4%. Já Declerck *et al.* (2016) observaram que o não consumo de colostro pelos leitões com médio e baixo peso ao nascimento (1,27 kg e 0,950 kg, respectivamente), apresentam uma taxa de mortalidade pré-desmame de 69 e 80% (Figura 2).

Figura 2: Probabilidade de mortalidade pré-desmame pelo consumo de colostro.



Fonte: Adaptado de Declerck *et al.* (2016).

A ordem de nascimento no parto parece não influenciar a ingestão de colostro (DEVILLERS *et al.*, 2007). De fato, os leitões nascidos mais tarde no parto conseguem compensar o seu atraso, relativo ao consumo de colostro, em relação aos seus irmãos nascidos mais cedo (DEVILLERS *et al.*, 2007). Esta ausência de influência da ordem de nascimento pode ser explicada pelo fato da ingestão de colostro ser muito elevada logo nas primeiras horas após o nascimento (LE DIVIDICH *et al.*, 1997) e, assim, os leitões nascidos primeiro estarão “satisfeitos” e menos ativos no momento em que nascem os últimos leitões, permitindo que estes mamem sem grande competição (LE DIVIDICH *et al.*, 2005; DEVILLERS *et al.*, 2007). Porém, se o parto for muito longo (acima de 5 horas), os últimos leitões podem ingerir colostro com menos imunoglobulinas (DEVILLERS *et al.*, 2011).

O tamanho da leitegada influencia na quantidade de colostro disponível por leitão, já que a produção de colostro independe do tamanho da leitegada (LE DIVIDICH *et al.*, 2004). Isso significa que quanto maior o número de leitões paridos, menor será a quantidade de colostro disponível por leitão. Cada leitão extra diminui em 22 a 42g a quantidade de colostro disponível por leitão (LE DIVIDICH *et al.*, 2004; DEVILLERS *et al.*, 2004). Portanto, quando o leitão está em uma leitegada grande, sua chance de ingerir a quantidade ideal de colostro é reduzida, principalmente se o peso corporal ao nascimento for baixo (QUESNEL *et al.*, 2012). A intensa competição entre leitões pelos tetos, principalmente se há uma alta variabilidade de peso na leitegada (LE DIVIDICH *et al.*, 2005), impossibilitaria o consumo regular e suficiente de colostro pelos mesmos. Quanto mais rápido o leitão efetuar a primeira

mamada, maior será a chance de ingerir colostro de melhor qualidade e em maior quantidade (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

Há outros fatores que podem reduzir o consumo de colostro pelos leitões, tais como a baixa temperatura ambiental (LE DIVIDICH; NOBLET, 1981), possivelmente por afetar o vigor, leitões com síndrome dos membros abertos ou *splayleg* (DEVILLERS *et al.*, 2004) e leitões que nascem em estado de hipóxia, que demonstram maior intervalo entre o nascimento e a primeira mamada (HERPIN *et al.*, 1996).

Esses fatores demonstram que os leitões dependem diretamente do colostro para a sua sobrevivência. Por isso, aumentar ou simplesmente garantir a ingestão de colostro dos leitões recém-nascidos, principalmente os de baixa vitalidade e baixo peso ao nascimento, é de extrema importância para a redução da mortalidade neonatal (DEVILLERS *et al.*, 2011). O consumo adequado de colostro também é fundamental para suprir as necessidades imunológicas e energéticas dos leitões, acarretando um melhor desempenho ao longo de sua vida.

2.2 Imunidade Passiva

A placenta na espécie suína é classificada como sendo epiteliocorial, e as suas características estruturais não permitem a passagem de imunoglobulinas para os fetos. Desta forma os leitões nascem agamaglobulinêmicos (WAGSTROM *et al.*, 2000), havendo absoluta necessidade de adquirir anticorpos maternos através da ingestão de colostro (ROOKE; BLAND, 2002).

A transferência de macromoléculas através do trato gastrointestinal ocorre por um curto período após o nascimento. Contudo este é um momento importante e essencial para garantir a imunidade dos leitões (HURLEY; THEIL, 2011). A permeabilidade intestinal às macromoléculas começa a diminuir a partir de 6-12 horas, podendo chegar a ser nulo entre 24 e 36 horas (WESTRÖM *et al.*, 1984). O momento em que cessa o transporte de macromoléculas e não há mais transferência de imunoglobulinas do trato intestinal para a circulação do leitão é denominado “fechamento intestinal” (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

O tempo necessário para que o leitão consiga gerar uma resposta imune ativa é de aproximadamente sete a dez dias após a exposição a um agente (WAGSTROM *et al.*, 2000; ROTH; THAKER, 2006; SALMON *et al.*, 2009). O leitão recém-nascido é, portanto, dependente das imunoglobulinas absorvidas do colostro para a proteção imunológica até que o seu sistema imunológico tenha maturidade suficiente para responder aos antígenos

estranhos. Segundo Hendrix *et al* (1978), a concentração de IgG no plasma de leitões têm uma relação positiva com a sobrevivência.

2.3 Imunoglobulina G

A IgG é a principal imunoglobulina presente no colostro, cerca de 60 a 75% do total de imunoglobulinas. A IgG possui duas cadeias leves e duas cadeias pesadas, e seu peso molecular é de 180 kDa (TIZARD, 2008). Por ser a menor das moléculas de imunoglobulinas, ela pode sair dos vasos sanguíneos com maior facilidade para participar das defesas do organismo. Toda IgG presente no colostro é oriunda do soro materno (BOURNE; CURTIS, 1973), e a transferência de IgG para a glândula mamária ocorre durante o processo de formação do colostro.

