



FSA-UAC UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI



FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE PRODUCTION ANIMALE

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation des feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

THESE

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome

Option : Zootechnie

Présentée et Soutenue par :

Roukayath CHABI TOKO

Le 13 Décembre 2005

Superviseur :

Dr Ir Soumanou SEIBOU TOLEBA

Composition du jury

Président : **Dr Marcel SENOU (FSA/UAC)**

Rapporteur : **Dr Ir Soumanou SEIBOU TOLEBA (FSA/UAC)**

Examineur : **Dr Ir Marcel HOUINATO (FSA/UAC)**

Examineur : **Dr Ir Anselme ADEGBIDI (FSA/UAC)**



FSA-UAC UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI



FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE PRODUCTION
ANIMALE

***Cottonseed meal and Vitellaria paradoxa leaves
supplementation of Borgou cattle in rainy
season***

THESIS

Submitted for the requirement of the degree of “Ingénieur Agronome”

Option: *Animal Science*

Presented and Supported by:

Roukayath CHABI TOKO

13 December 2005

Promotor

Dr Ir Soumanou SEIBOU TOLEBA

Composition of jury

President: **Dr Marcel SENOU (FSA/UAC)**

Promotor: **Dr Ir Soumanou SEIBOU TOLEBA (FSA/UAC)**

Inspector: **Dr Ir Marcel HOUINATO (FSA/UAC)**

Inspector: **Dr Ir Anselme ADEGBIDI (FSA/UAC)**

CERTIFICATION

Je certifie que ce travail a été conduit et réalisé par Roukayath CHABI TOKO du Département des Sciences et Techniques de Production Animale (DSTPA) de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC).

Superviseur

Dr. Ir Soumanou SEIBOU TOLEBA

Maître -Assistant des Universités (CAMES)

DEDICACES

A mes parents :

- Monsieur Dimmon CHABI TOKO, mon père,

Pour tous les sacrifices consentis à mon égard

Pour l'affection que tu me témoignes et l'attention que tu as toujours accordé à ma réussite scolaire

Pour la confiance que tu as portée en moi et que je serai toujours fier de mériter, trouve ici l'expression de mon profond attachement.

- Madame Léontine SITONDJI épouse CHABI TOKO, ma mère,

Pour toutes les peines que tu t'es donnée pour m'élever et me donner une bonne éducation, trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

A mes frères et sœurs :

- Rahanath pour m'avoir soutenu et joué le rôle de nos parents qui étaient loin,

- Nafissath et Ahmed Awal pour m'avoir distrait et remonté le moral.

REMERCIEMENTS

Cette étude doit beaucoup à la collaboration et au travail de très nombreuses personnes.

Je tiens ici à exprimer ma gratitude au Dr. Ir. Soumanou SEIBOU TOLEBA pour avoir accepté d'encadrer mon travail et pour sa disponibilité.

Ma reconnaissance va à l'endroit de Mr. Mahamadou DAHOUDA pour sa sollicitude constante, sa disponibilité et pour toutes les remarques et critiques faites à l'endroit de ce travail.

Ma sincère gratitude va à l'endroit de African Network for Agroforestry Education (ANAFE) pour avoir financé cette recherche.

Je suis particulièrement redevable au Dr. Issiaka YOUSAO pour avoir réalisé les analyses statistiques de mes données et j'ai également pu bénéficier de ses précieuses suggestions et corrections.

Qu'il me soit permis de remercier Dr. Ir. Séverin BABATOUNDE pour avoir accepté lire mon manuscrit et dont j'ai pu tirer profit des remarques et critiques.

Je ne saurais oublier le personnel de la ferme d'élevage de l'Okpara et en particulier le chef d'antenne Dr. Fataou ZACHARI TOURE et Dr. Athanase AHISSOU pour avoir mis à ma disposition le matériel animal et pour m'avoir facilité le travail ; et les bouviers Soumana et Okossi pour avoir accepté de se plier aux contraintes du présent travail.

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de tous les enseignants de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) pour avoir partagé avec moi la passion du métier d'agronome.

Je remercie également le personnel de la Bidoc et le personnel non enseignant de la FSA, Mme Marie Ange GBAGUIDI pour m'avoir encadré lors de mes travaux de laboratoire.

Merci à Ir. Paul SABI BOUM pour m'avoir régulièrement rendu visite à la ferme et m'avoir soutenu.

Enfin, je ne saurais oublier tous mes camarades de la 29^{ème} promotion en compagnie desquels j'ai passé des moments mémorables, en particulier Déo-Gracias HOUNDOLO, Abdul Qayumi ASSOUMA, Chimelle DAVID et Rahamatou YACOUBOU.

RESUME

Une expérimentation a été menée afin d'apprécier l'effet de la supplémentation, en saison hivernale, à base de tourteau de coton et des feuilles de *Vitellaria paradoxa* sur la production laitière, la composition du lait, le gain moyen quotidien (vaches et veaux) et les retombées financières de cette supplémentation.

A cet effet, quinze vaches Borgou, se trouvant au dernier stade de lactation, ont été soumises à trois traitements :

Lot 1 (contrôle) : pâturage naturel

Lot 2 : pâturage naturel + tourteau de coton

Lot 3 : pâturage naturel + feuilles de *Vitellaria paradoxa*

L'expérience a été réalisée pendant dix semaines avec deux semaines d'adaptation. Les vaches ont été traitées deux fois par jour et pesées au début et à la fin de la période expérimentale.

Les analyses de données ont montré qu'il existe une différence significative ($p < 0,05$) au niveau de la production laitière au cours de l'expérimentation. Les vaches du lot 2 ont produit significativement plus de lait que celles du lot 1 avec un accroissement de la production de 78,54 %. La production journalière moyenne a été de 946,58 g, 1690,07 g et 1176,89 g respectivement dans les lots 1, 2 et 3.

Aucun effet des aliments n'a été remarqué sur la composition du lait en ce qui concerne les taux butyreux et protéique. Par ailleurs, les teneurs en matière sèche et en matières minérales ont été affectées par les différents traitements. Les moyennes des taux de matière sèche, de matières minérales ainsi que les taux butyreux et protéique sont respectivement de 15,12 %, 0,35 %, 5,92 % et 4,13 %.

Le gain moyen quotidien des vaches des trois lots ainsi que le poids à la naissance des veaux (17,5 kg en moyenne) n'est pas significativement différent. Le gain moyen quotidien des veaux a été significativement différent. Les veaux des lots 2 et 3 ont connu une évolution pondérale significativement supérieure à ceux du lot 1 dans la période séparant la naissance de la fin de l'expérimentation (respectivement 212,06 g/j et 219,10 g/j contre 161,10 g/j). Seul le lot 3 a été significativement supérieur au lot 1 (260,23 g/j contre 186,06 g/j respectivement) de la période allant de la naissance au début de la phase expérimentale. Du début à la fin de la période

expérimentale, seul le lot 2 a été significativement supérieur au lot 1 (respectivement 124,98 g/j et 53,54 g/j).

Le gain moyen quotidien des veaux de la naissance au début de la phase expérimentale a été significativement corrélé au Gain Moyen Quotidien (GMQ) des veaux de la naissance à la fin de la période expérimentale, pour l'ensemble des veaux et ceux du lot 2 ($r = 0,96$ et $r = 0,99$ respectivement). La corrélation a été significative pour le lot 1 ($r = 0,97$) et moyennement significative pour le lot 3 ($r = 0,97$).

Les deux supplémentations en saison hivernale ont été rentables mais le lot utilisant les feuilles de *Vitellaria paradoxa* s'est révélé plus bénéfique.

Mots-clés : Vaches Borgou - Supplémentation - Tourteau de coton - Feuilles de *Vitellaria paradoxa* – Production laitière – GMQ – Rentabilité financière – Saison hivernale.

ABSTRACT

Experiment was carried out to investigate the effects of cottonseed meal (CSM) and *Vitellaria paradoxa* leaves in rainy season supplementation on milk yield, composition of the milk, live weight changes and their economical returns.

To examine these effects, fifteen (15) Borgou cattle, in late lactation were offered three (3) dietary treatments: grazing natural pasture (control); the two other treatments received in addition cottonseed meal and *Vitellaria paradoxa* leaves supplements. The experiment lasted ten (10) weeks, including an adaptation period of two (2) weeks.

Average daily milk yield was 946,58 g, 1690,07 g and 1176,89 g for the control, cottonseed meal and *Vitellaria paradoxa* leaves group respectively. Dietary treatments had a significant ($p < 0,05$) effect on milk yield during the trial. Only cows supplemented CSM produce significantly more milk than those unsupplemented (increasing of 78,54 %). But there is no differences among supplemented group. Cottonseed meal group produce more than 43,60 % milk yield compared to the second supplemented group.

The treatments had a significant effect on total solid and milk ash. But no significant effect was observed on fat and protein content. The over all mean values were 15,12 %, 0,35 %, 5,92 % and 4,13 % respectively for total solid, ash, fat and protein content.

There were no significant differences ($p < 0,05$) in live weight changes of supplemented group cows. Further more, calves live weight changes were significantly different. Supplemented groups calves live weight increase was significantly more than those unsupplemented from birth to the end of the trial (212,06 g/d and 219,10 g/d versus 161,1 g/d). From birth to the beginning of the trial, only *Vitellaria paradoxa* leaves group calves had a significant increase in live weight changes. Only CSM group calves had a significant increase in live weight changes (124,98 g/d versus 53,54 g/d for non supplemented group calves) during the trial.

Calves live weight changes from birth to the beginning of the trial were highly significantly correlated with those from birth to the end of the trial for all the experimental herd and for CSM group ($r = 0,96$ and $r = 0,99$). In other hand, these two live weight changes were slightly correlated for the control ($r = 0,96$) and *Vitellaria paradoxa* group ($r = 0,97$).

A net return analysis shows that cottonseed meal and *Vitellaria paradoxa* supplementation in rainy season was profitable even if *Vitellaria paradoxa* was more beneficial.

Key words: Borgou cattle – Supplementation – Cottonseed meal – *Vitellaria paradoxa* leaves – Dairy production – Live weight changes – Net return – Rainy season.

TABLE DES MATIERES

CERTIFICATION	i
DEDICACES	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME	iv
ABSTRACT.....	vi
TABLE DES MATIERES	viii
LISTE DES FIGURES ET PHOTO	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES SIGLES.....	xii
1- INTRODUCTION	1
2- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
2-1- Définition	4
2-2- Synthèse des principaux constituants du lait	4
2-3- Elaboration et éjection du lait.....	4
2-3-1- <i>Morphologie de la mamelle</i>	4
2-3-2- <i>Elaboration du lait</i>	5
2-3-3- <i>Mécanisme de l'éjection du lait</i>	5
2-4- Facteurs de variation de la production laitière	6
2-4-1- <i>Les facteurs intrinsèques</i>	6
2-4-2- <i>Les facteurs extrinsèques</i>	7
2-5- Facteurs de variation de la composition du lait	9
2-5-1- <i>Facteurs liés à l'animal</i>	9
2-5-2- <i>Facteurs liés au milieu</i>	10
2-6- Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des vaches laitières.....	12
2-7- Les ligneux comme source de fourrage pour le bétail	13
2-7-1- <i>Les arbres et arbustes dans les systèmes pastoraux</i>	13
2-7-2- <i>Amélioration de l'utilisation du fourrage des ligneux</i>	14
2-7-3- <i>La place du karité (<i>Vitellaria paradoxa</i>) dans le système agroforestier</i>	15
2-8- Caractéristiques de la race bovine Borgou	15
2-8-1- <i>Caractères ethniques</i>	16
2-8-2- <i>Caractérisation génétique de la race Borgou</i>	16
2-8-3- <i>Performances zootechniques</i>	17
2-8-4- <i>Situation sanitaire</i>	18
3- MATERIELS ET METHODES.....	20
3-1- Milieu d'étude	20
3-2- Période d'expérimentation.....	25
3-3- Animaux.....	26
3-4- Alimentation des animaux.....	27
3-5- Traite et mesure de la production laitière	28
3-6- Bouverie et matériels utilisés pour les mesures.....	29
3-7- Echantillonnage pour les analyses chimiques.....	30
3-8- Situation sanitaire des animaux.....	30
3-9- Analyse statistique	32
4- RESULTATS	33
4-1- Ingestion et composition chimique des suppléments.....	33
4-2- Production laitière.....	33
4-3- Evolution pondérale des vaches et des veaux	37

4-4- Relation entre la quantité de lait produite et les GMQ des vaches et des veaux	41
4-5- Composition chimique du lait	43
4-6- Rentabilité financière	45
5- DISCUSSION	47
5-1- Alimentation des vaches et production laitière.....	47
5-2- Composition chimique du lait	50
5-3- Evolution pondérale des vaches et des veaux Borgou	51
5-4- Rentabilité financière	52
6- CONCLUSION ET SUGGESTIONS	53
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	55
ANNEXES	62

LISTE DES FIGURES ET PHOTO

Figure 1 : Localisation de la ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin.....	22
Figure 2 : Carte de la ferme d'élevage de l'Okpara.....	23
Figure 3 : Pluviométrie moyenne mensuelle (mm) à la ferme de l'Okpara entre 1994 et 2004.....	24
Figure 4 : Variations des températures moyennes mensuelles (°C) entre 1994 et 2004.....	24
Figure 5 : Humidité relative moyenne entre 1994 et 2004.....	25
Figure 6 : Diagramme agroclimatique de Parakou entre 1994 et 2004.....	25
Figure 7: Quantité moyenne de lait (g) produit par jour au cours de l'expérimentation	34
Figure 8 : Courbe de lactation des vaches Borgou en fonction des régimes alimentaires au cours de l'expérimentation.....	36
Photo 1 : Traite du lait d'une vache Borgou.....	29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des vaches au sein des lots.....	26
Tableau 2 : Identification, âge des vaches, rang de vêlage, âges des veaux, sexe des veaux et poids vifs des vaches.....	27
Tableau 3 : Les différentes pathologies enregistrées et les traitements réalisés.....	31
Tableau 4 : Composition chimique du tourteau de coton et des feuilles de karité.....	33
Tableau 5 : Quantité moyenne de lait produit (g) par lot et par semaine.....	35
Tableau 6 : Equations de régression et coefficients de détermination (R^2) de la production laitière en fonction du temps et du régime alimentaire.....	37
Tableau 7 : Poids (kg) et GMQ (g/j) des vaches et des veaux durant l'étude.....	38
Tableau 8 : Poids (kg) et GMQ (g/j) des vaches et des veaux par lot.....	40
Tableau 9 a : Corrélacion entre la quantité de lait produit et les GMQ des vaches et des veaux du troupeau expérimental.....	42
Tableau 9 b : Corrélacion entre la quantité de lait produit et les GMQ des vaches et des veaux dans le lot 1.....	42
Tableau 9 c : Corrélacion entre la quantité de lait produit et les GMQ des vaches et des veaux dans le lot 2.....	42
Tableau 9 d : Corrélacion entre la quantité de lait produit et les GMQ des vaches et des veaux dans le lot 3.....	42
Tableau 10 : Composition chimique du lait pour l'ensemble des vaches de l'expérimentation.....	43
Tableau 11 : Composition chimique du lait en fonction des lots.....	44
Tableau 12 : Quantité de suppléments ingérés (g) par animal et par le lot.....	45
Tableau 13 : Dépenses effectuées.....	46
Tableau 14 : Rentabilité financière de la production du lait.....	46

LISTE DES SIGLES

ANAFE: African Network for Agroforestry Education

Bidoc : Bibliothèque Centre de Documentation

FAO : Food and Agriculture Organization of United Nations

FCFA : Franc de la Communauté Française d'Afrique

GMQ : Gain Moyen Quotidien

MAD : Matières Azotées Digestibles

MAT : Matières Azotées Totales

MS : Matière Sèche

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

UF : Unité Fourragère

1- INTRODUCTION

Malgré l'importance du cheptel bovin africain qui représente 17,26 % de l'effectif mondial, selon les statistiques de la FAO (2003 a), la production laitière reste médiocre et constitue 4,7 % de la production mondiale (FAO, 2004). Ce niveau de production laitière lié à un système d'élevage traditionnel extensif dont la productivité est très faible, n'arrive pas à atteindre le degré d'efficacité requis pour satisfaire les besoins d'une population en croissance. Augmenter significativement la productivité animale ne peut donc résulter que d'une seule amélioration des pratiques. Il est sans doute plus judicieux d'opérer sur l'ensemble des facteurs en visant non pas un niveau de productivité équivalent à ceux des pays du Nord, mais plutôt l'acquisition d'un potentiel équilibré pour des espèces capables de produire suffisamment de lait et de viande tout en valorisant mieux une alimentation pauvre et en résistant aux maladies et aux conditions climatiques (Faye et Alary, 2001).

