

## QUALITÉ ET DÉTERMINANTS DE LA CONCENTRATION EN IMMUNOGLOBULINES G DU COLOSTRUM DES VACHES LAITIÈRES DE LA ZONE PÉRIURBAINE DE DAKAR

M. C. KADJA\*, M. OROU SEKO\*, Y. KANE\*, A. FALL\*, S. SOUROKOU SABI\* & Y. KABORET\*

\* Service Pathologie Médicale, Anatomie pathologique et Cliniques ambulantes, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV) de Dakar –  
Email : orousekom@gmail.com

### RÉSUMÉ

La connaissance de la qualité du colostrum à la ferme est donc essentielle pour une meilleure gestion de la santé. L'objectif de cette étude était d'évaluer la qualité immunitaire du colostrum des vaches par le dosage des immunoglobulines G (IgG) en utilisant deux outils de mesure indirecte : le colostromètre et le réfractomètre. Ainsi, 60 échantillons de colostrum de première traite de vaches, de races différentes, ont été collectés dans deux fermes laitières en zone périurbaine de Dakar.

Les concentrations moyennes en IgG du colostrum ont été de 119,47 g/L  $\pm$  26,33 avec le colostromètre et 72,81 g/L  $\pm$  35,19 avec le réfractomètre. En outre, la majorité des colostrums analysés, soit 98% et 77% respectivement avec le colostromètre et le réfractomètre était de bonne qualité (teneur en IgG  $\geq$  50 g/L). Les concentrations en IgG des colostrums dosés avec colostromètre ont varié significativement ( $p < 0,05$ ) avec la parité de la vache, l'état sanitaire de la vache et la ferme de prélèvement. Par contre, selon la méthode du réfractomètre, les teneurs en IgG des colostrums ont significativement varié en fonction de l'état sanitaire de la vache et du sexe du veau ( $p < 0,05$ ). Cependant, quelle que soit la méthode de dosage utilisée, la concentration en IgG du colostrum a été négativement influencée par la race de la vache et positivement par la ferme de prélèvement. En outre, avec le réfractomètre, le sexe du veau a eu un effet négatif sur la teneur colostrale en IgG des vaches.

Des deux méthodes indirectes d'analyse de la qualité immunitaire du colostrum utilisées, le réfractomètre est mieux indiqué pour les éleveurs, car peu de facteurs ont influé les valeurs de concentration obtenues avec cet appareil, mais son coût élevé limiterait son utilisation au profit du colostromètre moins onéreux et d'utilisation plus facile.

**Mots clés** : Colostrum ; Qualité immunitaire ; Colostromètre ; Réfractomètre ; Sénégal.

## QUALITY AND DETERMINANTS OF THE IMMUNOGLOBULIN G CONCENTRATION OF COLOSTRUM FROM DAIRY COWS IN THE PERI-URBAN AREA OF DAKAR

### ABSTRACT

The knowledge of the quality of colostrum collected on the farm is therefore essential for a better health management. The objective of this study was to assess the immune quality of cow colostrum by the dosage of immunoglobulins G (IgG) using two indirect measurement tools: the colostrometer and the refractometer. Thus, 60 samples of colostrum from the first milking of cows, from different breeds, were collected in two dairy farms in the peri-urban area of Dakar.

The average IgG concentrations of colostrum were 119.47 g/L  $\pm$  26.33 with the colostrometer and 72.81 g/L  $\pm$  35.19 with the refractometer. In addition, the majority of colostrums analyzed, i.e. 98% and 77% respectively with the colostrometer and the refractometer were of good quality (IgG content  $\geq$  50 g/L). The IgG concentrations of colostrums dosed with a colostrometer varied significantly ( $p < 0.05$ ) with the parity of the cow, the health status of the cow and the sampling farm. On the other hand, according to the refractometer method, the IgG contents of the colostrums varied significantly according to the health status of the cow and the sex of the calf ( $p < 0.05$ ). However, whatever the assay method used, the IgG concentration of colostrum was negatively influenced by the breed of cow and positively by the sampling farm. Also, with the refractometer, the sex of the calf had a negative effect on the colostrum IgG concentration of the cows.

Regarding the two indirect methods of analysis of the immune quality of colostrum used, the refractometer is best suited for farmers, since few factors influenced the data collected, but their high cost could be an issue compared to colostrometer, cheaper and easier to use.

**Keywords** : Colostrum; Immune quality; Colostrometer; Refractometer; Senegal.

## INTRODUCTION

Le colostrum est la sécrétion de la glande mammaire au cours des 24 premières heures après le vêlage (Jaster, 2005). Il constitue une importante source de nutriments, minéraux, vitamines, facteurs de croissance et facteurs antimicrobiens indispensables à la survie du nouveau-né. Les principaux facteurs antimicrobiens présents dans le colostrum sont les protéines plasmatiques, les cellules immunitaires et les immunoglobulines (Ig), notamment les IgG, IgM, et IgA. Cependant, les IgG représentent plus de 85 % du total des immunoglobulines (Blum et Hammon, 2000 ; Korhonen *et al.*, 2000; Boudry *et al.*, 2008 ; Abdou *et al.*, 2012).

Chez les ruminants, la placentation épithéliochoriale protège le veau de la plupart des agressions bactériennes et virales durant la vie fœtale mais empêche le transfert transplacentaire d'immunoglobulines de la mère au veau (N'Diaye-Wereme *et al.*, 2001). Le veau qui naît donc agammaglobulinémique est tributaire de l'ingestion du colostrum de leur mère le plus tôt possible après la naissance, pour acquérir leur immunité passive. Toute défaillance à l'absorption de ces anticorps maternels dans les premiers moments qui suivent la parturition prédisposerait à des pathologies infectieuses entraînant une augmentation de la morbidité et de la mortalité néonatale (N'Diaye-Wereme *et al.*, 1998). Cependant, en pratique courante, la qualité de la prise colostrale demeure souvent négligée. En effet, un défaut de transfert de l'immunité passive est observé dans des proportions non négligeables, soit 25 à 60% des cas chez les veaux (Amalric, 2011).