A IgG se encontra em concentrações elevadas até 6 horas após o parto. A partir das 12 horas, as concentrações de IgG caem para quase 50%, quando comparado com o início do parto, continuando a decair para níveis de aproximadamente 16% nas 24 horas após o parto (HURLEY, 2015). Isso demonstra a importância do consumo de colostro logo após o nascimento pelos leitões, pois quanto maior for o período entre o nascimento e a primeira mamada, eles estarão mais expostos a microbiota local sem a devida proteção. A partir do terceiro dia de lactação e no decorrer desta, a quantidade de IgA torna-se a imunoglobulina em maior concentração no leite, fornecendo proteção local já que inibe a fixação de bactérias aos enterócitos (BLECHA, 1998; HURLEY, 2015).

A quantidade de IgG presente no colostro, porém, varia muito na espécie suína. Bland *et al.* (2003), avaliaram a concentração de IgG no colostro de multíparas e encontraram uma média de 61 mg/ml no início do parto e 9 mg/ml de IgG 24 horas após o início do parto. Foisnet *et al.* (2010) encontraram no colostro de primíparas, uma média de 74,2 mg/ml na hora do parto e 13,9 mg/ml 24 horas após o início do parto, sendo que em até 6 horas após o início do parto houve uma diminuição de 23% na concentração de IgG. Quesnel (2011a) avaliou a quantidade de IgG em fêmeas de diferentes ordens de partos sendo que a média de IgG no início do parto foi 62,3 mg/ml e 24 horas após o parto foi 16,8 mg/ml.

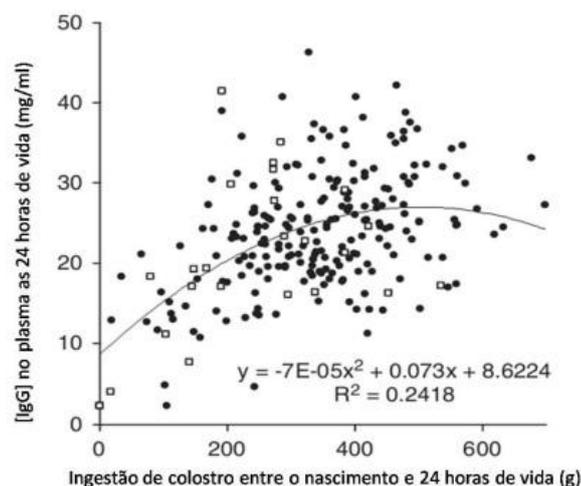
A variabilidade individual entre as fêmeas parece ser um dos principais fatores que influenciam os níveis de IgG do colostro (QUESNEL, 2011). Outros fatores, ligados à fêmea ou ao ambiente poderão também influenciar significativamente as concentrações de IgG no colostro (FARMER *et al.*, 2009). Entre estes, podem ser destacados o genótipo (INOUE *et al.*, 1980) e os planos de vacinação das matrizes (BOURNE *et al.*, 1978; INOUE *et al.*, 1980).

Foram também encontradas diferenças nos teores de IgG do colostro de acordo com a ordem de parto (menores nos primeiros partos) (INOUE *et al.*, 1980; KLOBASA *et al.*, 2004; QUESNEL, 2011a) e região do complexo mamário (BLAND; ROOKE, 1998).

Isso demonstra que a IgG transferida através do colostro da mãe está associada ao seu histórico de exposição a antígenos, respostas de células B e mutação somática. Logo, essa IgG materna representa experiências imunológicas da mãe (TIZARD, 2009). Devido a isso, a sobrevivência dos suínos neonatos está positivamente relacionada com a concentração de IgG no plasma dos leitões (HENDRIX *et al.*, 1978), que está positivamente relacionada à ingestão de colostro e à quantidade de IgG presente no colostro (DEVILLERS *et al.*, 2011).

Quando o leitão ingere entre 200 e 250 g de colostro nas 24 horas de vida, a concentração de IgG no plasma sanguíneo atinge um platô (Figura 3). Devillers *et al.* (2011) sugerem que a quantidade de IgG absorvida nas primeiras 24 horas após o parto é independente do tempo que os leitões tiveram para ingerir colostro.

Figura 3: Relação entre ingestão de colostro e concentração de IgG no plasma dos leitões 24 horas após o início do parto



Círculos pretos indicam leitões que estavam vivos ao desmame e quadrados brancos representam leitões que morreram entre 24 horas de vida e o desmame.

Fonte: Adaptado de Devillers *et al.* (2011).

Baseados nesta informação, os autores sugerem que o fechamento intestinal acontece, na maioria dos leitões, após a ingestão de uma quantidade suficiente de IgG (15 g). Porém, fica difícil determinar qual a quantidade de colostro que deve ser ingerida para que o leitão

adquirir 15 g de IgG, pois a concentração de IgG no colostro varia muito entre indivíduos (ROOKE; BLAND, 2002).

Devido a isso, apesar de não afetar o consumo de colostro, o ordem do nascimento afeta a quantidade de IgG ingerida pelo leitão, devido a rápida troca da composição do colostro entre o início do parto e o nascimento do último leitão (KLOPFENSTEIN *et al.*, 2006). Outro ponto a ser levado em consideração é que a absorção de imunoglobulinas intactas dá-se entre a janela de tempo entre o nascimento e o “fechamento intestinal” (ROOKE; BLAND, 2002), de aproximadamente 24 horas após o nascimento (LE DIVIDICH *et al.*, 2005).

