

Indicateurs urinaires du statut acido-basique pour la prédiction de la fièvre du lait chez la vache laitière

Michel Rérat et Hans Dieter Hess

Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

Renseignements: Hans Dieter Hess, e-mail: dieter.hess@alp.admin.ch, tél. +41 26 407 72 45



En plus de la cétose et des mammites, la fièvre de lait représente la maladie la plus fréquente et la plus importante du point de vue économique chez les vaches à haute performance.

Introduction

En Suisse, les rations distribuées en période de tarissement se composent fréquemment de fourrages excédentaires en potassium (ALP 2011), ce qui représente un important facteur de risque de la fièvre du lait. Une

ration riche en cations a un pouvoir alcalogène sur le métabolisme et diminue la mobilisation osseuse du calcium (Ca) (Goff et Horst 1997). De ce fait, le statut acido-basique avant vêlage pourrait informer de manière prédictive sur le risque de fièvre du lait. L'objectif de cette étude était de définir l'équilibre acido-basique avant vêlage et de déterminer sa relation avec le taux de Ca dans le sang lors du début de la lactation.

Animaux, matériel et méthodes

Cent vaches laitières de race Red Holstein (n=49), Holstein (n=47) et Swiss Brown (n=4) ont fait l'objet de cette étude qui s'est déroulée sur une période de 2 ans (2007–2008). Le nombre de lactation moyen s'élevait à $3,3 \pm 0,3$ (16 primipares) et la production laitière moyenne en 305 jours à 8513 ± 201 kg.

La ration alimentaire quotidienne des vaches tarées se composait d'environ 20 kg d'un mélange d'ensilage d'herbe et de maïs (60:40). Du foin était à disposition en libre accès (*ad libitum*). De plus, chaque vache a reçu 500 g d'aliment concentré et 300 g d'aliment minéral par jour. Des échantillons ont été prélevés pour l'analyse des teneurs de Ca, P, Mg, Na, K, S et Cl. La valeur du bilan alimentaire cation/anion (BACA) a été calculée à l'aide de la formule $BACA = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{2-})$ (Block, 1984). Une prise de sang a été effectuée par ponction de la veine jugulaire au cours des 12 premières heures suivant le vêlage pour déterminer le taux de Ca total. Dans 17 cas, la prise de sang a été réalisée après une administration orale prophylactique de Ca (environ 61 g; Calci-for®, Multiforsa AG, Steinhausen, Suisse). La concentration du Ca total a été déterminée dans le sérum.

Les échantillons d'urine ont été prélevés en milieu de miction spontanée ou par cathétérisation (fig. 1). Les prélèvements d'urine ont été réalisés 14, 7, et 3 jours *ante partum* (*ap*), c'est-à-dire avant la date de vêlage prévue (jour 285 de gestation). Pour la mise en valeur des résultats, les échantillons ont ensuite été attribués aux jours de prélèvement selon la date réelle de vêlage (14 j *ap*: effectif n=52; 7 j *ap*: n=84; 3 j *ap*: n=66). Les indicateurs Net Acid-Base Excretion (NABE) et Base-Acid Quotient (BAQ) ont été déterminés dans les échantillons



Figure 1 | Prise d'urine au moyen d'un cathéter.

d'urine selon la méthode fractionnée de Bender et Staufenbiel (2003). L'indicateur NABE se calcule selon la formule $\text{NABE (mmol/L)} = \text{teneur en bases excrétées} - (\text{teneurs en acides} + \text{ammoniac excrétés})$ et le BAQ représente le rapport bases/acides (Bender et Staufenbiel 2003). Les minéraux Ca, P, Mg, Na et K ont été analysés dans l'urine. Pour l'évaluation statistique des données, on a utilisé une analyse de variance répétée (ANOVA), le *Fischer's LSD test* et le *Pearson product moment correlation*.

Résultats et discussion

La composition des différents aliments de la ration figure dans le tableau 1. Les taux moyens de Na, K, Cl, et S dans la ration se situaient à (respectivement), 1,7, 27,8, 6,6, et 2,0 g/kg de MS. La valeur de la BACA s'élevait à +474 mEq/kg de MS.

