

Effet d'une complémentation valorisant les ressources localement disponibles sur les performances de production laitière des vaches en vue de réduire l'intervalle vêlage-vêlage en zone périurbaine de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso.

MILLOGO Vinsoun^{1*}, SISSAO Mariétou¹, SIDIBE-ANAGO Alice Gisèle², AMOUSSOU Toundji Olivier¹ et OUEDRAOGO Georges Anicet¹

¹Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales (LARESBA), Institut du Développement Rural, Université Nazi Boni, 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

²Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA). 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso.

*Auteur Correspondant : Contact : +226 70 22 89 95 ; E-mail : vinsoun.millogo.idr.unb@gmail.com

Original submitted in on 9th August 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st October 2019
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v142i1.11>

RESUME

Objectif : L'objectif de l'étude était d'évaluer l'effet d'une complémentation stratégique valorisant les ressources localement disponibles, durant le pré et le post-partum des vaches, sur leurs performances de production laitière, l'évolution pondérale des veaux et la réduction de l'intervalle vêlage-vêlage des mères.

Méthodologie et résultats : Trois traitements ont été réalisés avec un effectif total de 60 vaches dont 20 vaches complémentées avec du tourteau de coton, du son de maïs, des pierres à lécher et de l'eau de boisson ad libitum) avant et après vêlage (lot VCAAV), 20 vaches complémentées seulement après vêlage (lot VCAV) et 20 autres non complémentées (lot VNC). La production moyenne de lait trait a varié significativement d'un traitement à l'autre (VCAAV = 4,95 ± 0,70 litres; VCAV = 4,14 ± 0,50 litres; VNC = 3,42 ± 0,71 litres). A la naissance (PMN), le poids moyen des veaux issus du lot VCAAV était de 26,92 kg, tandis que celui des lots VCAV et VNC était de 18 kg, soit une différence moyenne de 09 kg. Enfin, les VCAAV sont revenues en chaleur trois mois en moyenne contre cinq mois et plus en moyenne pour les VCAV et les VNC.

Conclusion et application des résultats : La production laitière des vaches peut être améliorée en saison sèche par une complémentation stratégique avant et après mise-bas avec des ressources alimentaires localement disponibles telles que le tourteau de coton, le son de maïs, les pierres à lécher et de l'eau de boisson ad libitum). La complémentation a permis non seulement une augmentation de la productivité, mais aussi une augmentation du poids des veaux avant et après vêlage et une réduction sensible de l'intervalle vêlage-vêlage. Ce qui est un objectif fondamental pour le producteur de lait qui veut toujours un veau par vache par an.

Mots clés : Vaches, complémentation pré et post-partum, quantité lait, poids veaux, intervalle vêlage-vêlage.

Effect of supplementation using local forages resources on dairy cows production capacity in order to reduce calving to calving interval in the peri-urban area of Bobo-Dioulasso in Burkina Faso.

ABSTRACT

Objective: The objective of the study was to evaluate the effect of a strategic supplementation that enhances the local forages resources, during the pre and post-partum period, on the cows' milk production performances, the calf's weight during calving and after and the reduction of the calving to calving interval of the cows.

Methodology and results: Three trials were carried out with a total number of 60 cows, including 20 cows supplemented before and after calving (VCAAV batch), 20 cows supplemented only after calving (VCAV batch) and 20 others not supplemented (VNC batch) during the experiment. The pre-calving supplement used 1 kg of cotton cake and 0.5 kg of corn bran while the post-calving supplement used 1.5 kg of cotton meal and 1 kg of corn bran. All cows had access to natural pasture. The quantity of milk was measured once a week after calving and the calves were weighed once every two weeks during three months. Estrual heat got back and dates were recorded. The average milk yield varied significantly from one treatment to another (VCAAV = 4.95 ± 0.70 litres; VCAV = 4.14 ± 0.50 litres; VNC = 3.42 ± 0.71 litres). At birth (PMN) the average weight of calves from the VCAAV batch was 26.92 kg, while that of the VCAV and VNC batches was 18 kg, an average difference of 09 kg. In addition, at three months of age, the average weight of the calves in the VCAAV batch was 62.29 ± 3.15 kg, while the average weights were 53 ± 2.16 kg and 44 ± 5.13 kg for the VCAV and VNC batches respectively. The difference in weight of the calves in the VCAAV batch was on average 10 kg higher than those in the VCAV batch and 20 kg higher than those in the VNC batch. Finally, VCAAVs returned to heat in three months on average compared to a minimum of five months on average for VCAVs and VNCs.

Conclusion and results application:

Dairy production could be improved in dry season through better pre and post-partum supplementation using local forages resources like cotton cake, corn bran, licking stones and ad libitum drinking water. It was concluded that, supplementation improves milk yield, increases calves before calving and after calving and contribute to slightly shorten calving to calving interval which is farmer objective to get one calve by cow each year.

Keywords: Cows, pre and post-partum supplementation, milk quantity, calf weights, calving to calving interval.

INTRODUCTION

L'amélioration des productions animales requiert en plus d'un bon état de santé, des ressources alimentaires assez importantes en quantité et en qualité. Ces ressources peuvent être naturelles, transformées ou industrielles. Au Burkina Faso, le lait et la viande devraient être des dérivés d'origine animales en quantité et en qualité accessibles à la population au regard de l'important cheptel d'environ 7,6 millions de bovins dont dispose ce pays (MRAH, 2016). Trois principaux systèmes caractérisent les types d'élevage laitier dans le pays. Le système le plus répandu est représenté par les élevages laitiers traditionnels. C'est un élevage extensif à caractère agropastoral ou

pastoral. La production laitière n'est pas le plus souvent prioritaire. L'investissement en infrastructures pour les animaux est très faible voire inexistant. Les parcs sont construits avec des branchages et ne sont utilisés par les animaux que la nuit. Le troupeau est essentiellement constitué de races locales. La reproduction se fait par la monte naturelle. La quantité moyenne de lait produit par vache est très faible (1 à 2 litres/jour). Le suivi sanitaire est irrégulier voire inexistant ou effectué avec des méthodes traditionnelles. Les pâturages et les points d'eau sont les principales sources d'alimentation pour les animaux. La complémentation n'est effectuée qu'en saison