Au Bénin, parmi les races taurines locales, la race Borgou est celle dont la production laitière journalière est la plus élevée et se situe entre 2,5 et 3,75 l (Ogodja, 1988 ; Chabi Maco, 1992). Cette production est plus intéressante que celle des autres races voisines telles que la Lagunaire et la Somba, dont les productions journalières varient de 1,5 à 2 l (Domingo, 1976). Mais comparée au zébu, la productivité de la vache Borgou reste toujours faible. Ce faible niveau de productivité est lié, selon certains auteurs, au potentiel génétique, à la santé, à la gestion des troupeaux et à l'alimentation (Pons, 1988 ; Preston, 1988 ; Breman et de Ridder, 1991)

Considéré comme essentiel à un bon équilibre nutritionnel surtout pour les enfants, le lait peut constituer une bonne base des apports protéiques d'origine animale nécessaires à une bonne croissance. En Afrique tropicale, il constitue l'alimentation quasi exclusive de certains peuples nomades tels que les Peul, même si sa consommation tend à se généraliser à toute la population urbaine. Ainsi, selon Delgado *et al.* (1999), durant la période de 1971 à 1995, la consommation de lait a doublé dans les pays en voie de développement par rapport aux pays développés alors que la consommation protéique quotidienne des populations demeure tout à fait insuffisante (Meyer et Denis, 1999). Les études prospectives réalisées par Delgado *et al.* (1999) relatives à l'évolution de l'élevage sur une période de vingt ans, montrent que dans les années à venir, l'essentiel de la croissance et de la demande en production animale viendra des pays du Sud du fait de l'augmentation de la demande, de l'évolution des habitudes alimentaires dans les centres urbains

et de l'intégration progressive de l'activité d'élevage dans les productions agricoles (développement de l'agro-élevage).

Au Bénin, les études montrent un déficit laitier important ; ainsi l'évaluation de la disponibilité en lait par personne est estimée à 10,3 kg/an tandis que les normes minima préconisées par la FAO sont de 60 kg/hab./an (FAO, 2003 b). Cependant les disponibilités en produits laitiers sont plus importantes au niveau de certains pays africains comme le Mali, le Kenya et la Mauritanie qui sont respectivement de 49,0 ; 83,9 et 103,8 kg/hab./an (FAO, 2003 c).

Pour améliorer la production laitière dans ces pays, des programmes visant à augmenter la productivité des races locales dans les zones tropicales, ont été mis en œuvre à travers des agences d'assistance internationales et bilatérales (Preston, 1988). Ces projets avaient pour objectifs de lever les contraintes relatives aux carences en fourrages et en aliments pour les animaux, aux maladies, à l'insuffisance des systèmes de transport et de commercialisation. Malgré toutes ces actions, les résultats atteints par ces projets demeurent encore peu satisfaisants en raison du faible niveau actuel de production des animaux.

En effet, afin de pallier aux insuffisances des productions locales dans certains pays africains, il a été largement fait appel aux importations venant des pays industrialisés (Metzger *et al.*, 1995). L'Afrique importe encore 50 % des produits laitiers qu'elle consomme avec un taux atteignant 56 % pour le Bénin (FAO, 2003 c). En Afrique sub-saharienne par exemple, en 1994, le déficit en produits laitiers était estimé à 428 millions de dollars (Tacher et Letenneur 2000). Dans ce contexte, l'élevage laitier et son intensification à travers la maîtrise de la conduite du troupeau, notamment l'alimentation, apparaissent comme des aspects fondamentaux de l'amélioration de la production de nos races présentant des aptitudes laitières. Ainsi, les niveaux de production atteints dans différents pays (Kenya, Mali, Tanzanie) confirment cette observation. En effet, la supplémentation avec les sous-produits agro-industriels et certaines plantes disponibles localement a permis d'améliorer la production laitière des vaches (Kané, 1996 ; Shayo *et al.*, 1997 ; Paterson *et al.*, 1999).

Actuellement, au Bénin, les études récentes sur l'amélioration de la production laitière des races locales et principalement sur la vache Borgou sont peu disponibles. La présente étude qui porte sur les « *Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la*

vache Borgou en saison hivernale» vise l'amélioration de la production laitière de la vache Borgou.

Pour y parvenir, ce travail permettra de manière spécifique à :

- Apprécier l'effet de la supplémentation à base de tourteau de coton et de feuilles de *Vitellaria paradoxa* sur la production laitière de la vache Borgou ;
- Evaluer la rentabilité financière de la supplémentation en saison des pluies.

Les hypothèses de recherche utilisées dans le cadre de la présente étude sont les suivantes :

H1 : La supplémentation en saison hivernale permet d'améliorer la production laitière de la vache Borgou.

H2 : Les feuilles de karité stimulent la production laitière.

H3 : La supplémentation en saison hivernale permet d'augmenter la rentabilité de la production laitière de la vache Borgou.

2- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

2-1- Définition

Selon la définition adoptée par le Congrès International pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1908, le lait est « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum.

2-2- Synthèse des principaux constituants du lait

Au cours de la digestion, le sang s'enrichit d'un certain nombre de nutriments parmi lesquels la mamelle prélève ce dont elle a besoin pour réaliser la synthèse du lait (Luquet *et al.*, 1985).

Les différentes composantes du lait sont élaborés par des acini mammaires selon deux modalités. D'une part, la synthèse dans les cellules épithéliales, à partir d'éléments prélevés dans le sang et remaniés, aboutit à des substances spécifiques, telles que les caséines, le lactose et aussi certains lipides avec des acides gras à courte chaîne. D'autre part, la filtration sélective permet le passage, sans transformation du sang vers le lait, de certaines protéines sériques telles que des albumines et des globulines, de l'azote non protéique, de certains lipides avec des acides gras à chaîne longue, des minéraux, des vitamines et des oligo-éléments. Lorsque l'animal est malade ou subit des stress importants, ces fonctions sont perturbées et la composition du lait en est modifiée (Meyer et Denis, 1999).

2-3- Elaboration et éjection du lait

2-3-1-Morphologie de la mamelle

La mamelle ou pis chez la vache, située dans la région inguinale, comprend quatre quartiers séparés, indépendants, terminés chacun par un trayon ; les deux postérieurs étant plus développés et secrétant 55 à 60 % du lait.

Les quatre quartiers sont soutenus par une épaisse membrane : les ligaments suspenseurs ; qui en se rejoignant au centre, séparent la mamelle en deux parties, droite et gauche. La séparation entre les quartiers postérieurs et antérieurs est très fine mais réelle (Soltner, 1993).

Chaque quartier comprend une glande sécrétrice en grappe constituée par les acini, composés eux-mêmes de cellules sécrétrices. C'est dans les acini que s'élabore le lait à partir des éléments contenus dans le sang (FNPL, 1979).

2-3-2-Elaboration du lait

Le lait synthétisé dans les cellules épithéliales des acini, s'accumule entre deux traites dans les alvéoles et les canaux en attendant la traite. La synthèse du lait débute dès la fin de la traite par une sécrétion aqueuse et l'accumulation des protides et des globules gras de différentes tailles dans l'acinus. Les acini se remplissant, la pression du lait à l'intérieur de la mamelle augmente et empêche la libération d'autres globules gras. Seules les composantes de petites tailles et l'eau passent ; ils s'accumulent jusqu'à ce que s'établisse un équilibre entre la pression du lait et la pression du sang. Au moment de la traite, la pression diminue, les alvéoles se vident et les cellules peuvent libérer les globules gras retenus. Cela explique l'augmentation du taux butyreux observé en fin de traite.

Le mécanisme de l'élaboration du lait s'effectue sous le contrôle des hormones lactogènes, dont la principale est la prolactine. Durant la gestation, la glande mammaire commence à produire du lait sous l'effet de la prolactine, mais d'une manière limitée. Au moment de la mise bas, la lactogénèse¹ explose, toujours sous l'effet de la prolactine dont l'action n'est plus inhibée par la présence des hormones placentaires (en particulier la progestérone).

2-3-3-Mécanisme de l'éjection du lait

Entre deux traites, le lait s'accumule dans les cavités de la mamelle. Le lait ne peut s'écouler seul hors de la mamelle sauf si les tissus sont relâchés. Une certaine préparation de l'animal est donc nécessaire (Luquet *et al.*, 1985).

Les excitations sensibles au niveau de la mamelle (massage, tétée, lavage) et les stimuli conditionnels (vue et bruits habituels, ration de concentré) provoquent une décharge d'ocytocine

¹ Déclenchement de la sécrétion lactée ; galactopoïèse : synthèse du lait et entretien de la sécrétion lactée

secrétée par la post-hypophyse. L'ocytocine véhiculée par le sang arrive 30 à 60 secondes plus tard au contact des fibres myoépithéliales entourant les acini. Les fibres se contractent et provoquent l'éjection du lait. Le lait peut alors être extrait par l'aspiration de la bouche du jeune ou celle des doigts. L'action de l'ocytocine dure en moyenne huit minutes. Une bonne traite doit donc être rapide.

Toute perturbation émotionnelle (bruit, vue de personne inhabituelle, etc.) peut entraîner une décharge d'adrénaline dans le sang par les capsules surrénales. Cette hormone de l'émotion amène la vasoconstriction des capillaires sanguins irriguant la mamelle : l'ocytocine n'arrive plus et l'évacuation du lait s'interrompt. D'où l'ensemble des règles de tranquillité et d'habitude qui doivent présider à la pratique de la traite.

2-4- Facteurs de variation de la production laitière

On peut les regrouper en deux catégories : les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques.

2-4-1- Les facteurs intrinsèques

❖ L'âge au premier vêlage

Ce facteur agit surtout sur la première lactation et beaucoup moins sur les lactations suivantes (Craplet et Thibier, 1973). Une génisse vêlant tôt (moins de 30 mois par exemple) a généralement une production nettement inférieure, et cette production inférieure peut se répercuter sur les lactations suivantes, si l'alimentation n'est pas suffisante (Soltner, 1993).

❖ Le numéro d'ordre de lactation

Il y a imbrication avec l'âge de l'animal et il est difficile de séparer ces deux (2) facteurs toujours liés. La production laitière s'intensifie généralement d'une lactation à l'autre jusqu'à la troisième ou quatrième lactation et même au delà, pour diminuer un peu à partir de la sixième ou septième lactation (Soltner, 1993).

❖ *L'intervalle vêlage- saillie*

La production laitière diminue au bout de quatre mois de gestation environ sous l'effet des œstrogènes produits par le placenta et de leur action inhibitrice sur la sécrétion de la prolactine. Plus tard, il y aura concurrence entre le fœtus et le lait en ce qui concerne l'alimentation, diminuant encore la production laitière journalière.

Plus on retarde donc la date de la nouvelle fécondation, plus la production totale de la lactation est augmentée. Mais cela retarde d'autant plus la lactation suivante et cela n'est pas forcément intéressant. On prolonge la lactation en cours alors qu'elle décroît chaque mois davantage et l'on retarde la production élevée de la nouvelle lactation.

Les éleveurs laitiers adoptent donc en général un intervalle vêlage-saillie fécondante de trois mois ; ce qui correspond à un vêlage tous les ans (Soltner, 1993).

❖ *La durée du repos mammaire*

Si la vache vèle à nouveau sans avoir été tarie, elle n'a pu reconstituer ses réserves et la nouvelle lactation en souffrira. La durée idéale de tarissement est de deux mois. Durant cette période, la vache bénéficie d'une aptitude spéciale à accumuler les réserves énergétiques (graisses), azotées (muscles), minérales (os) et vitaminiques (principalement dans le colostrum). Cette aptitude est souvent nommée « anabolisme de gestation » ou « anabolisme gravidique » (Soltner, 1993).

2-4-2- Les facteurs extrinsèques

❖ *La période de vêlage*

L'action est d'autant plus grande que les saisons sont marquées et que les différences entre alimentation hivernale et alimentation au pâturage sont plus grandes. L'action se manifeste surtout sur les premières lactations qui sont plus sensibles que les deuxièmes, elles mêmes plus sensibles que les troisièmes et les suivantes (Craplet et Thibier, 1973).

❖ *L'alimentation*

L'alimentation agit de trois (3) manières différentes : elle assure le développement maximum de la mamelle pendant la période post-pubérale notamment pendant la deuxième moitié de la gestation, couvre les besoins d'entretien et de production, et permet la reconstitution des réserves grâce à un volant surtout énergétique et minéral (Craplet et Thibier, 1973).

Il est important de respecter une certaine stabilisation dans les repas. Les vaches ne doivent pas être nourries de manière irrégulière et le moment de la traite sera fixé en fonction des repas. Toute perturbation des habitudes dans le nourrissage et la traite risque d'entraîner une chute du rendement laitier (Matthewman, 1996).

❖ *La pathologie*

Toute forme d'infection aiguë aura des répercussions sur le rendement laitier, mais certains troubles infra cliniques comme les mammites peuvent aussi réduire la production. Les mammites font partie des infections les plus courantes. Elles touchent 25 à 40 % du cheptel laitier. La production baisse de 20 % dans les étables contaminées ; ce déficit est accru de 6 % dans les formes prématurées. Les troubles du métabolisme, par exemple la fièvre de lait et l'acétonémie, affectent parfois la production au début de la lactation (Craplet et Thibier, 1973).

❖ *La traite*

Pour que les glandes mammaires continuent à sécréter quotidiennement un maximum de lait, il faut le tirer régulièrement et le plus complètement possible à chaque traite. Si l'on n'enlève pas le lait du pis, la sécrétion sera ralentie car l'accumulation du lait dans les alvéoles s'accompagne d'une pression croissante des cellules épithéliales qui freine progressivement, puis arrête la sécrétion 35 heures environ après la dernière traite.

La cadence idéale est de 9 à 10 heures mais cela exigerait plus de deux traites par jour. Avec un rythme de trois traites par jour, on obtient 15 à 25 % de lait en plus, mais les coûts en main d'œuvre et organisation que cela suppose sont généralement trop élevés. Dans les systèmes intensifs, on opte pour un intervalle de 11 à 13 heures entre les traites. Dans les élevages pastoraux, il n'est pas rare que les bêtes ne soient traitées qu'une seule fois le matin, mais les veaux

tètent pendant une bonne partie des 24 heures qui suivent et maintiennent ainsi la sécrétion lactée (Matthewman, 1996).

La méthode de traite utilisée (à la main ou avec une trayeuse mécanique) a aussi son importance. Par ailleurs, on a constaté que les vaches qui allaitent leurs veaux produisent plus de lait que celles dont les veaux sont élevés artificiellement.

2-5- Facteurs de variation de la composition du lait

2-5-1- Facteurs liés à l'animal

On y regroupe les facteurs génétiques (race, individu), les facteurs physiologiques (âge, numéro de la lactation, stade de lactation, niveau de production) et les facteurs liés à l'état sanitaire de l'animal (maladie générale, mammite, stress).

❖ Facteurs génétiques

Les variations individuelles sont importantes. Les animaux possèdent un certain pouvoir d'adaptation, en particulier les races rustiques.

La composition du lait et en particulier le taux butyreux et le taux protéique varient suivant les races de taurins, de zébus ou de métis. Les variations du taux butyreux, comprises entre 30 ‰ et 51 ‰, sont plus importantes que celles du taux protéique, comprises entre 31 ‰ et 37 ‰ (Meyer et Denis, 1999). Les zébus peuvent fournir du lait ayant plus de 7 % de matières grasses (O'Mahony, 1988).

❖ Facteurs physiologiques

Au cours de la lactation, les quantités de matières grasses, de matières azotées et de caséine évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matières grasses et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique.

Par ailleurs, les caractéristiques des laits secrétés par les animaux âgés sont identiques à celles des laits de fin de lactation. Les taux protéiques et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (Meyer et Denis, 1999).

❖ *Etat sanitaire : mammite*

Les stress et les lésions du pis, provoquant une rétention lactée, peuvent modifier la composition chimique du lait.

La première conséquence de la mammite est la diminution de la quantité de lait produite. Une mammite provoque également une modification de l'aspect du lait et de sa composition chimique. Plus la mammite est grave, plus la composition du lait se rapproche de celle du plasma sanguin. La mamelle lésée se comporte comme un organe d'élimination : il y a diminution des molécules élaborées et augmentation des molécules filtrées (Meyer et Denis, 1999).

2-5-2- Facteurs liés au milieu

L'alimentation et le climat sont les principaux facteurs du milieu agissant sur la composition du lait. Ces facteurs ne sont d'ailleurs pas indépendants l'un de l'autre. En effet, le climat modifie la végétation et donc l'alimentation des animaux.

❖ *Alimentation*

La production et la composition du lait sont directement influencées par la quantité et la qualité de l'alimentation. Une sous alimentation énergétique, même de courte durée, provoque une diminution de la production laitière et une augmentation du taux butyreux.