L'enjeu de la prise colostrale est donc à la fois médicale du point de vue veau et économique pour l'éleveur. Les travaux de (Turban, 2011) ont montré qu'un échec de transfert d'IgG représente un coût de 30 à 40 € à risque en traitements vétérinaires, 165 € en cas de mortalité (pour une génisse Prim'Holstein de moins de deux semaines) et des retards de croissances pouvant représenter des pertes s'élevant jusqu'à 720 € par animal.

L'évaluation de la qualité immune du colostrum avant sa distribution au veau, sur le terrain à l'aide d'instruments pratiques et fiables tels que le colostromètre et le refractomètre est donc d'un grand intérêt. De nombreuses études ont été réalisées dans ce sens, dans bien d'autres pays (France, Canada, USA, etc.). Mais, au Sénégal, les études scientifiques ne se sont pas encore penchées sur la qualité du colostrum dans les élevages bovins laitiers. Or, cette étude est fondamentale afin de réduire la morbidité et la mortalité dans les élevages bovins laitiers. Pour ce faire, le premier objectif de cette étude vise à évaluer la qualité du colostrum chez les bovins laitiers et le second, est d'identifier les déterminants de la variation de la teneur en IgG.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### *Zone et période d'étude*

La présente étude a été menée de novembre 2013 à juin 2014 sur deux (02)

fermes laitières de la zone des Niayes en région périurbaine de Dakar (Figure 1). Cette zone bénéficie d'un microclimat particulier, favorisant l'introduction des races exotiques dans l'élevage intensif.

Il s'agit des fermes Past-agri localisée dans le village de Niakoulrab et Saloum Agro-alimentaire sise à Wayembam dans la localité de Bambilor. Les deux fermes A et B exploitent des races exotiques importées de l'Europe, notamment la Holstein et la Normande pour la ferme Past-agri et, en plus de ces deux races, on retrouve la Brune Suisse et la Jersiaise au niveau de la ferme Saloum Agro-alimentaire. La reproduction sur ces fermes se fait par insémination artificielle ou monte naturelle sur œstrus naturel ou induit. Des séances de vaccination (contre la fièvre aphteuse, la pasteurellose, la dermatose nodulaire contagieuse, etc.) et des déparasitages sont faits de manière systématique.

Ces fermes ont été choisies en raison de leur volonté à collaborer et du fait qu'elles étaient suivies par des vétérinaires qui participent à la formation pratique des étudiants que l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar appuie en matière de recherche.

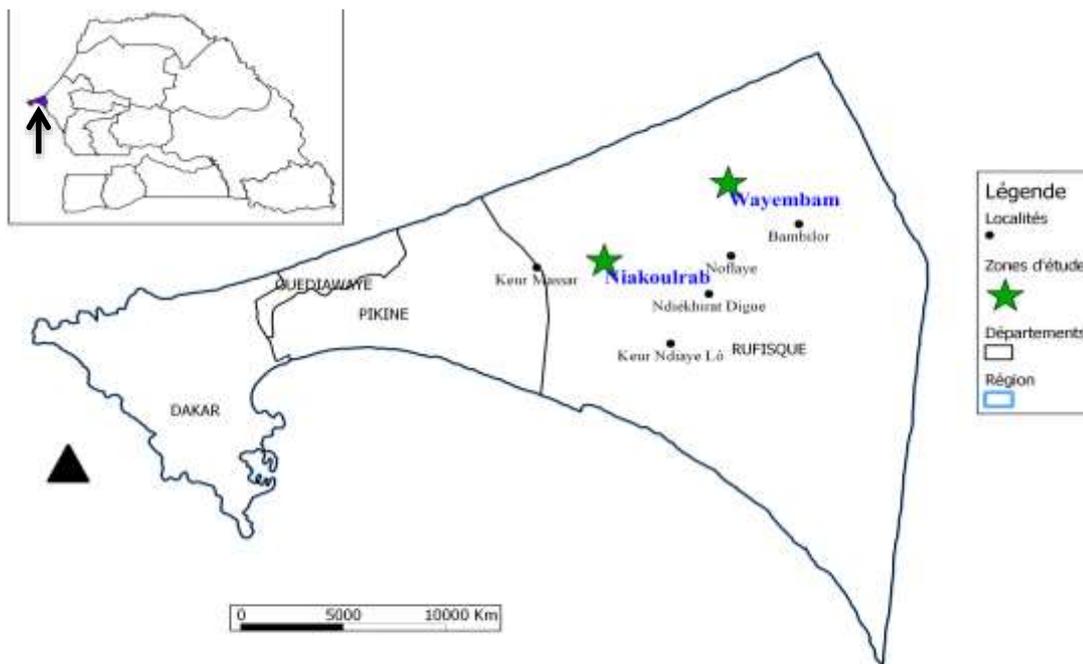


Figure 1. Localisation des deux fermes enquêtées en région périurbaine de Dakar au Sénégal

Source : Auteurs

### *Population de l'étude et échantillon*

La population de notre étude est composée de vaches gestantes en période de tarissement et des veaux issus des mises-bas. Quatre races exotiques ont fait l'objet de cette étude. Il s'agit des races Holstein, Jersiaise, Normande et Brune Suisse. Compte tenu du décalage des mises bas programmées dans les fermes sélectionnées, un échantillonnage non probabiliste (accidentel) mais raisonné des races exotiques gestantes et de leurs colostrums a été effectué. En effet, les colostrums des races de vaches sélectionnées ont été collectés selon la survenue des mises bas et la disponibilité d'une quantité suffisante de colostrum. Les échantillons constitués de colostrums issus des laits composites de première traite des quatre quartiers des vaches ont été prélevés au niveau des deux fermes laitières. En effet, le prélèvement de colostrum des quatre quartiers est la pratique la plus courante dans les fermes laitières. De plus, le numéro de traite est fortement corrélé à la qualité du colostrum. Ainsi, les colostrums de première traite sont de meilleure qualité que ceux des autres traites ou heures qui suivent la mise bas (Abdou *et al.*, 2012 ; Guatteo *et al.*, 2013). Au final, 60 échantillons de colostrums de première traite des quatre quartiers ont été prélevés au niveau des deux fermes laitières. La répartition de la population étudiée selon la race montre par ordre d'importance 40,6 % de Holstein, 23,4 % de Jersiaise, 10,9 % de Normande et 25 % de Brune Suisse.