sèche et uniquement pour les vaches en lactation. En général le lait produit est majoritairement autoconsommé et quelquefois vendu (Sery *et al.*, 2003; Millogo *et al.*, 2008). Le second système est celui des élevages laitiers semi-améliorés. Ces types d'exploitation sont à vocation laitière avec un investissement limité. L'habitat des animaux est construit avec des matériaux solides ou rudimentaires en fonction des moyens de l'exploitant. Il existe la plupart du temps des forages qui servent à abreuver les animaux. Le troupeau se compose essentiellement de Zébu Peulh, de Zébu Azawak et de Zébu Goudali avec quelques races importées. La reproduction se fait essentiellement par synchronisation des chaleurs et la monte naturelle. L'insémination artificielle n'est effectuée que pour l'obtention des F1 de races exotiques. La production moyenne est de 3 à 6 litres/vache/jour (Sidibe *et al.*, 2004). Le suivi sanitaire est régulier pour ceux qui sont proches de la ville. Pour les autres fermes éloignées de la ville, le suivi se fait de manière irrégulière. L'alimentation des animaux est composée de pâturage naturelle, de sous-produits agricoles et complétement par des sous-produits industriels, des minéraux et des vitamines uniquement pour les vaches en lactation. Enfin, le troisième système prend en compte les élevages laitiers à tendances améliorées. Ces types d'élevages sont à vocation laitière uniquement. L'investissement pour les infrastructures y est important. L'habitat des animaux est construit avec des matériaux durables et adaptés. Il y a souvent une source d'eau potable ou une présence de forage. Les animaux sont composés de races locales, de Zébu Goudali et Azawak et des métisses (Holstein F1, Montbéliard F1, Brune des Alpes F1). La reproduction se fait le plus souvent par la synchronisation des chaleurs et la monte naturelle. L'insémination artificielle n'est faite que pour l'amélioration de la production des races par des semences de races améliorées. La productivité reste modeste avec en moyenne 5 à 10 litres/vache/jour. Les animaux sont le plus souvent en stabulation. Le suivi sanitaire y est régulier. L'alimentation se compose de pâturage naturel situé sur l'exploitation ou proche de l'exploitation, d'une complémentation en foin,

divers tourteaux, ensilage, pierre à lécher et complexe minéral vitaminé. La traite des animaux est effectuée deux fois par jour, le matin et le soir. Ce système est pratiqué le plus souvent par des commerçants, fonctionnaires, privées et professionnels d'élevage (Sery *et al.*, 2003; Millogo *et al.*, 2008) en zones urbaines et périurbaines des grandes villes du pays. Du fait des besoins de la population qui ne cessent de croître, le pays importe chaque année des produits laitiers à hauteurs de 10 milliards de FCFA par an (MRA, 2004). Outre les pertes de devises que cela engendre pour l'Etat, ces importations sont préjudiciables au développement de la filière laitière locale. Le faible niveau des connaissances techniques en nutrition, la fluctuation de la qualité des pâturages et des prix des aliments sur les marchés ne permettent pas aux producteurs d'appliquer des formules alimentaires types de production. Dans ce contexte, tester des options d'amélioration de l'alimentation par la valorisation des ressources localement disponibles est une option adéquate. La complémentation stratégique est l'une des options utilisées par les éleveurs pour essayer de couvrir les besoins de base des animaux. Toutefois, elle n'est pratiquée qu'après la mise-bas et seulement pour certains animaux élites ; ce qui ne permet pas un rendement optimal de la production du lait. Par ailleurs, l'autre facteur influençant la production laitière dans nos fermes est l'intervalle vêlage-vêlage (IVV). En effet, l'intervalle vêlage-vêlage est un bon indicateur d'intérêt pour l'éleveur. Il lui donne des informations sur son management au niveau de la reproduction et sur la fertilité des vaches (DACQ, 2014). En général, l'IVV des vaches locales est long (18 à 24 mois) dans nos élevages traditionnels. Une réduction des IVV permettrait alors d'obtenir régulièrement des veaux et donc plus de lait. De plus, l'optimisation de la production laitière et la réduction de l'intervalle vêlage-vêlage passe par une complémentation stratégique avant et après la mise-bas chez la vache. La complémentation des animaux permet de combler le déficit nutritif du fourrage de pâture quasiment inexistant en période sèche. Cependant, il est coûteux pour les producteurs de complémenter les

vaches laitières en graines de coton, notamment pour les vaches à faible rendement (Sidibé-Anago et al., 2006). C'est pourquoi, des alternatives sont recherchées à travers des ingrédients alimentaires locaux à la portée du producteur pour une production en toute saison. De même, les différents acteurs de la filière laitière manquent de données sur la complémentation stratégique de la vache en fin de gestation, avec les ressources naturelles, afin d'optimiser sa production et de réduire l'IVV. Dans cette optique, il conviendrait de

procéder à une complémentation stratégique, économiquement rentable en vue d'optimiser la production laitière, de réduire l'intervalle entre mise bas de la mère, et assurer une bonne croissance pondérale du veau. La présente étude vise donc à évaluer l'effet d'une complémentation stratégique valorisant les ressources localement disponibles, avant et après la mise-bas, sur les performances de production laitière et la réduction de l'intervalle vêlage-vêlage des vaches.

MATERIEL ET METHODES

Sites d'expérimentation et matériel animal : L'étude a été menée dans 10 exploitations périurbaines situées dans un rayon de 30 km de la ville Bobo-Dioulasso, 2^{ème} ville située en zone sub-humide à l'Ouest du Burkina. Elle a été réalisée de juillet 2013 à mars 2014. L'effectif des animaux utilisés était de 60 vaches gestantes de 7 mois dont 30 Zébus peulhs, 30 métis tout venant 15 métisses Brunes des Alpes, 6 Goudalis, 6 métisses Holsteins et 3 Girs. Parmi ces vaches, 19 étaient des primipares et 41 des multipares. Les vaches de l'expérimentation ont présenté des résultats négatifs aux tests de tuberculose et brucellose.

Inventaire des aliments localement disponibles : A l'instar des élevages de la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso, les animaux étaient conduits sur les parcours naturel dont le fourrage naturel a constitué la base de leur alimentation au cours de l'étude. Le pâturage, composé d'herbacées pérennes et annuelles, était à dominance *Andropogon sp.* Une enquête a été effectuée afin d'inventorier les aliments localement disponibles. Cette enquête a été menée auprès de 130 producteurs laitiers (traditionnels et semi-modernes) de la ville de Bobo-Dioulasso et de sa zone périurbaine. Les compléments alimentaires utilisés dans les rations au cours de l'essai ont été le tourteau de coton, le son de maïs, les pierres à lécher et de l'eau de boisson.

