

# Concentração de imunoglobulina em colostro suíno por refratometria Brix\*

## Immunoglobulin concentration in sow colostrum by Brix refractometry

Tássila da Silva Lemos,\*\* João Pedro de Moura Vieira,\*\*\* Simone Perecmanis,\*\*\*\*  
Sheila Tavares Nascimento,\*\*\*\*\* Luci Sayori Murata\*\*\*\*\*

### Resumo

O objetivo do estudo foi estimar os níveis de IgG pela mensuração de Brix no colostro e comparar entre cada bloco de tetos da cadeia mamária e entre as diferentes ordens parto de fêmeas suínas comerciais. Amostras de colostro de 37 fêmeas suínas foram colhidas manualmente em até 3 horas após o parto e congeladas para análise posterior com a utilização do refratômetro de % Brix. A porcentagem Brix de 21%, que corresponde a 50 mg/mL (IgG/colostro), foi utilizada como valor de referência de qualidade para o colostro nesse estudo. Os resultados apresentaram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as ordens de parto, nas quais fêmeas primíparas obtiveram valores de Brix inferiores às fêmeas de ordens de parto mais avançadas e abaixo do valor de referência empregado no estudo. Na comparação entre as regiões dos tetos, foi identificado que os tetos da região inguinal possuíam qualidade de colostro inferior ( $p \leq 0,05$ ) tanto em relação ao valor de referência quanto comparado aos resultados obtidos nas demais regiões (cranial e abdominal), cujos valores foram considerados de boa qualidade. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na qualidade de colostro entre a cadeia mamária esquerda e direita. A utilização do refratômetro de Brix para o monitoramento da qualidade de colostro demonstrou ser um método eficiente, prático e de baixo custo que pode ser adotado pela suinocultura como método para avaliação da qualidade do colostro na propriedade.

*Palavras-chaves:* Imunoglobulina G, neonatos, ordem de parto.

### Abstract

The goal of this study was to estimate the levels of IgG antibodies by measuring the Brix value in colostrum; it was also to compare this value among each teats block of the mammary chain as well as among various parturition orders of commercial sows. The colostrum samples from 37 sows were manually collected up to three hours after parturition. Afterward, they were frozen for posterior analysis using a Brix (%) refractometer. The Brix percentage of 21%, which corresponds to 50 mg/mL (IgG/colostrum), was employed as the quality reference value for the colostrum of this study. The results displayed significant differences ( $p \leq 0,05$ ) among parturition orders, given that primiparous sows reached Brix values both lower than the sows of farthest orders of parturition and below the reference value followed in this study. In the comparison among the teats block regions, it was noted that the teats of the inguinal region had lower colostrum quality ( $p \leq 0,05$ ) both in relation to the reference value and to the ones obtained from the other regions (cranial and abdominal), whose values were regarded as of good quality. There was no significant difference ( $p > 0,05$ ) in the colostrum quality for the samples from the mammary chains of the left and the right sides. The Brix refractometer usage in monitoring the colostrum quality has proven to be an efficient, practical, and low-cost method, which can be incorporated into swine farming as a method of evaluating colostrum quality in the property.

*Keywords:* Immunoglobulin G, newborn, parturition order.

### Introdução

Em decorrência da não transferência de fatores imunes via placenta da fêmea suína, o colostro exerce função primordial ao realizar a transmissão passiva de imunoglobulinas maternas nos primeiros dias de vida. Logo, a principal forma de se evitar a mortalidade neonatal e de doenças na fase de maternidade é realizar um manejo adequado de colostro no início da vida do leitão (Quesnel et al., 2012). Além do papel imunológico, o

colostro é fonte de energia para a termorregulação e apresenta fatores de crescimento para o leitão (Cabrera et al., 2012; Miguel et al., 2021)

O colostro constitui a primeira secreção produzida pelas glândulas mamárias, possui as imunoglobulinas como as principais proteínas para o desempenho da função imune, sendo a imunoglobulina G (IgG) a de maior concentração (Craig et al., 2019). A IgG pode ser, também, considerada a imunoglobulina

\*Recebido em 13 de janeiro de 2022 e aceito em 22 de setembro de 2022.

\*\*Médica Veterinária autônoma.

\*\*\*Discente de Graduação em Medicina Veterinária – Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal – Brasil.