#### *Outils de collecte des données et prélèvements de colostrum*

Pour la collecte de certaines données, une fiche de suivi a été administrée dans les différentes fermes sélectionnées, à raison d'une fiche par vache et son veau après vêlage. Cette fiche avait permis de récolter plusieurs informations regroupées autour de quatre sections : (i) VACHE (numéro d'identification, race, rang de lactation, circonstances de mise-bas, alimentation, état sanitaire, antécédents pathologiques) ; (ii) SAISON DE VELAGE (sèche chaude ou sèche froide) ; (iii) SEXE DU VEAU (mâle ou femelle) ; (iv) FERME DE PRELEVEMENT (ferme A ou ferme B). Les vaches ont été suivies deux semaines avant la date prévue de vêlage et les données ont été collectées le même jour ou le jour suivant le vêlage.

Le colostrum était prélevé par le bouvier au moment de la première traite juste après la mise-bas. Après nettoyage des trayons, quelques millilitres du colostrum des quatre quartiers sont collectés dans un pot et mélangés quel que soit l'état des mamelles. Ensuite, le pot était identifié et gardé dans un réfrigérateur à 4°C au niveau de la ferme pendant deux à quatre heures suivant la ronde de l'équipe de chercheurs. En effet, selon Allemand (2008), jusqu'à 7 jours de conservation, la réfrigération à 4°C ne varie pas la qualité du colostrum et les cellules ne sont également pas détruites.

#### *Analyse et mesure de la qualité du colostrum*

Selon Maes (2010), la concentration en IgG colostrale est prise comme critère pour l'évaluation de la qualité du colostrum et il existe une relation étroite entre la concentration en IgG et la santé des veaux. Avant l'analyse du colostrum, les échantillons réfrigérés à 4°C ont été réchauffés dans de l'eau

tiède, dont la température variait de 10°C à 30°C, pendant quelques minutes et homogénéisés par retournements. La teneur en IgG a été estimée, en élevage, via deux méthodes indirectes, notamment le colostromètre et le réfractomètre (ATC-50 301 526, modèle de 2005). Les analyses ont été effectuées selon les directives des fabricant des appareils.

#### *Méthode du colostromètre*

Le colostromètre permet de trier les colostrums en écartant ceux qui paraissent douteux (Dudouet, 2004). Avec cet appareil, il est recommandé d'effectuer les mesures à une température du colostrum d'environ 20°C. Cependant, il existe une équation d'ajustement étant donné que les mesures ne sont pas réalisées autour de cette température. Ainsi, la valeur d'immunoglobuline G donnée par le colostromètre a été corrigée en fonction du facteur température, à l'aide de l'équation correctrice proposée par Mechor *et al.* (1991) (Equation 1).

$$\text{Valeur réelle en Ig} = \text{valeur lue sur le colostrometre} - 13,2 + 0,8 X \quad (\text{Eq. 1})$$

Où X est la température en degré Celsius.

La température du colostrum a été mesurée à l'aide d'un thermomètre digital pour tous les échantillons avant chaque analyse avec le colostromètre. Entre chaque mesure, le pèse colostrum était rincé deux fois à l'eau de robinet. Par ailleurs, sur le modèle du colostromètre utilisé, les graduations varient de 25 g/L à 125 g/L.

La mesure de la qualité du colostrum a été faite selon différentes classes de concentration d'IgG. Ainsi, le colostrum dont la concentration en IgG est située en dessous de 49 g/L, est considéré comme étant de « mauvaise qualité » ; entre 50 et 99 g/L, le colostrum est de « qualité moyenne » et lorsque la concentration en IgG du colostrum est comprise entre 100 et 124 g/L, il est de « bonne qualité ». Enfin, si la concentration en IgG du colostrum est supérieure ou égale à 125 g/L, il est considéré comme étant « d'excellente qualité ».

#### *Méthode du réfractomètre*

Le réfractomètre a été spécialement conçu pour mesurer directement en unité d'immunoglobulines par litre. Contrairement au dosage effectué avec le colostromètre, la température du colostrum n'a pas été mesurée dans le cas du réfractomètre. Une à deux gouttes de colostrum est déposée sur le prisme en verre à l'aide d'une pipette jetable. La lecture du résultat est faite lorsque le colostrum recouvre toute la surface du prisme sur les échelles graduées en regardant dans la lunette, elle-même orientée vers une source de lumière. Au minimum, 2 lectures, ont été réalisées et entre chaque mesure, le réfractomètre était réétalonné avec de l'eau distillée. Les graduations du modèle de réfractomètre utilisé varient de 0 g/L à 110 g/L.

La mesure de la qualité du colostrum a été faite selon différentes classes de concentration d'IgG. Le colostrum est considéré comme étant de « qualité médiocre » lorsque sa teneur en IgG est inférieure ou égal à 49 g/L. Entre 50 et

99 g/L, le colostrum est considéré comme étant de « qualité moyenne ». Enfin, lorsque la concentration en IgG du colostrum est supérieure ou égale à 100 g/L, il est de qualité « bonne à excellente ».

### Analyses statistiques des données

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Excel, Macintosh Microsoft office 2011 puis transférées sur le logiciel SPSS *Statistics* version 20.0, où elles ont fait l'objet d'analyses statistiques descriptives et multivariées.

Les variables dépendantes étudiées étaient la concentration en IgG (g/L) du colostrum corrigé avec le facteur température lorsqu'on utilise le colostromètre et la concentration en IgG (g/L) du colostrum lu sur le réfractomètre. Les variables indépendantes étudiées étaient la race, la parité, l'état sanitaire de la vache, la saison de vêlage, le sexe du veau et la ferme de prélèvement. Les caractéristiques de ces différentes variables sont consignées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des variables explicatives de la teneur en IgG du colostrum étudiées avec le colostromètre et le réfractomètre (n = 60)

Variabes	Modalités	Effectif	Pourcentage (%)
Race de la vache	Normande	7	12
	Holstein	25	42
	Jersiaise	15	25
	Brune Suisse	13	21
Parité de la vache	Primipares	7	12
	2 <sup>ème</sup> lactation	14	24
	3 <sup>ème</sup> lactation	17	28
	4 <sup>ème</sup> lactation	20	33
	5 <sup>ème</sup> lactation	2	3
Etat sanitaire de la vache	RAS	52	87
	Mammite clinique	5	8
	Boiterie (légère)	3	5
Saison de vêlage	Saison sèche et froide	40	67
	Saison sèche et chaude	20	33
Sexe du veau	Mâle	29	48
	Femelle	31	52
Ferme	Ferme A	13	22
	Ferme B	47	78

RAS : Rien à signaler.