La concentration moyenne en Ca dans le sérum des vaches qui ont reçu un traitement prophylactique à base de Ca ($1,87 \pm 0,11$ mmol/L) était comparable ($P = 0,542$) à celle des autres vaches ($1,93 \pm 0,04$ mmol/L), raison pour laquelle toutes les données des échantillons de sang ont

Résumé ■ L'objectif de cette étude était de déterminer une éventuelle relation entre les paramètres acido-basiques dans l'urine de vaches laitières avant vêlage et le taux de Ca dans le sang peu après le vêlage. Les conditions expérimentales étaient similaires pour les 100 vaches laitières participant à l'étude. La ration alimentaire des vaches taries se composait d'un mélange d'ensilage d'herbe et de maïs complété par du foin mis en libre accès. Les échantillons d'urine ont été prélevés 14, 7 et 3 jours avant la date de vêlage prévue (jour 285 de gestation) afin de mesurer la valeur du pH. Les indicateurs Net Acid-Base Excretion (NABE) et Base-Acid Quotient (BAQ) ont également été déterminés dans l'urine. Un échantillon de sang a été prélevé 12 heures après le vêlage afin de déterminer la teneur en Ca. Les valeurs moyennes du pH de même que des indicateurs NABE et BAQ dans l'urine avant vêlage s'élevaient respectivement à $8,63 \pm 0,02$, 232 ± 4 mmol/L et $4,75 \pm 0,09$ mmol/L. Les valeurs du pH et du NABE indiquaient un état d'alcalose métabolique résultant d'une valeur du bilan alimentaire cation anion (BACA) fortement positive (+ 474 mEq/kg MS). La concentration moyenne de Ca dans le sang ($1,92 \pm 0,04$ mmol/L) peu après vêlage n'a montré aucune corrélation significative avec les valeurs moyennes du pH ($r = 0,08$, $P = 0,416$), du NABE ($r = 0,04$, $P = 0,719$) et du BAQ ($r = -0,12$, $P = 0,234$). Ces résultats suggèrent que la mesure de paramètres acido-basiques dans l'urine de vaches en alcalose ne permet pas d'informer de manière prédictive sur le risque de fièvre du lait. La mesure du pH dans l'urine et le calcul des paramètres acido-basiques fournissent des informations comparables sur l'équilibre acido-basique des vaches laitières.

Tableau 1 | Composition chimique des aliments

	Foin	Ensilage d'herbe et de maïs	Aliment concentré	Aliment minéral
Éléments nutritifs et composants, g/kg de MS				
MS ¹	887	336	867	925
MA	153	143	120	48
NDF	473	439	133	146
ADF	279	262	45	75
Ca	5,7	4,8	9,2	102
P	4,1	3,4	4,5	56
Mg	2,0	1,7	1,4	25
Na	0,4	0,2	2,5	69
K	32	26	6	5
Cl	5,9	3,7	3,6	102
S	2,1	1,9	1,5	1,9

¹g/kg de matière fraîche.

Tableau 2 | Valeurs du pH et des indicateurs Net Acid-Base Excretion (NABE) et Base-Acid Quotient (BAQ) dans l'urine de vaches saines et de vaches souffrant ultérieurement de fièvre du lait (valeur moyenne \pm erreur standard)

Paramètres	Jour ap ¹	Vaches saines		Malades <i>postpartum</i>		Valeur P
			n		n	
pH	14	8,6 \pm 0,04	47	8,7 \pm 0,11	5	0,664
	7	8,6 \pm 0,03	78	8,6 \pm 0,12	6	0,977
	3	8,6 \pm 0,04	63	8,7 \pm 0,19	3	0,652
NSBA, mmol/L	14	246 \pm 8,3	47	267 \pm 25,6	5	0,450
	7	231 \pm 6,0	78	202 \pm 21,8	6	0,206
	3	225 \pm 7,3	63	214 \pm 33,6	3	0,745
BSQ, mmol/L	14	5,3 \pm 0,2	47	5,7 \pm 0,7	5	0,546
	7	4,5 \pm 0,1	78	5,4 \pm 0,5	6	0,073
	3	4,6 \pm 0,1	63	3,9 \pm 0,7	3	0,359

¹ap = antepartum.