L'importance des apports azotés, quant à elle, n'a d'effet ni sur la teneur en matières grasses ni sur la teneur en protéines. Le taux des acides aminés indispensables dans l'alimentation de la vache est sans effet sur la teneur du lait en acides aminés. En effet, l'alimentation n'apporte que 40 % des acides aminés du lait ; le reste provient de protéines microbiennes, bien équilibrées en acides aminés indispensables. En revanche, les apports azotés modifient de façon relativement

importante la concentration des matières azotées non protéiques du lait, en particulier celle de l'urée.

L'effet de l'apport de matières grasses alimentaires sur la production laitière dépend d'un grand nombre de facteurs, et en particulier de la nature de la ration à laquelle ces matières grasses sont ajoutées.

L'aspect physique des aliments intervient également. En effet, le broyage des aliments entraîne une diminution de leur temps de séjour dans le rumen, ce qui diminue l'utilisation de la cellulose et donc modifie le taux butyreux (Meyer et Denis, 1999).

La mise à l'herbe s'accompagne souvent d'une chute du taux butyreux qui s'explique par :

- l'augmentation de la production de lait. Le taux de matières grasses (et aussi de matières azotées) est inversement proportionnelle à la quantité de lait produite.

- Le faible taux de cellulose de l'herbe jeune, d'où le manque de fermentations acétiques (Soltner, 1993).

❖ *Climat*

L'action déprimante des fortes chaleurs sur la production est due en grande partie à une diminution de l'ingestion et à une augmentation de l'évaporation pulmonaire. Le lait de vache de pays tempéré produit en milieu chaud contient moins de matière grasse, de matière azotée et de lactose. La thermotolérance des animaux varie en sens inverse de leur production : les animaux les moins productifs sont les plus résistants à la chaleur (Meyer et Denis, 1999).

2-6- Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des vaches laitières

Le tourteau de coton est l'une des sources d'azote utilisé dans l'alimentation des ruminants. Sa valeur en matières azotées digestives (MAD) varie de 38,3 à 40,8 % et sa valeur en énergie nette exprimée en unité fourragère (UF kg⁻¹) de 0,84 à 1,25 suivant le mode d'extraction de l'huile (Rivière, 1991).

A la variabilité de la graine de départ s'ajoute celle induite par les traitements technologiques. La graine peut en effet être délintée avant trituration pour éviter des bourrages dans les décortiqueuses. De même, un taux de coques optimal étant requis pour le bon fonctionnement des presses, les usines choisissent soit de décortiquer partiellement les graines, soit de réincorporer une partie des coques. Cette dernière méthode donnant en principe des tourteaux moins gras. La variabilité de la dégradabilité des protéines du tourteau de coton (les valeurs, comprises entre 46 et 75 %, sont plus faibles en moyenne que pour le tourteau de soja), des matières grasses et du gossypol libre s'explique également par la diversité des modes d'extraction effectivement employés à travers le monde (pression, solvant seul, prépression et solvant, expandeur et solvant). La teneur en protéines assez élevée du tourteau de coton en fait un produit intéressant. Comparé au tourteau de soja, il a des valeurs UF et de protéines digestibles dans l'intestin (PDI) inférieures, est moins riche en protéines et en lysine et est beaucoup plus riche en fibres et en lignine (Sauvant *et al.*, 1994).

L'utilisation des produits du coton en alimentation animale est limitée par leur teneur en gossypol, un pigment jaune polyphénolique contenu sous une forme libre dans de petites glandes présentes notamment dans l'amande et le tégument de la graine. Les traitements d'extraction de l'huile (broyage, chauffage) provoquent la rupture des glandes à gossypol, libérant le pigment dont une partie se lie alors aux acides aminés, et en particulier à la lysine. Les formes liées ne sont pas toxiques (encore que dans certains cas, il semble possible que le gossypol lié soit absorbé par l'intestin), mais elles contribuent à dégrader la qualité protéique de la matière première. Les teneurs en gossypol libre sont comprises entre 4500 et 10000 ppm pour la graine entière, et entre 200 et 5000 pour les tourteaux. Le gossypol libre est toxique dans la majorité des espèces animales, avec des niveaux de tolérance différents. Les ruminants ont longtemps été considérés comme immunes au gossypol. En fait, le rumen détoxifie naturellement le gossypol libre en le liant aux protéines solubles : tant que la quantité de gossypol libre ingéré ne sature pas la capacité de détoxification du rumen, les symptômes de toxicité n'apparaissent pas. L'innocuité apparente des co-produits du coton pour les ruminants, associée à leur intérêt nutritionnel et économique certain, contribuent à une utilisation de plus

en fréquente de ces produits. Il semble possible d'introduire sans inconvénients jusqu'à 30 % de graines de coton dans des rations de vaches laitières, mais le calcul du taux d'incorporation maximal devrait tenir compte du taux de gossypol libre dans la matière première. Des taux plus élevés (40-55 %) de graines et de tourteaux riches en gossypol libre peuvent provoquer des intoxications chez les vaches laitières.

Le problème du gossypol peut être partiellement levé de plusieurs façons. Il existe d'abord des variétés de coton " glandless ", c'est-à-dire sans glandes à gossypol. La détoxification des graines et des tourteaux peut se faire par traitement thermique. Le gossypol peut aussi être éliminé par voie chimique en utilisant un solvant, ou en inactivant le gossypol libre par l'addition d'un sel métallique : l'incorporation de fer sous forme de sulfate de fer permet d'améliorer la tolérance des porcs et des volailles au gossypol.

2-7- Les ligneux comme source de fourrage pour le bétail

Une manière importante de contribution des arbres et arbustes à la sécurité alimentaire est la fourniture de fourrage au bétail. Dans certains cas, les arbres sont plantés pour leur fourrage et les feuilles sont coupées pour nourrir les animaux. Le plus souvent, le bétail peut brouter les feuilles des arbres et arbustes poussant naturellement sur les surfaces de pâture. Le fourrage des formations végétales, permet une production animale durable et assure un approvisionnement annuel en lait et en viande (FAO, 1996).

2-7-1- Les arbres et arbustes dans les systèmes pastoraux

Les arbres et arbustes sont particulièrement importants dans les systèmes de production pastoraux. Les communautés qui gagnent leur vie à travers l'élevage des animaux dépendent pour leur survie de la connaissance approfondie de leur environnement. Les ligneux sont reconnus comme des composantes essentielles de ces systèmes. La gamme d'espèces ligneuses utilisées comme fourrage pour les animaux est extrêmement large (Skerman, 1977 ; Felker and Bandurski, 1979). Le fourrage qu'elles fournissent, appelé en général brout, est une combinaison de feuilles, petites branches, graines et fruits. L'importance du brout dépend du type de bétail. Les chameaux et les cabris sont de grands consommateurs de feuilles et de petites branches alors que les bovins et ovins se contentent souvent des herbes annuelles.

Dans de nombreuses zones pastorales, le fourrage des ligneux constitue une part importante de l'alimentation du bétail. Ceci, surtout en saison sèche, lorsque la qualité nutritionnelle de la strate herbacée est complètement réduite.

Au nord du Sénégal, il est estimé que pendant six mois dans l'année, la végétation herbacée n'est pas adéquate pour le bétail lorsqu'il est utilisé seul ; ceci à cause de sa teneur élevée en cellulose et de sa faible qualité nutritive. Les pasteurs arrivent à maintenir leurs troupeaux à cause de la disponibilité des suppléments de feuilles de bonne qualité, des fruits et des graines des ligneux (Bille, 1977).

La production du brout provenant des arbres et arbustes, contrairement à celui des herbes annuelles, est plus stable, et à cause de la profondeur du système racinaire, ces arbres et arbustes sont moins sujets aux fluctuations de la pluviométrie.

2-7-2- Amélioration de l'utilisation du fourrage des ligneux

Le problème des pastoralistes dans de nombreuses zones est l'augmentation de la pression sur les ressources fourragères des ligneux. Le surpâturage conduit à une réduction de la régénération des ligneux, et pratiqué à l'extrême peut conduire à leur graduelle éradication (FAO, 1996).

Les expériences avec les feuilles de *Leucaena leucocephala* ont montré que pour l'engraissement des bœufs, les résultats sont similaires à ceux obtenus à partir des concentrés protéiques (lorsqu'une dose limite est offerte). La production du lait est aussi améliorée même si le *Leucaena leucocephala* y laisse des traces (Jones, 1979).

Au niveau des allées de terres cultivées, il existe des possibilités d'augmenter la productivité du bétail à travers une utilisation efficiente des espèces ligneuses présentes. Améliorer la gestion de ces propriétés, implique des mesures pour contrôler les espèces non appréciées. Dans les deux cas, le remplacement des espèces non appréciées par celles qui le sont le mieux peut considérablement augmenter la capacité de charge de ces zones (FAO, 1996).

2-7-3- La place du karité (*Vitellaria paradoxa*) dans le système agroforestier

Le genre *Vitellaria* est considéré par les botanistes comme monospécifique ; deux sous-espèces y sont reconnues : *paradoxa* spécifique à l'Afrique de l'Ouest et *nilotica* rencontré en Afrique de l'Est (Anonyme, 2005).

Le karité (*Vitellaria paradoxa* anciennement appelé *Butyrospermum paradoxum*) est un arbre de la famille des sapotacées qui pousse à l'état sauvage en Afrique. Il est parfaitement adapté aux savanes ouest africaines. C'est une espèce de lumière, et de ce fait, se développe dans les savanes ouvertes. Il a un système racinaire extensif qui permet à l'arbre de survivre pendant la saison sèche (Anonyme, 2004). Lovett and Haq (2000) ont montré que les gros arbres de karité se retrouvent le plus souvent dans les champs, issus du résultat de l'élimination par les paysans de graines d'espèces indésirables, laissant seulement les arbres qui répondent à des critères donnés (taille, espace, vigueur, croissance âge et production). Kelly *et al.* (2004) ont conclu que les pratiques des paysans du Mali peuvent influencer aussi bien la taille que la distribution spatiale du karité. Ils ont constaté que la densité du karité est plus élevée en forêt que dans les champs et que la faible densité dans les champs implique des arbres plus larges et des fruits plus gros.

A cause du beurre qu'on y extrait, *Vitellaria* a longtemps été épargné et constitue le plus souvent le seul arbre visible sur les terres défrichées pour l'agriculture. Ces spécimens préservés ont entre 105 et 200 ans. Les feuilles et les jeunes pousses servent le plus souvent comme fourrage. Les ovins et les porcins se nourrissent de la pulpe des fruits qui tombent sur le sol (Anonyme, 2005).

2-8- Caractéristiques de la race bovine Borgou

La race Borgou est issue du croisement stabilisé entre les taurins à courtes cornes de l'Afrique occidentale (Somba ou Lagunaire) et les zébus, précisément le White Fulani (Domingo, 1976 ; Felius 1985). Originaire du département du Borgou, son aire de distribution géographique s'étend au Togo au Burkina Faso (Méré) et au Nigéria (FAO-PNUD, 1989). Au Bénin, cette race représente 34 % de l'effectif national bovin (FAO, 1994) et son mode d'élevage est de type extensif et traditionnel (sédentaire ou transhumant) basé sur l'exploitation du pâturage naturel (Dehoux et Hounsou-Vè, 1993).

2-8-1- Caractères ethniques

Les bovins Borgou sont des sujets plus hauts sur pattes que les Lagunaires, la taille au garrot variant de 1m à 1m50. Animaux à profil plus rectiligne, ils sont mieux proportionnés que les Lagunaires et possèdent un tronc rectangulaire. La robe est blanche ou mouchetée, généralement pie-noire avec parfois des robes noires. Ces animaux pèsent au moins 200 kg et souvent plus de 250 kg. La tête est longue avec un front plat. Les cornes, de diamètre plus grand que chez les Lagunaires, s'écartent latéralement en demi croissant d'un chignon droit. Elles sont un peu sombre à la base mais noires aux extrémités et souvent lisses. Le cou est court, épais et présente à son attache avec le tronc un renflement musculaire. La ligne au dessus est droite mais légèrement inclinée vers l'avant. Le dos est long, étroit, la croupe courte, légèrement inclinée vers l'arrière. Les cuisses sont plates. La poitrine est étroite et les côtes plates. Les membres sont plus longs et plus solides que chez les Lagunaires et les mamelles plus développées.

2-8-2- Caractérisation génétique de la race Borgou

Les travaux réalisés par Moazami-Goudarzi *et al.* (2001) sur les races taurines Somba et Lagunaires, la population de Zébus peuls soudanais et la population de Borgou révèlent que le nombre total d'allèles pour la race Borgou est de 280 ; l'allèle 128 du microsatellite CSSM 66 ayant une fréquence de 35 %. Le taux d'hétérozygotie pour cette race est de 0,73. Vu la position du Borgou entre le zébu et le Somba, cette population est supposée issue du croisement entre le Zébu et le Somba. Les allèles contribuant le plus à la construction de cet axe sont l'allèle S de l'albumine et l'allèle 182 du microsatellite HEL 13. La fréquence de ces allèles chez la race Borgou se situe entre celle des zébus et celle des taurins. Leur contribution étant dix fois plus élevée que la contribution moyenne des allèles.

2-8-3- Performances zootechniques

➤ *Caractères de reproduction*

D'après l'étude menée sur les bovins Borgou de la ferme de l'Okpara par Youssao *et al.* (2000 a), il ressort que les paramètres de reproduction sont caractérisés par un taux de fécondité de $78 \pm 8,4$ %, un intervalle de vêlage de 441 ± 75 jours, un âge au premier vêlage de $42,1 \pm 5$ mois. Ces résultats sont identiques à ceux trouvés par Dehoux (1993) et Dehoux et Hounsou-Ve (1993) dans les élevages sédentaires ; mais inférieurs à ceux trouvés dans les élevages transhumants pour l'âge au premier vêlage qui est de 44,9 mois. Ces différences pourraient s'expliquer par les conditions sanitaires et l'alimentation. Par contre, Adamou N'diaye *et al.* (2002 a) ont trouvé un âge moyen au premier vêlage de $37,4 \pm 7,9$ mois, bien inférieur à celui des études citées plus hauts ; mais un intervalle entre vêlage pratiquement identique à celui de Youssao *et al.* (2000 a). La diminution de l'intervalle de vêlage par rapport au numéro de lactation chez la vache Borgou traduit une amélioration de la fécondité liée à l'augmentation du numéro de lactation (Adamou N'diaye *et al.*, 2001).

Les caractéristiques de l'éjaculat des taureaux Borgou (Adamou N'diaye *et al.*, 2000) sont les suivants :

- Volume : $3,1 \pm 0,6$ ml
- Motilité massale : $4,3 \pm 0,3$
- Pourcentage de spermatozoïdes (spz) vivants : $89,7 \pm 3,9$ %
- Concentration ($\times 10^6$ spz) : $742,4 \pm 150,9$.

De plus les mêmes auteurs (Adamou N'diaye *et al.*, 2002 b) trouvent que la semence de race Borgou destinée à être utilisée dans les trois jours au plus après la récolte, peut être refroidie en 30 minutes, 60 minutes ou 120 minutes de $+32$ °C (température de dilution) à $+5$ °C, sans que les caractéristiques ultérieures de la semence ne soient modifiées. En outre, la durée de refroidissement de 60 minutes a permis d'obtenir le pourcentage de spermatozoïdes vivants le plus élevé, après décongélation et incubation (Adamou N'diaye *et al.*, 2003).

➤ *Caractères de croissance*

Les veaux de la ferme de l'Okpara sont plus lourds à la naissance (19,0 kg pour les mâles et 18,3 kg pour les femelles) que ceux des élevages traditionnels (Youssao *et al.*, 2000 a). La moyenne des poids à la naissance du veau Borgou est de 16,5 kg dans le nord du département du Borgou (Chabi Maco, 1992) alors que dans le sud, il est de 14,5 kg selon Ogodja (1988). A la ferme de Bétécoucou, le poids à la naissance de la race Borgou est de 16,7 kg chez le mâle et de 15,5 kg chez la femelle avec une différence significative (CIA-CSR, 1996).

De plus, selon les travaux de Youssao *et al.* (2000 b), la saison de vêlage a été l'effet significatif le plus important observé sur le poids et les gains quotidiens moyens ($p < 0,001$). Les veaux nés vers la fin de la saison des pluies et au début de la saison sèche sont plus lourds à la naissance ($p < 0,05$) que ceux nés aux autres saisons car les animaux sont mieux nourris pendant la saison des pluies.