L'analyse descriptive des données collectées a été faite par les calculs de la moyenne, de l'écart-type ainsi que du minimum et maximum des concentrations en IgG du colostrum. Les pourcentages ont été calculés pour décrire la qualité du colostrum des vaches laitières. Quant aux tests statistiques inférentiels, l'analyse de variance à un facteur a été utilisée pour comparer les moyennes de concentrations en IgG du colostrum selon les différentes variables indépendantes au seuil de significativité de 5 %. Lorsque l'analyse de la variance révèle une différence significative entre les moyennes de concentrations en IgG du colostrum d'une variable indépendante, un test de *Student-Newmann-Keuls* (SNK) est réalisé afin de savoir la moyenne de quelle modalité du facteur diffère des autres. La régression linéaire multiple a été utilisée pour mesurer l'influence des variables indépendantes sur la variation de la teneur en IgG du colostrum des vaches laitières. L'équation de régression représentant le modèle théorique est présentée comme suit :

$$CIgG_i = b_0 + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + b_3X_{i3} + b_4X_{i4} + \dots + b_nX_{in} + \varepsilon_i \quad (\text{Eq. 2})$$

Avec,  $CIgG_i$  = Concentration en IgG du colostrum ;  $X_i$  sont les variables indépendantes (race de la vache, parité de la vache, état sanitaire de la vache, saison de vêlage, sexe du veau, Ferme) ;  $b_0, b_1, \dots, b_n$  sont les coefficients à estimer ;  $\varepsilon_i$  = est l'erreur du modèle ;  $i$  = méthode indirecte utilisée (colostromètre, réfractomètre).

## RÉSULTATS

### *Analyse de la qualité en IgG du colostrum des vaches laitières de la zone péri-urbaine de Dakar*

Selon la méthode du colostromètre, la concentration moyenne en IgG a été de 119,47 g/L  $\pm$  26,33 avec un minimum de 39,6 g/L et un maximum de 145,2 g/L. Sur l'ensemble des prélèvements dosés avec le colostromètre, 58 % étaient considérés « d'excellente qualité » ; tandis 2 % des colostrums dosés étaient qualifiés de « mauvaise qualité ». Par ailleurs, 98 % des échantillons dosés avec le colostromètre avaient une teneur en IgG supérieure ou égale à 50 g/L, seuil à partir duquel, le colostrum peut être qualifié de bonne qualité (Tableau 2).

En moyenne, la concentration en IgG mesurée à l'aide du réfractomètre était de 72,81 g/L  $\pm$  35,19 avec un minimum de 0 g/L et un maximum de 110 g/L. Cependant, 23 % des colostrums prélevés étaient de « qualité médiocre » ; tandis que 39 % étaient de qualité jugée « bonne à excellente ». Suivant cette méthode, 77 % de la totalité des échantillons avaient une teneur supérieure ou égale à 50 g/L.

Tableau 2. Qualité immune du colostrum des vaches laitières de la zone périurbaine de Dakar

Méthode indirecte	Classes d'IgG (g/L)	Effectif	Pourcentage (%)
Colostromètre	$\leq 49$	1	2
	50-99	11	18
	100-124	13	22
	$\geq 125$	35	58
Réfractomètre	$\leq 49$	15	23
	50-99	24	38
	$\geq 100$	25	39

### *Variabilité de la teneur en IgG du colostrum des vaches laitières de la zone péri-urbaine de Dakar*

Les concentrations en IgG des colostrums dosés avec le colostromètre ont varié significativement avec la parité de la vache, l'état sanitaire de la vache et la ferme de prélèvement (Tableau 3). Les vaches primipares ont eu une concentration colostrale en IgG plus faible ( $p < 0,05$ ) que les vaches en 2<sup>ème</sup> lactation. Par contre, les teneurs en IgG des colostrums des vaches primipares et en 2<sup>ème</sup> lactation ne sont pas différentes ( $p > 0,05$ ) de celles des vaches en 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> lactation. Par ailleurs, les vaches ayant une mammite clinique en période de tarissement ont eu une teneur colostrale en IgG plus faible ( $p < 0,05$ ) que les vaches ne présentant aucune pathologie ou les vaches ayant une légère boiterie. Relativement à la ferme de prélèvements, la concentration en IgG du colostrum des vaches laitières de la ferme B était supérieure ( $p < 0,05$ ) à celle de la ferme A.

Selon la méthode du réfractomètre, les teneurs en IgG des colostrums ont varié en fonction de l'état sanitaire de la vache et du sexe du veau. La variation de la concentration moyenne en IgG du colostrum selon l'état sanitaire de la vache suit la même tendance que celle de la méthode du colostromètre. Cependant, l'analyse selon le sexe du veau indique que les mères ayant donné un veau mâle ont une teneur du colostrum en IgG significativement supérieure à celle des mères ayant un veau femelle.

