

**Avaliação dos níveis de vitamina D3 e progesterona sob o comportamento alimentar de vacas leiteiras no pós-parto recente**

**Evaluation of vitamin D3 and progesterone levels under the feeding behavior of dairy cows in the recent postpartum period**

DOI:10.34117/bjdv8n9-163

Recebimento dos originais: 16/08/2022

Aceitação para publicação: 16/09/2022

**Thais Casarin da Silva**

Doutora em Ciências

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: S/N, CEP: 96160-000, Capão do Leão - RS

E-mail: thais\_casarin@hotmail.com

**Uriel Secco Londero**

Doutor em Ciências

Universidade Federal de Pelotas

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: S/N, CEP: 96160-000, Capão do Leão - RS

E-mail: uriel\_londero@hotmail.com

**Cássio Cassal Brauner**

Médico Veterinário

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: S/N, CEP: 96160-000, Capão do Leão - RS

E-mail: cassiocb@gmail.com

**Josiane de Oliveira Feijó**

Doutora em Ciências

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: S/N, CEP: 96160-000, Capão do Leão - RS

E-mail: josianeofeijo@gmail.com

**Francisco Augusto Burkert Del Pino**

Farmacêutico e Bioquímico

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: S/N, CEP: 96160-000, Capão do Leão - RS

E-mail: fabdelpino@gmail.com

**Marcio Nunes Corrêa**

Médico Veterinário

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: S/N, CEP: 96160-000, Capão do Leão - RS

E-mail: marcio.nunescorreia@gmail.com

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a influência da Progesterona (P4) e 25-hidroxitamina D (VitD3) plasmática sobre o comportamento alimentar de vacas leiteiras durante a primeira semana pós-parto. Foram utilizadas 41 vacas da raça Holandês, multíparas, ECC de 3,0 a 3,5, de 2 a 4 lactações. Durante os dias 0 (dia do parto), 1, 2, 3 e 7 pós-parto foram mensurados o consumo, tempo de consumo, número de visitas ao cocho com e sem consumo, através dos alimentadores automáticos (Intergado®) e o tempo de ruminação, atividade e ócio a partir das coleiras inteligentes do tipo “C-TECH” (Cowmed Assistant®). Além disso, foram realizadas coletas sanguíneas nos mesmos dias para análise de VitD3, P4, glicose e ácidos graxos livres. A produção de colostro foi registrada até 7 dias pós-parto e a produção de leite foi registrada até 60 dias pós-parto através do software (DELPRO® Windows, DeLaval, MG, Brasil). No dia 0, os animais foram categorizados a partir dos níveis de VitD3, sendo que os animais que apresentaram níveis de VitD3 > 60ng/mL, foram alocados no grupo ALTAD3 (n=18), abaixo deste valor, foram direcionadas para o grupo MODERADAD3 (35 e 60ng/mL; n= 23). Os mesmos animais também foram categorizados em relação aos níveis de P4, sendo os que apresentaram concentrações de P4 > 0,70ng/mL foram alocados no grupo MAIORP4 (n=24) e abaixo deste valor (0,20 e 0,70ng/mL; n=17), no grupo MENORP4. Os grupos foram analisados separadamente entre ALTAD3 e MODERADAD3 e entre MENORP4 e MAIORP4. O grupo MENORP4 apresentou maior produção de colostro ( $30,03 \pm 1,08$ ;  $P = 0,03$ ) e leite ( $44,95 \pm 0,40$ ;  $P = 0,02$ ), maior número de visitas aos cochos com consumo ( $38,17 \pm 1,55$ ;  $P = 0,001$ ) e tempo de ruminação ( $619,87 \pm 18,49$ ;  $P = 0,001$ ) em comparação ao grupo MAIORP4. Além disso, o grupo ALTAD3 apresentou menor número de visitas aos cochos com ( $31,03 \pm 1,72$ ;  $P = 0,001$ ) e sem ( $18,01 \pm 1,73$ ;  $P = 0,001$ ) consumo do que os animais do grupo MODERADAD3. Houve correlação negativa entre os níveis de P4 e o tempo de ruminação nos grupos MENORP4 ( $r = -0,71$ ;  $P = 0,01$ ), ALTAD3 ( $r = -0,55$ ;  $P = 0,03$ ) e MODERADAD3 ( $r = -0,38$ ;  $P = 0,01$ ). A partir deste estudo, foi possível concluir, que os animais do grupo MENORP4 apresentaram maior produção de colostro e leite, número de visitas aos cochos com consumo e tempo de ruminação do que vacas do grupo MAIORP4. Já os animais do grupo ALTAD3 apresentaram menor número de visitas aos cochos com e sem consumo do que os animais do grupo MODERADAD3. Analisar os níveis P4 e VitD3, no dia do parto de vacas leiteiras, pode auxiliar no aperfeiçoamento do manejo das propriedades, pois, podem ter influência sob o comportamento alimentar e produção dos animais.

**Palavras-chave:** pós-parto, hormônios, produção de colostro, produção de leite, coleiras automáticas, alimentadores automáticos.

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the influence between plasma progesterone (P4) and 25-hydroxyvitamin D (VitD3) on the feeding behavior of dairy cows during the first postpartum week. Forty-one Holstein cows, multiparous, ECC from 3.0 to 3.5, from 2 to 4 lactations were used. During days 0 (day of calving), 1, 2, 3 and 7 postpartum, consumption, consumption time, number of visits to the trough with and without consumption were measured through the feeders (Intergado®) and rumination, activity and leisure time from smart collars of the “C-TECH” type (Cowmed Assistant®). In addition, blood samples were collected on the same days for analysis of VitD3, P4, glucose and free fatty acids. Colostrum production was recorded up to 7 days postpartum and milk production was recorded up to 60 days postpartum using the software

(DELPRO® Windows, DeLaval, MG, Brazil). On day 0, the animals were categorized based on their VitD3 levels, and the animals that had VitD3 levels  $> 60\text{ng/mL}$  were allocated to the ALTAD3 group ( $n=18$ ), below this value, they were assigned to the MODERADAD3 group. ( $35$  and  $60\text{ng/mL}$ ;  $n=23$ ). The same animals were also categorized in relation to P4 levels, and those with P4 concentrations  $> 0.70\text{ng/mL}$  were allocated to the MAIORP4 group ( $n=24$ ) and below this value ( $0.20$  and  $0.70\text{ng/mL}$ ;  $n=17$ ), in the MENORP4 group. The groups were analyzed separately between ALTAD3 and MODERADAD3 and between MENORP4 and MAIORP4. The MENORP4 group had higher production of colostrum ( $30.03 \pm 1.08$ ;  $P = 0.03$ ) and milk ( $44.95 \pm 0.40$ ;  $P = 0.02$ ), greater number of visits to troughs with Consumption ( $38.17 \pm 1.55$ ;  $P = 0.001$ ) and rumination time ( $619.87 \pm 18.49$ ;  $P = 0.001$ ) compared to the MAIORP4 group. In addition, the ALTAD3 group had fewer visits to the troughs with ( $31.03 \pm 1.72$ ;  $P = 0.001$ ) and without ( $18.01 \pm 1.73$ ;  $P = 0.001$ ) consumption than the animals in the MODERADAD3 group. There was a negative correlation between P4 levels and rumination time in the MENORP4 ( $r = -0.71$ ;  $P = 0.01$ ), ALTAD3 ( $r = -0.55$ ;  $P = 0.03$ ) and MODERATED3 ( $r = -0.38$ ;  $P = 0.01$ ). From this study, it was possible to conclude that the animals of the MENORP4 group had higher colostrum and milk production, number of visits to the troughs with consumption and rumination time than cows of the MAIORP4 group. On the other hand, the animals in the ALTAD3 group had a lower number of visits to the troughs with and without consumption than the animals in the MODERADAD3 group. Analyzing the P4 and VitD3 levels on the day of calving of dairy cows can help improve the management of the properties, as they can influence the feeding behavior and production of the animals.

