

Effet d'une restriction énergétique pendant la période hivernale chez des vaches Blanc-Bleu Belge culardes

L.O. FIEMS, W. VAN CAELENBERGH, S. DE CAMPENEERE, D.L. DE BRABANDER
CLO-Département Nutrition Animale et Elevage, Scheldeweg 68, B-9090 Melle, Belgique

RESUME - L'effet d'une restriction énergétique pendant la période hivernale (140 j) à 100, 90, 80 ou 70 % des besoins sur l'évolution du poids, la condition, les aspects de reproduction, la réforme des vaches et les performances des veaux a été étudié avec 126 vaches Blanc-Bleu Belge culardes. Pendant l'été toutes les vaches étaient à la pâture dans les mêmes conditions. La moitié des vaches de chaque traitement ont allaité leur veau, tandis que les autres ont été taries après le vêlage. La restriction énergétique a réduit le poids et l'état d'engraissement à la fin de l'hiver, mais les animaux ont réalisé une compensation telle qu'il n'y avait pas de différence par intervalle début-restriction – fin-compensation, ou par intervalle de vêlage à vêlage. Le niveau énergétique n'a pas influencé le nombre d'avortements, l'intervalle vêlage-vêlage, la production laitière et le taux de réforme des vaches, ni le poids à la naissance ou la croissance des veaux. Il y a une tendance pour une mortalité des veaux plus élevée dans le cas d'une restriction à 70 % ($P = 0,075$). Une restriction énergétique de plus de 20 % est déconseillée, respectivement pour des multipares et des primipares non-allaitantes et de plus de 15 % pour les primipares allaitantes. La composition corporelle a été étudiée en utilisant 24 vaches taries non-gestantes avec poids, note d'état d'engraissement et âge divergents. De simples paramètres comme le poids et l'état d'engraissement peuvent être considérés fiables afin d'estimer la composition corporelle des vaches culardes.

The effect of a restricted energy supply during the winter period in Belgian Blue double-muscléd cows

L.O. FIEMS, W. VAN CAELENBERGH, S. DE CAMPENEERE, D.L. DE BRABANDER
CLO-Department Animal Nutrition and Husbandry, Scheldeweg 68, B-9090 Melle, Belgium

SUMMARY - One hundred twenty-six Belgian Blue double-muscléd cows were used to investigate the effect of an energy supply of 100, 90, 80 or 70 % of their requirements during the indoor period (140 d) on the evolution of body weight and condition, reproduction and culling rate of cows and calf performance. The cows were turned out on pasture during the summer period in similar circumstances. Half of the cows of each treatment were suckled by their calves, while others were dried after calving. A reduced energy level decreased body weight and condition towards the end of the indoor period, but the losses were compensated during the subsequent summer period, so that there were no differences from the beginning of the restriction to the end of the compensation period, or per calving interval. Energy level did not affect the number of abortions, calving interval, milk production and cow culling, nor birth weight nor calf live-weight gain. A tendency for a higher calf mortality was observed ($P = 0.075$) when energy was restricted at 70 %. An energy restriction of more than 20 % for multiparous and non-suckling primiparous cows, and 15 % for suckling primiparous cows, is dissuaded. Body composition was investigated using 24 non-lactating and non-pregnant cows with varying age, weight and body condition. Simple live animal measurements such as body weight and body condition score can be considered as potentially useful predictors of empty body composition.

INTRODUCTION

Le niveau d'apports énergétiques des vaches allaitantes est souvent restreint à cause de conditions d'exploitation difficiles. Néanmoins, il semble possible chez la plupart des races à viande de compenser les pertes de poids et d'état, dues aux déficits nutritionnels, par une mobilisation des réserves corporelles. Ces pertes de poids peuvent être reconstituées en périodes d'alimentation libérale à la pâture (Petit *et al.*, 1992). Freely et Nienaber (1998) ont comparé les effets d'un même apport de foin (9,1 kg / j), administré soit à 100 %, soit à 65 et 135 % pendant des périodes successives. L'efficacité globale était plus élevée en cas d'apport variable. La question se pose si les vaches culardes sont capables d'exploiter ainsi le tampon des réserves corporelles, vu leurs dépôts adipeux réduits.