Tableau 3. Facteurs de variation des concentrations en IgG du colostrum des vaches laitières en zone périurbaine de Dakar

Facteurs	Modalités	Concentration moyenne en immunoglobulines G (g/L)			
		Colostromètre	p value	Réfractomètre	p value
Race de la vache	Normande	124,51 ± 22,25		80,64 ± 23,954	
	Holstein	119,10 ± 30,32	0,958	74,42 ± 38,67	0,521
	Jersiaise	119,37 ± 22,39		75,50 ± 32,46	
	Brune Suisse	117,69 ± 26,82		62,50 ± 36,14	
Primipares	93,84 ± 27,12 <sup>a</sup>	51,79 ± 33,99			
Parité de la vache	2 <sup>ème</sup> lactation	126,71 ± 18,54 <sup>b</sup>	0,024*	89,13 ± 26,25	0,112
	3 <sup>ème</sup> lactation	123,05 ± 23,44 <sup>ab</sup>		70,28 ± 36,56	
	4 <sup>ème</sup> lactation	123,19 ± 23,52 <sup>ab</sup>		73,29 ± 36,46	
	5 <sup>ème</sup> lactation	90,96 ± 72,58 <sup>ab</sup>		41,50 ± 40,31	
Etat sanitaire de la vache	RAS	122,21 ± 24,11 <sup>a</sup>	0,001*	77,26 ± 33,28 <sup>a</sup>	0,002*
	Mammite clinique	80,33 ± 22,75 <sup>b</sup>		30,35 ± 24,29 <sup>b</sup>	
	Boiterie (légère)	137,37 ± 9,33 <sup>a</sup>		88,13 ± 27,64 <sup>a</sup>	
Saison de vêlage	Saison sèche et froide	115,08 ± 29,62	0,155	70,16 ± 36,45	0,512
	Saison sèche et chaude	124,85 ± 20,95		76,02 ± 33,96	
Sexe du veau	Mâle	123,82 ± 24,21	0,230	82,48 ± 31,87 <sup>a</sup>	0,048*
	Femelle	115,46 ± 28,42		64,87 ± 36,76 <sup>b</sup>	
Ferme	Ferme A	99,54 ± 31,88 <sup>a</sup>	0,001*	56,15 ± 33,90	0,055
	Ferme B	124,99 ± 21,92 <sup>b</sup>		77,06 ± 34,55	

<sup>a,b,c</sup> les valeurs suivies par les mêmes lettres dans la même colonne et selon les facteurs considérés ne sont pas statistiquement différentes ( $p > 0,05$ ). RAS = Rien à signaler.

*Déterminants de la teneur en IgG du colostrum des vaches laitières de la zone péri-urbaine de Dakar*

En considérant l'ensemble des facteurs étudiés dans un modèle de régression linéaire, la race de la vache ( $p = 0,032$ ) et la ferme de prélèvement ( $p = 0,000$ ) ont eu une influence significative sur la teneur colostrale en IgG mesurée avec le colostromètre. Par contre, lorsqu'on utilise le réfractomètre, la race de la vache ( $p = 0,007$ ), le sexe du veau ( $p = 0,018$ ) et la ferme de prélèvement ( $p = 0,001$ ) ont eu un effet significatif sur la concentration en IgG du colostrum. Quelle que soit la méthode de dosage utilisée, la concentration en IgG du colostrum a été négativement influencée par la race de la vache et positivement par la ferme de prélèvement. En outre, avec le réfractomètre, le sexe du veau a eu un effet négatif sur la teneur colostrale en IgG des vaches laitières (Tableau 4).

Tableau 4. Identification des facteurs influençant la concentration en IgG du colostrum des vaches laitières de la zone péri-urbaine de Dakar.

Facteurs	Colostromètre			Réfractomètre		
	Coefficients (B)	ES	p-value	Coefficients (B)	ES	p-value
Race de la vache	-7,881	3,585	0,032*	-13,166	4,698	0,007**
Parité de la vache	1,776	3,035	0,561	-2,773	4,039	0,495
Etat sanitaire de la vache	-6,574	6,343	0,305	-4,411	7,553	0,562
Saison de vêlage	-8,221	7,134	0,254	4,371	9,197	0,636
Sexe du veau	-8,777	6,942	0,212	-22,352	9,141	0,018*
Ferme	33,778	8,731	0,000***	39,912	11,938	0,001***
Statistiques de la régression						
R <sup>2</sup>	0,307			0,259		
R <sup>2</sup> ajusté	0,228			0,179		
p-value	0,003			0,008		

\*\*\* significatif pour  $p < 0,001$  ; \*\* significatif pour  $p < 0,01$  ; \* significatif pour  $p < 0,05$  ; ES = Erreur Standard.

## DISCUSSION

La qualité du colostrum est étroitement liée à la teneur en immunoglobulines de ce dernier. En effet, bien que l'on sache que le colostrum contient un grand nombre de facteurs immunitaires et nutritifs ; comme la relation entre la concentration en IgG et la santé du veau est mieux comprise, et comme les IgG représentent plus de 85 % des immunoglobulines colostrales totales, la concentration des IgG colostrales est traditionnellement prise comme critère pour l'évaluation de la qualité du colostrum (Maes, 2010).

Les immunoglobulines G du colostrum peuvent être mesurées avec un colostromètre et un réfractomètre pour estimer la concentration totale d'Ig du colostrum à la ferme avec une précision suffisante pour séparer le colostrum de bonne qualité ( $> 50$  g/L d'IgG) et le colostrum de mauvaise qualité ( $< 50$  g/L d'IgG) (Heinrichs et Jones, 2011 ; Bartier *et al.*, 2015 ; Løkke *et al.*, 2016). En effet, la relation entre les valeurs de concentration en IgG obtenues avec ces deux méthodes indirectes et les méthodes de standards (immunodiffusion radiale simple et ELISA) a été déterminée et les résultats montrent des niveaux de précision élevé (Imbert, 2005 ; Bartier *et al.*, 2015 ; Løkke *et al.*, 2016).

L'analyse de la qualité immune du colostrum de première traite dans les élevages péri-urbains de Dakar a révélé que 98 % contre 77 % des échantillons ont une teneur en IgG supérieure ou égale à 50 g/L respectivement pour la méthode du colostromètre et du réfractomètre. Par conséquent, la majorité des échantillons de colostrum des vaches laitières de la zone péri-urbaine de Dakar est de bonne qualité immune. Ces colostrums peuvent donc permettre une bonne couverture immunitaire passive des veaux, à condition qu'ils soient servis précocement et en quantité suffisante. En effet, il est généralement

admis qu'un colostrum de bonne qualité immune contient au moins 50 g/L d'IgG et qu'un veau dispose d'une bonne protection si cette teneur est de 8 à 10 g/L de sang et que l'administration est faite entre les 6 à 8 premières heures de vie du veau (Le Cozler *et al.*, 2012 ; Jacques, 2012). Par ailleurs, plusieurs études ont été menées à propos des conséquences d'un défaut de transfert de l'immunité passive chez le veau en montrant une corrélation entre le taux de survie du veau et le taux d'anticorps circulants. Selon Turban (2011), les risques de mortalité sont multipliés par 5 et les risques de morbidité néonatale et en pré-sevrage par 8 chez les veaux pour lesquels le transfert colostrale aura été insuffisant ou inexistant.