Prélèvements et analyses bromatologiques : Pour estimer la valeur nutritive des différents ingrédients alimentaires des rations expérimentales, des prélèvements d'échantillons de fourrage naturel et des sous-produits agro-industriels ont été effectués sur six axes routiers (Bobo-Dioulasso-Ouagadougou, Bobo-Dioulasso-Bama, Bobo-Dioulasso-Dédougou, Bobo-Dioulasso-Nasso, Bobo-Dioulasso-Orodara et Bobo-Dioulasso-Banfara) de part et d'autres des parcours afin que l'échantillon final de chaque axe soit homogène et représentatif du pâturage. Au total 06

échantillons de graminées correspondant aux 6 axes ont été constitués et mis dans des sacs de 50 kg. En outre, 01 kg de tourteau de coton, 01 kg de son de maïs, 1,5 kg de feuilles de patate, 500 g d'épluchure de manioc frais, 02 kg de courgette et 2,5 kg de choux ont également été prélevés pour analyse au laboratoire. Les échantillons prélevés ont été analysés au laboratoire « Sol, Plantes et Eau » de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA) de Bobo-Dioulasso à Farakoba afin d'en déterminer les proportions de matière fraîche (MF), de matière sèche (MS), de matière grasse (MG), de cellulose brute (CB), de matière azotée total (MAT), de neutral detergent fiber (NDF), de acid detergent fiber (ADF) et des matières minérales (MM).

Complémentation des vaches : La complémentation des vaches a été réalisée durant la saison sèche chaude sur 5 mois (de février à juin). Afin de déterminer l'impact d'une complémentation stratégique à base de ressources alimentaires localement disponibles avant et après vêlage chez la vache, trois traitements ont été appliqués aux 60 vaches gestantes mises en lots comme suit : (i) 20 vaches complémentées avant et après le vêlage (lot VCAAV) dont 10 Zébus peulhs, 5 métisses Brunes des Alpes, 2 Goudalis, 2 métisses Holstein et 1 Gir ; (ii) 20 vaches complémentées seulement après le vêlage (lot VCAV) dont 10 zébus peulhs, 5 métisses Brunes des Alpes, 2 Goudalis, 2 métisses Holstein et 1 Gir ; (iii) 20 vaches non complémentées durant toute l'étude (lot VNC) dont 10 Zébus peulhs, 5 métisses Brunes des Alpes, 2 Goudalis, 2 métisses Holstein et 1 Gir. L'essentiel de l'alimentation de ces 60 vaches provenait du pâturage. En effet, toutes avaient accès au pâturage pendant environ 9 heures. La complémentation des vaches retenues se faisait au retour du pâturage. Au préalable, les besoins nutritionnels des animaux ont été définis,

avec une estimation de la valeur nutritive du pâturage afin d'en déduire la valeur de la complémentation. Ces différents calculs ont été faits grâce à un pro-logiciel de calcul de ration développé par Kagoné (2014). L'estimation des besoins de production des vaches a été faite sur la base d'un poids moyen individuel des vaches d'environ 300 kg et une production laitière moyenne journalière de 5 litres. A partir de ces valeurs, les besoins et apports en éléments nutritifs ont été

déterminés (Tableau 1). La détermination de la quantité de la complémentation a été faite par le calcul de rationnement utilisant la méthode du carré de Pearson. Ainsi la complémentation était composée de 1 kg de tourteau de coton et 0,5 kg de son de maïs en période pré-partum d'une part et d'autre part, 1,5 kg de tourteau de coton et 1 kg de son de maïs en période post-partum. L'eau de boisson était distribuée à volonté.

Tableau 1: Besoins et apports en éléments nutritifs (UF) en périodes pré-partum et post-partum

		Période pré-partum	Période post-partum
ENERGIE	Besoins	3,3	4,4
	Apports	2,1	2,5
	Différences	1,2 (36%)	1,9 (42%)
MAD	Besoins	360	480
	Apports	0	0
	Différences	360 (100%)	480 (100%)
Ca	Besoins	30	32,5
	Apports	7,7	9,2
	Différences	22 (75%)	23 (72%)
P	Besoins	19	17,5
	Apports	0,9	1,1
	Différences	18 (95%)	16 (94%)

MAD : Matières Azotées Digestibles, UF : Unité Fourragère, Ca : Calcium, P : Phosphore.

Mensurations : La quantité de lait produit par vache par jour a été estimée en faisant la somme de la quantité de lait trait et de celle consommée par le veau qui s'obtient par la méthode de la double pesée du veau décrite par Williams *et al.* (1979): Poids du veau après allaitement moins (-) Poids du veau avant allaitement. Les mesures des quantités de lait étaient faites une fois par semaine pendant trois mois à partir de la 2^{ème} semaine après vêlage afin de ne pas prendre en compte le colostrum. Elles avaient lieu le soir à partir de 16 heures et le lendemain matin à partir de 6 heures. Les deux mesures (soir et matin) étaient additionnées pour obtenir la production laitière journalière. Le poids des veaux était mesuré dès le jour de leur naissance grâce à un peson de précision et ce, chaque deux semaines pendant trois mois après leur naissance. Ces mesures étaient faites les matins avant la traite. Les retours en chaleur étaient observés aussi bien par les producteurs que par l'équipe de recherche.

Le diagnostic était effectué suivant certains signes observés: chevauchement et/ou son acceptation, congestion de la muqueuse vaginale et de la vulve, écoulement du mucus vaginal clair et filant, renflement de la vulve, pose du menton sur le postérieur et hyperactivité.

Analyses statistiques : Les données enregistrées ont été analysées au moyen du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science) version 12.0. Le modèle utilisé était l'analyse des variances (ANOVA). Les analyses statistiques ont porté sur la production laitière journalière, le poids des veaux à la naissance et à 3 mois d'âge et enfin le nombre de jours séparant le vêlage et les premières chaleurs. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart-type. La comparaison des moyennes a été faite grâce au test de Duncan. Les différences sont considérées significatives au seuil de probabilité de 5%.

RESULTATS

Ressources alimentaires localement disponibles : Les ressources alimentaires utilisées par les éleveurs dans la zone périurbaine de Bobo-Dioulasso sont en plus du fourrage provenant des pâturages (ligneux et herbacés), des sous-produits agricoles et des sous-

produits-agro-industriels. Les plus utilisés sont *Andropogon sp* en pâture, du tourteau de coton SN CITEC, du son de maïs provenant des moulins de la zone de Bobo-Dioulasso, des pierres à lécher et de l'eau de boisson (Tableau 2).