1. MATERIEL ET METHODES

L'effet d'une restriction énergétique pendant la période hivernale (140 j à partir du premier jeudi de décembre) à 100, 90, 80 ou 70 % des besoins énergétiques des vaches laitières (exprimés en VEM ; Van Es, 1978) a été étudié de 1998 à 2004 avec 126 vaches culardes de la race Blanc-Bleu Belge, divisées en 4 lots comparables. La ration de base était composée d'ensilage de maïs et de paille (80 / 20 sur la base

de la MS). Chaque vache a reçu 0,5 kg d'un complément minéral vitaminé (CMV) par jour. Le tourteau de soja et l'urée ont été distribués afin de couvrir les besoins protéiques. Fin-avril les vaches des 4 lots étaient mises ensemble au pâturage (début de la période de compensation). En cas de pénurie d'herbe elles ont reçu de la paille à volonté et du concentré qui était graduellement augmenté jusqu'à un maximum de 6 kg par jour. Rentrées à l'étable au mois de novembre elles recevaient une ration à base d'ensilage de maïs, 0,5 kg / j CMV ainsi que du tourteau de soja et de l'urée. Les apports étaient restreints à 125 % des besoins énergétiques et à 100 % des besoins protéiques.

Environ la moitié des veaux a été élevée au pis jusqu'au sevrage à 16 semaines, tandis que l'autre moitié a été séparée de la mère à la naissance. Ils ont reçu du lait à raison de 10 % de leur poids à la naissance et ils ont été sevrés à une consommation de concentré de $\pm 0,6$ kg par jour. Les veaux au pis, ainsi que les veaux élevés artificiellement ont reçu le même concentré et foin.

Les vaches restaient dans le même lot d'alimentation pendant toute la durée de l'essai. Elles étaient réformées pour un intervalle vêlage-vêlage (IVV) supérieur à 18 mois, pour adhérences de la matrice ou pour mortalité. Des taureaux de monte étaient utilisés en permanence pour la saillie.

La composition corporelle des vaches a été étudiée indépendamment afin de calibrer la liaison entre les réserves corporelles et la note d'état d'engraissement (NEE). La composition a été estimée comme décrit par De Campeneere *et al.*, (2001) en utilisant 24 vaches tarées non-gestantes de poids vif (PV), NEE et âges variables. Toutes ces 24 vaches ont reçu une ration à base d'ensilage de maïs à 100 % des besoins énergétiques et protéiques pendant la semaine qui précédait l'abattage.

L'influence du niveau énergétique (NE) a été étudiée sur l'évolution du PV et de la NEE, la durée de l'IVV, la qualité du *colostrum*, la production laitière, le poids à la naissance, le gain et la mortalité des veaux et le taux de réforme. La NEE a été mesurée selon la grille de Agabriel *et al.*, (1986). Les vaches ont été pesées et la NEE a été jugée toutes les cinq semaines pendant la période de restriction et toutes les quatre semaines pendant la période de compensation. La production laitière a été estimée par pesée des veaux avant et après tétée.

Les résultats ont été interprétés par analyse de variance, analyse de covariance, test du χ^2 , analyse de régression ou corrélation.

2. RESULTATS

2.1. COMPOSITION DU POIDS VIF

Le PV vide (PVV) s'élevait à 89,8 % du PV sans jeûne préalable. La composition corporelle variait du simple au double pour certains composants.

