

Effet du stress thermique sur la fertilité des vaches et sur les paramètres séminologiques de taureaux d'insémination du Sud-Ouest de la France

PICARD-HAGEN N. (1, 2), GACHET A. (1), GARRIGUE M. (1), FLOCH S. (3), SAINT-BLANCAT M. (4), KHIREDDINE B. (5), RABOISSON D. (1, 6)

(1) UMR1331, Toxalim, Université de Toulouse, INRA, ENVT, 23, chemin des Capelles, 31076 Toulouse cedex

(2) ENVT, Université de Toulouse

(3) CEVA Santé animale, 10 avenue de la Ballastière, 33500 Libourne

(4) Coopelso, Le tournal, 81580 Soual

(5) AURIVA, Les Nauzes, 81580 Soual

(6) UMR 1225, IHAP, Université de Toulouse, INRA, ENVT, 23, chemin des Capelles, 31076 Toulouse cedex

RESUME - En élevage bovin, les performances de reproduction sont altérées chez les femelles, notamment les vaches laitières, et chez les taureaux exposés à un stress thermique. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets du stress thermique sur la fertilité femelle et sur les paramètres séminologiques de taureaux, dans la région du sud-ouest de la France, caractérisée par un climat tempéré et des étés chauds.

Sur la période d'octobre 2001 à août 2010, les taux de non-retour des femelles après la 1^{ère} insémination animale (IA1) ont été calculés à partir des fichiers d'insémination de la coopérative Coopelso. La base de données analysée incluait les IA (forfait IA1 suivie de deux retours éventuels) de 533 502 vaches de race Holstein et de 176 216 vaches Limousines. Les taux mensuels de non-retour après IA1 des femelles Holstein sont toujours plus bas que ceux des femelles Limousines ($57,9 \pm 4,0$ % versus $71,0 \pm 2,35$ %). Les variations saisonnières des taux de non-retour après IA1 chez les vaches Holstein sont marquées (en moyenne, 51,9 % en été avec une valeur minimale de 49,3 % observée au cours de la vague de chaleur d'Août 2003 et 62 % en hiver), alors que les variations des taux de non-retour des femelles allaitantes varient peu en fonction de la saison.

Dans une seconde étude, l'effet du stress thermique a été évalué sur les paramètres séminologiques à partir des fichiers de 2 centres de collecte de semence d'AURIVA, situés dans le Tarn, sur la période de janvier 2002 à juillet 2012. Deux cent dix taureaux de races laitières, âgés de plus de 18 mois (8 440 collectes) et 282 taureaux de races allaitantes de plus de deux ans (23 444 collectes) ont été inclus dans l'étude. Les paramètres séminologiques ont été évalués selon les procédures classiquement utilisées en centre de collecte de semence.

Chez les taureaux d'insémination, le stress thermique a eu un effet délétère sur la mobilité des spermatozoïdes et par conséquent sur le pourcentage d'éjaculats éliminés, essentiellement chez les taureaux de race allaitante. Chez les taureaux de races laitières, le pourcentage d'éjaculats éliminés avant congélation est peu sensible à un stress thermique modéré, mais augmente pour des valeurs d'index température-humidité (THI) élevées (supérieures à 65). Chez les taureaux allaitants, on observe une augmentation significative du taux d'éjaculats éliminés avant congélation en fonction du THI. La résistance du sperme à la congélation n'a pas été affectée par le THI chez les taureaux de races Holstein et Brune, contrairement à ce qui est observé pour les races allaitantes.

Pour les centres de collecte de semence, il en résulte un taux d'élimination plus important des éjaculats en période estivale, notamment lors de canicule. Cette étude montre l'importance de la prise en compte des effets du stress thermique sur la reproduction dans les élevages bovins français et la nécessité de mettre en place des stratégies pour limiter ses effets adverses sur la santé, le bien-être et les performances des animaux.

The effect of heat stress on female fertility in cattle and on the semen parameters of bulls from insemination centers, in southwest France

PICARD-HAGEN N. (1,2), GACHET A. (1), GARRIGUE M. (1), FLOCH S. (3), SAINT-BLANCAT M. (4), KHIREDDINE B. (5), RABOISSON D. (1,6)

(1) UMR1331, Toxalim, Université de Toulouse, INRA, ENVT, 23, chemin des Capelles, 31076 Toulouse cedex

SUMMARY - Reproductive performance is reduced in females and males exposed to hot climatic temperatures. The aim of this study was to evaluate the effect of heat stress on the fertility of cattle and the semen parameters of bulls, in southwest France, a region characterized by moderate climate of temperate latitudes and hot summers.