Tableau 2: Récapitulatif des différentes ressources alimentaires utilisées par les éleveurs

Espèces végétales ligneuses présentes	<i>Parkia biglobosa, khaya senegalensis, Pteurocarpus erinaceus, Ziziphus mauritiana, Bauhinia rufescens, Acacia albida, Prosopis africana, Afzelia africana, Annona senegalensis, Daniellia oliveri, Diosyros mespiliformis, Dichrostachys cinerea, Deutarium microcarpum</i>
Espèces végétales herbacées présentes	<i>Andropogon gayanus, Andropogon pseudapricus, Andropogon asciodis, Pennisetum pedicellatum, Pennisetum polystachyon, Loudetia togoensis, Rottboellia exaltata, Cenchrus ciliaris, Echinochloa stagnina</i>
Sous-produits agricoles recensés	Paille de riz, Tige de maïs, Tige de sorgho, Tige de mil, Fanes de niébé, Fanes d'arachide, Fanes de patate, Choux, Courgette, Epluchures de manioc, Son de mil
Sous-produits agro-industriels recensés	Tourteaux de coton, Coque d'arachide, Graines de coton, Son de riz, Son de maïs, Drêche de sorgho, Mélasse de canne, Farine basse de riz, Coque de coton, Son de blé, Son de sorgho, Urée

Valeur nutritive des ressources alimentaires recensées : L'analyse de la valeur nutritive du fourrage des pâturages a été faite sur plusieurs mois. Ainsi, le Tableau 3 présente l'évaluation de la composition nutritive moyenne périodique des différentes espèces fourragères. Le test de Duncan révèle que les différentes teneurs en matière sèche (MS) du pâturage ont varié significativement d'un mois à l'autre ($p < 0,05$). En effet, la teneur en MS est passée de $16,16 \pm 1,31\%$ en juillet à $96,74 \pm 1,03\%$ en mars. En outre, la teneur en matière azotée totale (MAT) a baissé significativement d'un mois à l'autre en passant de $8,5\%$ en moyenne en juillet à $1,5\%$ entre décembre et mars, soit une baisse d'environ 80% du taux en MAT. La teneur en sels aussi a diminué mais dans une proportion moindre que les deux premiers constituants. En effet, les teneurs en phosphore, potassium et calcium ont régressé, contrairement à celle en magnésium qui est restée constante. Aussi, les

résultats démontrent la richesse du pâturage en potassium (K) (Tableau 3). L'analyse de la valeur nutritive des sous-produits agricoles et agro-industriels n'a concerné que les six d'entre eux les plus couramment utilisés, que sont le tourteau de coton, le son de maïs, les feuilles de chou, les feuilles de patate, les épluchures de manioc et la pulpe de courgette. Les résultats sont consignés dans le tableau 4. Le tourteau de coton et le son de maïs ont à la fois une teneur assez élevée en MAT (respectivement $44,69\%$ et $12,38\%$) et en MS (respectivement $94,76\%$ et $90,12\%$). Une teneur élevée en MAT au niveau du chou, de la patate et de la courgette a été enregistrée. Cependant, ils ont de faibles teneurs en MS. Les épluchures de manioc sont moins riches en MAT mais présente un taux élevé de matières sèches (MS). Le tourteau de coton, le son de maïs, les feuilles de patate et la courgette sont les aliments les plus riches en fibres (Tableau 4).

Tableau 3: Valeurs bromatologiques du pâturage de Juillet à Mars

Période	Juillet	Septembre	Décembre	Mars
%MS	16,16 ± 1,31 ^a	53,16 ± 6,4 ^b	74 ± 5,21 ^c	96,74 ± 1,03 ^d
%MM	11,82 ± 2,78 ^a	10 ± 4,2 ^a	6,83 ± 2,78 ^b	6,51 ± 2,27 ^b
%MAT	8,5 ± 1,6 ^a	6,5 ± 3,27 ^a	1,5 ± 1,38 ^b	1,5 ± 0,84 ^b
%NDF	61,33 ± 1,75 ^a	62,49 ± 2,34 ^a	68,16 ± 7,02 ^{ab}	75,23 ± 14,53 ^b
%ADF	31,16 ± 1,6 ^a	31,37 ± 1,09 ^a	37,83 ± 5,5 ^{ab}	44,87 ± 11,42 ^b
%P	1594,44 ± 520,32 ^a	1166,5 ± 519,94 ^a	323,33 ± 288,5 ^b	201 ± 181,70 ^b
%K	32846,78 ± 9559,58 ^a	23930,33 ± 11563,80 ^a	9439,66 ± 4024,05 ^b	8528,75 ± 3629,40 ^b
%Ca	2845,68 ± 605,72 ^a	2030,66 ± 360,69 ^b	1857,04 ± 761,16 ^b	1723,5 ± 398,37 ^b
%Mg	2073,6 ± 229,33 ^a	2033,16 ± 528,20 ^a	1794,16 ± 672,71 ^a	1709,1 ± 437,30 ^a

Suivant les lignes, les valeurs affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5%.

Tableau 4: Valeurs bromatologiques des sous-produits agro-industriels

Aliments	%MS	%MM	%MO	%N	%MAT	%NDF	%ADF	P	K	Ca	Mg
Tourteau de coton	94,76	19,15	80,85	7,15	44,69	33,45	10,23	914	10930	19238	7193
Son maïs	90,12	6,13	93,87	1,98	12,38	28,38	5,36	1484	10930	240	2381
Feuilles de chou	6,77	12,09	87,91	3,29	20,56	20,15	13,61	560	26828	5611	1021
Feuilles de patate	7,17	14,96	85,04	4,26	26,62	36,71	22,88	592	45211	7214	5103
Epluchure de manioc	38,71	8,01	91,99	0,84	5,25	16,16	8,50	563	8446	2004	972
Courgette	4,77	12,64	87,36	2,73	17,06	28,83	20,28	656	34777	4810	1750