Enfin, le taux de mortalité global de la race Borgou a été de $1,24 \pm 0,46$; ceux des adultes et des veaux ont été respectivement $0,56 \pm 0,04$ % et $2,51 \pm 0,24$ % (Youssao *et al.*, 2001). En élevage traditionnel, le taux de mortalité global est en moyenne de $7,5 \pm 3,2$ % dont 5,7 % dans les troupeaux transhumants et 9 % dans les troupeaux sédentaires (Dehoux et Hounsou-Vè, 1993). En outre, dans ce type d'élevage, $23,1 \pm 10,3$ % des veaux meurent avant l'âge d'un an, particulièrement pendant les premières semaines de vie (55 % des mortalités) et lors du sevrage (30 % des mortalités) (Dehoux, 1993). Signalons également que selon Dehoux et Hounsou-Vè (1993), le taux de mortalité des adultes est de $3,1 \pm 1,2$ % en élevage traditionnel.

2-8-4- Situation sanitaire

Les principales causes de mortalité des bovins Borgou sont la trypanosomiase, la fièvre aphteuse, la pasteurellose et les diarrhées (Youssao *et al.*, 2001). La fièvre aphteuse est l'une des pathologies non encore maîtrisées au Bénin, à cause de la diversité et de la nature de l'immunité des souches virales. Les pertes occasionnées par cette épizootie sont très importantes sur la survie et la croissance des veaux de race Borgou de la ferme de l'Okpara. De plus, selon les travaux réalisés par Assogba et Youssao (2001), la prévalence de la fasciolose bovine a été moins importante chez les taurins (Borgou, Lagunaire, Somba) avec un taux de 1,61 % que chez les zébus (Bunadji,

M'bororo, Gudali et White fulani) dont la prévalence était de 11,02 %. Ces résultats sont comparables à ceux réalisés par Youssao et Assogba (2002) dans la vallée du Niger au Bénin.

Les résultats d'une étude réalisée par Koutinhouin *et al.* (2003) auprès des élevages encadrés par le Projet de Développement de l'Élevage au sein desquels la race Borgou est dominante (70 %), il ressort que la prévalence de la brucellose a été de 5,25 et 8,3 % respectivement dans les antennes de Bétécoucou et de l'Okpara pour le test sérologique EAT alors qu'elle a été respectivement de 13,26 et 25,7 % pour le test ELISA. Les vaches ont été les plus touchées avec des prévalences de 8,1 % et 18,2 % respectivement pour les tests sérologiques EAT et ELISA en considérant l'ensemble des sérums testés.

Sur le plan parasitologique, 25% des bovins trypanotolérants (Lagunaire, Somba, Borgou et Borgou x Zébu) sont affectés par la trypanosomose (Doko *et al.*, 1991) ; la race Borgou étant particulièrement affectée par *Trypanosoma brucei brucei* (Doko *et al.*, 1996).

3- MATERIELS ET METHODES

3-1- Milieu d'étude

La ferme d'élevage de l'Okpara située entre 2° 39' et 2° 53' de longitude Est et 9° 6' et 9° 21' de latitude Nord, dans le département du Borgou à 15 km à l'Est de Parakou, couvre une superficie de 30.000 ha. Elle est sous l'administration de la commune de Tchaourou. Les figures 1 et 2 montrent respectivement la situation géographique de la ferme ainsi que ses limites.

Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison sèche qui dure six mois de novembre à avril et une saison des pluies de mai à octobre.

Les précipitations sont variables et les moyennes annuelles sont comprises entre 857,9 et 1300,1 mm. La moyenne annuelle enregistrée de 1995 à 2005 est de 1119,41 mm situe la ferme d'élevage de l'Okpara dans les limites annuelles avancées par Boudet (1991) pour la région soudanienne.

Le diagramme pluviométrique de la figure 3 montre les moyennes mensuelles des hauteurs de pluies ; il présente une distribution unimodale des précipitations. La hauteur d'eau la plus élevée est enregistrée au cours du mois d'août (207,76 mm). Les mois les moins arrosés sont ceux de décembre- janvier avec une pluviométrie quasi nulle.

Les températures moyennes mensuelles varient peu au cours de l'année, elles sont comprises entre 25,3 et 30,5 °C. La figure 4 montre que les mois les plus chauds sont ceux de mars et d'avril tandis que les basses températures sont enregistrées aux mois de juillet et août.

L'humidité relative atteint ses maxima en juillet-août et ses minima en janvier-février (figure 5).

La combinaison de la pluie et de l'Evapotranspiration Potentielle (ETP) apparaît intéressantes en ce sens qu'elle se présente sous forme de diagramme agroclimatique. La figure 6 présente sous forme de diagramme agroclimatique, le bilan hydrique théorique de la région (Franquin, 1969).

L'analyse de cette figure révèle que :

- La saison pluvieuse couvre sept mois sur douze mois dans l'année. Toutefois, les pluies ne sont pas régulièrement réparties sur toute l'année.

- La période sèche ($P \leq ETP/2$) au cours de laquelle la production spontanée de la biomasse par les végétaux est quasiment impossible dure trois mois (janvier à avril). La période pré-humide ($ETP/2 < P \leq ETP$) qui marque la reprise de la végétation dure environ deux mois (mi avril à mi juin). La période réellement humide ($P > ETP$) qui consacre le meilleur développement du fourrage naturel dure environ quatre mois (juin à septembre).

Le domaine de la ferme d'élevage de l'Okpara est traversé chaque année par deux types de vents : l'alizé maritime qui souffle de mai à octobre en direction du sud-ouest avec une vitesse moyenne allant de 2m/s à 3m/s et l'harmattan qui est un vent sec et froid, assez desséchant, soufflant en direction du nord-est avec une vitesse moyenne de 2m/s à 12m/s.

Le relief est constitué d'une pénéplaine cristalline comportant des collines à roches dures. De grandes dépressions s'observent, permettant ainsi la mobilisation des eaux de pluie vers le fleuve Okpara et son affluent la Dama, principale source d'approvisionnement en eau pour le bétail.

Le sol de texture argileuse, sablo-argileuse ou limoneuse par endroit supporte une végétation de savane. Celle-ci est affectée chaque année par les feux de brousse.

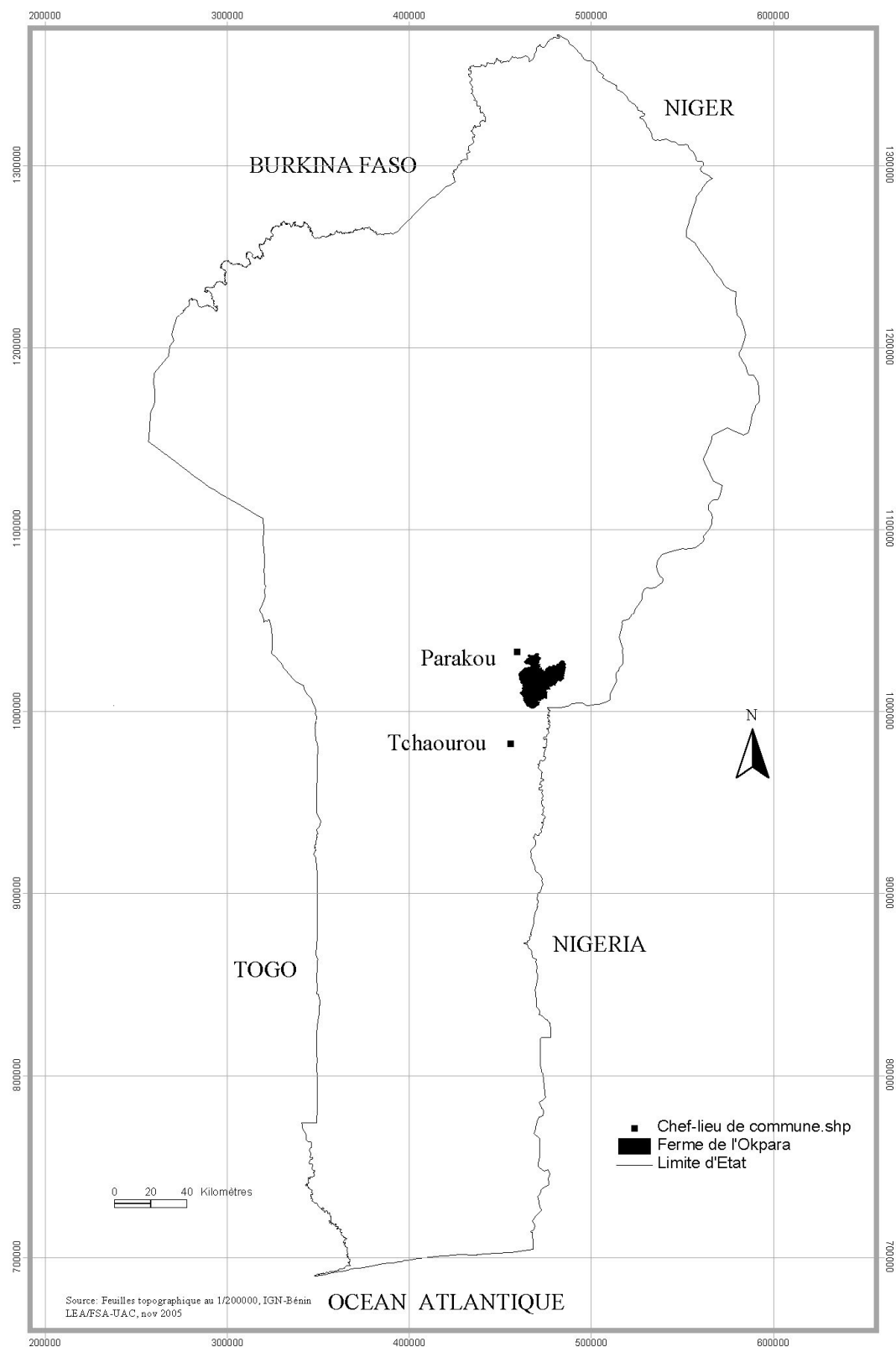


Figure 1 : Localisation de la ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin

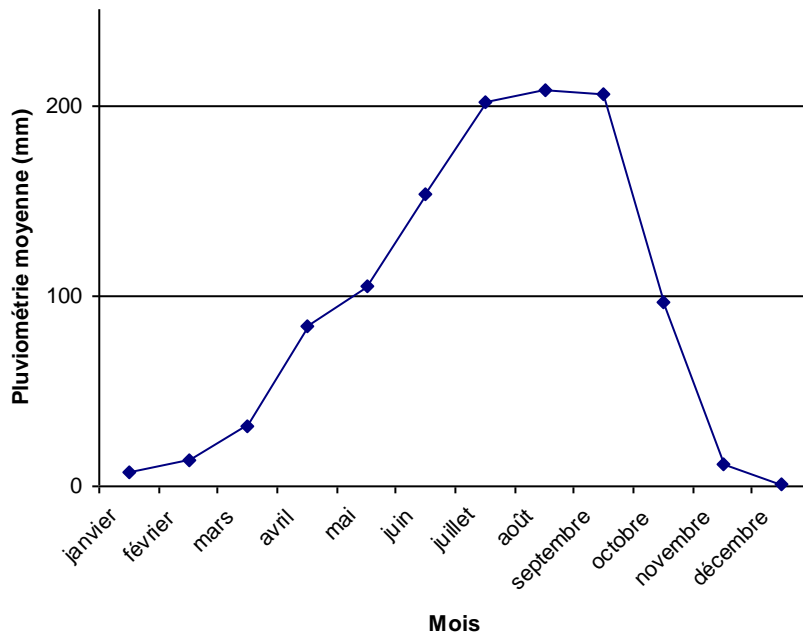


Figure 3 : Pluviométrie moyenne mensuelle (mm) à la ferme de l'Okpara entre 1994 et 2004.

Source : Ferme Okpara

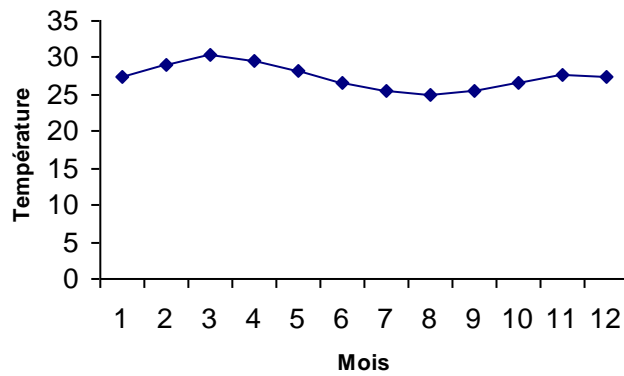


Figure 4 : Variations des températures moyennes mensuelles (°C) entre 1994 et 2004

Source : ASECNA 2005, Station de Parakou

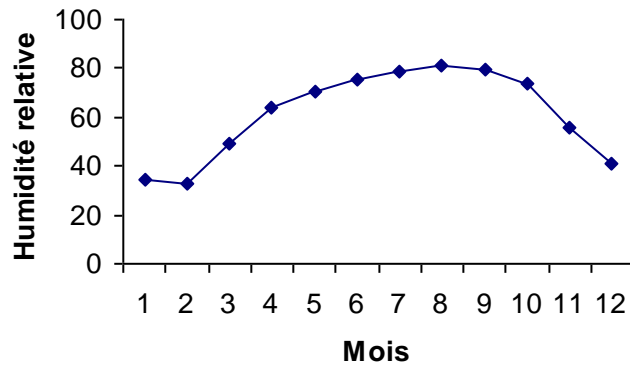


Figure 5 : Humidité relative moyenne entre 1994 et 2004

Source : ASECNA 2005, Station de Parakou

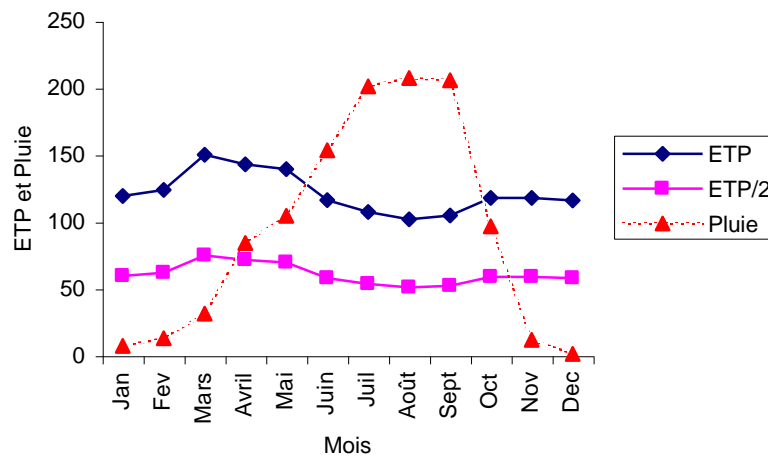


Figure 6 : Diagramme agroclimatique de Parakou entre 1994 et 2004

Source : ASECNA 2005, Station de Parakou

3-2- Période d'expérimentation

L'essai a été réalisé entre le 24/07/05 et le 01/10/05 dans la ferme de production et de sélection bovine d'Okpara située à 15 km de Parakou. Il a comporté une phase d'adaptation de deux semaines qui a permis d'habituer les animaux aux nouvelles conditions d'alimentation et d'expérimentation et une phase expérimentale de huit semaines au cours desquelles la production laitière a été mesurée.

3-3- Animaux

Les animaux ont été choisis parmi les effectifs des troupeaux de la ferme et repartis en trois lots (lot 1, lot 2 et lot 3) de cinq animaux en tenant compte du rang de vêlage. Le tableau 1 montre cette répartition.

L'étude a porté sur 15 vaches de race Borgou de la ferme d'Etat de l'Okpara. Les âges moyens des vaches utilisées dans l'expérimentation sont de 7,8 ; 7,6 et 8,2 ans respectivement pour les lot 1, lot 2 et lot 3 et les poids moyens de ces animaux sont de 225,2 ; 225,4 et 215,8 kg au début de l'expérimentation respectivement pour les mêmes lots d'animaux. Les rangs de lactation des animaux utilisés sont de 2, 3, 4 et 6 lactations pour les lots.

L'âge moyen des veaux au début de l'expérimentation est de 6,83 mois (les vaches ont vêlé entre le 12 décembre 2004 et le 11 avril 2005). Les animaux ont été identifiés à l'aide d'une marque auriculaire et un nom a été également attribué à chaque animal pour faciliter la reconnaissance par les bouviers. Les numéros d'identification, l'âge, le rang de vêlage, les âges des veaux, le sexe et les poids vifs des animaux expérimentaux sont repris dans le tableau 2.