The effect of heat stress on female fertility was evaluated between October 2001 and August 2010, from a database including all first inseminations of 533 502 Holstein cows and 176 216 Limousin cows. The effect of the season and THI on the non-return rate (i.e., percentage of cows without 2nd IA /number IA1) was analyzed.

As expected, the non-return rates in Holstein females were lower than those of limousin cows (57.9 ± 4.0 % vs 71.0 ± 2.35 %). The non-return rate in Holstein cattle showed marked seasonal fluctuations (mean 51.9 % in the summer with a minimum value of 49.3 % observed during the heat wave of August 2003 and 62 % in the winter). In contrast, the variations in non-return rate for beef cattle were low and were not impacted by the hot season.

Another study was conducted from January 2002 to July 2012, to evaluate the effect of heat stress on the semen parameters of bulls from the selection center of Midatest in Soual (Tarn). Sexually mature bulls (210 Holstein and Brune bulls > than 18 months of age, 8 440 semen collections and 279 beef bulls > than two years, 23 444 collections) were included in this study. For each bull, semen was evaluated according to classical procedures.

The sperm quality was more greatly affected by high environmental temperatures in beef bulls than in dairy bulls. Exposure of beef bulls to high THI resulted in a reduction of the percentage of motile sperm and an increase in the

proportion of ejaculates which were discarded before freezing due to poor quality. Semen freezability was lower in beef bulls than in dairy bulls and was significantly influenced by THI, leading to a high proportion of discarded ejaculates. Therefore, collecting semen from beef bulls during the hottest months in an artificial centre may not be profitable. This study showed that heat stress is a major concern in France and highlights the need to develop management strategies to mitigate the adverse effects of heat stress on reproduction.

INTRODUCTION

Dans les pays chauds, le stress thermique entraîne une diminution de la production et des performances de reproduction en élevage, notamment chez les vaches laitières. Lors d'un stress thermique, les animaux mettent en place des adaptations physiologiques pour contrôler leur température corporelle : augmentation de la fréquence respiratoire, de l'abreuvement. Mais, chez les vaches laitières hautes productrices, pour lesquelles le métabolisme est très important, les capacités physiologiques d'adaptation peuvent être rapidement dépassées. Il en résulte une diminution de l'ingestion et de la production laitière. Des effets délétères ont également été observés sur la fonction de reproduction (Kadzere *et al.*, 2002). Le stress thermique entraîne une diminution de l'expression des chaleurs, des altérations de la croissance folliculaire, de la stéroïdogénèse, de la qualité des ovocytes et du développement embryonnaire, qui conduit à une diminution de la fertilité (De Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Jordan, 2003 ; Wolfenson *et al.*, 2000), notamment chez les femelles hautes productrices.

Les effets du stress thermique sur la reproduction des vaches laitières ont été décrits dans différents pays européens tempérés, notamment en Allemagne (Schuller *et al.*, 2014), en Italie (Boni *et al.*, 2014), en Espagne (Garcia-Ispuerto *et al.*, 2007), mais pratiquement aucune donnée n'a été publiée en France. Une étude conduite par un fabricant d'aliment du bétail dans 5 élevages laitiers (niveau moyen de production de 9 000 à 10 000 kg de lait par vache et par an) a montré une diminution de la production laitière de 2,7 kg/vache/jour quand les vaches sont exposées à un stress thermique de 6 à 12 heures pendant la période estivale (L'éleveur laitier, 2015). En outre, il n'existe pas de données sur l'effet du stress thermique sur les femelles allaitantes.

Chez le mâle, les températures élevées perturbent la thermorégulation, nécessaire au déroulement normal de la spermatogénèse. Ainsi, l'exposition contrôlée de taureaux Angus à 35 °C pendant 8 semaines entraîne une diminution de la production spermatique et du pourcentage de spermatozoïdes mobiles et une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux (Meyerhoeffer *et al.*, 1985). Ces effets ont perduré 2 mois après l'arrêt du stress thermique. Cependant, les effets du stress thermique ou de la saison sur la production et la qualité spermatique de taureaux en centres de collecte de semence varient en fonction des études (Brito *et al.*, 2002 ; Fuerst-Waltl *et al.*, 2006 ; Snoj *et al.*, 2013).