Tableau 1 : composition du poids vif vide

	Absolue (kg ou MJ)	Sx	Relative (g ou MJ / kg)	Sx
Poids vif	695,7	123,0		
Poids vif vide	624,7	120,5		
Eau	393,3	54,8	637	43
Protéines	122,3	20,4	197	8
Lipides	84,5	48,3	126	53
Cendres	24,6	4,0	40	7
Energie	6158	2327	9,5	2,0

La réserve corporelle des jeunes vaches était plus faible, aussi bien en valeurs absolues que relatives. La NEE expliquait 70 % de la variation du contenu énergétique du PVV. Les variables explicatives retenues pour l'estimation de la composition de la masse corporelle sont le PV et la NEE, directement mesurables sur l'animal.

Tableau 2 : estimation de la composition du poids vif vide

Equations*	R ²	RSD
Composition du PVV (kg ; MJ)		
Eau = -20,702 + 0,776 PV - 0,00025 PV ²	0,949	13,0
Protéines = -19,831 + 0,25 PV - 0,00007 PV ²	0,958	4,4
Lipides = -42,6 + 0,00021 PV ² + 9,75 NEE	0,904	15,7
Cendres = 2,6 + 0,039 PV - 2,12 NEE	0,709	2,3
Energie = -199,9 + 0,011 PV ² + 410,77NEE	0,948	558
Composition du PVV (g / kg ; MJ / kg)		
Eau = 743,3 - 0,00016 PV ² - 11,24 NEE	0,828	1,9
Protéines = 214,6 - 0,0000356 PV ²	0,563	0,5
Lipides = -6,9 + 0,00019 PV ² + 15,14 NEE	0,854	2,2
Cendres = 49,6 - 3,73 NEE	0,662	0,4
Energie = 4,6 + 0,000007 PV ² + 0,58 NEE	0,863	0,8

* toutes les équations sont significatives (P < 0,001)

2.2. ASPECTS ZOOTECHNIQUES

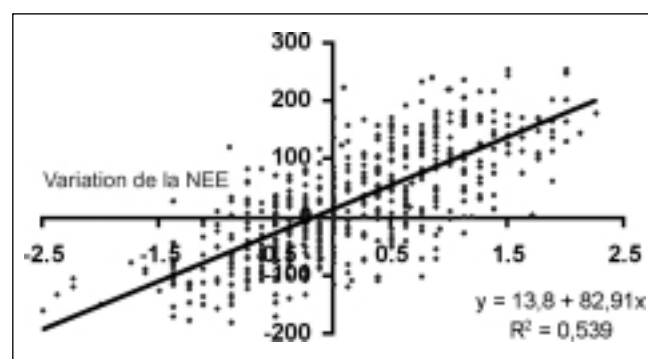
2.2.1. Evolution du poids et de la note d'état d'engraissement

La réduction du NE pendant la période hivernale a réduit le PV et la NEE (tableau 3). Pendant la période estivale les vaches ont compensé, de manière qu'il n'y avait plus de différences de PV et de NEE à la fin de la période de compensation ou par intervalle de vêlage à vêlage (P > 0,05). Il n'y avait pas d'interaction entre NE et mode d'élevage. Les vaches qui sont restées plusieurs années dans l'essai n'ont pas subi un effet néfaste de la ration (pas d'interaction) sur la NEE ou le PV. Ces résultats confirment que les vaches culardes gardent leur capacité de tampon après plusieurs périodes de restriction énergétique à 70 %. La NEE au vêlage a diminué avec le NE (P = 0,019) du fait que le vêlage de certaines vaches avait lieu au cours de la période hivernale, mais cela ne s'est pas observé sur le PV (P = 0,253), peut-être à cause du développement du fœtus chez les vaches gestantes. La NEE moyenne, basée sur toutes les observations, était respectivement 1,79 1,74 1,56 et 1,61 pour les NE variant de 100 à 70 %. La NEE était aussi plus faible pour les primipares (1,46) que pour les vaches en deuxième lactation (1,71) ou au delà (1,84). Les variations consécutives du PV et de la NEE par période hivernale et estivale, mises sur chaque vache individuelle, étaient bien corrélées (figure 1; r = 0,734). Néanmoins, le nuage de point indique qu'une même NEE peut correspondre à des variations de PV différant de 200 kg. Chez les vaches qui ont vêlé à la fin de la période hivernale (mars et avril; n = 65), c'est à dire quand l'effet de la restriction peut être le plus néfaste, les variations de PV ou de NEE n'étaient pas influencées par le NE non plus.