Les quantités d'IgG mesurées ont varié de moins de 49 g/L à plus de 125 g/L avec le colostromètre et plus de 100 g/L avec le réfractomètre. Ces résultats soulignent, de grandes variations des concentrations en IgG du colostrum mesurées à l'aide du colostromètre et du réfractomètre, liées à la diversité inter-individu au sein d'une même race. Cette variabilité inter-individu de la teneur en IgG du colostrum a également été soulignée par plusieurs études (Liberg, 2000 ; Imbert, 2005 ; Biemann *et al.* 2010 ; Quigley *et al.*, 2013). En effet, les facteurs individuels au sein d'une même race de vache laitière expliquent une part importante de la variabilité de la quantité de colostrum produit et de concentration en IgG (Amalric, 2011 ; Colin, 2013). Dans une étude de Pritchett *et al.* (1991) réalisée sur 919 échantillons de colostrum provenant de vaches Holsteins d'une seule exploitation laitière, la concentration d'IgG colostrale variait de moins de 20 g/L à plus de 110 g/L. Cependant, selon Jacques (2012), la variabilité individuelle intra-troupeau peut être reliée en partie au rang de lactation (parité) des vaches laitières. Les concentrations moyennes en IgG obtenues (119,47 g/L avec le colostromètre et 72,8 g/L avec le réfractomètre) sont supérieures à celles rapportées par l'étude de Imbert (2005) (80,10 g/L avec le colostromètre et 64,90 g/L avec le réfractomètre). Cette différence pourrait s'expliquer surtout par la différence dans la taille des échantillons collectés dans les deux études. En effet, l'étude d'Imbert (2005) avait porté sur 186 échantillons de colostrum de première traite de vaches laitières en France.

Les résultats de la présente étude ont montré qu'en général la concentration en IgG du colostrum a varié significativement avec la parité de la vache (rang de lactation), l'état sanitaire de la vache, le sexe du veau et la ferme de prélèvement. Par rapport à la parité de la vache, il ressort que les vaches primipares ont une concentration moyenne en IgG significativement inférieure à celle des vaches en 2<sup>ème</sup> lactation. Cette situation s'expliquerait par la faible maturité du système immunitaire des vaches primipares. En effet, selon Larson *et al.* (1979), chez les primipares, le système immunitaire n'a pas encore été au contact d'une grande variété d'antigène. Par contre, les pluripares (surtout à partir de leur 3<sup>ème</sup> lactation) ont un système immunitaire plus riche, car elles auront eu plus de contact avec des agents pathogènes potentiels, ce qui permet une augmentation de la quantité et de la variabilité

d'immunoglobulines contenues dans leur sérum et donc dans leur colostrum (Larson *et al.*, 1979). L'autre raison soutenue par Devery-Pocius et Larson (1983) est qu'il existe chez les primipares un moindre développement de la glande mammaire. Selon eux, le tissu mammaire étant moins bien développé chez les primipares que chez les multipares, il pourrait y avoir également une capacité moindre de transport des immunoglobulines du sang à la mamelle (Larson *et al.*, 1979 ; Devery-Pocius et Larson, 1983). En effet, les immunoglobulines sont transportées à partir du sérum jusqu'à la mamelle par transport spécifique (transport intra cellulaire). La mamelle étant moins développée chez les jeunes, ce transport cellulaire est moins important (Larson *et al.*, 1979). Morin *et al.* (2001) sont arrivés à la même conclusion que notre étude. Par contre, Gulliksen *et al.* (2008) ont trouvé de résultats différents, car dans leur étude les vaches en 2<sup>ème</sup> lactation produisaient du colostrum de moins bonne qualité que celle en 1<sup>ère</sup> ou plus.

Cette étude a montré également que la moyenne de la concentration en IgG du colostrum des vaches ayant une mammite clinique en période de tarissement est significativement inférieure à celle des vaches ne présentant aucune pathologie ou présentant une légère boiterie. Ce résultat pourrait être lié l'infection des glandes mammaires (mammite) en période de tarissement provoquant une diminution de la concentration en IgG du colostrum des vaches avant le vêlage. Selon Maunsell *et al.* (1998), le volume du colostrum produit par les glandes mammaires de vaches infectées (mammite) de manière persistante est significativement plus faible que celui produit par des glandes saines. Ainsi, la masse totale d'IgG produite sera inférieure pour les vaches présentant une mammite chronique, car le volume produit est inférieur. Par contre, il n'est noté aucune différence dans la concentration en IgG du colostrum (Maunsell *et al.*, 1998).

Quant à l'effet sexe du veau, nos résultats montrent que la concentration en IgG du colostrum des vaches ayant mis-bas d'un veau mâle est significativement supérieur à celle d'une vache ayant vêlé d'un veau femelle. Cette situation pourrait être lié à un effet de dilution du lait provenant d'une cascade de mécanisme physiologique entre le veau et sa mère. Angulo *et al.* (2015) constatent la même chose chez des vaches de race Holstein soumises à des conditions de pâturage élevées sous les tropiques. En effet, Angulo *et al.* (2015) ont également trouvé que la concentration totale d'Ig du colostrum était chez les vaches Holstein affectée par le sexe du veau et plus élevée pour les mâles que pour les femelles. Ainsi, ils ont conclu à un effet de dilution, car les vaches avec un veau femelle ont produit des quantités de colostrum plus élevées que les vaches avec un veau mâle. Cependant, en rapportant la concentration d'Ig au volume de colostrum produit, il n'y avait pas de différence dans la quantité totale d'Ig produite (Angulo *et al.*, 2015). Argumentant dans le même sens, Kehoe *et al.* (2011) avaient aussi constaté dans leur étude que la concentration d'IgG diminuait à mesure que le volume de colostrum augmentait chez des vaches primipares et multipares. L'effet du sexe du veau