**Keywords:** postpartum, hormones, colostrum production, milk production, automatic neck collar, automatic feeder.

## 1 INTRODUÇÃO

A vaca leiteira, durante a primeira semana pós-parto, não ingere a quantidade de alimento necessário para suprir a sua alta demanda de energia, podendo entrar em balanço energético negativo (BEN) (Coppock et al., 1974) e ocorrer queda nos níveis de importantes metabolitos, como a glicose, insulina e VitD3, que são indispensáveis para a saúde e produção dos animais (Horst et al., 2003; de Koster e Opsomer, 2013). Neste período, normalmente, ocorrem mudanças de dieta e lote (Johnson e Vanjonack, 1976; Tomich et al., 2015), desmame do bezerro (Johnsen et al., 2015) e redução drástica dos níveis de P4 oriundos da placenta (Villa-Godoy et al., 1988), que geram estresse aos animais (Lucy, 2019).

O comportamento alimentar de vacas leiteiras, pode ser afetado pelo eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA) que é ativado pelo estresse, principalmente no início da lactação, aumentando a síntese de cortisol (Digiacomo et al., 2018). Acredita-se, que também ocorra maior liberação de P4 pelo córtex adrenal, neste período (Yoshida; Nakao,

2005), para suprimir as respostas do eixo HPA ao estresse (Biggio et al., 2014), minimizando as alterações metabólicas que desestabilizam o organismo (Lucy, 2019; O'driscoll et al., 2006). O comportamento alimentar geralmente, é expresso pelo tempo gasto com consumo, ruminação, atividade e ócio. Esses parâmetros são utilizados para detecção precoce de distúrbios clínicos e subclínicos que interferem na saúde e produção dos animais, resultando em prejuízos econômicos ao produtor (Stivanin et al., 2021).

No pós-parto recente, o comportamento alimentar e o metabolismo de vacas leiteiras, podem ser afetados por diferentes hormônios. A VitD3 é essencial para manter a homeostase do cálcio, fósforo, produção de leite, além de potencializar o sistema imune (Eder e Grundmann, 2022). Assim como a P4 esta ligada à eficiência reprodutiva (Kim et al., 2020) e defesa imunológica uterina pós-parto (Cui et al., 2020). Entretanto, sabe-se que a ação destes hormônios é complexa e interfere em todo metabolismo animal. Segundo Monastra et al., (2018), a P4 e a forma ativa da VitD3 possuem funções e estruturas semelhantes e alguns trabalhos sugerem, que um hormônio pode influenciar nos níveis do outro (Parikh et al., 2010a; Merhi et al., 2014; Monastra et al., 2018). Em bovinos, pouco se sabe sobre a relação entre esses dois hormônios e a influência deles no comportamento alimentar. Com isso, o objetivo deste estudo, foi investigar a influência entre VitD3 e P4 com o comportamento alimentar, em vacas leiteiras durante a primeira semana pós-parto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ANIMAIS E MANEJO

Todos os procedimentos realizados neste estudo, foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimento Animal da Universidade Federal de Pelotas (55072-2019). O experimento aconteceu entre junho e outubro de 2020, em uma fazenda leiteira do sul do Rio Grande do Sul, Brasil (-32.24467, -52.49268). Foram utilizadas 41 vacas da raça Holandês, com ECC entre 3,0 a 3,5, multíparas, de duas a quatro lactações, confinadas em um Sistema *Compost Barn*. As vacas eram ordenhadas duas vezes ao dia às 09:00 e 19:00 horas, tendo água e ração totalmente misturada (TMR) à vontade (Tabela 1). A dieta foi formulada para atender às necessidades nutricionais de vacas da raça Holandês no pós-parto recente (NRC, 2001).

Tabela 1: Porcentagem dos ingredientes da dieta (%) de vacas leiteiras da raça Holandês durante pós-parto.

<b>Ingredientes, matéria verde</b>	<b>Kg/animal/dia</b>
Concentrado	14,00
Silagem de milho	37,00
Pré-secado de azevém	4,00
Água	2,00
<b>Total</b>	<b>57,00</b>
<b>Nutrientes, matéria seca (MS)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Matéria seca %	49,12
Proteína ajustada %	16,36
Proteína bruta dietética (PB) % MS	31,45
Proteína degradável % de MS	66,29
Proteína não degradável % de MS	33,71
Histidina g/kg	2,39
Metionina g/kg	2,50
Lisina g/kg	6,90
Fenilalanina g/kg	4,62
Aminoácidos g/kg	55,03
Nutrientes digestíveis totais %	73,48
Fibra de detergente ácido %	19,45
Fibra de detergente neutro %	36,20
<b>Vitaminas (MS)</b>	
Vitamina D <sub>2</sub>	1,20 IU/g
Vitamina A	4,80 IU/g
Vitamina E	30,19 IU/kg

## 2.2 CATEGORIZAÇÃO DOS ANIMAIS

Os animais foram acompanhados do dia do parto (dia 0) até sete dias pós-parto, sendo categorizados em relação aos níveis de VitD3 e P4 no dia 0. Em relação aos níveis de VitD3 os animais foram divididos em 2 grupos: ALTAD3 (n= 18), vacas com níveis de VitD3 > 60ng/mL e MODERADAD3 (n= 23), com níveis entre 35 e 60ng/mL. Segundo o NRC, (2001), recomenda-se que vacas leiteiras mantenham os níveis sanguíneos entre 20 e 50ng/mL. Portanto, neste estudo, os níveis de VitD3 foram considerados altos > 60ng/mL.

Já em relação aos níveis de P4, os mesmos animais foram divididos em 2 grupos: MAIORP4 (n= 24), níveis de P4 > 0,70ng/mL e MENORP4 (n= 17), níveis entre 0,20 e 0,70ng/mL. Foram considerados os resultados do trabalho de Smith et al. (1973), no qual a média do nível fisiológico das vacas era 0,60ng/ml de P4 do dia do parto até nove dias pós-parto.

Os grupos foram analisados separadamente, entre ALTAD3 e MODERADAD3; MENORP4 e MAIORP4.

### 2.3 AVALIAÇÃO DO CONSUMO E COMPORTAMENTO ALIMENTAR

Durante os primeiros sete dias pós-parto, por um período de 24 horas, de forma automática e individualizada, a quantidade de consumo, tempo de consumo (min/dia), visitas ao cocho com e sem consumo (nº/dia) foram mensurados pela utilização de alimentadores automáticos (Intergado®). E o tempo de ruminação, atividade e ócio (min/dia), foram coletados através da utilização de coleiras inteligentes do tipo “C-TECH” (Cowmed Assistant®).