Tableau 3 : effet d'une restriction énergétique sur la variation de poids et d'état d'engraissement

Période	Vaches allaitantes				Vaches tarées				Signification		
	Niveau énergétique (NE; %)				Niveau énergétique (%)				Elevage	NE	Interaction
	100	90	80	70	100	90	80	70			
Evolution de la note d'état d'engraissement											
Hivernale	-0,16	-0,08	-0,32	-0,57	-0,24	-0,46	-0,41	-0,55	0,105	0,013	0,329
Estivale	0,54	0,48	0,46	0,87	0,68	0,78	0,79	0,74	0,075	0,361	0,253
Annuelle	0,38	0,40	0,16	0,30	0,44	0,32	0,38	0,19	0,786	0,484	0,536
IVV	0,21	0,11	0,07	0,22	0,21	0,39	0,35	0,30	0,050	0,958	0,486
Evolution du poids vif (kg)											
Hivernale	-17	-23	-42	-49	-33	-33	-52	-69	0,070	0,005	0,954
Estivale	78	85	78	98	92	94	111	113	0,054	0,415	0,831
Annuelle	61	62	36	49	59	61	59	44	0,647	0,330	0,578
IVV	58	68	33	55	55	61	66	63	0,210	0,430	0,118

Figure 1 : relation entre les variations du PV et de la NEE



2.2.2. Reproduction

Six vaches ont vêlé sans césarienne. Le NE n'a pas influencé la conduite de mise bas ($P = 0,339$). Huit avortements ont eu lieu à côté des 213 vêlages : resp. 4, 1 et 3 pour les NE 100, 90 et 70 % ($P = 0,188$). Le NE n'a pas influencé l'IVV ($P = 0,856$), ni le poids à la naissance des veaux ($P = 0,222$). En moyenne, la durée de l'IVV s'élevait à 419 j, 412 j chez des vaches tarées et 428 j chez les vaches allaitantes ($P = 0,059$). Bien que la NEE descendait à la fin de période hivernale, l'IVV des vaches qui vêlaient en mars et avril n'était pas affecté par le NE. En général il n'y avait que peu d'effet de la NEE au vêlage sur la durée de l'IVV suivant ($R^2 = 0,004$), aussi bien pour les vaches allaitantes que non-allaitantes. Le poids à la naissance des veaux s'élevait à 52 kg, soit 55 kg pour les mâles et 50 kg pour les femelles.

Tableau 4 : effet d'une restriction énergétique sur l'intervalle vêlage-vêlage, le poids à la naissance et la croissance des veaux

	Niveau énergétique				Ø
	100	90	80	70	
Intervalle vêlage-vêlage (j)					
Elevage au pis	417 ^a	444 ^a	424 ^a	427 ^a	428 ^x
Elevage artificiel	426 ^a	410 ^a	407 ^a	407 ^a	412 ^x
Toutes les vaches	421 ^a	427 ^a	415 ^a	417 ^a	
Poids à la naissance (kg)					
Mâles	56 ^a	56 ^a	55 ^a	53 ^a	55 ^x
Femelles	48 ^a	52 ^a	49 ^a	50 ^a	50 ^y
Tous les veaux	52 ^a	54 ^a	52 ^a	52 ^a	
Gain quotidien jusqu'à 16 semaines (kg)					
Veaux au pis	0,95 ^a	0,94 ^a	0,96 ^a	0,93 ^a	0,95 ^x
Elevage artificiel	0,69 ^a	0,72 ^a	0,71 ^a	0,72 ^a	0,71 ^y
Tous les veaux	0,82 ^a	0,83 ^a	0,84 ^a	0,83 ^a	