été analysées ensemble. Parmi les 100 vaches, 8 ont souffert d'hypocalcémie clinique après vêlage et un groupe a ainsi été formé avec les données de ces animaux. Le taux moyen de Ca dans le sérum des vaches malades ($0,96 \pm 0,07$ mmol/L) était inférieur ($P < 0,001$) à celui des vaches saines ($2,01 \pm 0,03$ mmol/L). Les valeurs moyennes du pH, NABE et BAQ des deux groupes étaient identiques 14, 7 et 3 jours ap (tabl. 2). Les valeurs de référence dans l'urine de vaches laitières se situent pour le pH entre 7,8 et 8,4, pour le NABE entre 107 et 193 mmol/L et pour le BAQ entre 2,5 et 4,8 mmol/L

(Bender et Staufenbiel 2003). Les valeurs du pH et du NABE des deux groupes se situaient au-dessus des valeurs de référence, ce qui indiquait un état d'alcalose métabolique. La valeur très élevée de la BACA reflète le surplus de cations dans la ration, dont le potassium représente la plus grande proportion. Cet excédent de cations forts dans la ration s'est traduit par un effet alcalinisant sur le métabolisme. Aucune corrélation significative n'a été établie entre les valeurs du pH urinaire (fig. 2), du NABE et du BAQ (fig. 3) antepartum et les concentrations sériques du Ca peu après vêlage.

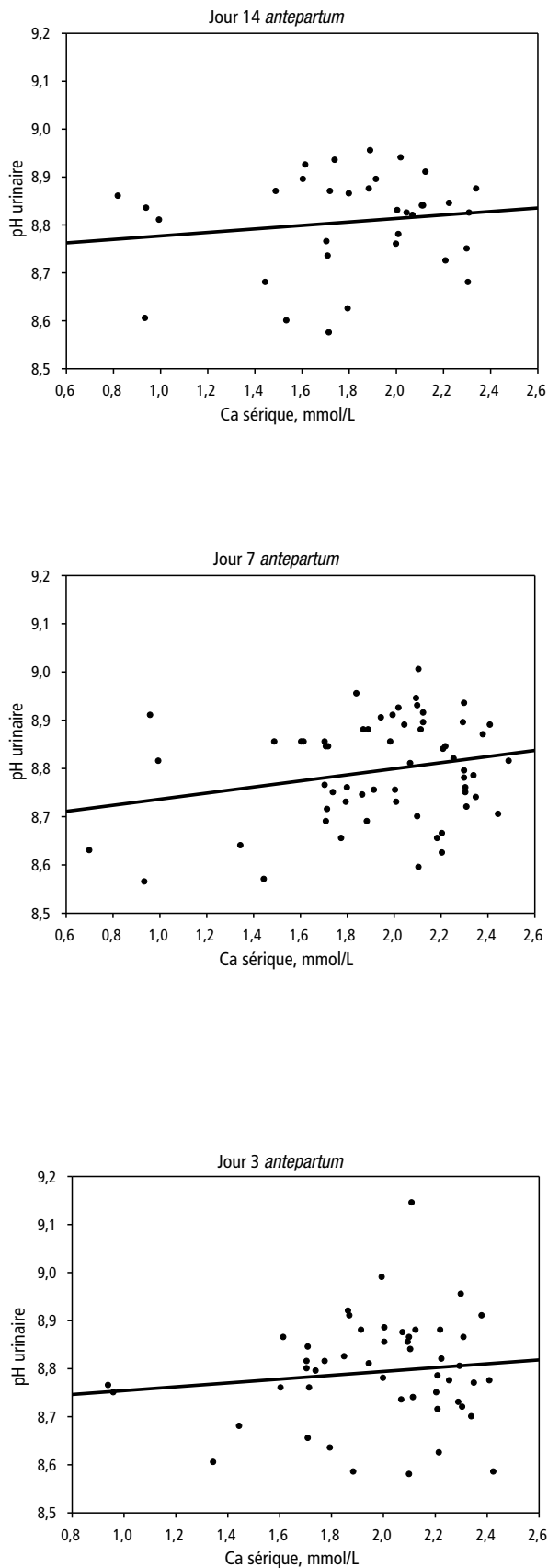


Figure 2 | Lignes de régression entre le pH urinaire aux jours 14, 7 et 3 antepartum et la concentration sérique de Ca 12 h après vêlage.