Effet de la complémentation sur la production laitière, le poids des veaux et le retour en chaleur des vaches : La production laitière moyenne par jour et par traitement est représentée par la Figure 1(A). On note une différence significative entre les trois traitements, avec une production moyenne par vache de 4,95 ± 0,7 litres pour le lot VCAAV, 4,14 ± 0,5 litres pour le lot VCAV et 3,42 ± 0,7 litres pour le lot VNC. Les vaches complémentées avant et après vêlage ont eu une production supérieure de lait. Elles ont produit environ 01 litre de lait de plus que celles du lot complémentées uniquement après vêlage (lot VCAV) et 1,5 litre de lait de plus que celles non complémentées du lot VNC, La complémentation stratégique a aussi eu un effet bénéfique sur le poids des veaux issus des vaches complémentées de l'étude. En effet, avec un poids moyen à la naissance (PMN) de 26,92 kg, le poids des veaux dont les mères ont été complémentées avant et après vêlage du lot VCAAV étaient supérieurs aux deux autres lots de l'essai. La complémentation des vaches avant la mise bas a permis d'avoir de veaux plus gros à la naissance, tandis que ceux issus des mères non complémentées avant la mise bas (lots

VCAV et VNC) avaient un poids de naissance moyen de 18 kg, soit une différence moyenne de poids de 9 kg. La Figure 1(B) met en exergue ces résultats. En outre, à trois mois d'âge des veaux, une différence significative a été enregistrée entre les poids de ces trois lots de veaux comme l'indique la Figure 1(C). Les veaux issus de vaches complémentées avant et après vêlage (lot VCAAV) ont eu un poids de 62,29 ± 3,15 kg à trois mois tandis que ceux issus des lots VCAV et VNC ont enregistré respectivement un poids de 53 ± 2,16 kg et de 44 ± 5,13 kg. Les veaux issus du lot VCAAV ont enregistré un surplus de poids d'environ 10 kg par rapport à ceux issus du lot VCAV et d'environ 20 kg par rapport à ceux issus du lot VNC. Le troisième effet de la complémentation stratégique est la réduction de l'intervalle entre mise bas. Comme l'indique la Figure 1(D), les vaches complémentées avant et après vêlage (lot VCAAV) sont revenues en chaleur en moins de 12 semaines en moyenne par rapport aux deux autres catégories (lots VCAV et VNC). Le retour en chaleur s'est donc fait trois mois environ après vêlage pour le lot VCAAV contre 5 mois environ (> 18 semaines) pour les lots VCAV et VNC.

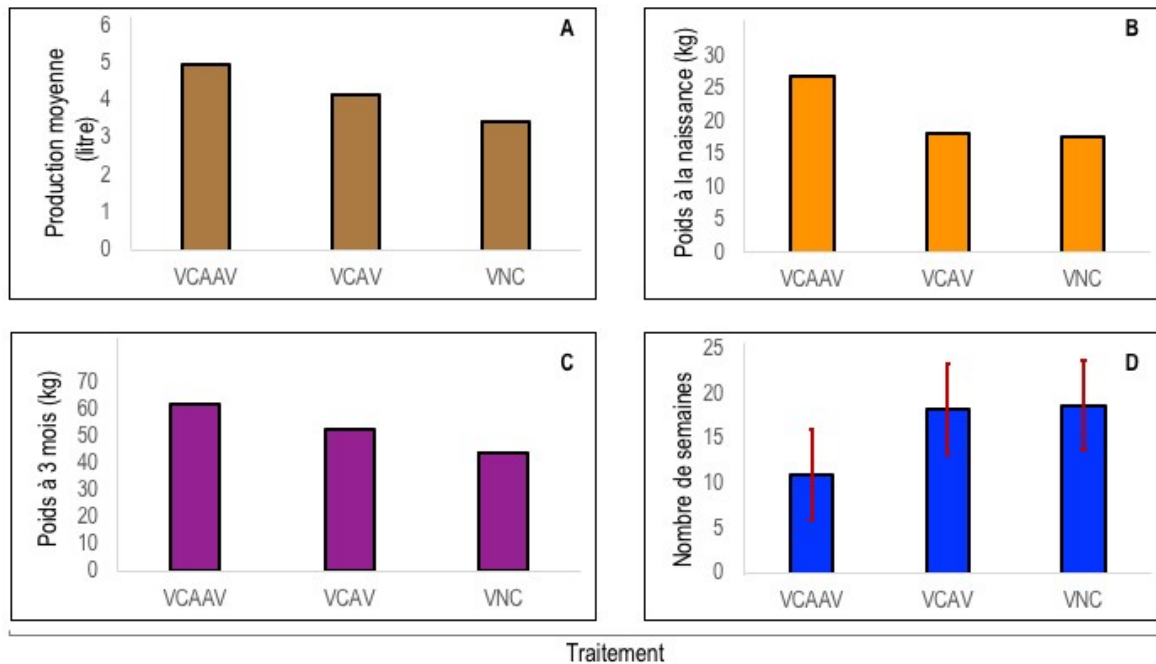


Figure 1 : Résultats par traitement de la complémentation sur la production laitière moyenne journalière (A), le poids des veaux à la naissance (B), le poids des veaux à trois mois d'âge (C) et les intervalles de temps entre vêlage et retour en chaleur (D)

DISCUSSION

Quelques ressources alimentaires et leur valeur nutritive : La valeur nutritive du pâturage de la zone de Bobo-Dioulasso varie selon les périodes. Les résultats de l'analyse bromatologique montrent qu'à partir du mois d'octobre jusqu'en avril, la valeur nutritive du pâturage baisse significativement en eau (de 83% à 3%), en MAT (de 8,5% à 1,5%) et en minéraux (de 12% à 6%). Cependant la teneur en NDF et ADF augmente rapidement (respectivement de 61% à 75% et de 31% à 45%), ce qui conduit à un appauvrissement très rapide du pâturage. Ces résultats sont similaires à ceux de Sidibe-Anago *et al.* (2008) et de Grimaud *et al.* (2007) qui ont rapporté que les valeurs nutritives des fourrages tropicaux atteignent leur pic durant la saison des pluies et déclinent progressivement jusqu'à la fin de la saison sèche à cause de l'évapotranspiration. Le pâturage étant la principale source d'alimentation des ruminants, la diminution du disponible fourrager et la baisse de leur valeur nutritive en nutriments ont pour conséquence un déficit énergétique et protéique dans l'alimentation des animaux en général. Ce déficit entraîne une perte de la note d'état corporelle et de la productivité denimaux. En effet, selon Boudet (1991), les pâturages avec des teneurs protéiques de 2,75 à 4,25% de matière sèche, sont insuffisants pour satisfaire les besoins nutritifs des animaux en saison