### 2.4 COLETAS E ANÁLISES

A produção de colostro foi registrada durante os primeiros 7 dias pós-parto e a produção de leite do dia 8 até 60 dias após o parto através do software (DELPRO® Windows, DeLaval, MG, Brasil). As coletas de sangue foram realizadas no dia do parto (dia 0) e nos dias 1, 2, 3, e 7 após o parto através de punção da veia coccígea, utilizando sistema *Vacutainer* (BD *diagnostics*, SP, Brasil), sempre pela manhã, logo após a ordenha. As amostras de sangue foram coletadas em dois tubos: um com fluoreto de sódio (4mL *Vacuplast*® - Zhejiang, China) para obtenção de plasma para avaliar os níveis de glicose; e outro com sílica (ativador de coágulo) (10mL *Vacuplast*® - Shandong, China) para obtenção do soro para avaliar P4, ácidos graxos livres (AGL) e VitD3 (somente essa não teve a avaliação no dia 7).

Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas a 1800 x g, durante 15 minutos. O soro foi transferido para tubos de eppendorf, identificados e armazenados a -20°C até a realização das análises. A análise de glicose foi realizada através dos reagentes da Labtest (Labtest®, Lagoa Santa, MG, Brasil) e de AGL através dos reagentes da Randox (Randox Brasil LTDA®, Brasil) com auxílio de um analisador bioquímico automático Labmax Pleno (Labtest®, MG, Brasil). As análises de P4 e VitD3 foram realizadas pelo laboratório Pasin - Análises Clínicas, de Santa Maria, RS, utilizando a metodologia quimiluminescência *Cobas Modular Analytics E170*.

### 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram analisados no programa estatístico JMP 14 (SAS Institute Inc., Cary, EUA, 2016), utilizando PROC MIXED, para avaliar grupo, dia e a interação entre eles, pelo método ANOVA com avaliação pós-hoc de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ), sendo que a estrutura de covariância utilizada foi a que obteve menor valor no critério de informação Bayesiano. Todas as variáveis foram analisadas quanto sua normalidade

utilizando o método Shapiro-Wilk e apresentaram distribuição normal. Também foi feita análise de Correlações de Pearson entre as variáveis P4, VitD3, colostro, consumo, tempo de consumo, tempo de ruminação, visitas aos cochos com e sem consumo, atividade, ócio, glicose e AGL. Foram considerados significativos os valores de  $P < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

Observou-se que no grupo MENORP4 as médias de produção de colostro ( $30,03 \pm 1,08$ ; Figura 1) e leite ( $44,95 \pm 0,40$ ; Figura 2), tempo de ruminação ( $619,87 \pm 18,49$ ; Figura 3) e número de visitas aos cochos com consumo ( $38,17 \pm 1,55$ ; Figura 4), foram maiores ( $P = 0,03$ ;  $P = 0,001$ ;  $P = 0,001$ ;  $P = 0,001$  respectivamente) do que os animais do grupo MAIORP4. As demais variáveis: consumo, tempo de consumo, número de visitas aos cochos sem consumo, tempo de ócio e atividade, níveis de P4, VitD3, glicose e AGL não apresentaram diferença significativa entre estes grupos (Tabela 2).

Figura 1: Produção de colostro do dia do parto (dia 0) até 7 dias pós-parto de vacas leiteiras da raça Holandês que foram categorizadas em relação ao nível de P4 sanguíneo no dia 0. Os animais que apresentaram níveis de P4  $> 0,70 \text{ ng/mL}$  constituíram o grupo MAIORP4 ( $n=24$ ) e entre  $0,20$  a  $0,70 \text{ ng/mL}$ , o grupo MENORP4 ( $n=17$ ).

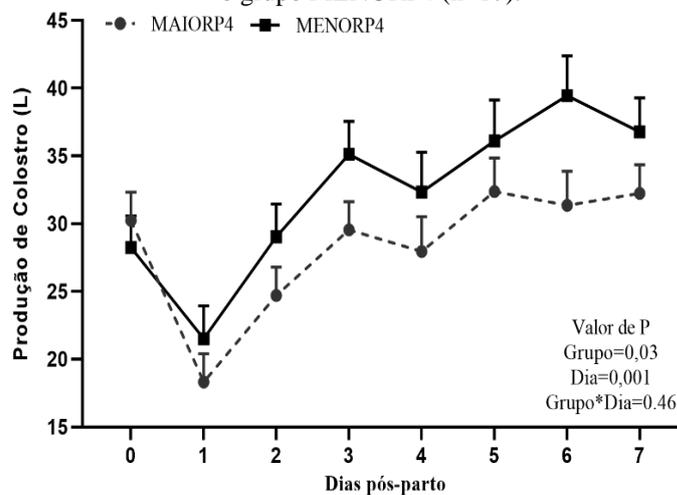


Figura 2: Produção de leite do dia 8 ao 60 pós-parto de vacas leiteiras da raça Holandês que foram categorizadas em relação ao nível de P4 sanguíneo no dia do parto (dia 0). Os animais que apresentaram níveis de P4 >0,70ng/mL constituíram o grupo MAIORP4 (n=24) e entre 0,20 a 0,70ng/mL, o grupo MENORP4 (n=17).

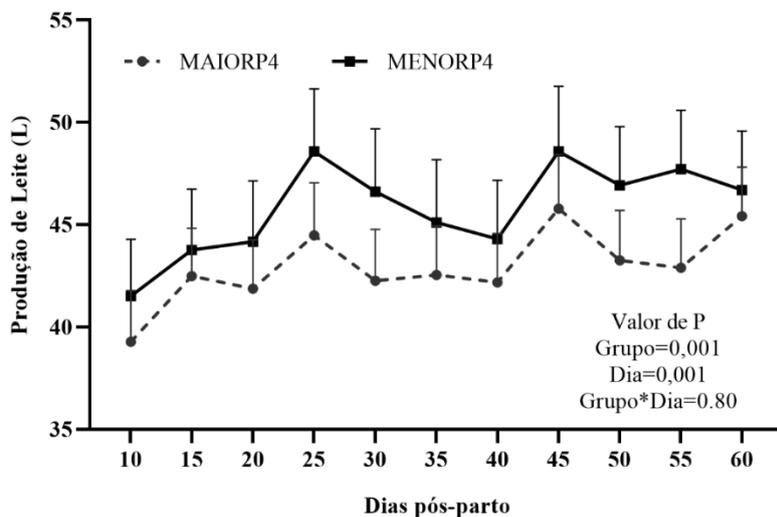
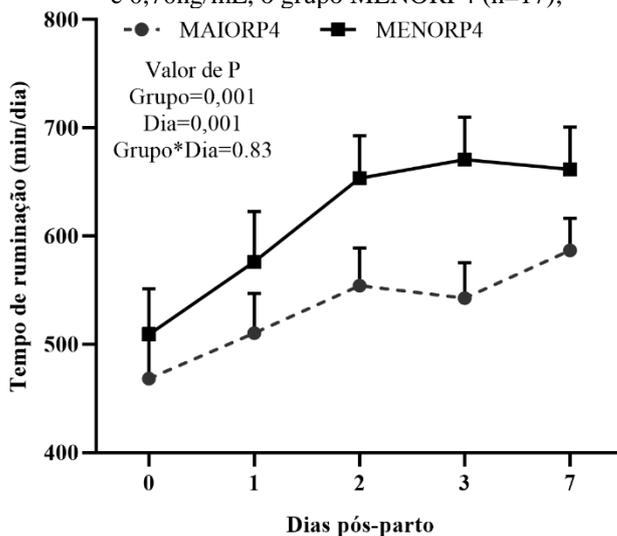