2.4 Imunócrito

O consumo de colostro pelos leitões neonatos é essencial, sendo que sua insuficiente ingestão está estritamente relacionada à sobrevivência e desempenho desses leitões (LE DIVIDICH *et al.*, 2005; FERRARI *et al.*, 2014). Devido aos leitões nascerem sem imunoglobulinas (KLOBASA *et al.*, 1987), a imunidade passiva é transferida através da ingestão do colostro, pela barreira intestinal, diretamente para a circulação sanguínea (SALMON *et al.*, 2009). Com isso, a mensuração de imunoglobulinas do soro dos leitões pode ser utilizada como um indicador da quantidade de colostro consumida pelos leitões, sendo uma estratégia interessante para a identificação e posterior auxílio daqueles leitões que não ingeriram colostro (VALLET *et al.*, 2013).

Existem diversos métodos utilizados para quantificar as imunoglobulinas ingeridas (SDS-PAGE, Western blot, dentre outros), sendo que os métodos mais utilizados são a imunodifusão radial (FRENYÓ *et al.*, 1980; KLOBASA *et al.*, 1987) ou ELISA (ensaio imunossorvente ligado à enzima) (FOISNET *et al.*, 2010ab; FOISNET *et al.*, 2011; QUESNEL *et al.*, 2008; FERRARI *et al.*, 2014). A imunodifusão radial é um método preciso, pois é tanto quantitativo, como específico para IgG. No teste de ELISA a intensidade de cor da reação no filtro do teste é comparada com as preparações da imunoglobulina padrão, sendo também considerado um método de grande precisão (TIZARD, 2009). Esses métodos, porém, são relativamente complexos, necessitam de tempo para sua realização, são caros e normalmente requerem de equipamentos específicos, tornando-os impraticáveis na rotina de um sistema produtivo de suínos (VALLET *et al.*, 2013).

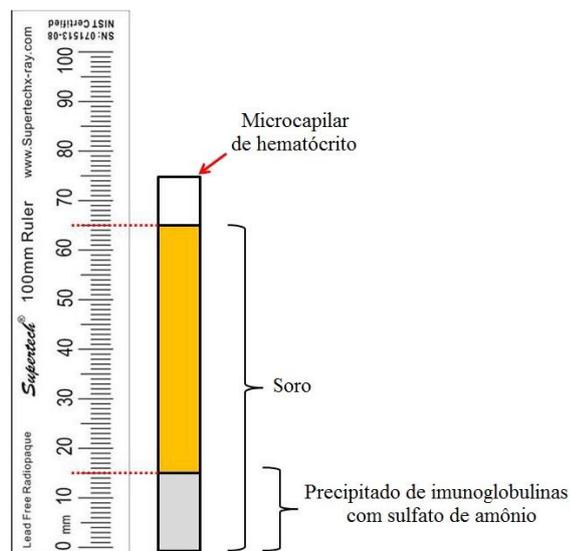
Devido a essa realidade, Vallet *et al.* (2013) desenvolveram um método simples, rápido e de baixo custo para mensurar imunoglobulinas do soro de leitões, denominado

immunocrit (“imunócrito”, tradução livre em português). A técnica consiste nos seguintes passos: o sangue de leitões 24 horas após o nascimento é coletado por punção da veia jugular. O sangue é deixado coagular *overnight* a 4°C e após é coletado o soro. Uma subamostra (50 µL) é misturada com 50 µL de solução de (NH₄)₂SO₄ a 40%, para precipitar as imunoglobulinas. Essa mistura resultante é centrifugada em um tubo microcapilar de hematócrito por 5 minutos (12.700 g). É realizada a leitura deste microcapilar, utilizando uma régua milimetrada, e a relação entre o comprimento do precipitado no fundo do microcapilar e o comprimento do soro diluído no microcapilar equivale à taxa de imunócrito (Figura 4).

Para a validação da técnica, os autores compararam o imunócrito com duas outras técnicas extremamente precisas quanto à mensuração de Ig - SDS-PAGE e espectrofotometria – além de comparar com a quantidade de imunoglobulina G presente no soro dos leitões, no qual obteve alto coeficiente de determinação ($r^2=0,98$). Segundo os autores, um valor de 0,10 na taxa de imunócrito corresponde a uma concentração de IgG de 34 mg/ml.

Isso foi confirmado ao compararem o valor de imunócrito com o peso 24 horas após o nascimento e a mortalidade pré-desmame desses leitões, sendo que baixos valores nas taxas de imunócrito foram encontrados em leitões pesando menos de 1,5 kg, e leitões que apresentaram uma taxa de imunócrito $\geq 0,125$ obtiveram maiores chances de sobrevivência.

Figura 4: Desenho esquemático demonstrando um microcapilar de hematócrito.



Neste exemplo a taxa de imunócrito equivale a 0.23 (15 dividido por 65).

Fonte: próprio autor.

O imunócrito, portanto, pode ser útil em monitorar a ingestão de colostro, para maximizar o desempenho subsequente (VALLET *et al.*, 2015). Além disso, o uso dessa técnica associado às estratégias, para melhorar a quantidade de colostro ingerida por leitões recém-nascidos, resultaria em alterações benéficas em termos de eficiência de produção (HUSER *et al.*, 2015).