sèche. Selon Grimaud *et al.*, 1999; Fox *et al.*, 2000, l'alimentation pauvre en valeur nutritive ne permet pas l'expression effective du potentiel génétique des animaux. Pour optimiser le potentiel de production de l'animal, l'apport d'une alimentation tenant compte de ses besoins de production s'avère indispensable, notamment en saison sèche en zone sub humide du Burkina. La zone dispose de sous-produits agro-industriels tels que le tourteau de coton et le son de maïs connus respectivement pour leurs bonnes valeurs nutritionnelles de 94,76% et 90,12% (MS) et 44,69% et 12,38% (MAT) similaires aux résultats présentés par Ngom (2004). La richesse du tourteau de coton et du son de maïs en fait des aliments de choix pour la complémentation des animaux en saison sèche en plus du pâturage qui s'appauvrit. En production laitière, la teneur en protéine des aliments est un des facteurs limitants de la production. Dans une étude conduite en 2008 dans la même zone, Sidibe-Anago *et al.* (2008), ont souligné que la contrainte la plus sérieuse pour la production laitière est la quantité et la qualité des aliments durant les 7 à 8 mois de saison sèche; d'où la nécessité d'opter pour un rationnement stratégique à travers une complémentation des vaches voire des veaux en saison sèche avec des aliments riches en énergie et en azote.

Effet de la complémentation avant et après vêlage sur la production laitière :

La complémentation alimentaire (tourteau de coton et son de maïs) des vaches avant et après vêlage a présenté un impact positif sur la production laitière avec une production journalière moyenne de 5 litres. Les résultats montrent que les vaches est complétement avant la mise, ont produits en moyenne 1.5 litre de lait de plus que celles n'ayant reçu aucune complémentation. Ces données sont supérieures à celles de Sidibe-Anago (2008) qui a obtenu un surplus de 1 litre de lait avec une complémentation avant et après vêlage avec le mucuna, la mélasse de canne et du tourteau de coton sur des vaches de race zebu peul. Cependant, les travaux de Millogo (2004), Grimaud *et al.* (2007), Jenet *et al.* (2006) et Ndisanze (2014) ont présentés quant à eux un surplus plus élevé. Ces différences observées peuvent être dues au potentiel génétique de la vache laitière, à la qualité et la quantité de la complémentation ou à la conduite de l'élevage. Selon Barro (2003), la production laitière est conditionnée par la qualité et la quantité de l'aliment. En effet, l'augmentation de la ration alimentaire de l'ordre de 1 UF par jour pendant la saison sèche permet d'obtenir une augmentation de plus de 50% de la production (Riviere, 1991). Les PDIA du tourteau contribuent à enrichir le pool en acides aminés disponibles pour la mamelle et en conséquence, augmenter la synthèse lactée (Srairi, 1998). La complémentation avant vêlage permet à la vache de constituer des réserves afin de pallier au déficit énergétique qui intervient après le vêlage due à la baisse d'appétit de la vache (Enjalbert, 2003). Ainsi, la complémentation en période pré-partum assure non seulement la gestation mais également la préparation de la lactation à venir. C'est ce qui expliquerait le meilleur rendement enregistré chez les vaches complémentées avant et après vêlage par rapport aux autres. La complémentation avant et après vêlage permet donc une nette amélioration de la productivité des vaches en saison sèche, période durant laquelle la demande en lait est nettement supérieure à l'offre. Toutefois, il est à noter que l'efficacité de la complémentation dépendra de la qualité et de la quantité du pâturage. En hivernage où l'herbe est très disponible et riche en éléments nutritifs il ne serait pas opportun de faire une complémentation car elle n'entraînerait qu'une faible augmentation du lait (Journet, 1975) et une marginalisation de la rentabilité économique avec des races locales pour le producteur.

Effet de la complémentation avant et après vêlage sur le poids des veaux :

En plus de la production

laitière, l'effet bénéfique de la complémentation notamment au cours des deux derniers mois de la gestation a eu un effet significatif sur le poids des veaux à la naissance. En effet les veaux du lot VCAAV ont eu en moyenne 9 kg de plus à leur naissance (27 kg) par rapport à ceux des deux autres traitements (lots VCAV et VNC). Ce résultat s'expliquerait par l'apport supplémentaire en énergie et en matières azotées de la ration de complémentation. La qualité de l'alimentation de par les éléments nutritifs apportés ont permis au lot VCAAV de mobiliser des réserves glucidiques, protéiniques et lipidiques au profit de la croissance du fœtus, et la prise de poids du veau. La complémentation pré-partum a permis d'augmentation le poids à la naissance des veaux et avoir des veaux plus lourds. Nos résultats sont supérieurs à ceux de Sidibe-Anago *et al.* (2008), Coulibaly et Nialibouli (1998) au Mali et Gregory *et al.* (1985) au Kenya qui avait enregistré environ 20 kg de poids à la naissance dans des essais de complémentation pré-partum de vaches. Les poids supérieurs de nos veaux s'expliquent par le fait que les vaches d'expérimentation étaient constituées aussi bien de zebu peulh que de métisses. En outre Chase *et al.* (2004) et Marichatou *et al.* (2005) ont enregistré des poids à la naissance élevés de veaux respectivement avec des zébus Boran (28 kg), des zébus Brahman (28 kg) et des Goudalis (32 kg) complémentés. Cependant, l'effet positif de la complémentation pré-partum sur le poids à la naissance des veaux (Zébus peulhs, métisses Brunnes des Alpes, Goudalis, métisses Holstein et Gir en saison pluvieuse) est contradictoire avec les résultats de McNamara *et al.* (2003) qui n'ont trouvé aucun effet significatif de la complémentation pré-partum sur le poids à la naissance des veaux. Aussi, il a été observé, une différence significative de poids à 3 mois d'âge entre les veaux issus des trois traitements lot VCAAV = 62,29 kg; lot VCAV = 53 kg; lot VNC = 44 kg). Cette différence s'explique par le fait que d'une part, le poids à la naissance des veaux du lot VCAAV était plus élevé que le poids des autres, et d'autre part, ces veaux ont bénéficié de plus de lait donc de plus d'énergie provenant de la production élevée de leurs mères par rapport aux autres veaux. Des résultats similaires favorisant la prise de poids des veaux en essais pré et post partum des mères ont également été observés par Sidibe-Anago *et al.* (2008) qui a enregistré 50,9 kg comme poids à 3 mois d'âge pour des veaux issus de vaches zebu peul complémentées.