Figura 3: Tempo de ruminação (min/dia), no dia do parto (dia 0), 1, 2, 3 e 7 dias pós-parto de vacas leiteiras da raça Holandês que foram categorizadas em relação ao nível de P4 sanguíneo no dia 0. Os animais que apresentaram níveis de P4 >0,70ng/mL constituíram o grupo MAIORP4 (n=24) e entre 0,20 e 0,70ng/mL, o grupo MENORP4 (n=17);



Também se observou que no grupo MODERADAD3 a média do número de visitas aos cochos com (36,09 ± 1,44) e sem consumo (23,75 ± 1,46) foram maiores (P = 0,03; P = 0,01 respectivamente) em relação ao grupo ALTAD3 (Figura 4). As demais variáveis não apresentaram diferença significativa (Figura 5; Tabela 2).

Figura 4: Número de visitas aos cochos com e sem consumo no dia do parto (dia 0), 1, 2, 3 e 7 dias pós-parto de vacas leiteiras da raça Holandês, que foram categorizadas em relação ao nível de P4 e VitD3 sanguíneo no dia 0. A e C) Os animais que apresentaram níveis de P4 >0,70ng/mL constituíram o grupo MAIORP4 (n=24) e entre 0,20 e 0,70ng/mL, o grupo MENORP4 (n=17); B e D) Os animais que apresentaram níveis de VitD3 >60ng/mL constituíram o grupo ALTAD3 (n=18) e de 35 a 60ng/mL, o grupo MODERADAD3 (n=23).

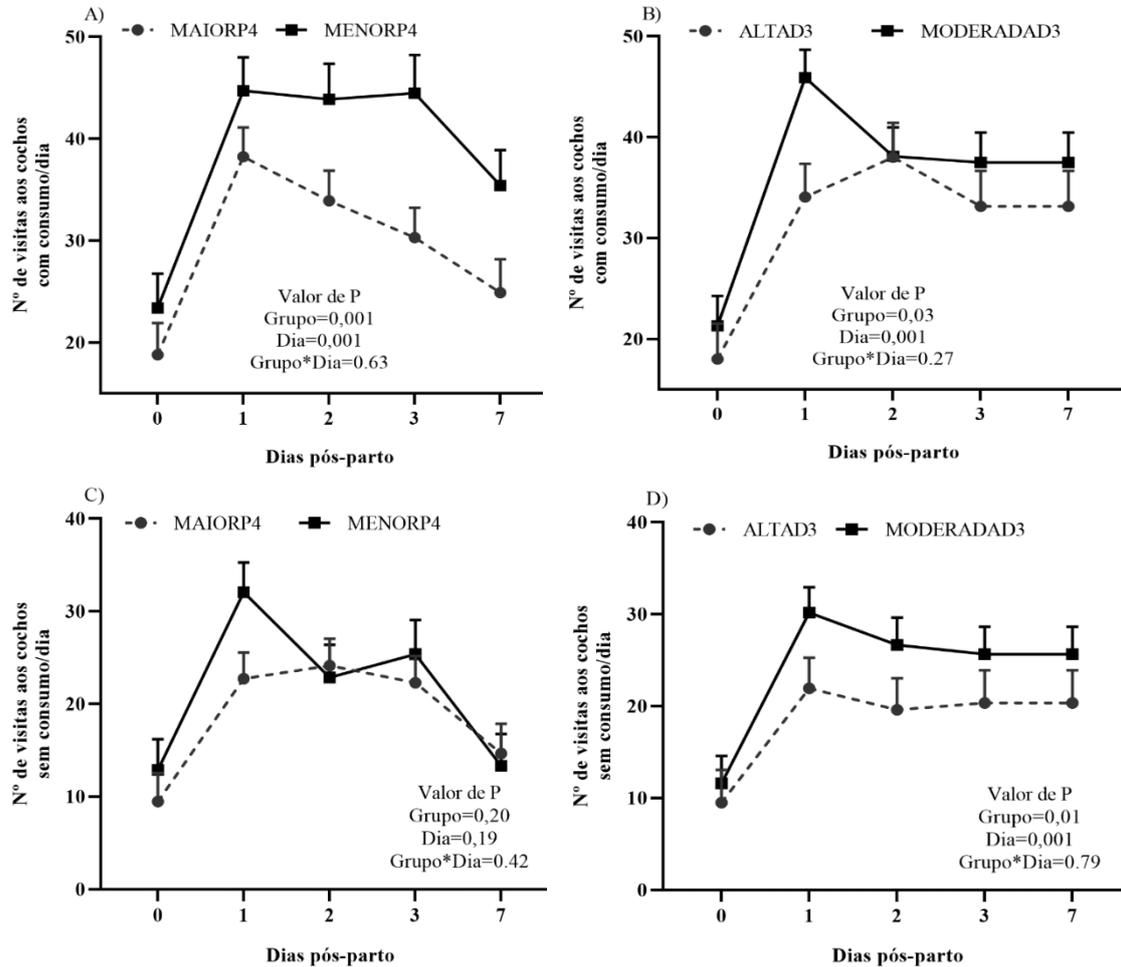
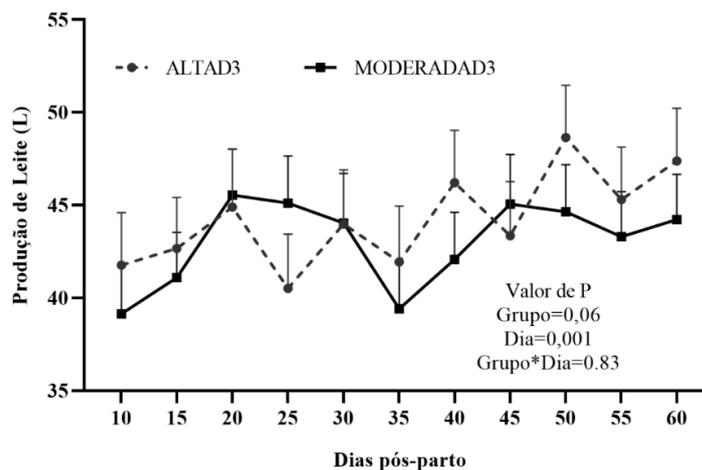


Figura 5: Produção de leite do dia 8 ao 60 pós-parto de vacas leiteiras da raça Holandês que foram categorizadas em relação ao nível de VitD3 sanguíneo no dia do parto (dia 0). Os animais que apresentaram níveis de VitD3 >60ng/mL constituíram o grupo ALTAD3 (n=18) e de 35 a 60ng/mL, o grupo MODERADAD3 (n=23).