3 ARTIGO: AVALIAÇÃO DA ABSORÇÃO DE IMUNOGLOBULINAS EM LEITÕES RECÉM-NASCIDOS PELA TÉCNICA DO IMUNÓCRITO

3.1 Introdução

A realidade atual da suinocultura tecnificada desenvolveu fêmeas que têm produzido leitegadas numerosas com alta variabilidade de peso, acarretando em maior disputa entre os leitões para mamar o colostro (BEAULIEU *et al.*, 2010; DE VOS, 2014). Os leitões nascem com reservas energéticas limitadas, não recebem imunidade da mãe pela placenta e possuem sistema imune ainda não completamente competente, tendo o colostro como principal fonte de nutrientes e anticorpos para sua sobrevivência (ROOKE; BLAND, 2002). Alguns leitões não ingerem quantidade suficiente de colostro para garantir a sobrevivência ou já nascem leves e debilitados, comprometendo ainda mais a sua sobrevivência no período neonatal (DEVILLERS *et al.*, 2011). Portanto, é importante estimar a quantidade de colostro que o animal ingeriu e conseguiu absorver nas primeiras horas de vida.

Existem diversos métodos utilizados para quantificar as imunoglobulinas, como SDS-PAGE, Western blot, imunodifusão radial e ELISA (FRENYÓ *et al.*, 1980; KLOBASA *et al.*, 1987; FOISNET *et al.*, 2010ab; FOISNET *et al.*, 2011; QUESNEL *et al.*, 2008; FERRARI *et al.*, 2014). Esses métodos, porém, são relativamente caros e complexos, pois necessitam de tempo para sua realização e normalmente requerem de equipamentos específicos, tornando-os impraticáveis na rotina do campo (VALLET *et al.*, 2013).

O imunócrito é uma técnica desenvolvida por Vallet *et al.* (2013), e consiste na homogeneização de uma amostra de soro sanguíneo, com uma solução de 40% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, para que ocorra a precipitação das imunoglobulinas. Posteriormente, após centrifugação em tubos microcapilares de hematócrito, se realiza a leitura destes com auxílio de uma régua milimetrada. A relação entre o comprimento do precipitado no fundo do microcapilar e o comprimento do soro diluído no microcapilar equivale à taxa de imunócrito.

Esta técnica é de baixo custo e simples execução, que pode ser usada para mensurar a quantidade de imunoglobulinas no soro de leitões, podendo ser utilizada a campo (VALLET *et al.*, 2013). O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de características dos leitões na ingestão de imunoglobulinas, utilizando a técnica do imunócrito.

3.2 Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado em uma granja multiplicadora de suínos com aproximadamente 2000 matrizes, localizada em Bom Retiro do Sul, RS. Para a realização do experimento foram utilizados 135 leitões oriundos de fêmeas (DB90®, DB) de diferentes ordens de parto. Durante o parto, foi registrada ordem de nascimento dos leitões, sexo, número de leitões nascidos totais, número de leitões nascidos vivos, natimortos e mumificados, além de realizadas anotações quanto à hora de início do parto, ordem de parto das fêmeas e realização de toque. Após o nascimento, foram feitos os manejos adotados pela granja de secagem, corte e assepsia com álcool iodado do cordão umbilical. Os leitões foram pesados logo ao nascimento e 24 h após, utilizando uma balança de precisão de 1g (Toledo), e permaneceram com as mães biológicas neste período. O ganho de peso das primeiras 24 h de vida foi utilizado para estimar o consumo de colostro de acordo com a fórmula de Devillers *et al.* (2004):

$$CI = -217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times BW/t + BWB \times (54,80 - 1861019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times tFS + 6,1 \times 10^{-7} \times tFS^2)$$

Onde, CI= quantidade de colostro consumida (g); t = tempo entre o nascimento e a pesagem (min); tFS = tempo entre o nascimento e a primeira mamada (min); BW = peso atual (kg); BWB= peso ao nascer (kg). Devillers *et al.* (2007) considerou, na fórmula para o cálculo, o intervalo entre o nascimento e a primeira mamada de 30 minutos.

Foi coletado 1 ml de sangue na veia cava cranial às 24 h de vida e as amostras foram centrifugadas (Spintech, 1258 g) por 2 min para obtenção do 2 mL de soro. As amostras refrigeradas foram transportadas até o Setor de Suínos, localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e armazenados em temperatura de -20 °C. Após o descongelamento a temperatura ambiente, 50 µl de soro foram homogeneizados com 50 µl de sulfato de amônio 40% (Dinâmica). Em seguida, as amostras foram colocadas em tubos microcapilares de hematócrito (Glasscito, 7,5 mm), onde eram preenchidos cerca de $\frac{3}{4}$ da altura do capilar, fechando-se uma das extremidades na chama de uma lamparina, sendo centrifugadas (Daiki, 10.621 g) por 5 min, para a precipitação das imunoglobulinas. Foi realizada a leitura dos microcapilares utilizando uma régua milimetrada. A taxa de imunócrito foi determinada pela razão entre a altura da coluna do precipitado e a altura da coluna total.