Tableau 1 : Répartition des vaches au sein des lots

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Lactation 2	VO.2134	VO.2190	VO.2182
Lactation 3	VO.0726	OR.2955	BO.8156
	VO.2051	BO.8100	BO.8154
Lactation 4	VO.0797	O.6222	BO.8444
Lactation 6	VO.0570	BO.8385	BO.8839

Tableau 2 : Identification, âge des vaches, rang de vêlage, âges des veaux, sexe des veaux et poids vifs des vaches

N° des animaux	Nom des animaux (Peulh)	Age des vaches (années)	Rang de vêlage	Agés des veaux (mois)	Sexe des veaux	Poids vif des vaches (kg) au début de la période expérimentale
VOA.0726	Tcholélépété	8	3	7,47	F	236
OR.2955	Gnelbogui	8	3	7,47	F	210
VO.0797	Amarè	9	4	7,47	M	220
O.6222	Dèra	9	4	7,33	F	264
VO.2134	Bompété	5	2	7,47	F	178
VO.2190	Gazéré	5	2	7,47	F	225
BO.8385	Daaké	9	6	7,33	M	230
VO.0570	Anèrè	11	6	7,47	M	270
BO.8839	Tchaiguè	11	6	6,5	M	155
VO.2182	Maroè	6	2	4,43	M	165
VO.2051	Famarè	6	3	7,17	M	188
BO.8100	Wéboè	7	3	7,17	M	260
BO.8444	Boobé	8	4	7,13	M	200
BO.8154	Kougué	7	3	7,17	F	229
BO.8156	Goudèle	9	3	3,47	M	164

Les animaux ont été pesés au début de la période d'adaptation (pour déterminer le poids moyen des animaux pris en compte dans le troupeau expérimental), au début et à la fin de la période expérimentale (juste après la traite du matin avant le pâturage) à l'aide d'une bascule pèse bétail (précision 1 kg).

3-4- Alimentation des animaux

La ration de base des animaux est constituée de pâturage naturel disponible en abondance au cours de la période d'expérimentation. Les animaux témoins (lot 1) ont été nourris exclusivement au pâturage et n'ont reçu aucun supplément alimentaire. Le temps de pâture est de 6 h (de 11 h à 17 h) et les animaux sont conduits par un bouvier. La distance moyenne journalière parcourue au pâturage par les vaches est de 10 km et celle des veaux est de 3 km (conduits par un autre bouvier). Les lots expérimentaux sont supplémentés avec le tourteau de coton et des feuilles de *Vitellaria paradoxa* (karité) respectivement pour les lots 2 et 3. Les tourteaux de coton sont approvisionnés dans un commerce d'aliment à bétail à Parakou à 100 F CFA/kg situé à 15 km de la ferme. Ces tourteaux sont présentés sous forme de granulés. Les feuilles de karité sont

cherchées par un ouvrier bouvier dans les environs de la ferme expérimentale. Ces deux suppléments sont servis avant la traite du matin (6 h 30 mn) et avant le pâturage.

Les rations expérimentales ont été établies à partir d'un programme conçu sur le logiciel Excel 2000 en utilisant la méthode de croix de mélange. Les paramètres pris en compte par ce calcul sont le nombre d'animaux, les poids moyens, le niveau de production (estimé à 4l de lait par jour à 4% de MG), les valeurs alimentaires des suppléments et de la ration de base (des pâturages naturels de la zone soudanienne dont la pluviométrie est comprise entre 550-1550 mm an⁻¹) et la capacité d'ingestion en fonction du poids des animaux.

En effet, les animaux du lot 2 ont reçu individuellement en supplément 1,5 kg de tourteau de coton par jour; ceux du lot 3 ont reçu quotidiennement 500 g des feuilles fraîches de *Vitellaria paradoxa*. Les refus individuels de tourteau et de feuilles de karité ont été pesés chaque jour afin de mesurer les ingestions.

Par ailleurs, la quantité de tourteaux servie est conforme aux recommandations de Kané (1996), qui préconise un niveau de supplémentation intermédiaire de 20 % de tourteau (1,6 kg) chez les Zébus ayant un poids se situant entre 228 et 409 kg pour atteindre des résultats satisfaisants.

Tous les animaux ont également reçu une supplémentation minérale sous forme de bloc à lécher. L'eau est servie *ad libitum* dans un abreuvoir automatique de grande capacité.

3-5- Traite et mesure de la production laitière

Les animaux sont contentonnés les soirs au retour de pâturage, dans la salle de traite et ne sont laissés en liberté qu'une fois la traite du matin terminée. La traite est manuelle et elle est réalisée deux fois par jour par les deux bouviers : le matin à 7 heures avant le départ au pâturage et le soir à 18 heures au retour du pâturage. Avant chaque traite, une stimulation de la descente de lait par les tétées de veaux est réalisée. Pour faciliter la descente du lait, le veau a accès à chaque trayon pendant quelques secondes, jusqu'à ce que le lait coule librement à la sollicitation manuelle du bouvier. Le veau est ensuite séparé de sa mère qu'il ne rejoint que pour enclencher un second stimulus. Dès que la traite est achevée, le veau rejoint à nouveau la vache pendant une trentaine de minutes pour consommer le lait résiduel. Une partie du lait trait est ensuite retournée au veau à

l'aide de biberons. La traite du soir finie, les veaux sont laissés dans le parc adjacent à la salle de traite pour y passer la nuit. La figure 6 montre la traite du lait d'une vache Borgou.

Les quantités de lait prélevées par vache chaque matin et chaque soir ont été pesées à l'aide d'une balance d'une portée de 5 kg et 25 g de précision. La production journalière est la somme des quantités prélevées les matins et les soirs.



Photo 1 : Traite du lait d'une vache Borgou

3-6- Bouverie et matériels utilisés pour les mesures

L'expérimentation s'est déroulée dans une salle de traite équipée de chaînes de contention, de mangeoires individuelles et d'installation électrique pour l'éclairage de nuit. Un parc construit en matériaux définitifs, adjacent à la salle de traite, comporte un abreuvoir commun et une partie couverte de tôles ondulées mise à profit par les veaux pour se mettre à l'abri de la pluie.

Les petits matériels utilisés sont la balance, quatre bacs en plastiques d'une capacité de 5 kg pour peser le lait et deux autres destinés à la traite. Les flacons en plastiques de 250 ml ont permis la collecte hebdomadaire des échantillons de lait.

3-7- Echantillonnage pour les analyses chimiques

Des échantillons de tourteau de coton et de *Vitellaria paradoxa* offerts aux animaux ont été prélevés chaque semaine pour constituer des échantillons dits primaires. Les échantillons primaires ont fait l'objet d'un second échantillonnage représentatif. Ce sont ces échantillons secondaires qui ont fait l'objet d'analyses chimiques au laboratoire.

Les analyses ont porté sur la matière sèche (MS), les cendres totales (CT), les matières azotées totales (MAT), la cellulose brute, déterminées selon les méthodes officielles de l'AOAC (1996).

Des échantillons de lait sont prélevés une fois par semaine (matin et soir) et des mélanges de deux semaines de ces échantillons ont été utilisés pour déterminer la composition en matière sèche, les cendres, les matières grasses et les protéines selon les procédures de l'AOAC (1996).

Les échantillons d'aliments et de lait ont été analysés dans le laboratoire de Zootechnie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi.

3-8- Situation sanitaire des animaux

Le troupeau expérimental (vaches et veaux) a fait l'objet d'un suivi continu de la part de l'équipe vétérinaire de la ferme d'élevage de l'Okpara. Les animaux ont subi des prélèvements sanguins pour s'assurer qu'il n'y avait pas dans le troupeau établi des porteurs de la trypanosomiase ; tous les prélèvements ont été négatifs. De plus, les animaux ont été déparasités toutes les deux semaines à l'aide du Butox 50 par aspersion. Néanmoins, quelques manifestations pathologiques ont été enregistrées.

Chez les vaches, le tableau clinique a été marqué par les mammites, les parasitoses gastro-intestinales, l'envenimation et une plaie.

Chez les veaux, les signes cliniques observés ont été la diarrhée, une plaie sous la langue.

Le tableau 3 présente les différentes pathologies enregistrées et les traitements réalisés.

Tableau 3: Les différentes pathologies enregistrées et les traitements réalisés

	Pathologies	Produits utilisés	Posologie	Principe actif	Délai d'attente
Vaches	Mammites	Oxyclyne 20 %	1ml pour 10kg en IM	Tétracycline	7 jours ou 14 traites
	Parasitose gastro-intestinale	Ivomec	1 ml pour 50 kg en Sous cutané strict	Ivermectine	
	Envenimation	- Dexaphénylarthrite - Oxyclyne 20 %	- 20 à 30 ml le 1 ^{er} jour, 20 ml le 2 nd et 10 ml par jour les jours suivants pendant 1 à 4 jours - 1 ml pour 10 kg en IM	- Dexamétasone et Phénylbutasone - Tétracycline	- 8 traites ou 4 jours -7 jours ou 14 traites
	Plaie	Eosine		Eosine	
Veaux	Plaie sous la langue	Sulfa 33 oxytétracycline 10 % + dexaphénylarthrite + Bleu de méthylène	-1 ml pour 20 kg en IM ou IV pendant au moins 3 jours -20 à 30 ml le 1er jour, 20 ml le 2nd et 10 ml par jour les jours suivants pendant 1 à 4 jours	- Sulfadimérazine 33 - Tétracycline - Bleu de méthylène	
	Diarrhée	Disto 5 + CTM Bactrim		Triméthoprim Sulfaméthoxazole	

3-9- Analyse statistique

Les variables prises en compte dans le traitement des données ont été : la quantité moyenne du lait trait par semaine, le poids de la vache au début (P0VA) et à la fin de l'expérience (P1VA), le poids des veaux à la naissance (P0VE), au début (P1VE) et à la fin (P2VE) de l'expérience. Les gains moyens quotidiens ont été ensuite calculés chez la vache (GMQVA) du début à la fin de l'expérimentation, et chez le veau : de la naissance au début de l'expérimentation (GMQ1VE), de la naissance à la fin de l'expérimentation (GMQ2VE) et du début à la fin de l'expérimentation (GMQ3VE). Les teneurs en matières sèches, en protéines, en cendres et en matières grasses ont été également utilisées dans le traitement des données. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SAS (Statistical Analysis System, 1989). La Procédure Proc means a été utilisée pour la statistique descriptive. La procédure des modèles linéaires généralisés (Proc GLM) a été utilisée pour l'analyse de la variance. Les moyennes ont été ensuite calculées et comparées par le test de t. La procédure Proc corr a été également utilisée pour calculer le coefficient de corrélation (r) entre les variables lait, GMQVA, GMQ1VE, GMQ2VE et GMQ3VE. Enfin, la procédure Proc REG a été utilisée pour déterminer les équations de régression de la quantité de lait trait en fonction du temps. La précision de ces équations a été donnée à travers le coefficient de détermination (R^2).

Par ailleurs, l'effet du rang de mise bas et l'interaction entre le rang de mise bas et le lot n'ont pas été significatifs et par conséquent, n'ont pas été pris en compte dans le modèle linéaire.

4- RESULTATS

4-1- Ingestion et composition chimique des suppléments

La quantité moyenne journalière de MS de feuilles de karité ingérée par vache pour les animaux du lot 3 est de 81,93 g et celle de tourteaux de coton est de 1140,14 g pour les animaux du lot 2.

Le tableau 4 donne les valeurs des compositions chimiques de ces deux suppléments. Les teneurs en MAT des tourteaux de coton ont été plus intéressantes que celles des feuilles de karité alors que le taux des fibres a été plus élevé dans les tourteaux de coton que dans les feuilles de karité.

Tableau 4 : Composition chimique du tourteau de coton et des feuilles de karité

Suppléments	Matière sèche (%)	Cendres (% de MS)	MAT (% de MS)	Cellulose brute (% de MS)
Feuilles de karité	47,63	5,77	14,50	17,2
Tourteau de coton	87,30	6,35	34,78	26,5

4-2- Production laitière

La figure 7 présente les quantités moyennes quotidiennes de lait produit par toutes les vaches des trois lots expérimentaux. Ces valeurs ont été calculées par semaine.

Ces résultats montrent que la production a été faible en début d'expérimentation (1066,19 g) au cours de la première semaine. Une amélioration substantielle de la production a été observée à partir de la 2^{ème} jusqu'à la 9^{ème} semaine avec une valeur maximale de 1461,43 g. Une baisse a été enregistrée à la 10^{ème} semaine (1077,25 g). La quantité minimale journalière produite est de 146,4 g et la valeur maximale enregistrée est de 2932,1 g. Les valeurs des déviations standard montrent une très grande variation de la production laitière au cours des dix semaines d'expérimentation.

Les quantités moyennes de lait produit par lot et par semaine ainsi que les écart type, les minima et maxima sont présentés dans le tableau 5.

La production laitière hebdomadaire des vaches du lot témoin a évolué en dents de scie ; elle a connu de légères variations au cours de la période de lactation

La production laitière hebdomadaire du lot 2 a été plus élevée que celle du lot 1. Elle a connu une évolution progressive jusqu'à atteindre un pic à la 5^{ème} semaine. Le lot 3 a présenté des valeurs moyennes intermédiaires entre celles du lot témoin et du lot 2. Le pic de production au niveau des femelles du lot 3 est atteint à la 6^{ème} semaine. Les lots 2 et 3 ont présenté les mêmes tendances.

Pendant les deux premières et les trois dernières semaines de l'expérimentation, la production hebdomadaire du lait par vache a été similaire au niveau des trois lots. Par ailleurs, en fin d'expérimentation (trois dernières semaines), malgré les suppléments apportés, la production journalière a connu une baisse au niveau des trois lots et aucune différence significative n'a été observée au cours de cette période. Par contre, de la 3^{ème} à la 7^{ème} semaine, et durant toute l'expérimentation, indépendamment des semaines, une différence significative ($p < 0,05$) a été observée entre les lots. La production laitière du lot 2 a été significativement plus élevée que celle du lot 1. Les productions des vaches du lot 3 ne présentent pas de différence significative ($P > 0,05$) avec la production des vaches des lots 1 et 2.

La production laitière des vaches supplémentées en tourteau de coton a connu une augmentation journalière de 78,54 % par rapport au lot témoin. Cet accroissement, moins accentué par rapport au lot supplémenté en feuilles de karité, s'élève à 43,60 %. Le lot ayant reçu des feuilles de karité en supplément a produit en moyenne 24,33 % de lait en plus par rapport au lot 1.

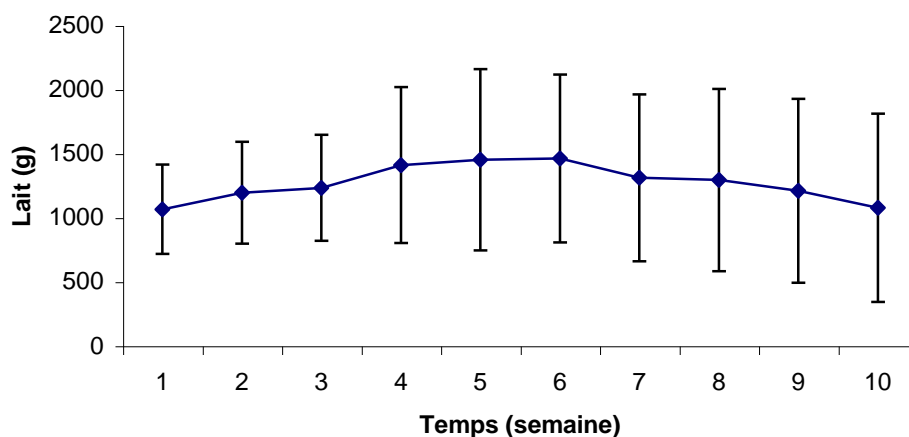


Figure 7: Quantité moyenne de lait (g) produit par jour au cours de l'expérimentation

Tableau 5 : Quantité moyenne de lait produit (g) par lot et par semaine

Variables	Lot 1		Lot 2		Lot 3		Test de signification
	Moyenne (g)	Ecart type	Moyenne (g)	Ecart type	Moyenne (g)	Ecart type	
Semaine 1	981,42	498,03	1104,3	384,05	1112,86	125,6	NS
Semaine 2	1014,28	479,05	1407,16	425,76	1162,84	212,26	NS
Semaine 3	954,3 a	463,86	1533,56 b	371,96	1212,14 ab	192,62	*
Semaine 4	1000,72 a	542,19	1905,72 b	604,9	1327,16 ab	333,81	*
Semaine 5	986,44 a	627,07	2042,86 b	728,57	1327,86 ab	316,03	*
Semaine 6	1013,6 a	594,77	1996,42 b	631,51	1374,28 ab	362,22	*
Semaine 7	897,86 a	507,19	1821,42 b	605,63	1216,42 ab	556,16	*
Semaine 8	934,3	599,95	1802,84	704,68	1144,3	634,03	NS
Semaine 9	872,16	655,79	1736,42	740,07	1020,02	537,08	NS
Semaine 10	810,7	717,93	1549,98	887,95	871,06	412,46	NS
Moyenne	946,58 a	537,08	1690,07 b	587,68	1176,89 a	25,76	*

Les moyennes de la même ligne suivies par différentes lettres sont significativement différents ($p < 0,05$).