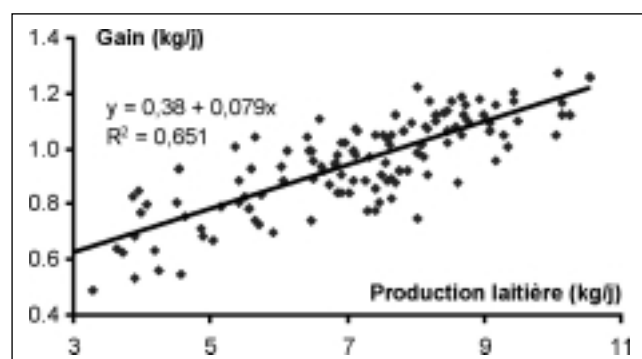
^a les différences par ligne ne sont pas significatif ($P > 0,05$)

^{xy} les moyennes sans indice similaire diffèrent ($P < 0,05$)

2.2.3. Production laitière des vaches et performances des veaux

La quantité de *colostrum* (3,6 kg) et la concentration en immunoglobulines (96,7 mg / ml en moyenne), mesurées chez 45 vaches, n'étaient pas négativement influencées par le NE. La production laitière moyenne par jour a varié avec le numéro de lactation des vaches ($P = 0,001$) et le sexe du veau ($P = 0,033$). Elle s'élevait à 6,0 kg / j pour les primipares, 7,2 kg / j au deuxième vêlage et 7,6 kg / j pour les multipares et 6,8 kg pour les veaux mâles contre 7,2 kg pour les femelles. Il n'y a pas eu d'effet du NE ($P = 0,670$). La croissance de la naissance à 16 semaines chez les veaux au pis était bien reliée à la production laitière moyenne ($r = 0,803$; $P < 0,001$; figure 2); en moyenne 79 g par kg de lait produit par jour et respectivement 86 et 74 g pour les mâles et les femelles.

Figure 2 : production laitière et croissance des veaux



La croissance n'était pas influencée par le NE ($P = 0,848$), mais le mode d'élevage était significatif ($P < 0,001$; voir tableau 4), ainsi que le nombre de vêlages ($P = 0,016$). Les veaux élevés au pis, ou issus des multipares ont réalisé un gain quotidien plus élevé. Ceci correspond à la production laitière plus élevée des multipares.

Onze veaux sont morts avant l'âge de 16 semaines, 6 à la naissance ou peu après et 5 plus tard à cause de maladie (NE 100 %: 1; NE 90 %: 1; NE 80 %: 2; NE 70 %: 6), un veau (NE 90 %) a été écrasé par sa mère. Il y a une tendance pour une mortalité plus élevée ($P = 0,075$, le veau écrasé non inclus) pour un NE plus faible. En utilisant le NE et le nombre de vêlages comme variables auxiliaires, nous avons constaté une NEE plus faible au vêlage (1,45) chez des mères dont le veau est mort en comparaison avec la NEE des mères des veaux qui sont restés en vie (1,75 ; $P = 0,044$).

2.2.4. Réforme des vaches

Quatre-vingt dix vaches ont été éliminées au cours de l'essai pour différentes raisons (tableau 5), mais l'effet du NE n'était pas significatif ($P = 0,753$). Il est remarquable que la NEE mesurée lors du dernier vêlage était plus élevée chez les vaches réformées car vides (1,78) en comparaison de celles qui ont vêlé de nouveau (1,51; $P < 0,001$). En moyenne, le taux de survie s'élevait à 74 % par an et variait entre 68 (NE = 80 %) et 78 % (NE = 100 %) sans qu'il y ait un effet significatif du NE ($P = 0,528$) ou du mode d'élevage ($P = 0,455$).