Na tabela 3, é possível observar as análises de correlação. Os animais do grupo ALTAD3 apresentaram correlação positiva entre os níveis de glicose e P4 ( $r = 0,89$ ;  $P = 0,001$ ), níveis de P4 e tempo em ócio ( $r = 0,59$ ;  $P = 0,01$ ), níveis de VitD3 e tempo em ócio ( $r = 0,57$ ;  $P = 0,02$ ) e correlação negativa entre os níveis de P4 e tempo de ruminação ( $r = -0,55$ ;  $P = 0,03$ ) e níveis de VitD3 e tempo de ruminação ( $r = -0,55$ ;  $P = 0,03$ ). Já os animais do grupo MODERADAD3, apresentaram correlação positiva entre os níveis de glicose e P4 ( $r = 0,50$ ;  $P = 0,001$ ), níveis de P4 e tempo em ócio ( $r = 0,35$ ;  $P = 0,03$ ) e entre os níveis de P4 e AGL ( $r = 0,32$ ;  $P = 0,04$ ) e correlação negativa entre níveis de P4 e o tempo de ruminação ( $r = -0,38$ ;  $P = 0,01$ ).

Os animais do grupo MAIORP4 apresentaram correlação positiva entre níveis de P4 e VitD3 ( $r = 0,36$ ;  $P = 0,04$ ), níveis de P4 e glicose ( $r = 0,80$ ;  $P = 0,001$ ). Já os animais do grupo MENORP4 apresentaram correlação positiva entre níveis de P4 e glicose ( $r = 0,64$ ;  $P = 0,01$ ), níveis de P4 e tempo em ócio ( $r = 0,79$ ;  $P = 0,001$ ) e negativa entre níveis de P4 e o tempo de ruminação ( $r = -0,71$ ;  $P = 0,01$ ) e níveis de VitD3 e número de visitas ao cocho com consumo ( $r = -0,48$ ;  $P = 0,02$ ).

Nossos estudos são preliminares, mais estudos devem ser realizados para a melhor compreensão desses metabolitos e sua influência no metabolismo, produção e comportamento alimentar dos animais.

Tabela 2: Análise de variância: Médias e  $\pm$  (erro médio padrão) dos níveis de vitamina D3, progesterona, produção de colostro, leite, glicose, AGL e variáveis comportamento alimentar de vacas leiteiras, da raça Holandês, durante os primeiros sete dias pós-parto.

Variável	Grupo (Média+EP)			Valor de P		Grupo (Média+EP)			Valor de P	
	MAIORP4	MENORP4	Dia	Grupo	Dia*Grupo	ALTAD3	MODERADAD3	Dia	Grupo	Dia*Grupo
Consumo de alimento (kg/dia)	33,65 ( $\pm$ 1,47)	35,59 ( $\pm$ 1,76)	0,08	0,53	0,46	32,86 ( $\pm$ 1,91)	33,15 ( $\pm$ 1,63)	0,38	0,99	0,34
Tempo de consumo total (min/dia)	118,88 ( $\pm$ 6,71)	116,08 ( $\pm$ 7,64)	0,001	0,93	0,99	112,74 ( $\pm$ 8,97)	114,89 ( $\pm$ 7,49)	0,001	0,81	0,30
Visitas com consumo (Nº/dia)	29,69 ( $\pm$ 1,35)	38,17 ( $\pm$ 1,55)	0,001	0,001	0,63	31,03 ( $\pm$ 1,72)	36,09 ( $\pm$ 1,44)	0,001	0,03	0,27
Visitas sem consumo (Nº/dia)	19,04 ( $\pm$ 1,33)	21,34 ( $\pm$ 1,54)	0,001	0,19	0,42	18,01 ( $\pm$ 1,73)	23,75 ( $\pm$ 1,46)	0,001	0,01	0,79
Tempo de ruminaco (min/dia)	542,72 ( $\pm$ 16,32)	619,87 ( $\pm$ 18,49)	0,001	0,001	0,83	582,77 ( $\pm$ 26,43)	553,63 ( $\pm$ 18,73)	0,12	0,20	0,64
Tempo de atividade (min/dia)	162,13 ( $\pm$ 11,99)	131,90 ( $\pm$ 13,71)	0,06	0,14	0,99	151,00 ( $\pm$ 16,08)	131,56 ( $\pm$ 11,29)	0,89	0,26	0,95
Tempo de ócio (min/dia)	727,09 ( $\pm$ 18,33)	686,87 ( $\pm$ 20,64)	0,001	0,11	0,45	704,94 ( $\pm$ 31,94)	763,23 ( $\pm$ 22,23)	0,09	0,09	0,76
Níveis de AGL (mmol/L)	0,54 ( $\pm$ 0,02)	0,60 ( $\pm$ 0,03)	0,21	0,64	0,77	0,64 ( $\pm$ 0,03)	0,52 ( $\pm$ 0,03)	0,01	0,78	0,79
Níveis de glicose (mg/dL)	82,84 ( $\pm$ 2,56)	75,93 ( $\pm$ 3,03)	0,001	0,06	0,77	83,44 ( $\pm$ 3,66)	84,41 ( $\pm$ 3,22)	0,001	0,71	0,83
Níveis de VitD3 (ng/mL)	58,07 ( $\pm$ 1,19)	58,51 ( $\pm$ 1,40)	0,81	0,87	0,87	-	-	-	-	-
Níveis de P4 (ng/mL)	-	-	-	-	-	0,54 ( $\pm$ 0,02)	0,48 ( $\pm$ 0,02)	0,001	0,09	0,81
Colostro (L)	26,96 ( $\pm$ 0,93)	30,03 ( $\pm$ 1,08)	0,001	0,03	0,46	28,36 ( $\pm$ 1,22)	(25,62 $\pm$ 1,06)	0,001	0,09	0,39
Produco de leite (L)	43,17 ( $\pm$ 0,33)	44,95 ( $\pm$ 0,40)	0,001	0,001	0,80	43,22 ( $\pm$ 0,39)	44,19 ( $\pm$ 0,35)	0,001	0,06	0,83

P4-Progesterona; VitD3 – 25-hidroxivitamina D; AGL- cidos graxos livres  
Foram considerados significativos os valores de  $P < 0,05$ .

Tabela 3: Análise de Correlações de Pearson entre as variáveis: consumo de alimento (kg/dia), visitas com e sem consumo (nº/dia), tempo de ruminção, atividade e ócio (min/dia), níveis de AGL (mmol/L), glicose (mg/dL), VitD3 (ng/mL) e P4 (ng/mL) e produção de colostro (L), dentro de cada grupo (MAIORP4, MENORP4, ALTAD3 e MODERADAD3), em relação aos níveis de P4 e VitD3.