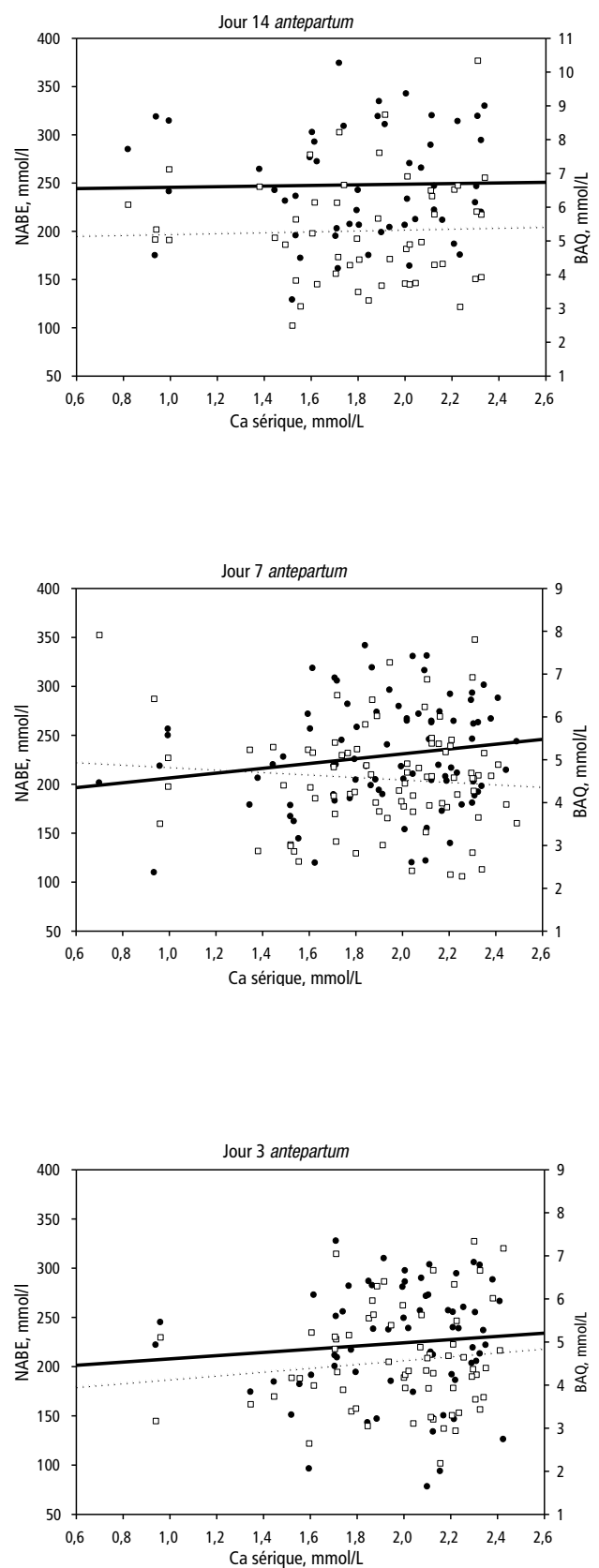


Figure 3 | Lignes de régression entre les valeurs du NABE et BAQ aux jours 14, 7 et 3 et la concentration sérique de Ca 12 h après vêlage. • Valeurs NABE, □ Valeurs BAQ, — Ligne de régression NABE --- Ligne de régression BAQ.