NS : Non significatif

* : Significatif au seuil de 5 %

La figure 8 montre l'évolution de la production du lait dans le temps pour chaque lot.

Les courbes des lots 2 et 3 ont connu la même évolution et présentent l'allure d'une cloche. La production laitière journalière du lot 2 s'est accrue jusqu'à atteindre un pic la 5^{ème} semaine, au delà duquel une diminution progressive a été observée. En ce qui concerne le troisième lot, le pic a été observé une semaine plus tard. La figure 8 montre que la production du lot 2 est nettement au delà de celles des deux autres lots. Par contre, la production laitière du lot 1 se présente sous forme d'un plateau en dents de scie.

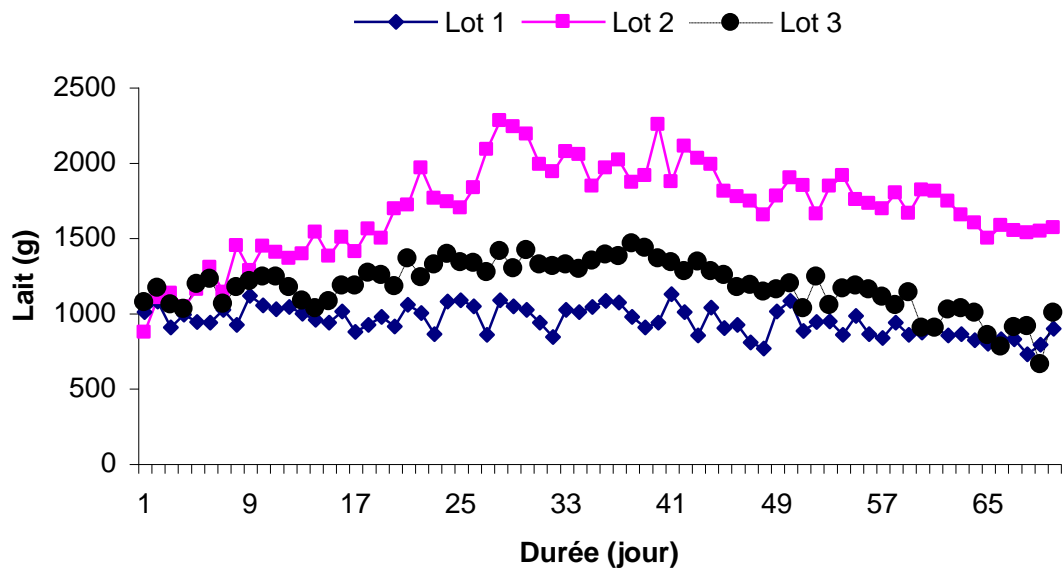


Figure 8 : Courbe de lactation des vaches Borgou en fonction des régimes alimentaires au cours de l'expérimentation.

Le tableau 6 présente les équations de régression utilisées pour prédire l'évolution de la production laitière des vaches Borgou en fonction du temps et des régimes alimentaires.

L'équation de la prédiction de production laitière du lot 1 est une fonction linéaire tandis que celle de la production des lots 2 et 3 est une fonction logarithmique. Le coefficient de détermination des équations de régression pour prédire l'évolution de la production laitière en fonction du temps est plus élevée au niveau du lot 2 ($R^2 = 0,45$), cette fonction explique mieux l'évolution de la production laitière.

Tableau 6 : Equations de régression et coefficients de détermination (R^2) de la production laitière en fonction du temps et du régime alimentaire.

	Equation de régression	R^2
Lot 1	$Y_1 = -2,5189 x + 1036$	0,29
Lot 2	$Y_2 = 223,92 \text{ Ln } (x) + 952,94$	0,45
Lot 3	$Y_3 = -22,405 \text{ Ln } (x) + 1250,6$	0,02

Y_i : Production du lot i exprimé en g

X : Durée de la supplémentation exprimée en jours

R^2 : Coefficient de détermination

4-3- Evolution pondérale des vaches et des veaux

Les moyennes, les écart type, les minima et maxima du poids et du GMQ des vaches et des veaux sont donnés dans le tableau 7.

Le poids moyen des vaches a connu une diminution de 3 kg entre le début et la fin de la période expérimentale. Le GMQ moyen des vaches enregistré au cours de cette période est de 109,51 g/j ; le fourrage consommé est donc de bonne qualité selon Boudet (1991).

Le GMQ calculé de la naissance au début de la période expérimentale est supérieur à celui établi entre la naissance et la fin de ladite période ; du début à la fin de la période expérimentale, elle est faible, comparée aux deux premiers.

Tableau 7 : Poids (kg) et GMQ (g/j) des vaches et des veaux durant l'étude

Variables	Nombre	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
P0VA (kg)	15	233,93	29,09	178	270
P1VA (kg)	15	230,07	29,52	183	283
GMQVA (g/j)	15	109,51	122,01	-125	267,8
P0VE (kg)	15	17,5	0,71	16,5	18,5
P1VE (kg)	15	67,6	11,34	50	85
P2VE (kg)	15	72,27	12,05	52	90
GMQ1VE (g/j)	14	223,65	49,51	139,2	295,1
GMQ2VE (g/j)	14	195,87	41,71	121,6	253,47
GMQ3VE (g/j)	14	84,16	48,74	17,8	160,7

Légende :

P0VA : Poids de la vache la veille de la période expérimentale

P1VA : Poids de la vache à la fin de la période expérimentale

GMQVA : Gain moyen quotidien de la vache ; P0VE : Poids du veau à la naissance

P1VE : Poids du veau la veille de la période expérimentale ;

P2VE : Poids du veau à la fin de la période expérimentale

GMQ1VE : Gain moyen quotidien du veau de la naissance à la veille de la période expérimentale

GMQ2VE : Gain moyen quotidien du veau de la naissance à la fin de la période expérimentale

GMQ3VE : Gain moyen quotidien du veau de la veille à la fin de la période expérimentale

Les moyennes par lot et les écarts type des poids et GMQ des vaches et des veaux sont présentés dans le tableau 8.

Les poids moyens des vaches ont légèrement augmenté entre le début et la fin de la période expérimentale au sein du lot 1. Cette augmentation est beaucoup plus accentuée au niveau du lot 2 et beaucoup plus au sein du lot 3. Les poids des vaches n'ont pas été significativement différents entre le début et la fin des expérimentations. Cette même tendance a également été observée au niveau des valeurs moyennes de GMQ.

La variation du poids des veaux entre les trois lots n'a pas été significative à la naissance. Les différentes pesées des veaux effectuées au cours de l'expérimentation n'ont pas été significativement différentes ($p < 0,05$).

Les différents GMQ calculés au niveau des veaux ont par contre été significativement différents. En effet, le GMQ a été significativement plus élevé chez les veaux du lot 3 par rapport à ceux du lot 1 pour la période allant de la naissance à la veille de la période expérimentale. De la naissance à la fin de la période expérimentale, les valeurs moyennes de GMQ enregistrés dans les lots 2 et 3 sont significativement plus élevés que celle du lot 1. Par contre, entre le début et la fin de la période expérimentale, seule la valeur de GMQ du lot 2 a été significativement plus élevée que celle du lot 1 ; le lot 3 occupant une position intermédiaire.

Tableau 8 : Poids (kg) et GMQ (g/j) des vaches et des veaux par lot

Variables	Lot 1		Lot 2		Lot 3		Test de signification
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
P0VA (kg)	218,4	37,18	237,8	23,33	215,6	25,86	NS
P1VA (kg)	221,2	40,51	242,6	24,13	226,4	22,68	NS
GMQVA (g/j)	50	117,34	85,7	145,27	192,84	58,42	NS
P0VE (kg)	17,7	0,67	17	0,35	17,8	0,84	NS
P1VE (kg)	61,4	11,46	71,2	8,52	70,2	13,16	NS
P2VE (kg)	64,4	10,74	78,2	7,63	74,2	14,45	NS
GMQ1VE (g/j)	186,06 a	50,2	231,98 ab	36,42	260,23 b	35,21	*
GMQ2VE (g/j)	161,1 a	37,72	212,06 b	26,44	219,1 b	39,23	*
GMQ3VE (g/j)	53,54 a	52,06	124,98 b	21,88	71,42 ab	38,58	*

Les moyennes de la même ligne suivies par différentes lettres sont significativement différents ($p < 0,05$)

Légende : * : Significatif au seuil de 5 % ; NS : Non significatif

4-4- Relation entre la quantité de lait produite et les GMQ des vaches et des veaux

Les corrélations entre la quantité de lait produite par les vaches et leur GMQ d'une part puis d'autre part avec les GMQ des veaux, pour l'ensemble des animaux et selon les lots sont présentés dans les tableaux 9 a, 9 b, 9 c et 9 d.

La quantité de lait produite par les vaches influence négativement le gain de poids de celles-ci pour l'ensemble des animaux du troupeau expérimental et ceux du lot 1 (tableau 9 a et b). Par contre, elle est positivement liée au GMQ des vaches des lots 2 et 3 (tableau 9 c et d). De façon générale, elle agit positivement sur les GMQ des veaux pour l'ensemble des animaux et pour les lots 1 et 2. Cependant, elle est négativement liée au GMQ des veaux des lots 2 et 3 pendant la période expérimentale.

La quantité de lait produite est positivement corrélée au GMQ2VE ($r = 0,53$) et au GMQ1VE ($r = 0,47$) même si cette dernière n'est pas significative (tableau 9 a). D'autre part, elle est négative mais non significative avec le GMQ des veaux pour le lot 3 (tableau 9 d) et positive pour le lot 2 (tableau 9 c) ; mais la quantité de lait est négativement et significativement liée au GMQ3VE au niveau du lot 2. Le GMQ1VE est positivement et très fortement associé ($p < 0,001$) au GMQ2VE au niveau du lot 2 et pour l'ensemble des animaux ; fortement lié ($p < 0,01$) au sein du lot 1 et modérément lié dans le lot 3.

Le GMQ des vaches est positivement lié au GMQ1VE pour l'ensemble des animaux même si l'influence est négative au niveau des lots 1 et 3. Cependant, associé aux GMQ2VE et GMQ3VE, cette corrélation est négative au sein des lots 2 et 3. Alors que pour l'ensemble des animaux et au sein du lot 1, le GMQ des vaches est négativement corrélé au GMQ2VE et positivement au GMQ3VE.

Le GMQ1VE est très fortement et positivement associé ($p < 0,001$) au GMQ2VE pour l'ensemble des animaux et pour le lot 2. La corrélation est positive et modérée au sein du lot 1 et faible dans le lot 3. La liaison entre le GMQ1VE et le GMQ3VE est positive pour le lot 3 et l'ensemble des animaux alors qu'elle est négative concernant les deux autres lots.

Le GMQ2VE est positivement corrélé au GMQ3VE pour l'ensemble des animaux et au sein du lot 3 alors que la liaison est négative pour les autres lots.

Tableau 9 a : Corrélacion entre la quantité de lait produite et les GMQ des vaches et des veaux du troupeau expérimental

	GMQVA	GMQ1VE	GMQ2VE	GMQ3VE
Lait	-0,16	0,47	0,53 *	0,27
GMQVA		0,01	-0,02	0,05
GMQ1VE			0,96***	0,07
GMQ2VE				0,32

* : Significatif au seuil de 5 %.

*** : Significatif au seuil de 0,1 %

Tableau 9 b : Corrélacion entre la quantité de lait produite et les GMQ des vaches et des veaux dans le lot 1

	GMQVA	GMQ1VE	GMQ2VE	GMQ3VE
Lait	-0,75	0,56	0,61	0,01
GMQVA		-0,77	-0,71	0,44
GMQ1VE			0,97**	-0,39
GMQ2VE				-0,16

** : Significatif au seuil de 1 %

Tableau 9 c : Corrélacion entre la quantité de lait produite et les GMQ des vaches et des veaux dans le lot 2

	GMQVA	GMQ1VE	GMQ2VE	GMQ3VE
Lait	0,03	0,84	0,79	-0,94 *
GMQVA		0,01	-0,02	-0,18
GMQ1VE			0,99 ***	-0,75
GMQ2VE				-0,67

* : Significatif au seuil de 5 %.

*** : Significatif au seuil de 0,1 %

Tableau 9 d : Corrélacion entre la quantité de lait produite et les GMQ des vaches et des veaux dans le lot 3

	GMQVA	GMQ1VE	GMQ2VE	GMQ3VE
Lait	0,29	-0,63	-0,44	-0,005
GMQVA		-0,29	-0,47	-0,83
GMQ1VE			0,97*	0,74
GMQ2VE				0,83

* : Significatif au seuil de 5 %

4-5- Composition chimique du lait

La composition chimique du lait durant l'expérimentation ainsi que les écart type, les minima et les maxima sont présentés dans le tableau 10.

La composition chimique moyenne ainsi que les écarts type du lait produit par lot est présentée dans le tableau 11.

La matière sèche du lait présente des valeurs significativement différentes ($p < 0,05$) entre les trois lots et la matière sèche du lait obtenue dans le lot 3 est significativement plus élevée que dans les deux autres lots. Les matières minérales contenues dans le lait sont significativement différentes au seuil de 0,01 % au niveau des trois lots; le lot 2 présentant une valeur significativement plus élevée que les autres. Les teneurs en matières grasses et en protéines du lait sont similaires entre les trois lots.

Tableau 10 : Composition chimique du lait pour l'ensemble des vaches de l'expérimentation

Variables	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Matière sèche (%)	15,12	2,34	10,70	20,02
Cendres (% MB)	0,35	0,20	0,06	0,76
Cendres (% MS)	0,36	1,44	0,40	6,59
Taux butyreux (% MB)	5,92	0,99	3,50	6,94
Taux butyreux (% MS)	40,21	10,39	26,16	64,29
Taux protéique (% MB)	4,13	0,55	3,05	5,28
Taux protéique (% MS)	27,83	4,96	18,10	38,21

Légende : MS = Matière sèche ; MB = Matière brute

Tableau 11 : Composition chimique du lait en fonction des lots

	Lot 1		Lot 2		Lot 3		Test de signification
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Matière sèche (%)	14,42 a	1,92	14,35 a	2,51	16,60 b	1,94	*
Cendres (% MB)	0,23 a	0,15	0,55 b	6,17	0,25 a	0,06	***
Cendres (% MS)	1,69 a	1,13	3,86 b	1,27	1,52 a	0,22	***
Taux butyreux (% MB)	5,92 a	1,04	5,62 a	1,08	6,22 a	0,84	NS
Taux butyreux (% MS)	41,97 a	10,56	40,80 a	13,61	37,85 a	6,40	NS
Taux protéique (% MB)	3,86 a	6,56	4,29 a	0,52	4,25 a	0,53	NS
Taux protéique (% MS)	27,43 a	6,84	30,31 a	3,53	25,74 a	2,86	NS

Les moyennes de la même ligne suivies par différentes lettres sont significativement différentes

Légende : MS = Matière sèche ; * : Significatif au seuil de 5 % ;

NS : Non significatif ; MB = Matière brute

*** : Significatif au seuil de 0,1 %

4-6- Rentabilité financière

Les quantités totales d'aliments ingérés durant l'expérimentation par les animaux et par lot figurent dans le tableau 12.

Le kilogramme de tourteau de coton s'élève à 100 FCFA alors que le taux forfaitaire payé pour la recherche des feuilles de karité revient à 25 FCFA le kilogramme. Le lot 1 n'ayant pas été supplémente, ses dépenses en achat de suppléments sont nulles.

Pour la conduite du troupeau, le bouvier perçoit mensuellement 5.000 FCFA ; donc pour les deux mois et demi qu'a duré l'expérimentation, cela revient à 12.500 FCFA soit 4.166,67 F CFA pour chaque lot. Les blocs à lécher ont quant à eux coûté 12.000 FCFA pour les trois lots d'animaux.

Les dépenses effectuées pour la production du lait au cours de l'étude sont présentées dans le tableau 13.

Le tableau 14 présente les recettes (en tenant compte du prix de vente du litre de lait lors de l'étude et qui s'élevait à 300 FCFA) ainsi que le ratio bénéfice/coût.

Le ratio bénéfice : coût, élevé pour les lots 3 et 1 est faible en ce qui concerne le lot 2. Cette même tendance a été observée au niveau du bénéfice par kilogramme de lait produit. Mais les écarts sont moins accentués.