L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets du stress thermique d'une part sur les paramètres séminologiques de taureaux de races laitières et allaitantes dans 2 centres de collecte de semence situés dans le Tarn (AURIVA), et d'autre part sur la fertilité des vaches de race Holstein et Limousine du sud-ouest de la France (zone de la coopérative Coopelso), région caractérisée par un climat tempéré et des étés chauds.

1. IMPACT DU STRESS THERMIQUE SUR LA FERTILITE DES VACHES

1.1. MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été réalisée sur la période d'octobre 2001 à août 2010, à partir des fichiers d'insémination animale (IA) de la coopérative Coopelso (Soual, Tarn) dans la région du Sud-Ouest de la France, regroupant 15 départements. La base de données analysée comprend les données de 1^{ère} IA (IA1),

suivie de 2 retours éventuels, de 533 502 vaches laitières de race Holstein et de 176 216 vaches allaitantes de race Limousine. Toutes les femelles inséminées avec un délai entre l'IA1 et l'IA2 inférieur à 18 jours ou supérieur à 120 jours ont été exclues de l'analyse.

Les données climatiques mensuelles (température ambiante moyenne, maximale et humidité relative) ont été obtenues à partir des stations météorologiques des communes les plus proches des élevages (<https://esrcarto.supagro.inra.fr/intranet/cartojoomla/>). Les couples température-humidité relative permettent d'établir une classification du stress thermique selon son intensité. L'index température-humidité de l'air (THI) a été calculé selon la formule suivante (Ravagnolo *et al.*, 2000) :

$$THI = (1,8T + 32) - ((0,55 - 0,0055H) \times (1,8T - 26))$$

avec T, température ambiante en °Celsius et H, humidité relative en %.

L'indicateur THIX a été calculé selon l'équation précédente avec la température maximale du mois.

Le taux de non-retour après IA1 (*i.e.* pourcentage de vaches sans 2^{ème} IA / nombre de vaches avec IA1) a été analysé, en fonction de la saison et du THI. Le taux de non-retour est un bon indicateur de fertilité, même s'il surestime la réussite en IA1. En effet, certaines femelles non gravides après IA1 ne sont pas ré-inséminées si elles ont été réformées prématurément ou si l'éleveur utilise la monte naturelle pour les retours.

1.2. RESULTATS

L'évolution de l'index température-humidité (THI) mensuel sur une période de 10 ans dans la région Sud-Ouest de l'étude (Figure 1) montre des fluctuations saisonnières, avec de faibles valeurs de THI pendant les mois plus froids, d'octobre à avril et des valeurs plus élevées pendant les mois chauds de mai à septembre. Les valeurs les plus élevées sont observées pendant les deux périodes caniculaires de 2003 et 2006.

Les taux mensuels de non-retour après IA1 des femelles Holstein sont toujours plus bas que ceux des femelles Limousines (57,9 ± 4,0 % versus 71,0 ± 2,35 %, Figure 2).

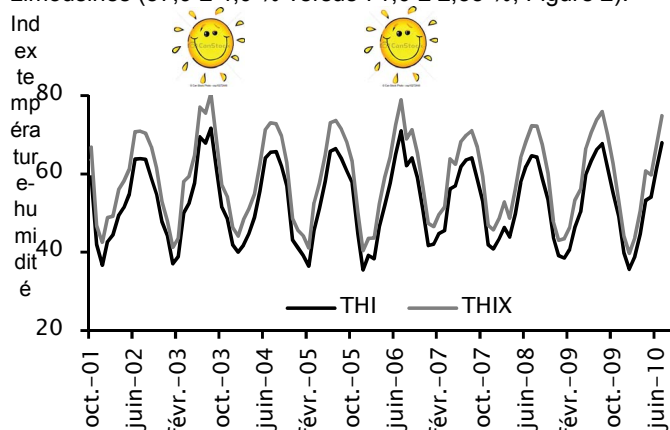


Figure 1 : Evolution temporelle des moyennes des index température-humidité mensuels (THI) et des index température maximale-humidité mensuels (THIX) sur la région du Sud-Ouest. Les THI et THIX ont été plus élevés lors des épisodes caniculaires de 2003 et 2006 (☀).

Les variations saisonnières des taux de non-retour après IA1 chez les vaches Holstein sont marquées, alors que les variations des taux de non-retour des femelles Limousines ne

semblent pas dépendre de la saison. Chez les vaches Holstein, les taux de non-retour sont les plus faibles en été, notamment en août-septembre (51,9 % en moyenne avec une valeur minimale de 49,3 % observée lors de la canicule d'août 2003). Ces taux de non-retour augmentent ensuite progressivement, pour atteindre des valeurs moyennes de 62 % plusieurs mois plus tard, aux alentours du mois de mars.