3. DISCUSSION

Nos résultats confirment la bonne relation entre le PV et la NEE, d'une part et la composition du PVV d'autre part, rapportée par Wright et Russel (1984) et Houghton *et al.*, (1990). L'estimation est quand-même un peu meilleure pour les différents composants dans notre étude. Il est intéressant que des mesures non-destructives puissent être utilisées pour estimer les réserves corporelles. Une approche théorique, basée sur les aspects zootechniques et l'estimation de la composition corporelle, pour une vache primipare de 550 kg, qui a vêlé début-décembre et avec une production laitière moyenne de 6 kg / j et une NEE de 1,5, qui est restreinte à 80 % des besoins énergétiques pendant 140 j,

Tableau 5 : nombre de vaches réformées

	Niveau énergétique (%)			
	100	90	80	70
Vaches débutantes	31	33	30	32
Vaches éliminées	21	21	24	24
Vides 9 mois après vêlage	14	12	13	11
Complication au niveau de la matrice	6	5	8	9
Autres	1	4	3	4

révèle que cette vache doit mobiliser une quantité d'énergie qui est plus grande que la quantité de graisse corporelle. Il est pratiquement impossible que toute la graisse soit mobilisée. Ce calcul démontre qu'une restriction grave et prolongée peut poser des problèmes. En réalité, ces problèmes ne s'étaient pas manifestés, vu que la plupart des génisses vèlait à la fin de l'hiver.

La restriction énergétique n'a pas eu un effet négatif sur la variation du PV ou la NEE par IVV, la durée de l'IVV, la production laitière et la réforme des vaches, ou le poids à la naissance et la croissance des veaux. Ces résultats ne sont pas toujours en accord avec des données bibliographiques. Richards *et al.*, (1986), Selk *et al.*, (1988) et Spitzer *et al.*, (1995) ont observé un IVV plus long ou des veaux plus légers en cas de restriction énergétique, mais avec des durées de lactation plus longues qu'ici. Un allongement de l'IVV chez des vaches allaitantes a été rapporté par Williams (1990). Nos résultats n'ont pas montré que la sensibilité de la reproduction à l'état d'engraisement varie avec la présence du veau (tétée ou non). La faible relation entre la NEE et la durée de l'IVV n'est pas en accord avec les résultats rapportés par Agabriel *et al.*, (1992). Corah *et al.*, (1975) et Freetly *et al.*, (2000) ont trouvé que le poids à la naissance était diminué par une restriction énergétique, ce qui n'était pas confirmé par nos résultats. La production laitière n'était pas non plus influencée par une restriction énergétique dans l'essai de Shell *et al.*, (1995), tandis que Corah *et al.*, (1975) ont rapporté une production inférieure pour des vaches nourries à 50 % des besoins. Les poids à la naissance et au sevrage étaient seulement plus faibles dans l'essai de Corah *et al.*, (1975). La bonne relation entre la production laitière moyenne et la croissance des veaux, que nous avons trouvée, correspond aux résultats de Neville (1962) et Robison *et al.*, (1978). Il est logique que les veaux issus des vaches plus âgées aient une croissance plus élevée, vu la production laitière plus élevée des multipares. L'ingestion du lait élevée chez les veaux femelles en comparaison des mâles était aussi rapportée par Rutledge *et al.*, (1971).

Blecha *et al.*, (1981) et Hough *et al.*, (1990) ont aussi constaté une mortalité plus élevée pour une restriction plus prononcée, ce qui peut indiquer une absorption des immunoglobulines du *colostrum* moins bonne pour une restriction plus élevée. Corah *et al.*, (1975) ont constaté une mortalité des veaux plus élevée en cas de sous-alimentation des vaches, ce qui est confirmé par nos résultats. Il est intéressant de constater que la NEE de la vache au moment du vêlage peut donner une indication de la mortalité des veaux. Hélas, une NEE plus élevée au moment du vêlage peut aussi diminuer la chance que la vache redevienne gestante. Le taux de réforme des vaches est élevé. Il peut être expliqué par une fécondité réduite due aux adhérences de la matrice (Vandeplasse et Bouters, 1982).