Variáveis	Correlações	MAIORP4		MENORP4		ALTAD3		MODERADAD3	
		P4	VitD3	P4	VitD3	P4	VitD3	P4	VitD3
Consumo de alimento (kg/dia)	Correlação de Pearson	0,01	-0,02	0,22	0,16	-0,22	-0,05	0,26	0,03
	Valor de P	0,99	0,99	0,32	0,46	0,42	0,85	0,11	0,82
Visitas com consumo (nº/dia)	Correlação de Pearson	0,20	0,04	0,01	<b>-0,48</b>	-0,03	-0,17	0,11	-0,10
	Valor de P	0,28	0,82	0,94	<b>0,02</b>	0,90	0,53	0,49	0,52
Visitas sem consumo (nº/dia)	Correlação de Pearson	-0,14	-0,13	0,24	-0,08	0,05	0,17	0,04	0,08
	Valor de P	0,42	0,42	0,27	0,70	0,83	0,53	0,80	0,60
Tempo de ruminção (min/dia)	Correlação de Pearson	-0,13	0,01	<b>-0,71</b>	-0,03	<b>-0,55</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,38</b>	-0,03
	Valor de P	0,46	0,98	<b>0,01</b>	0,88	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	0,82
Tempo de atividade (min/dia)	Correlação de Pearson	0,07	0,30	-0,29	0,23	0,10	0,13	-0,01	0,19
	Valor de P	0,68	0,09	0,18	0,29	0,71	0,61	0,93	0,24
Tempo de ócio (min/dia)	Correlação de Pearson	0,07	-0,14	<b>0,79</b>	-0,02	<b>0,59</b>	<b>0,57</b>	<b>0,35</b>	-0,05
	Valor de P	0,67	0,42	<b>0,001</b>	0,91	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	0,76
Níveis de AGL (mmol/L)	Correlação de Pearson	0,31	-0,13	0,23	0,30	0,37	0,32	<b>0,32</b>	0,01
	Valor de P	0,08	0,45	0,31	0,18	0,17	0,23	<b>0,04</b>	0,99
Níveis de glicose (mg/dL)	Correlação de Pearson	<b>0,80</b>	0,33	<b>0,64</b>	-0,34	<b>0,89</b>	0,07	<b>0,50</b>	-0,17
	Valor de P	<b>0,001</b>	0,06	<b>0,01</b>	0,12	<b>0,001</b>	0,79	<b>0,001</b>	0,29
Níveis de VitD3 (ng/mL)	Correlação de Pearson	<b>0,36</b>	1,00	0,10	1,00	0,30	1,00	0,05	1,00
	Valor de P	<b>0,04</b>	0,001	0,66	0,001	0,27	0,001	0,73	0,001
Níveis de P4 (ng/mL)	Correlação de Pearson	1,00	<b>0,36</b>	1,00	0,10	1,00	0,30	1,00	0,05
	Valor de P	0,0001	<b>0,04</b>	0,001	0,66	0,001	0,27	0,001	0,73
Colostro (L)	Correlação de Pearson	0,30	0,15	-0,10	-0,15	0,35	0,07	0,05	0,05
	Valor de P	0,08	0,40	0,63	0,49	0,19	0,78	0,72	0,74

P4-Progesterona; VitD3 – 25-hidroxitamina D; AGL- Ácidos graxos livres

Os animais que apresentaram níveis de P4 >0,70ng/mL constituíram o grupo MAIORP4 (n=24) e entre 0,20 a 0,70ng/mL, o grupo MENORP4 (n=17); Já os animais que apresentaram níveis de VitD3 >60ng/mL constituíram o grupo ALTAD3 (n=18) e de 35 a 60ng/mL, o grupo MODERADAD3 (n=23). Foram considerados significativos os valores de P<0,05.

#### 4 DISCUSSÃO

A primeira semana pós-parto é crítica para as vacas leiteiras, pois geralmente, são expostas há vários fatores estressores, que afetam o comportamento alimentar e produção dos animais (Lucy, 2019). Acredita-se, que o consumo de alimento possa influenciar os níveis de P4 plasmática, mas esta relação não é totalmente esclarecida (Batista et al., 2020; Vasconcelos et al., 2003). Com isso, há um grande interesse em estudos que demonstrem a influência dos hormônios no comportamento alimentar e na produção de vacas leiteiras, neste período.

O presente estudo, evidência que o grupo MENORP4 apresentou maior produção de colostro e leite, bem como, maior número de visitas aos cochos com consumo e tempo de ruminção em comparação aos animais do grupo MAIORP4. Segundo Sangsritavong

et al., (2002), vacas de alta produção, possuem concentrações mais baixas de P4 circulantes. Além disso acredita-se que isso ocorra pela associação entre a síntese de P4 pela adrenal e a ativação do eixo HPA, em bovinos (Yoshida; Nakao, 2005).

A maior concentração plasmática de P4 no dia do parto, pode estar relacionada com a ativação do eixo HPA e com o nível de cortisol, tendo assim, influência sob o comportamento alimentar e consequentemente, sobre a produção de colostro e leite (DiGiacomo et al., 2018; O'driscoll et al., 2006; Yoshida; Nakao, 2005). Sabe-se, que animais que estão sob estresse, ativam o eixo HPA e aumentam a liberação do hormônio ACTH, que por sua vez secreta glicocorticoides, principalmente cortisol na corrente sanguínea, na tentativa de regular e buscar a homeostase do organismo frente ao estímulo estressor (DiGiacomo et al., 2018; Fernandez-Novo et al., 2020). E para suprimir a ação do eixo HPA e estabilizar o organismo, acredita-se que ocorra um aumento na síntese de P4 pela adrenal (Yoshida e Nakao, 2005). Por outro lado, a menor produção de colostro e leite no grupo MAIORP4, pode também estar relacionada com a metabolização da P4 pelo fígado (Sangsrivong et al., 2002).

Além disso, neste estudo, observou-se que nos grupos MENORP4, ALTAD3 e MODERADAD3 houve correlação negativa entre os níveis de P4 e o tempo de ruminação e positiva entre os níveis de P4 e tempo em ócio. O tempo de ruminação e ócio são considerados indicadores de saúde da vaca leiteira e são usados em sistemas para detecção precoce de distúrbios clínicos e subclínicos (Soriani et al., 2012; Sepúlveda-Varas et al., 2016; Stevenson et al., 2020). Pois, vacas doentes após o parto, passam mais tempo em ócio do que vacas saudáveis (Stevenson et al., 2020; Sepulveda Varas et al., 2014). Ainda, vacas com distúrbios clínicos, são afastadas dos cochos facilmente por outras vacas, para evitar o estresse social (Dollinger e Kaufmann, 2013). E em humanos, sabe-se que os níveis de P4 podem influenciar o apetite e consequentemente a frequência de alimentação (Yukie et al., 2020). Por tanto, a partir dos resultados deste estudo, fica clara a influência da P4 sob os parâmetros que determinam o comportamento alimentar das vacas leiteiras, que pode estar relacionada com mudanças neuronais pouco estudadas em bovinos.

Os níveis de P4 também podem influenciar o metabolismo da gliconeogênese (Lee et al., 2020), sendo essa rota, essencial para a produção de glicose em ruminantes (Li et al., 2011). No presente trabalho, os grupos MENORP4, MAIORP4, ALTAD3 e MODERADAD3, apresentaram correlação positiva entre os níveis de P4 e glicose. Essa correlação, em todos os grupos, corrobora com os achados do trabalho de Lee et al., (2020), em que a P4 aumentou os níveis de glicose sanguínea em condições de deficiência

e resistência à insulina em camundongos e também com o trabalho de Azeez et al., (2021), em que a P4 aumentou os níveis de glicose sanguínea, através da ativação de uma enzima chave do metabolismo do glicogênio, a *Glicogênio fosforilase*.