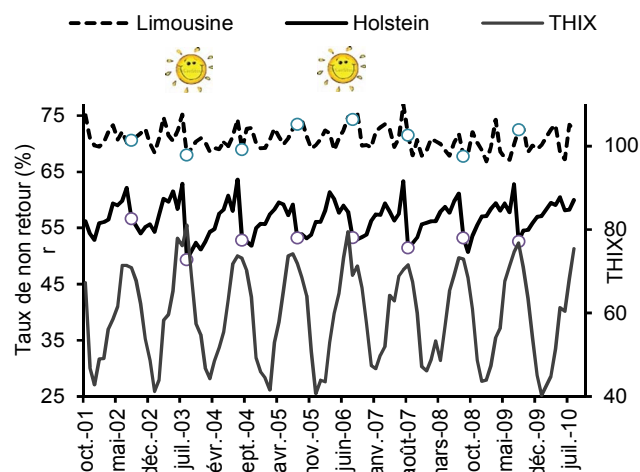


Figure 2 : Evolution temporelle des moyennes des index température maximale-humidité mensuels (THIX trait gris) sur la région du Sud-Ouest et des taux de non-retours mensuels des vaches Limousines (trait pointillés) et Holstein (trait plein noir). Les mois d'août sont indiqués par des points.

1.3. DISCUSSION

L'effet délétère du stress thermique sur la fertilité de vaches laitières de race Holstein en France est cohérent avec les résultats observés dans d'autres pays, notamment en Europe (Boni *et al.*, 2014 ; Garcia-Ispuerto *et al.*, 2007 ; Schuller *et al.*, 2014). La diminution de l'ingestion induite par le stress thermique pourrait accentuer le déficit énergétique postpartum, qui peut induire une diminution de la qualité de l'ovocyte, et avoir des répercussions sur la fertilité au-delà des mois les plus chauds (De Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Webb *et al.*, 2004). Le stress thermique pourrait donc constituer un facteur aggravant la détérioration des performances de reproduction dans les élevages laitiers, notamment chez les vaches laitières hautes productrices.

2. IMPACT DU STRESS THERMIQUE SUR LA QUALITE DE LA SEMENCE DES TAUREAUX DE CENTRE DE COLLECTE DE SEMENCE

2.1. MATERIELS ET METHODES

Cette étude a été réalisée à partir des fichiers de collecte de sperme de 2 centres de collecte de semence d'AURIVA (site des Nauzes et site du Tournal, Soual, Tarn) sur la période de janvier 2002 à juillet 2012. Les données de production de semence analysées concernaient 210 taureaux laitiers de races Holstein (154) et Brune (56), âgés de plus de 18 mois (8 440 collectes) et 282 taureaux de races allaitantes de plus de deux ans (125 Blond d'Aquitaine, 34 Charolais, 38 INRA 95 et 85 Limousins, avec un total de 23 444 collectes), collectés sur la période considérée. Lors de doubles collectes (deux sauts), seul le premier saut a été pris en compte. Les données de collecte comprennent les paramètres séminologiques suivants : volume de l'éjaculat, concentration en spermatozoïdes, pourcentage de spermatozoïdes mobiles avant et après décongélation. Les centres de collecte de semence ne conservent que les éjaculats de bonne qualité avant congélation (concentration

supérieure à 0,3 milliards de spermatozoïdes/mL et pourcentage de mobilité supérieur à 50 %) et après décongélation (pourcentage de mobilité supérieure à 30 %). Les données climatiques mensuelles (température ambiante moyenne, maximale et humidité relative) ont été obtenues à partir de la station météorologique de Soual. Les index THI ont été calculés comme décrit précédemment et classés en 4 catégories ([37-45] ; [45-55] ; [55-65] ; [65-75]). La distribution des collectes en fonction des THI est relativement uniforme. Les effets du stress thermique (évalué par le THI) et de la saison sur le taux de refus de saut par le taureau, les paramètres séminologiques et le taux d'élimination des éjaculats avant congélation, ont été analysés. La résistance des spermatozoïdes à la congélation a été évaluée à travers le pourcentage d'éjaculats congelés éliminés (*i.e.* nombre d'éjaculats éliminés après congélation/ nombre d'éjaculats congelés).