\*\*\*\*Docente da Universidade de Brasília (UnB); Brasília, Distrito Federal – Brasil. Autora para correspondência: mluci@unb.br.

\*\*\*\*\*Docente na Universidade Estadual de Maringá.

mais importante no colostro, visto que pode exercer as funções das demais, além de atuar ligando-se a antígenos e funcionando como anticorpo, promovendo, assim, a proteção do animal (Tizard, 2008).

Realizar a avaliação da qualidade do colostro pode melhorar o desempenho produtivo dos leitões (Hasan et al., 2016). Estudos têm utilizado a refratometria de Brix como um método rápido e prático para avaliação do colostro, cujos resultados são dados em porcentagem (%) (Quigley et al., 2012; Zobel et al., 2020; Schoos, et al., 2021). O refratômetro Brix mensura os níveis de sacarose em líquidos e quando utilizado em líquidos que não contêm sacarose, ocorre uma alta correlação entre a porcentagem de Brix e o teor de proteínas no colostro, que são, em sua maioria, IgG (Heinrichs, 2011; Morrill et al., 2012; Craig et al., 2019). Em estudo realizado por Quigley et al. (2012), foi encontrada associação entre os níveis de IgG usando a imunodifusão radial, método padrão de análise de IgG, e o refratômetro Brix, atribuindo ao valor de 21% Brix, que corresponde a 50 mg de IgG/mL de colostro, sendo o ponto de corte para a classificação de um colostro de boa qualidade. Na avaliação do colostro, correlaciona-se a porcentagem de Brix com a concentração de IgG. Assim, o refratômetro de grau Brix foi considerada uma técnica de fácil realização e de baixo custo, que determina a qualidade do colostro (Hasan et al., 2016).

O objetivo do estudo foi estimar os níveis de IgG, pela mensuração da escala Brix do colostro de fêmeas suínas no momento do parto, e comparar entre as diversas ordens de parto e entre os diferentes tetos da cadeia mamária.

## Materiais e Métodos

O estudo aprovado pelo Comitê de Ética do Uso Animal (CEUA) da Universidade de Brasília (UnB), protocolo n.º17/2018, foi realizado em granja comercial, localizada na cidade de Planaltina, no Distrito Federal, com matrizes suínas da linhagem comercial *DanBred*.

Foram coletadas amostras de colostro de 37 fêmeas, num universo de 80 fêmeas suínas parindo por dia na granja, provenientes de mesma linhagem genética, criadas em condições ambientais e nutricionais iguais (95% de nível de confiança e 5% de erro). A unidade experimental considerada foi o animal. As amostras de colostro foram colhidas individualmente de todos os tetos da cadeia mamária, no período compreendido entre o nascimento do primeiro leitão até 3 horas após o parto, por ordenha manual e espontânea e foram armazenadas em *ependorfs* individuais de 5 mililitros cada, devidamente identificados quanto a cadeia mamária e a localização do teto. Em seguida, as amostras foram agrupadas em sacos plásticos, tanto de acordo com a fêmea quanto ao seu grupo de ordem de parto e depois congeladas a -6°C para futura análise.

Para a avaliação das amostras de colostro, o descongelamento foi feito de forma gradativa, por 12 horas, em refrigeração a 5°C. A leitura foi feita em Refratômetro de grau Brix (%) digital (ATAGO PAL-1) (Figura 1), com variação de 0% a 53%, devidamente calibrado.

As medições foram realizadas em duplicata para todos os tetos das duas cadeias mamárias (direita e esquerda) das 37 fêmeas lactantes. A distribuição da amostra foi: seis fêmeas de OP 1, ou seja, primíparas; cinco fêmeas de OP 2, segundo parto; sete

fêmeas de OP 3, terceiro parto; quatro fêmeas de OP 4, quarto parto; quatro fêmeas de OP 5, quinto parto; cinco fêmeas de OP 6, sexto parto, e seis fêmeas de OP >6, acima do sexto parto; como exposto na Tabela 1. Devido às características intrínsecas da granja, houve a manutenção de fêmeas de OPs avançadas e de elevada produtividade no plantel, que foram consideradas no estudo como fêmeas com OP acima do sexto parto (OP>6).