Tableau 3 | Taux de Ca, P, Mg, Na, K dans l'urine de vaches saines et de vaches souffrant ultérieurement de fièvre du lait (valeur moyenne \pm erreur standard)

Paramètres	Jour ap ¹	Vaches saines		Malades <i>postpartum</i>		Valeur P
			n		n	
Ca, mmol/L	14	0,91 \pm 0,12	47	1,26 \pm 0,38	5	0,373
	7	0,91 \pm 0,09	78	1,57 \pm 0,34	6	0,070
	3	0,64 \pm 0,07	63	0,53 \pm 0,31	3	0,742
P, mmol/L	14	0,65 \pm 0,12	47	0,31 \pm 0,37	5	0,377
	7	0,78 \pm 0,26	78	0,29 \pm 0,93	6	0,611
	3	0,50 \pm 0,10	63	0,34 \pm 0,47	3	0,740
Mg, mmol/L	14	5,79 \pm 0,48	47	5,59 \pm 1,48	5	0,898
	7	6,62 \pm 0,49	78	3,61 \pm 1,77	6	0,105
	3	5,34 \pm 0,40	63	3,56 \pm 1,84	3	0,347
Na, mmol/L	14	21,9 \pm 3,47	47	50,1 \pm 10,6	5	0,014
	7	25,8 \pm 3,12	78	32,0 \pm 11,3	6	0,598
	3	24,8 \pm 3,47	63	21,9 \pm 15,9	3	0,858
K, mmol/L	14	337 \pm 6,3	47	313 \pm 19,2	5	0,244
	7	322 \pm 6,1	78	276 \pm 22,1	6	0,047
	3	297 \pm 7,9	63	310 \pm 36,2	3	0,726

¹ap = antepartum.

L'excrétion urinaire de Ca des vaches souffrant ultérieurement de fièvre du lait était tendanciellement plus élevée le jour 7 avant vêlage (tabl. 3). Cette situation est indépendante de l'administration prophylactique de Ca chez 17 vaches, étant donné que le traitement a été effectué durant les deux derniers jours précédant le vêlage. Une excrétion plus élevée de Ca dans l'urine avant vêlage est le signe d'une disponibilité accrue de Ca pour les fonctions métaboliques (Tucker *et al.* 1992), ce qui est en contradiction avec les résultats de cet essai. Dans le groupe de vaches souffrant ultérieurement de fièvre du lait, l'excrétion urinaire de Na au jour 14 *ap* était plus élevée et l'excrétion de K au jour 7 *ap* plus faible en comparaison des animaux sains. Vu le faible nombre d'animaux malades pour une analyse statistique, il faut toutefois interpréter ces résultats avec prudence. Selon Casalone *et al.* (2008), les taux de minéraux dans l'urine de vaches saines au jour 7 *ap* étaient de 0,78, 0,93, 7,71, 24,5 et 199 mmol/L pour le Ca, P, Mg, Na et K. Ces valeurs correspondent avec nos résultats à l'exception de la concentration de K qui, dans le présent essai, était sensiblement plus élevée.

Conclusions

Ces résultats suggèrent que la mesure du pH urinaire a révélé autant d'informations sur le statut acido-basique que le calcul du NABE. Dans le cas d'une alcalose métabolique, tel que présenté dans cette étude, il semble que les paramètres acido-basiques dans l'urine ne permettent pas d'informer de manière prédictive sur le risque de fièvre du lait. ■

Riassunto**Coefficienti acido-basici nell'urina per la diagnosi precoce della febbre del latte nella vacca lattifera**