2.1. RESULTATS ET DISCUSSION

Chez les taureaux d'insémination conditionnés pour la monte, le pourcentage de refus de saut est très faible, il varie de 0,76 à 0,88 % quel que soit le THI chez les taureaux de races laitières. Chez les taureaux de races allaitantes, il varie de 1,03 à 1,55 % pour les 3 classes de THI de 37 à 65, et jusqu'à 2,49 % pour la classe de THI de [65-75].

La figure 3 présente l'évolution du pourcentage de spermatozoïdes mobiles avant congélation sur la période de 2002 à 2012, chez les taureaux de races laitières et allaitantes. Les variations mensuelles du pourcentage moyen de spermatozoïdes mobiles sont relativement faibles à la fois pour les taureaux de races laitières (moyenne \pm écart-type et étendue ; $67,9 \pm 2,33$ % ; $59,9-74,8$ %) et de races allaitantes ($65,5 \pm 2,87$ % ; $49,7-70,0$ %). Seul l'épisode caniculaire sévère de l'été 2003, a entraîné une diminution marquée du pourcentage moyen de mobilité des spermatozoïdes, avec des valeurs minimales de 49,7 % et de 59,9 % pour les taureaux de races allaitantes et laitières, respectivement. Des diminutions estivales du pourcentage moyen de mobilité des spermatozoïdes ont également été observées chez les taureaux de races allaitantes en 2004-2005-2010-2011, mais avec une intensité moindre. Ces variations saisonnières de la qualité des éjaculats sont cohérentes avec les résultats obtenus dans d'autres études (Brito *et al.*, 2002 ; Fuerst-Wattl *et al.*, 2006).

Les paramètres séminologiques quantitatifs, le volume de l'éjaculat ou sa concentration en spermatozoïdes, semblent peu influencés par la saison estivale.

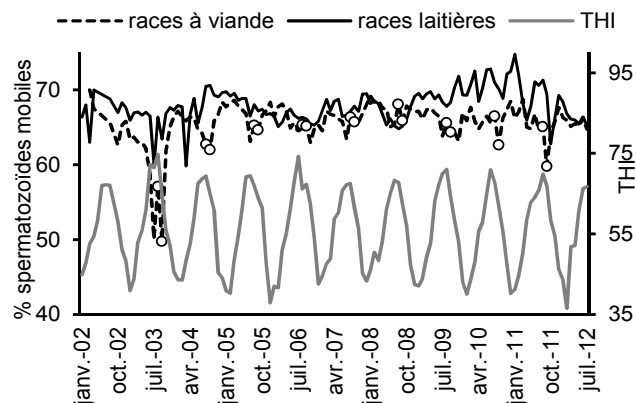


Figure 3 : Evolution temporelle des moyennes des index température-humidité mensuels (THI trait gris) dans les 2 centres de collecte de semence de Soual (Tarn) et du pourcentage moyen de spermatozoïdes mobiles de taureaux de races laitières (trait noir) et de races allaitantes (trait pointillé) sur la période de janvier 2002 à juillet 2012. Les mois d'août et septembre de chaque année sont indiqués par des ronds.

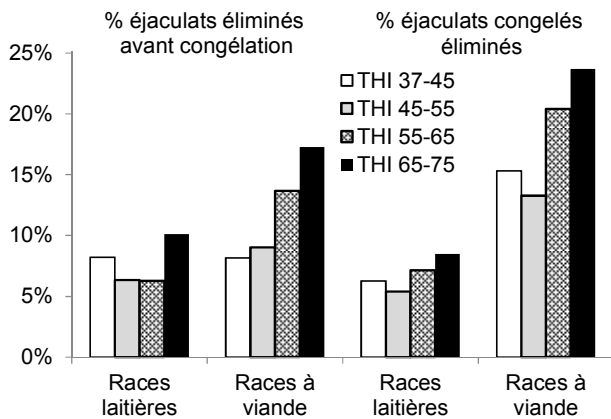


Figure 4 : Pourcentage d'éjaculats éliminés avant congélation et pourcentage d'éjaculats congelés éliminés, en fonction des classes de THI, [37-45[; [45-55[; [55-65[; [65-75[.

Le pourcentage d'éjaculats éliminés avant congélation (Figure 4) est significativement plus faible chez les taureaux de races laitières, comparativement aux taureaux allaitants ($p < 0.001$, χ^2). Chez les taureaux de races laitières, ce pourcentage d'éjaculats éliminés avant congélation est peu sensible à un stress thermique modéré, mais augmente de 46 % (de 6,94 à 10,1 %) pour des valeurs de THI supérieures à 65. Chez les taureaux allaitants, on observe une augmentation significative du taux d'éjaculats éliminés avant congélation en fonction du THI ($p < 0.001$, χ^2), ce taux atteint 17,3 % pour un stress thermique important.