Tableau 12 : Quantités de suppléments ingérés (g) par animal et par le lot

	Animal 1	Animal 2	Animal 3	Animal 4	Animal 5	Total lot
Feuilles de karité (lot 3)	10800	11325	14925	12575	10500	60125
Tourteau de coton (lot 2)	92500	83000	93500	98750	89250	457000

Tableau 13 : Dépenses effectuées

	Conduite du troupeau (FCFA)	Suppléments (FCFA)	Pierre à lécher (FCFA)	Dépenses totales (FCFA)
Lot 1	4166,67	0	4000	8166,67
Lot 2	4166,67	45700	4000	53866,67
Lot 3	4166,67	1503,125	4000	9669,795

Tableau 14 : Rentabilité financière de la production du lait

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Production de lait (kg)	331,3	591,525	411,845
Recettes (FCFA)	99390	177457,5	123553,5
Dépenses (FCFA)	8166,67	53866,67	9669,795
Bénéfices (FCFA)	91223,33	123590,83	113883,705
Bénéfices/dépenses	11,17	2,29	11,77
Bénéfice/kg de lait (FCFA/kg)	275,35	208,94	276,52

5- DISCUSSION

5-1- Alimentation des vaches et production laitière

Dans la zone tropicale, le disponible fourrager conditionne la production laitière, l'aliment de base des vaches allaitantes étant le pâturage naturel. Selon Rivière (1991) ces pâturages tropicaux sont très variés et leur qualité est sous la dépendance prédominante des facteurs climatiques et principalement du régime des pluies. En effet, la valeur alimentaire des graminées chute considérablement en saison sèche. Une alternative pour pallier à ce déficit est la valorisation d'autres types de fourrages tels que les ligneux qui conservent une bonne valeur alimentaire durant cette période. L'utilisation de *Vitellaria paradoxa* s'inscrit non seulement dans cet objectif, mais constitue également selon les informations recueillies auprès des éleveurs de la localité du Borgou, un stimulant de la production laitière. Les feuilles entrent dans l'alimentation du bétail souvent en saison sèche et les études d'Agbokounou (1990), confirment que ces feuilles auraient des vertus lactogènes. Le karité est un ligneux souvent épargné lors du défrichage des champs à cause de ses vertus : les noix sont utilisées pour faire du beurre de karité et sont très appréciées des vaches.

Par ailleurs, d'autres sources de protéines qui peuvent être supplémentées aux vaches laitières pour améliorer leur production, sont les sous produits agro industriels et particulièrement, les graines et tourteaux de coton qui sont disponibles dans notre pays.

La production laitière a considérablement varié entre les lots. Les fortes productions enregistrées au niveau des lots supplémentés, pourraient s'expliquer par l'effet des suppléments. Il faut donc compléter le pâturage par d'autres aliments si l'on veut maintenir la production au-dessus de 1 à 2 kg par jour (Matthewman, 1996). En effet, les travaux réalisés par plusieurs auteurs sur des vaches laitières montrent l'effet positif de la supplémentation sur la production du lait.

L'utilisation de ces suppléments (feuilles de karité et tourteaux de coton) a permis d'atteindre une amélioration significative de la production laitière des vaches au niveau des lots expérimentaux en comparaison au lot témoin. L'ingestion des tourteaux de coton a permis une augmentation de 78,54% de la production laitière. Ce résultat assez intéressant serait lié à la bonne valeur alimentaire de cet aliment. Les travaux de Ogodja et Hounsou-Ve (1992) sur les vaches allaitantes Borgou supplémentées en élevage traditionnel avec les graines de coton (1 kg de graines de coton

par vache et par jour) ont permis une amélioration de la production laitière de 27 % par rapport au lot témoin. Ces résultats, sont largement en deçà de ceux obtenus lors de cette étude. Ces différences pourraient être liées à l'amélioration génétique des races de la ferme qui sont issues d'un programme de sélection, en vue de l'amélioration de leurs aptitudes laitières ; et à un meilleur suivi sanitaire dont bénéficient les animaux utilisés dans le cadre de cette étude. Une supplémentation réalisée sur des vaches Holstein × Zébu avec le tourteau de coton a remarquablement influencé la production laitière de celles-ci par une augmentation de leur production de 33 % (Wanapat *et al.* 1996). Cette amélioration, inférieure à celle obtenue dans cette étude pourrait être due au potentiel génétique des vaches Borgou dont la productivité est faible par rapport aux métisses Holstein x Zébu. En effet, l'analyse de la régression établie par Rasambainarivo *et al.* (2001) indique que plus la production laitière initiale est faible, plus l'effet de la supplémentation est élevé.

De plus, des vaches métisses (Frisonne x Zébu) élevées sur pâturage naturel en saison sèche, et recevant une supplémentation en tourteau de coton et en paille traitée ou non avec de l'urée, avaient une production laitière améliorée (Rasambainarivo, 1992). Kané (1996), en supplémentant les vaches zébu (maure et peul) avec du tourteau de coton, a obtenu des productions moyennes journalières variant entre 2 et 3 kg. Ces résultats sont supérieurs à ceux de la présente étude.

Cependant, Ehrlich *et al.* , (1993) rapportent que la supplémentation à base de graines de coton n'a pas eu un effet significatif sur la quantité et la composition du lait des vaches Holstein-Frisonne. Ils expliquent ce résultat, par un niveau de substitution élevé de graines de coton associé à une teneur en lipides de la ration qui représente 7,1 % de la matière sèche.

Les valeurs des productions laitières moyennes journalières obtenues (946,58 ml, 1690,07 ml et 1176, 89 ml respectivement pour les lots témoin, supplémentés en tourteau de coton et en feuilles de karité) sont moins intéressantes que celles de Chabi Maco (1992) qui obtint une production laitière journalière moyenne de 2800 ml (fin juin et début octobre) pour des veaux âgés de 0 à 6 mois lors de ses travaux menés dans des fermes privées de Parakou (Kokoubou et Monastère de l'étoile) et dans la ferme de l'Okpara. Sa production laitière moyenne élevée par rapport à celle de la présente étude s'explique par l'écart d'âge des veaux. En effet, nos veaux avaient un âge moyen de 6,83 mois en début d'expérimentation et les vaches étaient dans une période de lactation avancée par rapport à celles de Chabi Maco, (1992).

Ogodja (1988), trouve une production laitière moyenne journalière des vaches Borgou non supplémentées comprise entre 1,1 et 1,687 l durant la période de juillet à août. Dehoux (1993), a mesuré les productions des vaches en milieu traditionnel, il trouve pour cette même période (saison des pluies) une production moyenne journalière de 840 ± 75 ml. Ce dernier résultat est inférieur à celui obtenu dans le cadre de notre étude.

Shayo *et al.* (1997) ont supplémenté les vaches Mpwapwa avec les graines de *Citrullus vulgaris*, les gousses d'*Acacia tortilis* et le tourteau de graines de tournesol ont obtenu une augmentation significative ($p < 0,05$) de la production laitière de celles-ci. Cependant, il n'y a pas de différence significative dans la production laitière entre les suppléments ($p < 0,05$).

L'amélioration de la production de lait avec les feuilles de karité par rapport au lot témoin, confirme l'information reçue auprès des éleveurs Peul, selon laquelle la plante a une action stimulatrice sur la production du lait. Cette amélioration, moins importante par rapport à la production du lot ayant reçu le tourteau de coton, peut provenir de la différence entre la quantité de protéines brutes ingérées par les deux lots supplémentés (le tourteau étant plus riche en protéines que les feuilles de *Vitellaria paradoxa*).

A la fin de l'expérimentation, malgré l'apport de suppléments, la production laitière a diminué parce que la plupart des vaches étaient déjà en début de tarissement.

L'effet de la supplémentation est beaucoup plus important au cours de la saison sèche, et Rasambainarivo *et al.* (2001) rapporte que la supplémentation augmente la production laitière de 55 % pendant la saison sèche.

5-2- Composition chimique du lait

Plusieurs facteurs dont les facteurs génétiques (race, individu), les facteurs physiologiques (âge, numéro de la lactation, stade de lactation, niveau de production) et les facteurs liés à l'état sanitaire de l'animal (maladie générale, mammite, stress) peuvent influencer les taux des différents constituants de lait. Par ailleurs, les variations individuelles importantes peuvent être observées. La composition du lait et en particulier le taux butyreux et le taux protéique, varient suivant les races de taurins, de zébus ou de métis. Les variations du taux butyreux, comprises entre 3 % et 5,1 %, sont plus importantes que celles du taux protéique, comprises entre 3,1 et 3,7 % (Meyer et Denis, 1999).

La valeur moyenne de la teneur en protéines des lots d'animaux (cf. tableau 10) est légèrement plus élevée que celles obtenues par plusieurs auteurs. Stockdale, (1995), Ehrlich *et al.* (1993), Shayo *et al.* (1997), et Benavides *et al.* (2002) obtiennent respectivement 3,17%, 3,07%, 2,92% et 2,97%. Le taux élevé en protéine dans les laits des vaches expérimentales s'explique par la faible productivité des vaches Borgou. En effet, la teneur en protéine est négativement associée à la quantité de lait produite. Cette même observation a été également faite au niveau du taux butyreux (Meyer et Denis, 1999). Le taux butyreux enregistré dans le cadre de cette étude (5,14 %) est largement plus faible que celui contenu dans le lait de Zébu qui peut dépasser 7 % de matières grasses (O'Mahony, 1988).

Les différences observées entre les lots au niveau des teneurs en matière sèche et des matières minérales, peuvent être imputables à l'alimentation. En effet, le lot supplémenté en tourteau de coton a produit une quantité plus élevée de lait, ce qui explique une forte teneur en eau et une faible concentration en matières minérales de ce lait.

En effet, ces résultats sont confirmés par les études de Shayo *et al.* (1997), qui ont constaté qu'il y a une augmentation significative au niveau des cendres du lait et une diminution au niveau de la matière sèche, avec la supplémentation en farine de graines de *Citrullus vulgaris*. Par ailleurs, il obtient une diminution non significative au niveau des protéines brutes et de la matière grasse.

5-3- Evolution pondérale des vaches et des veaux Borgou

Le poids des vaches Borgou et des veaux comme celui des autres races bovines varie en fonction de plusieurs facteurs (l'environnement, l'alimentation, le potentiel des individus, etc).

Le GMQ des veaux des lots supplémentés ont été supérieurs à celui du lot non supplémenté (cf. tableau 8). Ceci pourrait s'expliquer par la quantité de lait consommée par ces veaux, qui est supérieur à celle du lot témoin. Ce lait permet un apport protéique non négligeable en complément à l'herbe pâturée par les veaux.

Les résultats des études menées sur la race Borgou, montrent que les veaux de la ferme de l'Okpara sont plus lourds à la naissance (19,0 kg pour les mâles et 18,3 kg pour les femelles) que ceux des élevages traditionnels (Youssao et *al.*, 2000 a). Les meilleurs poids enregistrés à la naissance à la ferme sont dus à l'amélioration génétique et à une bonne alimentation des femelles. Selon Chabi Maco (1992), la moyenne des poids à la naissance du veau Borgou est de 16,5 kg dans le nord du département du Borgou alors que Ogodja (1988) trouve une moyenne de 14,5 kg dans le sud. A la ferme de Bétécoucou, le poids à la naissance de la race Borgou est de 16,7 kg chez le mâle et de 15,5 kg chez la femelle, avec une différence significative (CIA-CSR, 1996) ; ces résultats sont similaires à ceux obtenus au cours de cette étude (cf. tableau 8). De plus, le poids des veaux de neuf mois obtenu par Chabi Maco (1992) est supérieur à celui obtenu dans cette expérimentation.

Les gains moyens quotidiens de la naissance à douze mois obtenus par Youssao et *al.*, (2000 a), sont de $229,0 \pm 0,1$ g/j chez les mâles et $214,0 \pm 0,1$ g/j chez les femelles sans une différence significative. Les résultats obtenus par Chabi Maco (1992) puis Ogodja et Hounsou-Ve (1992), montrent que dans l'ensemble, les vitesses de croissance sont en dessous de 200 g/j en élevage traditionnel. Ces résultats sont identiques à ceux obtenus dans la présente étude au niveau des veaux du lot non supplémenté (lot 1) (cf. tableau 8). Le gain moyen quotidien des veaux allaités par des mères qui ne reçoivent pas de compléments en graines de coton avoisine 192 g/j contre 238 g/j pour les veaux dont les mères ont reçu 1kg de coton par jour en élevage traditionnel (Ogodja et Hounsou-Ve, 1992). Ces résultats sont similaires à ceux de cette étude pour les veaux des deux premiers lots ; le troisième lot quant à lui présente des résultats meilleurs (cf. tableau 8).

Les travaux effectués par Chabi et al. (2002) sur la supplémentation des taurillons Borgou en tourteau de coton ont permis d'obtenir des GMQ nettement supérieurs (387-561 g/j) à ceux enregistrés lors de cette étude.

Sintondji (1986) rapporte un GMQ de 266 g/j pour les bœufs Borgou pesant entre 200 et 250 kg et élevés sur pâturage naturel. Cette valeur du GMQ est supérieure à celle obtenue pour cette étude et qui est de 109,51 g/j (cf. tableau 7). Dehoux (1993) quant à lui, trouve un poids adulte moyen d'une femelle Borgou égale à 239 kg ; poids légèrement supérieur à celui obtenu au cours de cette étude (cf. tableau 7). De plus, Striffling *et al.*, 1975; Lazic, 1978; ILCA, 1979; Auer, 1984; Adeniji, 1985; Dehoux & Hounsou-Ve, 1993, ont trouvé une variation du poids de la femelle Borgou oscillant entre 181 et 295 kg et qui est similaire à la variation des poids enregistrée dans cette étude (cf. tableau 7).

5-4- Rentabilité financière

Le ratio bénéfice/coût supérieur à 1 montre que la production laitière est globalement une activité rentable. Cependant, le lot supplémenté en feuilles de karité montre une rentabilité supérieure aux deux autres lots (cf. tableau 14). Mais le lot ayant pris du tourteau de coton en supplément a une rentabilité inférieure à celle du lot non supplémenté. Ceci est sûrement imputable au coût assez élevé du tourteau de coton et qui alourdi la charge alimentaire de ce lot. C'est pour cette raison que Shayo *et al.*, (1997) préconisent l'utilisation de la farine de graines de *Citrullus vulgaris* (pastèque) qui présente un revenu net plus élevé que les autres suppléments utilisés au cours de son étude. De plus, l'utilisation du mûrier peut abaisser le coût de l'alimentation et le besoin en concentrés (Benavides *et al.*, 2002). En outre, il apparaît que, pour la même quantité de lait produite, un fermier se trouvant dans une région où le transport est un problème, peut obtenir une légère augmentation des revenus nets issus de la supplémentation avec des aliments disponibles localement (farine de graines de pastèque et de gousses d'*Acacia tortilis*) qu'avec le tourteau de graines de tournesol (Shayo *et al.*, 1997).

Pour améliorer de manière substantielle les revenus, la valorisation des ressources alimentaires locales telles que les graines des légumineuses tropicales est nécessaire.

6- CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Cette étude sur la supplémentation à base de tourteau de coton et de feuilles de karité (*Vitellaria paradoxa*) sur la production laitière des vaches Borgou a montré l'effet positif de la supplémentation sur la production du lait. En effet, des accroissements intéressants de la production laitière des deux lots expérimentaux ont permis de mesurer l'effet de la supplémentation en sous-produits agro-industriels en période hivernale ainsi que l'action lactogène des feuilles de karité. Cette étude confirme par ailleurs, la nécessité de l'utilisation des suppléments même en saison des pluies (malgré l'effet plus perceptible en saison sèche) si on veut maintenir un rendement laitier élevé. L'amélioration de la production laitière au niveau des vaches supplémentées, a eu une incidence positive sur la vitesse de croissance des veaux. Ceci est dû à la quantité de lait consommée par ces veaux. Cependant, la composition du lait n'a pas été influencée par les différents traitements en ce qui concerne le taux butyreux et le taux protéique ; en revanche, elle a significativement affecté la matière sèche et les matières minérales.

La production laitière est globalement une activité rentable, même si cette rentabilité est moins intéressante au niveau du lot supplémenté en tourteau de coton, en raison de son prix d'achat élevé. Ce sous-produit ne peut être recommandé que dans les exploitations à grands effectifs et en saisons sèches, situées dans les zones périurbaines où les demandes en produits laitiers sont élevées. Au niveau des petites exploitations, la supplémentation avec les ressources alimentaires non conventionnelles telles que les feuilles de karité peut augmenter la production laitière et améliorer les revenus des fermiers.

Au vu de ces résultats, ce travail a permis de faire les suggestions suivantes :

- La valorisation des ressources locales pour la supplémentation des vaches laitières afin de réduire de manière significative les charges alimentaires qui peuvent diminuer la rentabilité en diminuant le ratio bénéfice/coût.
- La poursuite des études avec les feuilles de karité en saison sèche afin d'évaluer son effet sur la production laitière. Les études sur la physiologie de la reproduction des vaches devront également compléter cette étude d'alimentation pour déterminer de manière précise, le mode d'action de cette plante au niveau de l'organisme.