Os dados foram analisados com o uso do software SAS 9.3 (SAS 9.3). Foi verificada a correlação de Pearson entre a taxa de imunócrito e as características dos leitões – número de leitões nascidos vivos, ordem de nascimento, peso ao nascimento, peso às 24 horas de vida, diferença de peso no primeiro dia e consumo de colostro - pelo procedimento CORR. Foram criadas classes para: número de leitões nascidos vivos (classe 1: 8-11; classe 2: 12-14; classe 3: 15-16 e classe 4: 17-18), ordem de nascimento (classe 1: 1-4; classe 2: 5-8; classe 3: 9-13 e classe 4: 14-24), peso ao nascimento (classe 1: 490-995 g; classe 2: 1000-1250 g; classe 3: 1255-1430 g e classe 4: >1430 g), peso às 24 horas de vida (classe 1: 475-1050 g; classe 2: 1055-1330 g; classe 3: 1335-1515 g e classe 4: 1520-1905 g), diferença de peso ao 1º dia (classe 1: <0 g; classe 2: 0-55 g; classe 3: 56-110 g e classe 4: >110 g) e consumo de colostro (classe 1: 0-79 g; classe 2: 80-159 g; classe 3: 160-239 g e classe 4: ≥240 g), de modo que cada classe tivesse aproximadamente 25% dos leitões. O efeito das classes na taxa de imunócrito foi analisado com o PROC GLIMMIX e a comparação entre essas classes foi efetuada pelo teste de Tukey-Kramer, ao nível de significância de 5%.

3.3 Resultados

As dez fêmeas utilizadas apresentaram média de $3,8 \pm 0,55$ partos (média \pm erro padrão da média), $15,9 \pm 1,52$ leitões nascidos e $14,1 \pm 0,96$ leitões nascidos vivos. O peso ao nascimento dos leitões e às 24 horas de vida foram de $1234 \pm 25,4$ g e $1280 \pm 28,8$ g, respectivamente. O consumo de colostro foi, em média, de $153,4 \pm 9,3$ g. A taxa média de imunócrito foi de $0,098 \pm 0,037$.

Tabela 1 - Coeficientes de correlação da taxa de imunócrito com características dos leitões.		
	Taxa de Imunócrito	Valor de P
Número de leitões nascidos vivos	-0,315	0,0002
Ordem de Nascimento	-0,199	0,020
Peso ao nascimento	0,056	0,517
Peso às 24 horas de vida	0,124	0,150
Ganho de peso no 1º dia	0,286	0,0008
Consumo de Colostro	0,299	0,0004

Fonte: próprio autor.

A taxa de imunócrito foi correlacionada negativamente com o número de nascidos vivos e a ordem de nascimento dos leitões, e positivamente com o ganho de peso em 24 h e consumo de colostro (Tabela 1; $P < 0,05$). Não foi observada correlação da taxa de imunócrito com os pesos dos leitões ao nascimento e às 24 h de vida ($P > 0,05$). Leitões do sexo feminino e masculino não diferiram ($P = 0,474$) na taxa de imunócrito ($0,096 \pm 0,005$ vs $0,101 \pm 0,005$, respectivamente).

As taxas de imunócrito de acordo com as classes de nascidos vivos, ordem de nascimento, peso ao nascimento, peso às 24 horas, ganho de peso ao primeiro dia e consumo de colostro estão apresentadas na Tabela 2. As classes de peso ao nascimento e às 24 h de vida não diferiram na taxa de imunócrito. Porém, quanto maior a classe de ganho de peso e de consumo de colostro maior a taxa de imunócrito. Leitões que não ganharam peso apresentaram taxa de imunócrito menor ($P < 0,05$) do que leitões que ganharam acima de 110 g. Leitões que consumiram quantidades superiores a 160 g de colostro obtiveram maior taxa de imunócrito que leitões que consumiram até 79 g.

Quadro 1 - Média da taxa de imunócrito de acordo com classes referentes a características dos leitões				
<i>Leitões nascidos vivos</i>				
	8 - 11	12 - 14	15 - 16	17 - 18
	0,130 \pm 0,009a	0,105 \pm 0,006ab	0,079 \pm 0,007b	0,093 \pm 0,005b
<i>Ordem de nascimento</i>				
	1° - 4°	5° - 8°	9° - 13°	14° - 24°
	0,104 \pm 0,006a	0,104 \pm 0,007a	0,102 \pm 0,006a	0,071 \pm 0,009b
<i>Peso ao nascimento, g</i>				
	490 - 995	1000 - 1250	1255 - 1430	> 1430
	0,089 \pm 0,008	0,109 \pm 0,007	0,093 \pm 0,007	0,102 \pm 0,007
<i>Peso às 24 h de vida, g</i>				
	475 - 1050	1055 - 1330	1335 - 1515	1520 - 1905
	0,093 \pm 0,008	0,101 \pm 0,007	0,093 \pm 0,007	0,106 \pm 0,008
<i>Ganho de peso no 1° dia, g</i>				
	<0	0 - 55	56 - 110	> 110
	0,083 \pm 0,007a	0,097 \pm 0,007ab	0,104 \pm 0,007ab	0,113 \pm 0,007b
<i>Consumo de colostro, g</i>				

0 – 79	80 - 159	160 - 239	≥ 240
0,082 ± 0,007a	0,096 ± 0,007ab	0,108 ± 0,007b	0,111 ± 0,008b

a e b na linha indicam diferença entre as classes ($P < 0,05$).

Fonte: próprio autor.