Além disso, a P4 também pode estar relacionada com a síntese de VitD3. No presente estudo, observou-se que os animais do grupo MAIORP4 apresentaram correlação positiva entre os níveis de P4 e VitD3. De forma semelhante, o trabalho de Monastra (2018), o qual evidenciou que estes dois hormônios podem ter ação complementar. Pois, presume-se que a P4 pode aumentar a expressão do gene Receptor de VitD3 (VDR) em células imunes, com intuito de deixar estas células mais sensíveis à VitD3 ativa. Da mesma forma, o trabalho de Merhi et al., (2014), observou que o tratamento com VitD3 em células da granulosa humana, aumentou a produção de P4. E o trabalho de Parikh et al., (2010b), demonstrou que a VitD3 aumentou os níveis de P4 em células ovarianas humanas. Portanto, acredita-se que a P4 e a VitD3 agem de maneira simultânea, entretanto, essa interação é muito complexa e necessita de mais estudos para melhor compreensão, da ação conjunta destes hormônios sob o metabolismo (Monastra, 2018).

Neste estudo, os animais do grupo ALTAD3, estavam com o nível de VitD3 acima do indicado, porém não à nível tóxico (200 e 300ng/mL plasmático) (NRC, 2001). E este grupo apresentou menor número de visitas com e sem consumo do que o grupo MODERADAD3. Além disso, o grupo ALTAD3 também apresentou correlação negativa entre os níveis de VitD3 e ruminância e positiva entre os níveis de VitD3 e ócio. Provavelmente, estes resultados estejam relacionados com o papel da VitD3 sob homeostase do cálcio e fósforo no organismo animal (Eder e Grundmann, 2022). Pois, os níveis de cálcio estão intimamente relacionados com a motilidade ruminal, e consequentemente, com o consumo e tempo de ruminância (Jorgensen et al., 1998; Silva, 2021).

## 5 CONCLUSÃO

A partir deste estudo, foi possível concluir que os animais do grupo MENORP4 apresentaram maior produção de colostro e leite, número de visitas aos cochos com consumo e tempo de ruminância do que vacas do grupo MAIORP4. Já os animais do grupo ALTAD3 apresentaram menor número de visitas aos cochos com e sem consumo do que os animais do grupo MODERADAD3. Analisar os níveis P4 e VitD3, no dia do

parto de vacas leiteiras, pode auxiliar no aperfeiçoamento do manejo das propriedades, pois, possuem influência sob o comportamento alimentar e produção dos animais.

### **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES PARA CADA AUTOR**

Os autores não têm interesses financeiros conflitantes.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e à Granja 4 Irmãos pelo empréstimo dos animais.

**REFERÊNCIAS**

Batista, E.O.S., R. v. Sala, M.D.D.V. Ortolan, E.F. Jesus, T.A. del Valle, F.P. Rennó, C.H. Macabelli, M.R. Chiaratti, A.H. Souza, e P.S. Baruselli. 2020. Hepatic mRNA expression of enzymes associated with progesterone metabolism and its impact on ovarian and endocrine responses in Nelore (*Bos indicus*) and Holstein (*Bos taurus*) heifers with differing feed intakes. *Theriogenology* 143:113–122. doi:10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2019.11.033. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093691X19305321?via%3Dihub>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Biggio, G., M.G. Pisu, F. Biggio, e M. Serra. 2014. Allopregnanolone modulation of HPA axis function in the adult rat. *Psychopharmacology* 231:17 231:3437–3444. doi:10.1007/S00213-014-3521-6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00213-014-3521-6>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Coppock, C.E., C.H. Noller, e S.A. Wolfe. 1974. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. *J Dairy Sci* 57:1371–1380. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(74)85069-1. Disponível em: <[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(74\)85069-1/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(74)85069-1/pdf)>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Cui, L., H. Wang, J. Lin, Y. Wang, J. Dong, J. Li, e J. Li. 2020. Progesterone inhibits inflammatory response in E.coli- or LPS-Stimulated bovine endometrial epithelial cells by NF- $\kappa$ B and MAPK pathways. *Developmental & Comparative Immunology* 105:103568. doi:10.1016/J.DCI.2019.103568. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0145305X19302332?via%3Dihub>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

DiGiacomo, K., E. Norris, F.R. Dunshea, B.J. Hayes, L.C. Marett, W.J. Wales, e B.J. Leury. 2018. Responses of dairy cows with divergent residual feed intake as calves to metabolic challenges during midlactation and the nonlactating period. *Journal of Dairy Science* 101:6474–6485. doi:10.3168/JDS.2017-12569. Disponível em: <<https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2818%2930272-8>>. Acesso em: 12 de ago. 2022.

Dollinger, J., e O. Kaufmann. 2013. Feeding behaviour in dairy cows with and without the influence of clinical diseases or subclinical disorders. *Archives Animal Breeding* 56:149–159. doi:10.7482/0003-9438-56-014. Disponível em: <<https://aab.copernicus.org/articles/56/149/2013/aab-56-149-2013.pdf>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Eder, K., e S.M. Grundmann. 2022. Vitamin D in dairy cows: metabolism, status and functions in the immune system. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2021.2017747> 76:1–33. doi:10.1080/1745039X.2021.2017747. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1745039X.2021.2017747>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Fernandez-Novo, A., S.S. Pérez-Garnelo, A. Villagrà, N. Pérez-Villalobos, e S. Astiz. 2020. The Effect of Stress on Reproduction and Reproductive Technologies in Beef

Cattle—A Review. *Animals* 2020, Vol. 10, Page 2096 10:2096. doi:10.3390/ANI10112096. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/11/2096>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Horst, R.L., J.P. Goff, e T.A. Reinhardt. 2003. Role of Vitamin D in Calcium Homeostasis and Its Use in Prevention of Bovine Periparturient Paresis. *Acta vet. scand* 97:35–50.

Johnsen, J.F., K. Ellingsen, A.M. Grøndahl, K.E. Bøe, L. Lidfors, e C.M. Mejdell. 2015. The effect of physical contact between dairy cows and calves during separation on their post-separation behavioural response. *Applied Animal Behaviour Science* 166:11–19. doi:10.1016/J.APPLANIM.2015.03.002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.03.002>>. Acessado em: 12 de ago de 2022.

Johnson, H.D., e W.J. Vanjonack. 1976. Effects of Environmental and Other Stressors on Blood Hormone Patterns in Lactating Animals. *Journal of Dairy Science* 59:1603–1617. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(76)84413-X. Disponível em: <[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(76\)84413-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(76)84413-X)>. Acessado em: 12 de ago de 2022.