Effet de la complémentation avant et après vêlage sur l'intervalle vêlage-vêlage :

L'intervalle vêlage -

vêlage (IVV) est un indicateur d'intérêt pour l'éleveur en lui fournissant des informations sur son management de reproduction et sur la fertilité des vaches (DACQ, 2014). En effet, c'est un critère technico-économique indiqué dans la rentabilité de la productivité animale (Ghozlane *et al.*, 2003). La durée de gestation étant constante, c'est la période située entre le vêlage et les chaleurs fécondantes qui déterminent l'IVV. La complémentation avant et après vêlage s'est traduite par un effet bénéfique sur la reproduction des vaches notamment sur l'intervalle vêlage-vêlage. Les vaches du lot VCAAV sont revenues en chaleur environ 12 semaines en moyenne après la parturition (soit 3 mois), contre 18 semaines environ en moyenne (soit 5 mois) pour celles des lots VCAV et les VNC. En considérant que les premières chaleurs soient fécondantes, cet intervalle vêlage-première chaleur conduit à un IVV d'environ 360 ou 365 jours chez le lot VCAAV contre 420 jours environ pour les lots VCAV et les VNC. Ces résultats sont similaires à ceux observés par Adamou-N'Diaye *et al.* (2002) chez des Borgou complémentés avec un IVV inférieurs à 365 jours. Cependant, l'IVV enregistrés est inférieur à ceux observés par Denis (1971) et Tidori *et al.* (1975) avec 421 à 473 jours. Les résultats observés coïncident donc avec l'IVV recherché par les producteurs laitiers. En effet, pour Thomas et Le Garff (1963), des IVV \leq 390 jours sont considérés comme bons, tandis que, ceux compris entre 390 jours et 420 jours sont longs et les IVV \geq 420 jours sont mauvais. Ainsi, une ration alimentaire adéquate de la vache durant les deux derniers mois de

gestation agit sur les fonctions sexuelles de l'animal en le prédisposant à un retour en chaleur rapide. Brisson *et al.* (2003) a observé qu'il existe une relation étroite entre l'énergie apportée par les aliments et la reproduction des vaches. Il a rapporté que les vaches qui ont le déficit en énergie le plus important sont celles qui ont la période d'anoestrus (Absence de chaleur) la plus longue. Dans des études précédentes plusieurs auteurs ont rapporté des effets de la complémentation avant et après vêlage sur l'intervalle vêlage - vêlage. Ainsi, Girod et Brochard (1970) ont montré qu'une supplémentation alimentaire de 3 kg durant 6 jours à des vaches en anoestrus post-partum depuis plus de 60 jours a induit une augmentation de vaches en œstrus. Agabriel *et al.*, 1992 ont rapporté que l'intervalle vêlage-vêlage s'accroît quand l'état d'engraissement diminue chez la vache. Wall *et al.*, 2003 ont conclu que la diminution de l'intervalle vêlage-vêlage est un reflet d'une fertilité améliorée. Mentionnons que Poly et Vissac (1958), a observé que l'augmentation de l'intervalle vêlage-vêlage présentait également un impact négatif sur la production de lait de l'animal. Chez les vaches fortes productrices de lait, Il a trouvé que l'augmentation de l'intervalle vêlage-vêlage s'est traduite par d'une chute de la productivité. Ces résultats ont contraire à ceux de Brocard *et al.* (2013), dont les résultats ont montré que l'allongement de la lactation a présenté comme conséquence l'allongement de l'intervalle vêlage-vêlage plus pertinent chez des animaux à fort potentiel de production.

CONCLUSION

La production laitière des vaches peut être améliorée en saison sèche par une complémentation stratégique avant et après mise-bas avec des ressources alimentaires localement disponibles. L'apport du complément de tourteau de coton et de son de maïs à deux (2) mois avant le vêlage et trois (3) mois après vêlage, a eu comme résultat une augmentation de la production journalière moyenne d'environ 5 litres de lait en saison sèche. Ceci est un rendement appréciable en saison sèche au Burkina Faso notamment en zone péri urbaine dans des élevages utilisant des races locales ou des métis tout venant. Au cours de cette période, la valeur aussi bien quantitative que qualitative des pâturages, à laquelle s'ajoute la rareté de l'eau créent un stress hydrique qui affectent considérablement et de façon drastique la productivité

des animaux dans les ménages à faible revenus des agriculteurs familiaux. La complémentation stratégique a permis d'augmenter aussi bien le poids à la naissance des veaux que celui de leur croissance pondérale en apportant à 3 mois d'âge un surplus significatif de poids pour les veaux dont les vaches ont reçu un complément. En outre, la complémentation a permis une réduction sensible de l'intervalle vêlage - première chaleur qui est passé de 5 mois et plus en moyenne chez les vaches non complémentées, à 3 mois environ en moyenne chez les vaches complémentées. Un tel résultat pourrait engendrer un intervalle vêlage - vêlage de 12 mois, un idéal pour la naissance d'un veau par an et favoriser une production laitière optimale et permanente.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements au Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricole (CORAF) pour avoir financé cette étude à travers le projet « Appui à l'amélioration durable de la productivité et de la compétitivité des filières laitières bovines en Afrique de l'Ouest et du

Centre » (AMPROLAIT). Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit des étudiants du Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales (LARESBA), aux producteurs laitiers de la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso ayant acceptés de participer à cette étude.