CONCLUSION

Cette étude a démontré qu'une restriction énergétique à 70 % des besoins n'a pas eu un effet néfaste sur l'évolution

du PV et de la NEE, la durée de l'IVV, le nombre d'avortements, la qualité du *colostrum*, la production laitière et la réforme des vaches Blanc Bleu culardes, ni sur le poids à la naissance ou la croissance des veaux. Néanmoins, il y a une tendance pour un PV et une NEE plus faible au vêlage et une mortalité plus élevée en cas de restriction à 70 %. Des simples paramètres, comme le poids et l'état d'engraisement, peuvent être considérés fiables afin d'estimer la composition corporelle et la réserve énergétique des vaches culardes. Basé sur les per-formances zootechniques et la composition du PVV une restriction énergétique de plus de 20 % est déconseillée en général (plus de 15 % pour les primipares allaitantes). Une NEE au vêlage de 1,5 semble avoir des conséquences défavorables pour la survie des veaux.

Financé avec l'aide du Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture (DG VI, Bruxelles) et de la Vlaamse Gemeenschap (IWT, Bruxelles). Les auteurs remercient K. Desomviele et R. Coens de leur collaboration technique.

Agabriel J., Grenet N., Petit M. 1992. INRA Prod. Anim., 5, 355-369

Agabriel J., Giraud J.M., Petit M. 1986. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 66, 43-50

Blecha F., Bull R.C., Olson D.P., Ross R.H., Curtis S. 1981. J. Anim. Sci., 53, 1174-1180

Corah L.R., Dunn T.G., Kaltenbach C.C. 1975. J. Anim. Sci., 41, 819-824

De Campeneere S., Fiems L.O., De Paepe M., Vanacker J.M., Boucqué Ch.V. 2001. Anim. Res., 50, 43-55

Freetly H.C., Nienaber J.A. 1998. J. Anim. Sci. 76, 896-905

Freetly H.C., Ferrell C.L., Jenkins T.G. 2000. J. Anim. Sci., 78, 2790-2796

Hough R.L., McCarthy F.D., Kent H.D., Eversole D.E., Wahlberg M.L. 1990. J. Anim. Sci., 68, 2622-2627

Houghton P.L., Lemenager R.P., Moss G.E., Hendrix K.S. 1990. J. Anim. Sci., 68, 1428-1437

Neville W.E. 1962. J. Anim. Sci., 21, 315-320

Petit M., Jarrige R., Russel A.J.F., Wright I.A. 1992. In JARRIGE, R., BERANGER, C. (Editors), Beef cattle production. Elsevier, Amsterdam. 191-208

Richards M.W., Spitzer J.C., Warner M.B. 1986. J. Anim. Sci., 62, 300-306

Robison O.W., Yusuff M.K.M., Dillard E.U. 1978. J. Anim. Sci., 47, 131-136

Rutledge J.J., Robison O.W., Ahlschwede W.T., Legates J.E. 1971. J. Anim. Sci., 33, 563-567

Selk G.E., Wettemann R.P., Lusby K.S., Oltjen J.W., Mobley S.L., Rasby R.J., Garmendia J.C. 1988. J. Anim. Sci., 66, 3153-3159

Shell T.M., Early R.J., Carpenter J.R., Buckley B.A. 1995. J. Anim. Sci., 73, 1303-1309

Spitzer J.C., Morrison D.G., Wettemann R.P., Faulkner L.C. 1995. J. Anim. Sci., 73, 1251-1257

Vandeplasse M., Bouters R. 1982. In : KARG, H., SCHALLENBERGER, E. (Editors), Factors influencing fertility in the postpartum cow, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 30-44

Van Es A.J.H., 1978. Livest. Prod. Sci., 5, 331-345

Williams G.L. 1990. J. Anim. Sci., 68, 831-852

Wright I.A., Russel A.J.F. 1984. Anim. Prod., 38, 33-44.