**Figura 1:** Refratômetro de % grau Brix digital (ATAGO PAL-1), com variação de 0% a 53%



**Tabela 1:** Quantidade de fêmeas utilizadas nas diferentes ordens de parto (OP)

Ordem de Parto (OP)	Quantidade de Fêmeas
1	6
2	5
3	7
4	4
5	4
6	5
>6	6

Os tetos foram divididos em pares e classificados quanto a cadeia mamária a qual pertenciam (esquerda ou direita) e sua localização (cranial, abdominal e inguinal). As fêmeas de primeira ordem de parto (OP) utilizadas possuíam seis pares de tetos funcionais; fêmeas de ordem de parto 2, 3, 5 e >6, em geral, possuíam de seis a sete pares de tetos funcionais; e as fêmeas de OP 4 e 6 possuíam de sete a oito pares de tetos funcionais.

O equipamento refratômetro realiza a mensuração instantânea das concentrações de sólidos totais através do índice de refração e, para sua utilização, deve-se calibrá-lo em zero com água destilada para iniciar as leituras das amostras. A higienização do leitor foi realizada a fim de eliminar resíduos e possíveis erros de leitura entre uma amostra e outra. As leituras de porcentagem de Brix, com os resultados apresentados na tela digital, foram realizadas sempre pelo mesmo leitor e o resultado anotado em planilha. O valor de referência utilizado neste estudo para

o colostro foi de 21%, que compreende a 50mg de IgG/mL de colostro, correspondente ao estudo de Quigley et al. (2012).

Os resultados de grau Brix e os níveis estimados de IgG foram analisados por meio do procedimento GLM do SAS 9.0 e as comparações entre as médias foram realizadas por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### Resultados e Discussão

Valores médios obtidos da análise de grau Brix (% Brix) e níveis de IgG (mg/mL) estimados das amostras de colostros de suínas em diferentes ordens de parto (OP) estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Valores médios ( $\pm$  erro padrão da média) da porcentagem de Brix e níveis de IgG (mg/mL) do colostro obtidos de fêmeas suínas em diversas ordens de parto

Ordem de Parto (OP)	Brix (%)	IgG (mg/mL)
1	17,85 $\pm$ 0,83 <sup>c</sup>	41,87 $\pm$ 2,27 <sup>c</sup>
2	22,11 $\pm$ 0,91 <sup>b</sup>	51,41 $\pm$ 2,49 <sup>b</sup>
3	24,85 $\pm$ 0,77 <sup>ab</sup>	57,27 $\pm$ 2,10 <sup>ab</sup>
4	21,63 $\pm$ 0,91 <sup>b</sup>	50,03 $\pm$ 2,49 <sup>b</sup>
5	25,25 $\pm$ 1,02 <sup>ab</sup>	57,15 $\pm$ 2,79 <sup>ab</sup>
6	24,91 $\pm$ 0,83 <sup>ab</sup>	56,90 $\pm$ 2,27 <sup>ab</sup>
>6	27,26 $\pm$ 0,83 <sup>a</sup>	60,52 $\pm$ 2,27 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ).

Comparando-se os valores de porcentagem Brix obtidos entre as variadas OPs, observou-se diferenças significativas entre os grupos ( $p \leq 0,05$ ). As fêmeas de OP 1 apresentaram resultados abaixo dos níveis observados nas demais ordens de parto e abaixo do valor de referência de qualidade de colostro utilizado no trabalho, com valor de 17,85% Brix, que corresponde a níveis de IgG de 41,87 mg/mL. Os dados encontrados no estudo confirmam os achados de Cabrera et al. (2012) e Miguel et al. (2021) que identificaram que as fêmeas de primeira ordem de parto apresentaram menor concentração de imunoglobulinas em relação às as fêmeas multíparas, principalmente, em decorrência da menor quantidade de tecido mamário e do menor desenvolvimento das fêmeas primíparas.

As porcentagens de Brix observadas em fêmeas de OP 2 e 3 foram maiores que as de OP 1, sendo 22,11% (51,41 mg/mL) e 24,85% (57,27mg/mL), respectivamente, superando o valor de referência de qualidade do colostro de 21% (50 mg de IgG/mL) (Quigley et al., 2012). Em pesquisa brasileira, Alonso et al. (2012) observaram que as fêmeas de segunda a quarta ordem de parto possuíam maiores concentrações de imunoglobulinas que fêmeas primíparas, através da análise de IgG no soro sanguíneo de seus leitões, sendo os valores avaliados de 38,30 mg/mL para primíparas, 52,93 mg/mL para as de segunda a quarta ordem. Foi constatado, também, que fêmeas primíparas produzem menor quantidade de colostro e leite que as de OP mais avançadas, os autores relatam que tal cenário se dá pelo fato do desenvolvimento incompleto das glândulas mamárias