De la même façon, la résistance à la congélation (pourcentage d'éjaculats congelés éliminés, Figure 4) est significativement plus élevée chez les taureaux de races laitières, comparativement aux taureaux allaitants ($p < 0.001$, χ^2). Elle est moins affectée par le THI chez les taureaux de races laitières comparativement aux taureaux de races allaitantes (augmentation de 34 % et de 54 %, respectivement du taux d'éjaculats congelés éliminés pour des valeurs de THI supérieures à 55, $p < 0.001$, χ^2). Cet effet du stress thermique est cohérent avec la diminution de la résistance à la congélation de la semence observée sur des taureaux Simmental et Limousin au Brésil (Koivisto *et al.*, 2009).

CONCLUSION

Notre étude a montré une diminution moyenne de 10 points de pourcentage du taux de non-retour après IA1 chez des vaches laitières de race Holstein pendant la période estivale, alors qu'aucun effet du stress thermique n'a été mis en évidence sur la fertilité de vaches allaitantes de race Limousine.

Chez les taureaux de 2 centres de collecte de semence, le stress thermique a eu un effet délétère sur la mobilité des spermatozoïdes et sur leur résistance à la congélation, essentiellement chez les taureaux de races allaitantes. Pour le centre de production de semence, il en résulte un taux d'élimination plus important des éjaculats en période estivale, notamment lors de canicule.

Ces premiers résultats ont été obtenus avec des valeurs mensuelles de THI. Des analyses complémentaires chez les taureaux de races allaitantes sont en cours pour évaluer l'impact du stress thermique en fonction de sa durée et de son occurrence par rapport à l'insémination des femelles ou à la collecte de sperme chez les taureaux.

En France, les stratégies pour lutter contre le stress thermique sont peu développées. Le plus souvent, les éleveurs évitent la mise à la reproduction en période caniculaire, d'autant plus que l'expression des chaleurs est diminuée. Quelques dispositifs (ventilateurs, brumisateurs...)

sont mis en place dans les bâtiments, mais leur utilisation est relativement limitée en France. Il est essentiel de mettre en place des stratégies pour lutter contre le stress thermique dans les troupeaux bovins, afin de limiter son effet adverse sur la santé, le bien-être et les performances des animaux.

Anonyme. 2015. L'éleveur laitier, 237-238.

Boni, R., Perrone, L.L., Cecchini, S. 2014. Livestock Science, 160:172-177.

Brito L.F.C., Silva, A.E.D.F., Rodrigues, L.H., Vieira, F.V., Deragon, L.A.G., Kastelic, J.P. 2002. Anim. Reprod. Sci., 70:181-190.

De Rensis, F., Scaramuzzi, R.J. 2003. Theriogenology, 60:1139-1151.

Fuerst-Waltl, B., Schwarzenbacher, H., Perner, C., Solkner, J. 2006. Anim Reprod Sci., 95:27-37.

Garcia-Ispuerto, I, Lopez-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaria, P., Yaniz, J.L., Nogareda, C., De Rensis, F., Lopez-Bejar, M. 2007. Theriogenology, 67:1379-1385.

Jordan, E.R. 2003. J. Dairy Sci., 86 (Suppl): E104-E114.

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E. 2002. Livestock Production Science, 77:59-91.

Koivisto, M.B., Costa, M.T.A., Perri, S.H.V., Vicente, W.R.R. 2009. Reprod. Dom. Anim., 44:587-592.

Meyerhoeffer, D.C., Wettemann, R.P., Coleman, S.W., Wells, M.E. 1985. J. Anim. Sci., 60:352-357.

Ravagnolo, O., Misztal, I., Hoogenboom, G. 2000. J. Dairy Sci., 83:2120-2125.

Schuller, LK, Burfeind, O, Heuwieser, W. 2014. Theriogenology, 81:1050-1057.

Snoj, T., Kobal, S., Majdic, G. 2013. Theriogenology, 79:847-852.

Webb, R., Garnsworthy, P.C., Gong, J.G., Armstrong, D.G. 2004. J. Anim. Sci., 2004; 82E-Suppl: E63-74.

Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R. 2000. Anim. Reprod. Sci., 60-61:535-547.