sur la concentration en IgG du colostrum des vaches laitières obtenue dans la présente étude est très important et mérite d'être approfondi dans de futures études en évaluant le lien entre le sexe ratio des veaux et la quantité du colostrum et du lait produite par les vaches laitières. En analysant les résultats de notre étude et celles des deux précédant auteurs, il surgit une question qui mérite également de future recherche afin de déterminer si le volume de colostrum produit par une vache pourrait être utilisé comme prédicteur de la quantité de lait produite pendant sa lactation. En effet, Angulo *et al.*, (2015) ont démontré qu'en milieu expérimental, les vaches avec un veau femelle produisait près de 5% de lait en plus pendant la lactation que les vaches avec un veau mâle. Hinde *et al.* (2014) abondent dans le même sens et expliquent cette situation par le fait que chez les vaches Holstein, il existerait in utero un mécanisme physiologique par lequel le fœtus exerce des effets permettant une production programmée de lait. Selon ces auteurs, les hormones du fœtus et du placenta de la mère peuvent différer entre les mâles et les femelles foetaux, qui pénètrent par la suite dans le sang maternel et affectent les cellules productrices de lait dans les glandes mammaires (Hinde *et al.*, 2014). De cette façon, les vaches Holstein aurait tendance à vêler plus de femelles que de mâles et produiraient plus de colostrum avec des concentrations de graisses plus élevées et plus de lait pendant la lactation (Angulo *et al.*, 2015).

Ces résultats contrastent avec ceux rapportés par Imbert (2005) et Silper *et al.* (2012), qui n'ont trouvé aucun effet du sexe sur la concentration en IgG du colostrum des vaches.

Les résultats ont montré que la qualité immune du colostrum des vaches provenant de la ferme B est significativement meilleure à celle de la ferme A. L'effet de la ferme de prélèvement sur la variation de la concentration en IgG du colostrum pourrait s'expliquer par deux facteurs. Le premier facteur est le pourcentage de vaches à fort potentiel laitier. En effet, la concentration colostrale en IgG pourrait être faible si dans la ferme les vaches sont de très hautes productrices de lait (Le Cozler *et al.*, 2009). Le deuxième facteur pourrait être la présence de mammites dans le troupeau occasionnant par ricochet la différence de concentration colostrale en IgG dans les fermes (Maunsell *et al.*, 1998). Une variation significative des valeurs de la concentration en IgG du colostrum selon la ferme de prélèvement a également été notée par l'étude de Imbert (2005) avec la méthode d'Immunodiffusion Radiale simple.

L'analyse de régression linéaire indique une influence significative et simultanée de la race de la vache, du sexe du veau et la ferme de prélèvement sur la teneur en IgG du colostrum des vaches laitières. L'ensemble de ces facteurs expliquent faiblement, soit 23% et 18%, la variation des concentrations en IgG du colostrum dosé respectivement avec le colostromètre et le refractomètre. En outre, la race de la vache et le sexe du veau influencent négativement tandis que la ferme de prélèvement influence positivement la concentration en IgG du colostrum des vaches. En d'autres termes, la race de

la vache et le sexe du veau contribuent respectivement à la diminution de la qualité immune du colostrum. En effet, la teneur en IgG du colostrum serait réduite de 7,88 g/L et 13,17 g/L respectivement avec la méthode du colostromètre et du réfractomètre par race de vache. L'influence négative de la race de la vache pourrait être liée au nombre important de vaches Holstein et Jersiaise, réputées être des races à fort potentiel laitier. Selon Godson *et al.* (2003) la concentration d'IgG dans le colostrum est corrélée négativement avec le volume de lait produit et par conséquent chez les vaches haute productrice de lait, le colostrum peut être de qualité médiocre, même lors de la première traite. Eu égard à l'influence négative de la race des vaches laitières sur la concentration en IgG du colostrum, de future étude pourrait s'intéresser aux races locales en comparaison à celles exotiques. Le sexe du veau et la ferme de prélèvement étant des facteurs aléatoires, des actions sur la race des vaches laitières à travers une bonne gestion des croisement (insémination) dans les troupeaux pourrait permettre d'améliorer l'influence de ce facteur sur la qualité de colostrum.

#### CONCLUSION

L'analyse de la qualité immune du colostrum de vache laitière à l'aide d'un colostromètre ou d'un réfractomètre est d'une importance capitale pour la bonne gestion technique et économique des troupeaux. Ces appareils permettent de lever la discrimination des colostrums de bonne ou de mauvaise qualité, mais aussi de fournir au veau nouveau-né la quantité d'IgG nécessaire à sa meilleure survie. Ils ont aussi un intérêt dans la constitution d'une banque de colostrum provenant des mères qui produisent des colostrums jugés excellents pour plus tard le servir aux veaux issus des mères dont les colostrums sont de mauvaise qualité.

Des deux méthodes indirectes d'analyse de la qualité immune du colostrum utilisées, celle basée sur l'utilisation du réfractomètre semble être meilleure pour les éleveurs, car il y a moins de facteurs qui influent sur les valeurs de concentration obtenue avec cet appareil. Cependant, le coût élevé du réfractomètre limiterait son utilisation au profit du colostromètre. Ce dernier présente l'avantage d'être moins onéreux et facile d'utilisation mais nécessite par contre beaucoup de précautions lors de la manipulation.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDOU H., MARICHATOU H., BECKERS J.-F., DUFRASNE I. & HORNICK J.-L. 2012. Physiologie de la production et composition chimique du colostrum des grands mammifères domestiques : généralités. *Ann. Méd. Vét.*, 156: 87–98.
- ALLEMAND H., 2008. Evaluation par la technique d'immunodiffusion radiale de la qualité du colostrum et du transfert colostral chez les bovins. Thèse doct. Vét., Lyon, France.
- ANGULO J., GOMEZ L.M., MAHECHA L., MEJIA E., HENAO J. & MESA C., 2015. Calf's sex, parity and the hour of harvest after calving affect colostrum quality of dairy cows grazing under high tropical conditions. *Trop. Anim. Health. Prod.*, 47: 699–705.
- AMALRIC S.C.M.F. 2011. Variabilité de la concentration en immunoglobulines G du colostrum de brebis et