(Alonso et al., 2012). Em estudo realizado por Machado Neto et al. (2001), maiores concentrações de IgG no colostro foram identificadas em porcas de OP mais avançadas, alcançando valores de até 85,56 mg/mL em fêmeas de OP 4, enquanto que o valor obtido em primíparas foi de 49,98 mg/mL, esta diferença pode ser atribuída à idade das fêmeas e à exposição aos antígenos durante suas vidas. Tais hipóteses corroboram com o relatado por Miguel et al. (2021), que incluíram o desenvolvimento do organismo e de seu sistema reprodutor como outros fatores para esta diferença.

No estudo, as fêmeas de OP 4, mesmo com valores superiores aos de OP 1, sofreram redução quando comparada aos resultados obtidos pelas matrizes de OP 2 e 3, apresentando valor de 21,63% (50,03 mg/mL). Esse decréscimo pode ser visualizado no Gráfico 1.

**Gráfico 1:** Valores médios obtidos de Brix (%) de colostro em função do número de Ordem de Parto (OP)



As médias obtidas pelas fêmeas de OP4 podem ter sido reduzidas, devido ao fato de um número isolado de fêmeas terem apresentado níveis de imunoglobulinas no colostro abaixo do esperado, promovendo a queda nos resultados observados nesse grupo, o que confirma as descrições de Hasan et al. (2016) e Klobasa e Butler (1987). Ambos relataram que pode haver considerável variação da concentração de IgG em porcas de mesmo grupo de paridade, além de que, a qualidade do colostro pode estar diretamente correlacionada com fatores influenciadores como características de ninhada, nutrição, fatores endócrinos e fatores ambientais (Farmer e Quesnel, 2009), até mesmo presença de leitões natimortos (Quesnel, 2011).

A média dos níveis obtidos de fêmeas de OP 5 e 6 apresentaram seus valores acima do considerado padrão, 25,25% (57,15 mg/mL) e 24,91% (56,90 mg/mL), respectivamente, ambos superiores ao valor de referência proposto no estudo (Quigley et al., 2012)

Fêmeas de OP>6, apresentaram concentrações de IgG de 27,26% (60,52 mg/mL), valor acima das obtidas pelas demais OPs, o que indicou elevada qualidade do colostro nesse grupo de acordo com ao valor de referência de 21% (50 mg de IgG/mL) (Quigley et al., 2012). No entanto, não é possível afirmar que o avanço da ordem de parto das fêmeas que compõem esse grupo seja um fator influenciador no aumento da concentração de IgG. Estudos apontam que os níveis de IgG são maiores em porcas multíparas com ordem de parto mais avançadas do que porcas mais jovens (Cabrera et al., 2012; Miguel et al.,

2021). Porém, Balzani et al. (2015) e Hasan et al. (2016) não verificaram efeito da OP sobre a concentração de IgG no colostro de fêmeas suínas.

O método da refratometria Brix tem sido aceito como método para avaliar a qualidade do colostro durante o parto e nas primeiras horas após o parto, quando se espera o pico dos níveis de IgG. Resultados, obtidos por Hasan et al. (2016), demonstraram existir uma correlação entre os métodos de análise de IgG em ELISA e Brix (%) e, assim, pôde relacionar o colostro quanto a sua qualidade. Tal trabalho possibilitou a classificação do colostro de acordo com sua qualidade em baixa, limítrofe ou boa (Tabela 3). Com base nessa categorização, o colostro das fêmeas de OP1, analisadas nesse trabalho, foram classificadas como de baixa qualidade; já os colostros das fêmeas de OP2, OP3, OP4 e OP 6 foram classificadas como colostro de qualidade limítrofe e o colostro de fêmeas de OP5 e OP>6 como de boa qualidade.