3.4 Discussão

Leitões contêm reservas energéticas limitadas e não apresentam imunidade ao nascimento, necessitando colostro nas primeiras 24 horas subsequente ao nascimento (ROOKE; BLAND, 2002, LE DIVIDICH *et al.*, 2005). Devido a isso, a maior taxa de imunócrito encontrada nos leitões que consumiram mais colostro é um aspecto positivo, pois demonstra a correta passagem das imunoglobulinas da fêmea através do colostro para o leitão, além de proporcionar aqueles leitões que consomem quantidades adequadas de colostro menores índices de mortalidade neonatal e melhor desempenho subsequente (DEVILLERS *et al.*, 2011; QUESNEL *et al.*, 2012; VALLET *et al.*, 2013; FERRARI *et al.*, 2014). Vale salientar que a média geral de consumo de colostro encontrada é inferior ao relatado anteriormente (DEVILLERS *et al.*, 2005; QUESNEL *et al.*, 2012; FERRARI *et al.*, 2013).

Por outro lado, menores taxas de imunócrito encontradas em leitegadas podem ser utilizadas para detectar possíveis falhas na produção inicial de colostro pela fêmea, pois todos os leitões da leitegada teriam valores abaixo do esperado (VALLET *et al.*, 2013), resultando em uma avaliação individual do desempenho produtivo dessa fêmea e possível descarte do plantel, com objetivo de aumentar a produtividade. Já leitões que apresentem menores taxas de imunócrito podem ser utilizadas para identificar, quais leitões necessitam de um manejo de suplementação alimentar, aumentando as chances de sobrevivência neonatal.

Leitões provenientes de leitegadas com maior número de nascidos vivos e que nascem por último (a partir do 14º leitão) obtiveram menor taxa de imunócrito, quando comparado com leitegadas menores. Isso pode ser explicado devido a produção de colostro ser independente do tamanho da leitegada (LE DIVIDICH *et al.*, 2004), sendo que quanto maior a leitegada, mais intensa é a competição dos leitões pelos tetos da fêmea, e a chance do leitão ingerir a quantidade ideal de colostro é reduzida.

As classes de peso dos leitões ao nascimento e às 24 h de vida não diferiram quanto à taxa de imunócrito. Apesar de leitões com baixo peso ao nascimento apresentarem maior dificuldade em ingerir o colostro (FRASER; RUSHEN, 1992), esse resultado pode ser

explicado devido ao correto manejo de assistência ao parto e cuidados com os leitões realizados na granja. Em contrapartida, leitões que obtiveram maior ganho de peso no primeiro dia de vida obtiveram maior taxa de imunócrito em relação àqueles que não ganharam peso, provavelmente devido a suficiente ingestão de colostro.

A taxa de imunócrito encontrada foi semelhante à relatada por Peters *et al.* (2015). Ambos os valores são considerados abaixo do relatado por Vallet *et al.* (2013) relacionado com alta chance de sobrevivência, em rebanho experimental. Além disso, não houve diferença entre leitões do sexo feminino e masculino, resultado igualmente observado por Vallet *et al.* (2015), demonstrando igual capacidade de leitões machos e fêmeas em mamarem o colostro.

4 CONCLUSÃO

A absorção de imunoglobulinas, pela taxa de imunócrito, diminui nos leitões que nascem em leitegadas numerosas, sendo menor a partir do nascimento do décimo quarto leitão. Além disso, maior taxa de imunócrito foi observada em leitões que apresentaram maior ganho de peso no primeiro dia de vida, indicando maior ingestão de colostro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica do imunócrito é um método relativamente novo na suinocultura tecnificada atual, sendo utilizada apenas experimentalmente e tendo poucos trabalhos publicados no meio acadêmico. A alta correlação da taxa de imunócrito com a quantidade de imunoglobulinas no soro dos leitões faz com que a técnica possa ser utilizada como uma ferramenta de auxílio na tomada de decisão quanto ao manejo a ser adotado na maternidade.

Além disso, os resultados obtidos no presente experimento reforçam a realidade da hiperprolificidade das fêmeas suínas das atuais genéticas em gerar um alto número de leitões por parto, visto que menores taxas de imunócrito diminuem com o aumento do número de nascidos vivos. Isto influencia na capacidade de ingestão de colostro pelos leitões e na transferência de imunoglobulinas da mãe para a leitegada igualmente, o que não acontece, sendo justificado pelas baixas taxas de imunócrito de leitões que ingeriram menor quantidade de colostro ou que foram os últimos ao nascer.