- conséquences sur la suivie précoce de l'agneau. Thèse doct. Vét. ENV, Toulouse, France.
- BARTIER A., WINDEYER M. & DOEPEL L. 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *J. Dairy Sci.*, 98: 1878–1884.
- BIELMANN V., GILLAN J., PERKINS N.R., SKIDMORE A.L., GODDEN S. & LESLIE K.E. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 93: 3713–3721.
- BLUM J.W. & HAMMON H.M. 2000. Colostrum effects on the gastro-intestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livestock Production Science*, 66: 151–159.
- BOUDRY C., DEHOUX J.P., PORTETELLE D. & BULDGEN A. 2008. Bovine colostrum as a natural growth promoter for newly-weaned piglets: a review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12: 157–170.
- COLIN A. 2013. La gestion du veau nouveau-né : de la mise-bas à ses 3 jours, approche pratique pour l'éleveur. Thèse doct. Vét. ENV, Lyon, France.
- DEVERY-POCIUS J.E & LARSON B.L. 1983. Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. *J. Dairy Sci.*, 66: 221–226.
- DUDOUE C., 2004. La production des bovins allaitants. 2e éd. Paris : France Agricole, 383p.
- GUATTEO R., LE DREAN E., TURBAN H., LÉBOEUF F., GUINARD-FLAMENT J., & Le Cozler, Y. 2013. Évaluer la teneur en immunoglobulines G du colostrum chez la vache laitière. Bulletin des G.T.V., 71: 27–32. hal-01210891.
- GODSON D.L., ACRES S.D. & HAINES D.M. 2003. Échec du transfert passif et gestion efficace du colostrum chez les veaux. *La médecine vétérinaire des grands animaux - rondes cliniques.*, 3(10): 6.
- GULLIKSEN S.M., LIE K., SOLVEROD L. & OSTERAS O. 2008. Risk factors associated with colostrum quality in norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 91: 704–712.
- HEINRICH J. & JONES C. 2011. Composition and hygiene of colostrum on modern Pennsylvania dairy farms. Department of dairy and animal science, the Pennsylvania State University. Documento Pdd.  
<http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/pdf/colostrum-composition-das-11-171.pdf>.
- HINDE K., CARPENTER A.J., CLAY J.S. & BRADFORD B.J. 2014. Holsteins favor heifers, not bulls: biased milk production programmed during pregnancy as a function of fetal sex, PLoS ONE 9(2): e86169.
- IMBERT A.M.T. 2005. Les immunoglobulines colostrales bovines : étude comparée de trois méthodes de dosages à partir de données expérimentales et influence de différents facteurs sur la concentration. Thèse doct. Vét. ENV, Nantes, France.
- JACQUES S. 2012. Succédanés du colostrum et transfert d'immunité passive chez le veau nouveau-né. Thèse doct. Vét. ENV, Toulouse, France.
- JASTER E.H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.*, 88: 296–302
- KEHOE S.I., HEINRICH A.J., MOODY M.L., JONES C.M. & LONG M.R. 2011. Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrum. *The Professional Animal Scientist*, 27: 176–180.
- KORHONEN H., MARNILA P. & GILL H.S. 2000. Milk immunoglobulins and complement factors. *British Journal of Nutrition*, 84, Suppl. 1: S75-S80.
- LARSON B.L., HEARY H.L. & DEVERY J.E. 1979. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J. Dairy Sci.*, 63: 665–671.
- LE COZLER Y., PECCATTE J.-R., PORHIEL J.-Y., BRUNSCHWIG P. & DISENHAUS C. 2009. Pratiques d'élevages et performances des génisses laitières : état des connaissances et perspectives. *Inra Prod. Anim.*, 22(4): 303–316.
- LIBERG, P., 2000. Colostrum feeding: A good start prolongs life. *In Proc. Vet. Mt.*, Uppsala, Sweden. M.

- Lundvall, ed. Swed. Soc. Vet. Med., Stockholm, Sweden, 133-139.
- LØKKE M.M., ENGELBRECHT R. & WIKING L. 2016. Covariance structures of fat and protein influence the estimation of IgG in bovine colostrum. *J. Dairy Res.*, 83: 58–66.
- MAES P. 2010. Etiologie des diarrhées néonatales et transfert colostrale chez le veau : enquête dans la creuse. Thèse doct. Vét. ENV, Nantes, France.
- MAUNSELL F.P., MORIN D.E., CONSTABLE P.D., HURLEY W.L., Mc COY G.C., KAKOMA I. & ISAACSON R.E. 1998. Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 1291-1299.
- MECHOR G.D., GROHN Y.T. & VAN SAUN R.J. 1991. Effect of temperature on colostrometer readings for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.*, 74: 3940–3943.
- MORIN D.E., CONSTABLE P.D., MAUNSELL F.P. & MCCOY G.C. 2001. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84(4): 937–943.
- N'DIAYE-WEREME A., STRABEL M., GRONGNET J.F. & PIOT M. 2001. Immunoglobulin G absorption from pooled maternal colostrum, commercial powder and freeze-dried colostrum by newborn calves. *Anim. Res.*, 50: 315–323.
- N'DIAYE WEREME A., GRONGNET J.F., TAMBOURA H., NIANOGO A.J. & SAWADOGO L. 1998. L'acquisition de l'immunité passive par le chevreau nouveau-né de race Naine Mossi. Rôle d'une assistance à la tétée. *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 51(4): 283–288.
- PRITCHETT L.C., GAY C.C., BESSER T.E. & HANCOCK D.D. 1991. Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrum from Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 74(7): 2336–2341.
- QUIGLEY J.D., LAGO A., CHAPMAN C., ERICKSON P. & POLO J. 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.*, 96(2): 1148–1155.
- SILPER B.F., COELHO S.G., MADEIRA M.M.F., RUAS J.R.M., LANA A.M.Q., REIS R.B. & SATURNINO H.M. 2012. Avaliação da qualidade do colostro e transferência de imunidade passiva em animais mestiços Holandês Zebu, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64(2): 281–285.
- TURBAN H. 2011. Etude des variations de la qualité du colostrum de vache et du transfert de l'immunité passive aux veaux. Thèse doct. Vét. ENV, Nantes, France.