**Tabela 3:** Classificação de qualidade do colostro de acordo com os níveis de IgG (mg/mL de colostro) obtidos em teste de ELISA e Brix (%)

Qualidade do Colostro	Níveis de IgG (mg/mL ± erro padrão médio)	Brix (%)
Baixa	14,5±1,8	<20
Limítrofe	43,8±2,3	20 a 24
Boa	50,7±2,1	25 a 29
Excelente	78,6 ± 8,4	>30

Fonte: adaptado de Hasan et al. (2016)

Na avaliação e comparação da qualidade do colostro entre as cadeias mamárias direita e esquerda não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ ), com médias respectivamente de 23,19±0,47 (54,43±1,28 mg/mL) e 23,63±0,47 (52,76±1,28 mg/mL). Quanto ao monitoramento da variação de qualidade de colostro entre as regiões dos tetos analisadas, pôde-se verificar diferença ( $p\leq 0,05$ ) na porcentagem Brix dos tetos da região inguinal, que obtiveram valores de 16,71% (30,97±1,11 mg/mL), abaixo dos níveis de 27,46% (61,82±0,78 mg/mL) e 26,09% (62,11±0,78 mg/mL) registrados nos tetos de região cranial e abdominal, respectivamente (Tabela 4). Durante a fase de coleta das amostras, foi observado que os tetos mais próximos a porção caudal da fêmea ejetavam leite com menor pressão durante a ordenha manual em relação aos demais tetos, além de possuírem menor massa glandular.

As regiões craniais e abdominais dos tetos possuem concentração de imunoglobulinas maior que nos tetos inguinais, sugerindo que leitões que elegem os tetos anteriores tendem a ingerir um colostro de melhor qualidade, independente se estejam na glândula mamária esquerda ou direita.

## Referências

ALONSO, V.; ROCCO, V.V.B.; GALDEANO, J.V.B.; SANTANA, R.S.; MOLERO, A.H.T.; OLIVEIRA, M.C. Amamentação parcelada em função da ordem de parto de porcas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n. 1, p.221-224, 2012.

**Tabela 4:** Valores médios (+ erro padrão da média) Brix (%) e níveis de IgG (mg/mL) obtidos de tetos das regiões craniais, abdominais e inguinais de fêmeas suínas

Região	Brix (%)	IgG (mg/mL)
Cranial	27,46±0,75 <sup>a</sup>	61,82±0,78 <sup>a</sup>
Abdominal	26,09±0,75 <sup>a</sup>	62,11±0,78 <sup>a</sup>
Inguinal	16,71±1,06 <sup>b</sup>	30,97±1,11 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ( $p\leq 0,05$ )

Em estudos sobre a diferença da composição das proteínas do colostro e leite dos tetos anteriores e posteriores de fêmeas suínas, relatou-se que nos tetos anteriores a quantidade de proteínas era maior que nos tetos posteriores, bem como quantidade de imunoglobulinas no colostro, concluindo que tais diferenças entre os tetos influenciavam no crescimento dos leitões (Wu et al., 2010). Farmer e Quesnel (2009) concluíram que em relação à posição dos tetos houve declínio na concentração de imunoglobulinas a partir do teto anterior para o posterior. Já em pesquisas seguintes, utilizando a cateterização de artérias e veias que irrigam o parênquima mamário para avaliar a capacidade de absorção de nutrientes pelas glândulas mamárias, observou-se que na porção anterior das glândulas das fêmeas suínas se concentra a maior parte dos nutrientes absorvidos pela irrigação sanguínea em comparação com a porção posterior (Farmer et al., 2015). Fatores como estágio de lactação e estímulo do teto ocasionado pela sucção, provocada pelo leitão durante a mamada, foram considerados importantes para a diferença na absorção de nutrientes entre as porções de tetos, considerando que os tetos das regiões torácicas e abdominais eram eleitos por leitões maiores, portanto possuíam maior capacidade de sucção, estimulando com maior eficiência o teto (Farmer et al., 2008). Outro fator observado por Farmer et al. (2015) foi a involução do parênquima mamário no período pós-lactacional, que ocorreu primeiramente nos tetos inguinais e posteriormente nos tetos torácicos e abdominais.

## Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que tanto a ordem de parto das fêmeas quanto a localização dos tetos podem influenciar a qualidade do colostro.

O uso do Refratômetro de Brix é um método eficiente, prático e de baixo custo que pode ser adotado pelas granjas produtoras de suínos para avaliar a qualidade do colostro na propriedade. Portanto, é recomendável que os produtores monitorem o colostro de suas matrizes para avaliar a possibilidade de descarte e aquisição de novas fêmeas, além de promover um banco de colostro em sua propriedade com a coleta de colostro dos tetos da região cranial e abdominal de fêmeas com OP avançados.