REFERÊNCIAS

- ARTHUR, J. R.; MCKENZIE, R. C.; BECKETT, G. J. Selenium in the immune system. **Journal of Nutrition**, Springfield, v. 133, n. 5, p. 1457S-1459S, May 2003. Suplemento 1.
- BEAULIEU, A. D. *et al.* Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 2767-2778, April 2010.
- BLAND, I.; ROOKE, J. A. Effects of sow, udder section and time on colostrums immunoglobulin G (IgG) concentration and piglet colostrum intake. *In: PROCEEDINGS OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE*, 1998, Scarborough. **Proceedings...**, Medlothian: British Society of Animal Science, p. 158, 1998.
- BLAND, I. M. *et al.* Appearance of immunoglobulin G in the plasma of piglets following intake of colostrum, with or without a delay in sucking. **Animal Science**, Cambridge, v.77, n. 2, p. 277-286, Oct. 2003.
- BOURNE, F. J.; CURTIS, J. The transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM from serum to colostrum and milk in the sow. **Immunology**, Langford, v. 24, n. 1, p. 157-162, Jan. 1973.
- BOURNE, F. J. *et al.* The immune requirements of the newborn pig and calf. **Annales de Recherches Veterinaires**, Paris, v. 9, n.2, p. 239- 244., Jan. 1978.
- CABRERA, R. A. *et al.* Influence of birth order, birth weight, colostrum and serum immunoglobulin G on neonatal piglet survival. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, London, v. 3, n. 1, p. 42, Dec. 2012.
- CURTIS, J.; BOURNE, F.J. Immunoglobulin quantitation in sow serum, colostrums and milk and the serum of young pigs. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 236, n. 1, p. 319- 332, April 1971.
- CYPRIANO, C. R. **Alternativas de manejos em leitões neonatos para melhorar o desempenho na fase lactacional**. 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)–Faculdade de Veterinária, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- DARRAGH, J.A.; MOUGHAN, P.J. The composition of colostrum and milk. *In: VERSTEGEN, M.W.A.; MOUGHAN, P.J.; SCHRAMA, J.W. (Ed.). The lactating sow*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 1998, p. 3-21.
- DECALUWÉ, R. *et al.* Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. **Livestock Science**, Auburn, v. 162, p. 185–192, April 2014.
- DECLERCK, I. *et al.* Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. **Livestock Science**, Auburn, v. 183, p. 48-53, Jan. 2016.
- DEVILLERS, N. *et al.* Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. **Animal Science**, Cambridge, v. 78, n. 2, p. 305-313, Apr. 2004.

DEVILLERS, N. *et al.* Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**, Cambridge, v. 1, n. 7, p. 1033-1041, Aug. 2007.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglets survival and immunity. **Animal**, Cambridge, v. 5, n. 10, p. 1605-1612, Aug. 2011.

DE VOS, M. *et al.* Review: nutritional interventions to prevent and rear low-birth weight piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 98, n. 4, p.609-619, Aug. 2014.

EKSTROM, G. M.; WESTRÖN, B. R. Chatepsin B and D activities in intestinal mucosa during postnatal development in pigs. Relation to intestinal uptake and transmission of macro molecules. **Biology on the Neonatale**, Basel, v. 59, n. 5, p. 314-321, 1991.

ESTIENNE, M. J. *et al.* Concentrations of leptin in serum and milk from lactating sows differing in body condition. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v. 19, n. 4, p. 275-280, Nov. 2000.

FARMER, C.; QUESNEL, H. Nutritional, hormonal and environmental effects on colostrums in sows. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 13, p. 56–65, April 2009.

FERRARI, C. V. *et al.* Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam v. 114, n. 3-4, p. 259-266, June 2014.

FOISNET, A. *et al.* Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1672-1683. May 2010a.

FOISNET, A. *et al.* Altrenogest treatment during late pregnancy did not reduce colostrum yield in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1684-1693. May 2010b.

FOISNET, A. *et al.* Farrowing induction induced transient alterations in prolactin concentrations and colostrum composition in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 10, p. 3048-3059, Oct. 2011.

FRASER, D.; RUSHEN, J. Colostrum intake by newborn piglets. **Canadian Journal of Animal Science**, Lennoxville, v. 72, p. 1-13, Mar. 1992.

FRENYÓ, V. L. *et al.* Changes in colostrum and serum IgG content in swine in relation to time. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 4, n. 4, p. 275-282. April 1981.

HARTMANN, P. E., BIRD, P. H.; HOLMES, M. A. Neonatal mortality: the influence of lactation on piglet survival. *In*: BARNETT, J. L.; HENNESSY, D. P., 1989, Werribee. **Manipulating Pig Production, 2**. Werribee: D.P. Australasian Pig Science Association, 1989, p. 116-121.

- HEMSWORTH, P.H.; WINFIELD, C.G.; MULLANEY, P.D. A study of the development of the teat order in piglets. **Applied Animal Ethology**, Ontario, v. 2, n. 3, p. 225-233, Aug. 1976.
- HENDRIX, W. F. *et al.* Porcine neonatal survival and serum gamma globulins. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 47, n. 6, p. 1281-1286, Dec. 1978.
- HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. **Livestock Production Science**, Roma, v. 78, n. 1, p. 25 - 45., Nov. 2002.
- HURLEY, W. L.; THEIL, P. K. Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk. **Nutrients**, Basel, v. 3, n. 4, p. 442-474. April 2011.
- HURLEY, W.L. Composition of sow colostrum and milk. *In*: FARMER, C (Ed.). **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p.193-229.
- HUSER, J. S. *et al.* Neonatal split suckling improves survival of small piglets. **Animal Production Science**, Roseworthy, v. 55, n. 12, p. 1477-1477, Nov. 2015.
- INOUE, T.; KITANO, K.; INOUE, K. Possible factors influencing immunoglobulin G concentration in swine colostrum. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 41, n. 7, p. 533-6. July 1980.
- KLOPFENSTEIN, C.; FARMER, C.; MARTINEAU, G-P. Diseases of the mammary glands. *In*: Diseases of Swine, 9., 2006. Ames.), **9th Diseases of Swine**. Ames: Straw, B.E.; Zimmerman, J.J.; D'Allaire, S.; Taylor, D.J., 2006, p. 57-86.
- KLOBASA, F.E.; BUTLER, J.E. Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 48, n. 2, p. 176-182, Feb. 1987.
- KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J.E. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5 p. 1458-1466. May 1987.
- LE DIVIDICH, J. *et al.* Effect of fat content in colostrum on voluntary colostrum intake and fat utilization in the newborn pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 3, p. 707-712. Mar. 1997.
- LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J. A.; HERPIN, P. Review: Nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.143, n. 6, p.469-485, Oct. 2005.
- LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J. Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. **Biology of the Neonate**, Basel, v. 40, n. 3-4, p. 167-174. 1981.