Jorgensen, R.J., N.R. Nyengaard, S. Ham, J.M. Enemark, e P.H. Andersen. 1998. Rumen motility during induced hyper- and hypocalcaemia. *Acta Vet Scand* 39:331–338. doi:10.1186/BF03547781. Disponível em: <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8050694/pdf/13028\\_1998\\_Article\\_BF03547781.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8050694/pdf/13028_1998_Article_BF03547781.pdf)>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Kim, G., J.G. Lee, S.A. Cheong, J.M. Yon, M.S. Lee, E.J. Hong, e I.J. Baek. 2020. Progesterone receptor membrane component 1 is required for mammary gland development. *Biology of Reproduction* 103:1249–1259. doi:10.1093/BIOLRE/IOAA164. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/biolre/ioaa164>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

de Koster, J.D., e G. Opsomer. 2013. Insulin Resistance in Dairy Cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 29:299–322. doi:10.1016/J.CVFA.2013.04.002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.002>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Lee, S.R., W.Y. Choi, J.H. Heo, J. Huh, G. Kim, K.P. Lee, H.J. Kwun, H.J. Shin, I.J. Baek, e E.J. Hong. 2020. Progesterone increases blood glucose via hepatic progesterone receptor membrane component 1 under limited or impaired action of insulin. *Scientific Reports* 2020 10:1 10:1–11. doi:10.1038/s41598-020-73330-7. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-020-73330-7.pdf>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

Li, X., X. Li, G. Bai, H. Chen, Q. Deng, Z. Liu, L. Zhang, G. Liu, e Z. Wang. 2011. Effects of non-esterified fatty acids on the gluconeogenesis in bovine hepatocytes. *Molecular and Cellular Biochemistry* 2011 359:1 359:385–388. doi:10.1007/S11010-011-1032-X.

Lucy, M.C. 2019. Stress, strain, and pregnancy outcome in postpartum cows. *Animal Reproduction* 16:455–464. doi:10.21451/1984-3143-AR2019-0063. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/ar/a/NBYC6JwPbQs8M6XLmL8jk5t/?format=pdf&lang=en>>.  
Acesso em: 15 de jul de 2022.

Merhi, Z., A. Doswell, K. Krebs, e M. Cipolla. 2014. Vitamin D alters genes involved in follicular development and steroidogenesis in human cumulus granulosa cells. *J Clin Endocrinol Metab* 99. doi:10.1210/JC.2013-4161. Disponível em: <<https://doi.org/10.1210/jc.2013-4161>>. Acesso em: 17 de jul de 2022.

Monastra, G., S. de Grazia, L. de Luca, S. Vittorio, e V. Unfer. 2018. Vitamin D: a steroid hormone with progesterone-like activity.. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 22:2502–2512. doi:10.26355/EURREV\_201804\_14845.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 2001. Disponível em: <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>. Acesso em: 12 de ago de 2022.

O'Driscoll, K., M.A.G. von Keyserlingk, e D.M. Weary. 2006. Effects of Mixing on Drinking and Competitive Behavior of Dairy Calves. *Journal of Dairy Science* 89:229–233. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(06)72087-2. Disponível em: <[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72087-2/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72087-2/fulltext)>. Acesso em: 11 de jul de 2022.

Parikh, G., M. Varadinova, P. Suwandhi, T. Araki, Z. Rosenwaks, L. Poretsky, e D. Seto-Young. 2010a. Vitamin D regulates steroidogenesis and insulin-like growth factor binding protein-1 (IGFBP-1) production in human ovarian cells. *Hormone and Metabolic Research* 42:754–757. doi:10.1055/S-0030-1262837/BIB. Disponível em: <[https://friedmanfellows.com/assets/pdfs/elibrary/2010\\_\\_GParikh\\_vitaminD.pdf](https://friedmanfellows.com/assets/pdfs/elibrary/2010__GParikh_vitaminD.pdf)>. Acesso em: 17 de jul de 2022.

Sangsrivong, S., D.K. Combs, R. Sartori, L.E. Armentano, e M.C. Wiltbank. 2002. High Feed Intake Increases Liver Blood Flow and Metabolism of Progesterone and Estradiol-17 $\beta$  in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 85:2831–2842. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(02)74370-1. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(02\)74370-1/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(02)74370-1/fulltext). Acesso em: 20 de jul de 2022.

Sepúlveda-Varas, P., K.L. Proudfoot, D.M. Weary, e M.A.G. von Keyserlingk. 2016. Changes in behaviour of dairy cows with clinical mastitis. *Applied Animal Behaviour Science* 175:8–13. doi:10.1016/J.APPLANIM.2014.09.022.

Silva, A.S. 2021. 25-hidroxivitamina-D3 melhora o metabolismo energético e o desempenho de vacas leiteiras. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Botucatu. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/204562/silva\\_as\\_dr\\_botfmvz.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/204562/silva_as_dr_botfmvz.pdf?sequence=5&isAllowed=y). Acesso em: 10 de ago de 2022.

Smith, V.G., L.A. Edgerton, H.D. Hafs, e E.M. Convey. 1973. Bovine Serum Estrogens, Progesterins and Glucocorticoids during Late Pregnancy, Parturition and Early Lactation. *Journal of Animal Science* 36:391–396. doi:10.2527/JAS1973.362391X. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas1973.362391x>>. Acesso em: 18 de jul de 2022.

Soriani, N., E. Trevisi, e L. Calamari. 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science* 90:4544–4554. doi:10.2527/JAS.2011-5064. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2011-5064>>. Acesso em: 12 de jul de 2022.

Stevenson, J.S., S. Banuelos, e L.G.D. Mendonça. 2020. Transition dairy cow health is associated with first postpartum ovulation risk, metabolic status, milk production, rumination, and physical activity. *J Dairy Sci* 103:9573–9586. doi:10.3168/JDS.2020-18636. Disponível em: < [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30628-7/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30628-7/fulltext)>. Acesso em: 25 de jul de 2022.

Stivanin, S.C.B., E.F. Vizzotto, J.P. Matiello, F.S. Machado, M.M. Campos, T.R. Tomich, L.G.R. Pereira, e V. Fischer. 2021. Behavior, feed intake and health status in Holstein, Gyr and Girolando-F1 cows during the transition period: Behavior and health of dairy cows in the transition period. *Applied Animal Behaviour Science* 242:105403. doi:10.1016/J.APPLANIM.2021.105403. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105403>>. Acesso em: 18 de jun de 2022.

Tomich, T.R; Machado, F.S; Pereira, L.G.R; Campos, M.M. Nutrição de precisão na pecuária leiteira. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, n.79. 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139557/1/Cnpgl-2015-CadTecVetZoot-Nutricao.pdf>. Acessado em: 10 de jul de 2022.

Vasconcelos, J.L.M., S. Sangsritavong, S.J. Tsai, e M.C. Wiltbank. 2003. Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. *Theriogenology* 60:795–807. doi:10.1016/S0093-691X(03)00102-X. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00102-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00102-X)>. Acesso em: 12 de jul de 2022.

Villa-Godoy, A., T.L. Hughes, R.S. Emery, L.T. Chapin, e R.L. Fogwell. 1988. Association Between Energy Balance and Luteal Function in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 71:1063–1072. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(88)79653-8. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(88\)79653-8/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(88)79653-8/pdf). Acesso em: 12 de ago de 2022.

Yoshida, C., e T. Nakao. 2005. Response of Plasma Cortisol and Progesterone after ACTH Challenge in Ovariectomized Lactating Dairy Cows. *Journal of Reproduction and Development* 51. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/51/1/51\\_1\\_99/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jrd/51/1/51_1_99/_pdf/-char/en). Acesso em: 12 de ago de 2022.

Yukie, M., I. Aoi, K. Mizuki, e Y. Toshiyuki. 2020. Change in appetite and food craving during menstrual cycle in young students. *International Journal of Nutrition and Metabolism* 12:25–30. doi:10.5897/IJNAM2019.0264. Disponível em: <<https://doi.org/10.1262/jrd.51.99>>. Acesso em: 12 de ago de 2022.