BALZANI, A.; CORDELL, H.J.; EDWARDS, S.A. Evaluation of an on-farm method to assess colostrum IgG content in sows. *Animal*, v.10, n.4, p. 646-648, 2015.

CABRERA, R.A.; LIN, X.; CAMPBELL, J.M.; MOESER, A.J.; ODLE, J. Influence of birth order, birth weight, colostrum and serum immunoglobulin G on neonatal piglet survival. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.3, n.42, p.1-10, 2012.

- CRAIG, J.R.; DUNSHEA, F.R.; COTTRELL, J.J.; WIJESIRIWARDANA, U.A.; PLUSKE, J.R. Primiparous and multiparous sows have largely similar colostrum and milk composition profiles throughout lactation. *Animals*, v.9, n.35, 2019.
- FARMER, C.; TROTTIER, N.L.; DOURMAD, J.Y. Review: Current knowledge on mammary blood flow, mammary uptake of energetic precursors and their effects on sow milk yield. *Canadian Journal of Animal Science*, v.88, p.195-204, 2008.
- FARMER, C.; QUESNEL, H. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *Journal of Animal Science*, v.87, p.56-64, 2009.
- FARMER, C.; TROTTIER, N.L.; DOURMAD, J.Y. Mammary blood flow and nutrient uptake. Chantal Farmer (ed.) *The gestating and lactating sow*. Wageningen Academic Publishers, 2015.
- HASAN, S.M.K.; JUNNIKALA, S.; VALROS, A.; PELTONIEMI, O.; OLIVIERO, C. Validation of Brix refractometer to estimate colostrum immunoglobulin G content and composition in the sow. *Animal*, v.10, n.10, p.1728-1733, 2016.
- HEINRICHS, J., JONES, C. *Colostrum Management Tools: Hydrometers and Refractometers*. Penn State Extension, 2011.
- KLOBASA, F.; BUTLER, J. 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*, n.48, v. 2, p.176-182, 1987.
- MACHADO NETO, R.; PACKER, I.U.; MENTEN, J.F. Efeito da raça, dieta, época e ordem de parição na concentração de Imunoglobulinas G no colostro de suínos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, n.10, p. 1295-1299, 2001.
- MIGUEL, J.; MITJANA, O.; TEJEDOR, M.T.; MARTÍNEZ, A.; FALCETO, M.V. Supplementing colostrum from multiparous sows: effects on performance and health in piglets from gilts in farm conditions. *Animals*, v. 11, n. 2563, p. 1-16, 2021.
- MORRIL, K.M; CONRAD, E.; POLO, J.; LAGO, A.; CAMPBELL, J.; QUIGLEY, J.; TYLER, H. Estimate of colostrum immunoglobulin G concentration using refractometry without or with caprylic acid fractionation. *Journal of Dairy Science*, v.95, n.7, p.3987-3996, 2012.
- QUESNEL H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal*, v.5, n.10, p.1546-1553, 2011.
- QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, v.146, p.105-114, 2012.
- QUIGLEY, J.D.; LAGO, A.; CHAPMAN, C.; ERICKSON, P; POLO, J. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum *Journal of Dairy Science*, v.96, p.1148-1155, 2012
- SCHOOS, A.; DE SPIEGELAERE, W.; COOLS, A.; PARDON, B.; VAN AUDENHOVE, E.; BERNAERDT, E.; JANSSENS, G.P.J.; MAES, D. Evaluation of the agreement between Brix refractometry and serum immunoglobulin concentration in neonatal piglets. *Animal*, v.15, p.1-8, 2021.
- TIZARD, I.R. *Imunologia veterinária*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, p.587.
- WU, W. Z.; WANG, X. Q.; WU, G. Y.; KIM, S. W.; CHEN, F.; WANG, J. J. Differential composition of proteomes in sow colostrum and milk from anterior and posterior mammary glands. *Journal of Animal Science*, v.88, n.8, p.2657-2664, 2010.
- ZOBEL, G.; RODRIGUEZ-SANCHEZ, R.; HEA, S.Y.; WEATHERALL, A.; SARGENT, R. Validation of Brix refractometers and a hydrometer for measuring the quality of caprine colostrum. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 10, p.9277-9289, 2020.