MELLOR, D. J.; COCKBURN, F. A comparison of energy metabolism in the new-born infant, piglet and lamb. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, Cambridge, v.71, n. 3, p. 361-379, July 1986.

MOREIRA, L. P. **Leitões de baixo peso ao nascimento: alternativas para garantir a sobrevivência, imunidade e bom desempenho na fase de maternidade**. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PINELLI-SAAVEDRA, A. Vitamin E in immunity and reproductive performance in pigs. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis, v. 43, n. 5, p. 397-408, Sep.-Oct. 2003.

PETERS, B. M. *et al.* Reference values for immunocrit ratios to assess maternal antibody uptake in 1-day-old piglets. **Journal of Swine Health and Production**, Ames, v. 24, n. 1, p.36-41, 2015.

PORTER, P. Transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM to lacteal secretions in the parturient sow and their absorption by the neonatal piglet. **Biochimica e Biophysica Acta**, Amsterdam v.181, n. 2 p. 381-392, July 1969.

QUESNEL, H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. **Animal**, Cambridge, v. 5, n. 10 p. 1546-1553, Aug. 2011a.

QUESNEL, H. Colostrum: roles in piglets performance and production by the sow. In: Simpósio Internacional de Suinocultura, 6., 2011, Porto Alegre. **Anais do VI Simpósio Internacional de Suinocultura**. Porto Alegre: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I., 2011b, p. 1-12.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, Auburn v. 146, n. 2-3, p. 105-114, Nov. 2012.

QUESNEL, H. *et al.* Sow influence on neonatal survival: a special focus on colostrum. In: PROCEEDINGS OF CONTROL OF PIG PRODUCTION, 9., 2013, Olsztyn. **Proceedings of Control of Pig Reproduction IX**. Olsztyn: Society for Reproduction and Fertility, 2013, p. 117-128.

ROTH, J. A.; THACKER, E. L. Immune System. In: STRAW, B. E.; ZIMMERMAN, J. J.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. **9th Diseases of Swine**. Ames: Iowa State University Press, 2006, p. 15–35.

ROOKE, J. A.; BLAND, I. M. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. **Livestock Production Science**, Auburn v.78, n. 1, p.13-23, Nov. 2002.

SALMON, H. *et al.* Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine. **Developmental and Comparative Immunology**, Tarrytown, v. 33, n. 3, p. 384-393, Mar. 2009.

SPICER, E. M. *et al.* Causes of preweaning mortality on a large intensive piggery. **Australian Veterinary Journal**, Oxford, v. 63, n.3, p.71-75, Mar. 1986.

THEIL, P. K. *et al.* Mechanistic model to predict colostrum intake based on deuterium oxide dilution technique and impact of gestation and lactation diets on piglet intake and sow yield of colostrum. **Journal of Animal Science**, Charlottetown, v. 92, n. 12, p. 5507-5519, Nov. 2014.

THEIL, P. K. Transition feeding of sows. In: FARMER, C. **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015, p. 147-172.

TIZARD, I. R. Imunidade do feto e no recém-nascido. In: TIZARD, I. R. **Imunologia veterinária: uma introdução**, 8. Elsevier: Rio de Janeiro, 2009. p. 231-246.

TIZARD, I.R. **Imunologia veterinária**, 7. Elsevier: Rio de Janeiro, 2008, 587 p.

VALLET, J. L.; MILES, J. R.; REMPEL, L. A. A simple novel measure of passive transfer of maternal immunoglobulin is predictive of preweaning mortality in piglets. **The Veterinary Journal**, London, v. 195, n. 1, p.91-97, July 2013.

VALLET, J. L. *et al.* Relationships between day one piglet serum immunoglobulin immunocrit and subsequent growth, puberty attainment, litter size, and lactation performance. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 93, n. 6, p. 2722–2729, June 2015.

WAGSTROM, E. A.; YOON, K. J.; ZIMMERMAN, J. J. Immune components in porcine mammary secretions. **Viral Immunology**, New York v. 13, n. 3, p. 383-397, 2000.

WESTRÖM, B. R. *et al.* Intestinal transmission of macromolecules (BSA and FITC-labelled dextrans) in the neonatal pig. Influence of age of piglet and molecular weight of markers. **Biology of the Neonate**, Basel, v. 46, n. 1, p. 20-26, 1984.

XU, R. J.; WANG, F.; ZHANG, S. H. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. **Livestock Production Science**, Auburn, v. 66, n. 2, p. 95–107, Oct. 2000.

XU, R. J. *et al.* Bioactive compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs. In: ZABIELSKI, R.; GREGORY, P.C.; WESTROM, B. (Ed.). **Biology of the intestine in Growing Animals**, Elseier: Amsterdam, 2002. p. 169-192.

ZHOU, Q. *et al.* Protease inhibitors in porcine colostrum: Potency assessment and initial characterization. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 16, n. 12 p. 1822-1829, Jan. 2003.