L'obiettivo di questo studio era di determinare l'esistenza di un'eventuale correlazione tra i parametri acido-basici nelle urine delle vacche lattifere prima del parto e il tenore in calcio nel sangue poco dopo lo stesso. Le condizioni sperimentali erano simili per le 100 vacche lattifere allo studio. La razione per le vacche in asciutta era a base di insilato di erba e mais, integrata con fieno a libera disposizione. Il prelievo delle urine per stabilire il valore di pH è stato effettuato 14, 7 e 3 giorni prima della data prevista del parto (285 giorni di gestazione). Nelle urine sono stati pure determinati l'equilibrio acido-base (EAB) e l'escrezione acida netta (NAE). Per determinare il tenore in calcio si è effettuato un prelievo di sangue 12 ore dopo il parto. I valori medi di pH riscontrati come pure quelli relativi all'escrezione acida netta (NAE) e all'equilibrio acido-base (EAB) presenti nelle urine prima del parto erano rispettivamente $8,63 \pm 0,02$, 232 ± 4 mmol/L e $4,75 \pm 0,09$ mmol/L. I valori di pH e dell'escrezione acida netta (NAE) indicano uno stato di alcalosi metabolica quale risultato di un valore fortemente positivo del bilancio alimentare cationi-anioni (+ 474 mEq/kg SS). La concentrazione media di calcio nel sangue ($1,92 \pm 0,04$ mmol/L) poco dopo il parto non ha rivelato alcuna correlazione significativa con i valori medi pH ($r = 0,08$, $P = 0,416$), escrezione acida netta (NAE) ($r = 0,04$, $P = 0,719$) ed equilibrio acido-base (EAB) ($r = -0,12$, $P = 0,234$). Questi risultati suggeriscono che la misurazione dei parametri acido-basici nelle urine delle vacche in alcalosi non sembrano adatti per effettuare una diagnosi precoce sul rischio della febbre del latte. La misurazione del pH nelle urine e il calcolo dei parametri acido-basici forniscono informazioni comparabili sul valore acido-basico delle vacche lattifere.

Bibliographie

- ALP (Agroscope Liebefeld-Posieux), 2011. Recommandations alimentaires et tableaux des valeurs nutritives pour les ruminants. Accès: <http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/03837/index.html?lang=fr> [18 mai 2011].
- Bender S. & Staufenbiel R., 2003. Methodische Einflüsse auf ausgewählte Parameter des Säure-Basen-Haushaltes in Harnproben von Milchkühen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **116** (9–10), 432–435.
- Block E., 1984. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.* **67** (12), 2939–2948.

Summary**Use of acid-base indicators to predict the risk of milk fever in dairy cows**

The aim of this study was to investigate a possible relationship between acid-base parameters in urine before parturition and the calcium level in blood shortly after parturition. Hundred dairy cows kept under identical feeding and housing conditions were monitored. The diet was based on grass and corn silage and hay ad libitum. Urine samples were taken on day 14, 7, and 3 before the estimated calving (day 285 of gestation) for the determination of pH, net acid-base excretion (NABE) and base-acid quotient (BAQ). Blood samples were taken within the first 12 h after calving for the analysis of total calcium. During the period before parturition, the mean values of urinary pH, NABE, and BAQ were $8,63 \pm 0,02$, 232 ± 4 mEq/kg DM, and $4,75 \pm 0,09$, respectively. The pH and NABE values indicated a state of metabolic alkalosis of the cows resulting from the distribution of a diet with a high positive dietary cation-anion difference value (+ 474 mEq/kg DM). No significant correlations were observed between total calcium concentration in blood ($1,92 \pm 0,04$ mmol/L) and mean values of urinary pH ($r = 0,08$; $P = 0,416$), NABE ($r = 0,04$, $P = 0,719$), or BAQ ($r = -0,12$, $P = 0,234$). The measurement of acid-base parameters in urine prior to parturition cannot be used to predict the level of blood calcium after parturition in cows under alkalotic condition. The determination of the NABE and BAQ parameters revealed similar information on the acid-base status of dairy cows as the measurement of the urinary pH.

Key words: dietary cation-anion difference, acid-base status, calcium, dairy cow.

- Casalone M., Cannizzo C., Stefani A., Moro L., Giansella M. & Morgante M., 2008. Mineral metabolism during late pregnancy and calcium status after parturition in dairy cows. Poster at the 25th World Buiatrics Congress, 6–11.07.2008, Budapest, Hongrie.
- Goff J. P. & Horst R. L., 1997. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **80** (1), 176–186.
- Tucker W. B., Hogue J. F., Adams G. D., Aslam M., Shin I. S. & Morgan G., 1992. Influence of dietary cation-anion balance during the dry period on the occurrence of parturient paresis in cows fed excess calcium. *J. Anim. Sci.* **70** (4), 1238–1250.