REFERENCES

- Adamou-N'diaye M, Gbangboche AB, Ogodja OJ, Hanzen C. 2002. Fécondité de la vache Borgou au Bénin : Effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 55(2): 159-163.
- Agabriel J, Grenet N, Petit M. 1992. Etat corporel et intervalle entre vêlages chez la vache allaitante. Bilan de deux années d'enquêtes en exploitation. *INRA Productions Animales*, 5(5): 355-369.
- Barro B. 2003. Evaluation des performances laitières des races locales et de leur croisement avec les races exotiques. Mémoire DEA Gestion Intégrée des Ressources Naturelles, UPB. 44 pages.
- Boudet G. 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et cultures fourragères. Institut d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Paris, France, 258 pages.
- Brisson J, Lefebvre D, Gosselin B, Petit H, Evans E. 2003. Nutrition, alimentation et reproduction. In : Symposium sur les bovins laitiers, question de reproduction : une initiative du comité bovins laitiers, Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Québec le 30 octobre 2003, Canada, 66 pages.
- Brocard V, Portier B, Francois J, Tranvoiz E, Brun T. 2013. Conséquences techniques et économiques de l'allongement à 18 mois de l'intervalle entre vêlage chez les vaches laitières. *Rencontre de Recherche sur les Ruminants*, 20: 273-276.
- Chase C, Riley DG, Olson TA, Coleman SW, Hammond AC. 2004. Maternal and reproductive performance of Brahman × Angus, Senepol × Angus, and Tuli × Angus cows in the subtropics. *Journal of Animal Science* 82: 2764-2772.
- Coulibaly M, Nialibouli O. 1998. Effect of suckling regime on calf growth, milk production and off take of Zebu cattle in Mali. *Tropical Animal Health and Production*, 30: 179-189.
- Denis JP. 1971. L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (peulh sénégalais). *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 24(4): 635-647.
- Enjalbert F. 2003. Alimentation de la vache laitière : les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. *Le point vétérinaire*, 236: 40-44.
- Fox DG, Tylutki TP, Van Amburgh ME, Chase LE. 2000. The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. CNCPS version 4.0. 2000. Model documentation. In : Cornell University (Ed.) Model documentation. 213, CNCPS VERSION 4.0., Ithaca, NY.
- Ghozlane F, Yakhlef H, Yaici S. 2003. Performance de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie. *Annales de l'Institut National Agronomique El-Harrech*, 24(1 et 2): 55-68.
- Girod R, Brochart M. 1970. Effets d'une supplémentation alimentaire de brève durée sur le déclenchement des chaleurs chez des vaches en anoestrus post partum. *Annales de zootechnie*, 19(1): 75-77.
- Gregory KE, Trail JCM, Marples HJS, Kakonge J. 1985. Characterization of breeds of *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle for maternal and individual traits. *Journal of Animal Science* 60, p 1165-1174.
- Grimaud P, Richard D, Vergeron MP, Guilleret JR, Doreau M. 1999. Effect of drastic undernutrition on digestion in Zebu cattle receiving a diet based on rice straw. *Journal of Dairy Science*, 82: 974-981.
- Grimaud P, Mpairwe D, Chalimbaud J, Messad S, Faye B. 2007. The place of Sanga cattle in dairy production in Uganda. *Tropical Animal Health and Production*, 39: 217-227.
- Janet A, Fernandez-Rivera S, Tegegne A, Wettstein Hr, Senn M, Saurer M, Langhans W, Kreuzer M.

2006. Evidence for different nutrient partitioning in Boran (*Bos indicus*) and Boran Holstein cows when reallocated from low to high or from high to low feeding level. *Journal of Veterinary Medicine* 53: 383-393.
- Journet M. 1975. La complémentation des vaches laitières au pâturage, *Fourrages actualités*, 10: 27-28.
- Kagone H. 2014. Forage ressource profile- Burkina Faso. In: *Country pasture, Food and Agriculture Organisation (FAO), Rome, Italy.*
- MRA 2004. Deuxième enquête Nationale sur les effectifs du Cheptel, Tome II, Résultats et Analyses. Ministère des Ressources Animales (MRA), Burkina Faso, 85 pages.
- Marichatou H, Gouro AS, Kanwe AB. 2005. Production laitière de la race Goudali et croissance des jeunes purs et croisés en zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Cahiers Agricultures* 14: 291-296.
- Mcnamara S, O'mara FP, Rath M, Murphy JJ 2003. Effects of different transition diets on dry matter intake, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 2397-2408.
- Millogo V. 2004. Effet de l'alimentation sur la production laitière et la qualité physico-chimique du lait de la vache Zébu peulh en station. Mémoire de fin d'étude, IDR/UPB, 66 pages.
- Millogo V, Ouédraogo GA, Agenäs S, Svennersten-Sjaunja K. 2008. Survey on dairy cattle milk production and milk quality problems in peri-urban areas in Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*, 3(3): 215-224.
- MRAH 2016. *Annuaire des statistiques de l'élevage.* Ministère des ressources animales, Burkina Faso. 177 pages.
- Ndisanze O. 2014. Amélioration de la production laitière des vaches dans les petits élevages par une ration à base des ressources alimentaires localement disponibles dans la Région de Kaolack (Sénégal). Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, EJSMV/UCAD, 65 pages.
- N'Gom S. 2004. Ebauche d'un référentiel sur la composition chimique et valeur nutritive des matières premières utilisables en alimentation des volailles au Sénégal. Thèse de troisième cycle de chimie et biochimie des produits naturels, FST/UCAD, 146 pages.
- Poly J, Vissac B. 1958. L'incidence des variations d'intervalle de vêlage sur la productivité de la vache laitière. *Lait*, 38 : 598-606.
- Riviere R. 1991. Manuel d'alimentation des ruminants en milieu tropical. Collection « Manuels et précis d'élevage », Institut d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 337-346.
- Sery A. 2003. Typologie des fermes laitières périurbaines de Dakar et Thiès. Thèse vétérinaire, Dakar, n°10, 102 pages.
- Sidibé M, Boly H, Lakouetene T, Leroy P, Bosma RH. 2004. Characteristics of peri-urban dairy herds of Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Tropical Animal Health and Production*, 36:95-100.
- Sidibé-Anago AG, Ouédraogo GA Ledin I. 2006. Effect of partly replacing cottonseed cake with *Mucuna* spp. (Var Ghana) hay on feed intake and digestibility, milk yield and milk composition of zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, 38: 563–570.
- Sidibé-Anago AG. (2008). Feeding and Management of dairy cows in peri-urban areas in Burkina Faso. Doctoral Thesis No. 2008:25, ISSN 1652-6880, ISBN 978-91-85913- 58-9, Uppsala, Sweden.
- Sidibe-Anago AG, Ouedraogo GA, Ledin I. 2008. Effect of suckling period on calf growth and milk yield of Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production* 40: 491-499.
- Srairi MT. 1998. Alimentation des brebis allaitantes avec des rations à base de paille : effet du complément azoté. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 51(1) : 47-54
- Thomas M, Le Garff G. 1963. L'importance de l'éleveur dans les phénomènes de reproduction, *Bulletin CETA-FNCETA*, 848.
- Tidori E, Serres H, Richard D Ajuziogu J. 1975. Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 28(4): 499-511.
- Wall E, Brotherstone S, Woolliams JA, Banos G, Coffey MP 2003. Genetic evaluation of fertility using direct and correlated traits. *Journal of Dairy Science*, 86(12), pp.4093–102.
- Williams JH, Anderson DC, Kress DD. 1979. Milk Production in Hereford Cattle. I. Effects of Separation Interval on Weigh-Suckle-Weigh Milk Production Estimates. *Journal of Animal Science*, 49(6): 1438–1442.