- La réalisation des analyses pharmacologique et biochimique des feuilles de karité pour identifier la substance agissant en tant que stimulant de la production laitière.
- La reprise de l'expérimentation au début de cycle de lactation de la vache Borgou.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adamou-N'diaye, M., A.B. Gbangboche, A. Adjovi et C. H. Hanzen (2000) Caractéristiques spermatiques des taureaux de race Borgou au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin* (2)1 : 71-83.
- Adamou N'diaye, M., O. J. Ogodja, A.B. Gbangboche, A. Adjovi et C. H. Hanzen (2001) Intervalle entre vêlage chez la vache Borgou au Bénin. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 130-136.
- Adamou-N'diaye, M., A.B. Gbangboche, O. J. Ogodja et C. Hanzen (2002 a) Fécondité de la vache Borgou au Bénin : effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 55 (2) : 159-163.
- Adamou-N'diaye, M., A.B. Gbangboche, A. Adjovi, C. H. Hanzen et R. Jondet (2002 b) Refroidissement de + 32°C à + 5°C de sperme dilué de taureau de race Borgou au Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin* (3) 1 : 80-93.
- Adamou-N'diaye, M., A.B. Gbangboche, A. Adjovi et R. Jondet (2003) Cryopréservation de la semence de taureau de race Borgou au Bénin. *Revue Méd. Vét.*, 154 (1) : 3-8.
- Adeniji, K.O. (1985) Review of endangered cattle breeds of Africa. In *Animal genetic resources in Africa: high potential and endangered livestock*, p. 20-32. 2nd OAU Expert Committee Meeting on Animal Genetic Resources in Africa, 24-28 November 1983, Bulawayo, Zimbabwe. Nairobi, Kenya, OAU/STRC/IBAR.
- Agbokounou, A. M. (1990) *L'effet des plantes lactogènes sur la quantité de lait chez la vache*. Thèse d'ingénieur agronome inédite, FSA/UNB, 123 p.
- Anonyme (2004) *AgbangaKariteSheaButter Newsletter*. <http://www.agbangakarite.com/Shea-Butter-Newsletter/december2004.htm>.
- Anonyme (2005) *Agroforestry Database*. <http://www.worldagroforestry.org/Sites/TreeDBS/aft/speciesPrinterFriendly.asp?Id=394>.
- AOAC (1996) *Official methods of analysis* (16th ed.). Volume II, Gaithersburg, Maryland, USA.

Assogba, M.N. et A.K.I. Youssao (2001) Prévalence de la fasciolose bovine à *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1885) dans les principaux abattoirs du Bénin. *Revue Méd. Vét.*, 152 (10) : 699-704.

Auer, J. (1984) *Suivi de troupeaux témoins dans l'Atacora*. Rapport annuel 1983/84. Cotonou, Bénin.

Benavides, J., I. Hernández, J. Ésquivel, J. Vasconcelos, J. González and E.Espinosa (2002) Supplementation of grazing dairy cattle with mulberry in Costa Rica. In M.D.Sánchez (ed) *Mulberry for Animal Production*. FAO Animal Production and Health Paper 147.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X9895E/x9895e0f.htm.

Bille, J.C. (1977) *Etude de la Production Primaire Nette d'un Ecosystème Sabélien*. Travaux et Documents de l'ORSTOM No. 65. Paris.

Breman, H. et N. de Ridder (1991) *Manuel sur les pâturages des pays sabéliens*. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA, Paris.

Boudet, G. (1991) *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. Collection Manuels et Précis d'élevage, La Documentation Française, 266 p.

Chabi, L. S., C. C. Adandedjan et M.Houinato (2002) Mise au point des techniques d'amélioration des ressources alimentaires du bétail. Rapport technique annuel d'activités de recherche (janvier-décembre 2001). DPA/FSA/UAC-PDE III. 77p.

Chabi Maco, Y. (1992) *Etude de quelques paramètres de productivité de la race bovine Borgou au Bénin*. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA-UNB, 134p.

CIA-CSR (1996) *Contribution à la connaissance des paramètres de reproduction et de production des bovins de race Borgou et Lagunaire*. Rapport final. Cotonou, Bénin, UNB, Fsa/ Cia, 44 p

Craplet, C. et M. Thibier (1973) *La vache laitière*. Tome 5, Edition Vigot Frères, Paris, 726 p.

Dehoux, J-P. (1993) *Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au nord-est du Bénin*. Mémoire MSc, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen, Belgique, 98 p.

Dehoux, J-P. et G. Hounsou-Vè (1993) Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au nord-est du Bénin. *Revue mond. Zootech.*, 74/ 75 : 36-48.

Delgado, C., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Simeon, E., and C. Courbois (1999) *Livestock to 2020. The next food revolution*. Food, Agriculture and Environment Discussion Paper 28. (FAO, IFPRI, ILRI), 73p.

Doko, A., B. Guedegbe, R. Baelmans, F. Demey, A.N'diaye, V. S. Pandey and A. Verhulst (1991) Trypanosome dans les différentes races du Bénin. *Veterinary Parasitology*, 40 : 1-7.

Doko, A., A. Verhulst, V. S. Pandey and P. Van der Stuyft (1996) Trypanosome expérimentale à *Trypanosoma Brucei Brucei* chez les bovins Borgou et lagunaire au Bénin. *Veterinary Parasitology* (sous presse).

Domingo, A. M. (1976) *Contribution à l'étude de la population bovine des états du Golfe du Bénin*. ACCT, 143 p.

Ehrlich, W. K., R. T. Cowan and A. Reid (1993) Use of whole cottonseed as a dietary supplement for grazing dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 33: 283-286.

FAO (1994) *Proposition d'une stratégie et d'un plan d'action pour le sous-secteur de l'élevage*. Tbc/Ben/2353 (A). Rome, Italie, Fao, 197 p.

FAO (1996) *Forestry and food security*.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/t0178e/t0178e05.htm

FAO (2003 a) *FAO Production Yearbook 2002. Vol. 56*. Rome, FAO, 261p.

FAO(2003 b) FAO Database.

<http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=862&Items=2738&Elements=645&Years=2003&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=&Domain=FS&ItemTypes=FS.NonPrimaryLivestockAndProducts&language=FR>

FAO (2003 c) *FAO Food Balance Sheets 1999-2001*. Rome, FAO, 607p.

FAO (2004) *FAO Bulletin of Statistics 2003. Vol.4.N°2*, Rome, FAO, 166p.

FAO-PNUD (1989) *Projet promotion de l'élevage de bétail trypanotolérant en Afrique centrale et occidentale* (RAF/88/100). Zimbabwe, Harare, fao-Pnud, 211p.

Faye, B et V. Alary (2001) Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. *INRA Prod. Anim.*, 14, 3-13.

Felius, M. (1985) *Genus Bos: Cattle breeds of the world*. M. S.D. AGVET, New York.

Felker, P. and R.S. Bandurski (1979) Uses and potential uses of leguminous trees for minimal energy input agriculture. *Economic Botany* 33(2): 172-184.

FNPL, FNCL, FNIL, ITEB (1979) *Lait : « objectif qualité »*. Paris, 14 fiches.

ILCA (1979) *Trypanotolerant livestock in West and Central Apical Vol. 2: Country studies*. International Livestock Centre for Africa (ILCA) Mono. No 2. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA. 303 p.

Jones, R.J. (1979) The Value of *Leucaena leucocephala* as a Feed for Ruminants in the Tropics. *World Animal Review* 31: 13-23.

Kané, M. (1996) *Supplémentation de la paille de riz avec le tourteau de coton dans l'alimentation des vaches laitières*. Relation entre l'ingestion cumulée de matière organique digestible et la production animale (lait, viande). Thèse de Doctorat, ISFRA-Bamako, 94 p + 45 p annexes.

Kelly, B. A., J. Bouvet and N. Picard (2004) Size class distribution and spatial pattern of *Vitellaria paradoxa* in relation to farmers' practices in Mali. *Agroforestry Systems* 60: 3-11.

Koutinhouin, B., A. K. I. Youssao, A. E. Houéhou et P. M. Agbadje (2003) Prévalence de la brucellose bovine dans les élevages traditionnels encadrés par le projet pour le Développement de l'Élevage (PDE) au Bénin. *Revue Méd. Vét.*, 154 (4) : 271-276.

Lazic, S. (1978) *Comparison of production of trypanotolerant cattle types: Lagune and Borgou cattle in Benin*. Report by the International Livestock Centre for Africa to the UNDP/FAO Project BEN/77/002. Nairobi, Kenya.

Lovett, P.N. and N. Haq (2000) Evidence for antropic selection of the Sheanut tree (*Vitellaria paradoxa*). *Agroforestry Systems* 48 (3): 273-288.

Luquet, M. F. et Y. Bonjean-Linizowski (1985) *Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre. Les laits : de la mamelle à la laiterie*. Paris, Lavoisier, coll. Technique et documentation, 398 p.

Matthewman, R. W. (1996) *La production laitière*. Paris, Maisonneuve et Larose, coll. Le Technicien d'agriculture tropicale, 36, 224 p.

Metzger, R., J-M. Centres, L. Thomas et J-C. Lambert (1995) *L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers*. <http://www.fao.org/docrep/V4870.htm>.

Meyer, C. et J-P. Denis (1999) *Elevage de la vache laitière en zone tropicale*. CIRAD, 314p.

Moazami-Koudarzi, K., D. M. A. Belemsaga, G. Ceriotti, D. Laloë, F. Fagbohoun, N'T. Kouagou, I. Sidibé, V. Codjia, M. C. Crimella, F. Grosclaude et S. M. Touré (2001) Caractérisation de la race bovine Somba à l'aide de marqueurs moléculaires. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 54 (2) : 129-138.

O'Mahony, F. (1988) *Rural dairy technology: Experiences in Ethiopia*. ILCA Manual n°4, Addis Abeba, 64 p.

Ogodja, J.O. (1988) *Estimation de la production laitière et de la croissance des veaux de la race bovine Borgou au Bénin*. Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA-UNB, 152 p.

Ogodja, J.O et G. Hounsou-Ve (1992) Effet de la complémentation en graine de coton sur la production laitière et la croissance des veaux des vaches allaitantes de race Borgou au Bénin. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.*, 41: 51-56.

Paterson, R.T., E. Kiruiro and H.K. Arimi (1999) Calliandria calothyru as a supplement for milk production in the Kenya Highlands. *Tropical Animal Health and Production*, 31, 115-126.

- Pons, R. (1988) *L'élevage dans les pays sabéliens. Burkina Faso, Niger, Mali*. Club du Sahel, Paris.
- Preston, T. R. (1988) *Développement des systèmes de production laitière sous les tropiques*. CTA, Wageningen, 71 p.
- Rasambainarivo, J. H. (1992) Effet de la complémentation alimentaire sur la production laitière et la croissance des bovines à Madagascar. In Stares, J. E. S., A. N. Said and J. A. Kategile (eds) *The complementarity of feed resources for animal production in Africa*. African Feed Research Network. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 430 p.
- Rasambainarivo, J. H., H. Razafindraibe, M. Rabehanitriniony, R. Rasoloarison, E. Rafalimanantsoa, M. R. R. Barsona (2001) *Responses to dry season supplementation by dairy cows on the highland zones of Madagascar*. FOFIFA-DRZV, Antananarivo, Madagascar.
www.iaea.org/programmes/nafa/d3/public/reports-3.pdf
- Rivière, R. (1991) *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*. Collection Manuels et Précis d'élevage. IEMVT, Ministère de la Coopération, 593 p.
- SAS (1989) User's guide (version 6, 4 th Ed.) SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Sauvant, D., Loussouarn, J. et E. Verrier (1994) *Le coton et ses co-produits en alimentation animale*. In [http : //www.inrapg.inra.fr/dsa/iobdaa/tcoton.htm](http://www.inrapg.inra.fr/dsa/iobdaa/tcoton.htm)
- Shayo, C. M, B. Ogle and P. Udén (1997) Comparison of water melon (*Citrullus vulgaris*)- seed meal, *Acacia tortilis* pods and sunflower seed cake supplements in Central Tanzania. Effet on hay intake and milk yield and composition of Mpwapwa cows. *Tropical Grasslands*, 31, 130-134.
- Sintondji, B. (1986) *De l'évolution du bovin africain sur pâturages naturels en milieu fermier. Cas des types lagunaires et Borgou au ranch de Samiondji au Bénin*. Direction de l'élevage, Cotonou.
- Skerman, P.J. (1977) Leguminous Browse: Tropical Forage Legumes. *FAO Plant Production and Protection Series* No.2, Rome, pp 431-525.
- Soltner, D. (1993) *La reproduction des animaux d'élevage*. 2^{ème} édition, coll. Science et Techniques agricoles, 232 p.

- Striffling, B., P. Canard & P. Paseri (1975) *Enseignements tirés d'observations faites sur bovine mis à l'embouche dans le centre de la République populaire du Bénin*. Projet FAO/PNUD pour le développement de la culture attelée et de la production animale, Cotonou, 44 p.
- Stockdale, C. R. (1995) Maize silage as a supplement for pasture-fed dairy cows in early and late lactation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35, 19-26.
- Tacher G. et L. Letenneur (2000) Le secteur des productions animales en Afrique sub-saharienne des indépendances à 2020. II. Approche des échanges par zones sous-régionales. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 53, 27-36.
- Wanapat, M., K. Sommart and K. Saardrak (1996) Cottonseed meal supplementation of dairy cattle fed rice straw. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 8, Number 3, 3 p.
- Youssao, A. K. I, A. Ahissou, Z. Touré et P.L. Leroy (2000 a) Productivité de la race bovine Borgou à la ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 53 (1) : 67-74.
- Youssao, A. K. I, A. Ahissou, C. Michaux, F. Farnir, Z. Touré, N. D. Idrissou, et P.L. Leroy (2000 b) Facteurs non génétiques influençant le poids et la croissance de veaux de race Borgou à la ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 53 (3) : 285-292.
- Youssao, A.K.I, A. Ahissou, N. D. Idrissou, C. Michaux, Z. Touré et P.L. Leroy (2001) Viabilité des bovins de race Borgou à la ferme Elevage de l'Okpara au Bénin. *Tropicultura*, 19 (2) : 65-69.
- Youssao, A.K.I. & M.N. Assogba (2002) Prévalence de la fasciolose bovine dans la vallée du fleuve Niger au Bénin. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 55 (2) : 105-108.

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse chimique des suppléments et du lait

La matière sèche (MS), les cendres totales (CT), les matières azotées totales (MAT), la cellulose brute (CB) sont déterminés selon les méthodes officielles approuvées par l'AOAC (1996).

Suppléments : Tourteau de coton et feuilles de Vitellaria paradoxa

❖ Détermination de la matière sèche analytique (Msa)

La teneur en Msa des échantillons est déterminée par séchage à l'étuve à 105°C durant 24 heures d'une prise d'essai de 3 g d'échantillon pesé avec précision dans un creuset en porcelaine préalablement taré.

Elle est calculée par la formule suivante :

$$\text{Msa (\%)} = (\text{PS} - \text{T}) \times 100 / (\text{PF} - \text{T}) \text{ où}$$

PS = Poids du creuset après séchage (g)

PF = Poids du creuset avant séchage (g)

T = Poids du creuset vide (g)

❖ Détermination des cendres totales (CT)

La matière sèche se divise en une phase organique et en une phase inorganique (matières minérales). La teneur en cendres totales (CT) est déterminée après calcination dans un four électrique à 550°C, pendant 7 heures, des creusets et contenu issus de la matière sèche analytique. A la fin, l'ensemble est refroidi dans un dessiccateur et pesé sur une balance analytique.

Les cendres totales sont calculées comme suit :

$$\text{CT (\%)} = (\text{PC} - \text{T}) \times 100 / (\text{PS} - \text{T}) \text{ où}$$

PC = Poids du creuset après calcination (g)

PS = Poids du creuset après séchage (g)

T = Poids du creuset vide (g)

La teneur en matières organiques (MO) est égale à : $\text{MO (\%)} = 100 - \text{CT (\%)}$

❖ *Détermination des matières azotées totales (MAT) ou protéines brutes*

La teneur en MAT de l'échantillon est calculée à partir de la teneur en azote dosée par la méthode de Kjeldahl en prenant pour hypothèse que les matières azotées totales sont exclusivement composées de protéines contenant 16 % d'azote.

Une prise d'essai de 1,0 g de l'échantillon est minéralisé par de l'acide sulfurique concentré (12,5 ml) en présence d'un catalyseur. Elle est réalisée à l'aide d'un digesteur mémorisé à 420°C fonctionnant pendant 1 heure. Au cours de cette opération, l'azote est transformé quantitativement en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Après la minéralisation, on passe à la distillation et au titrage de l'excès d'acide au moyen d'une solution de soude à 0,1N.

La teneur en azote et en protéines brutes est calculée par les formules suivantes :

$$N (\% \text{ MS}) = 14[(c_1 - c_2) \times 0,1 \times 0,1] / (\text{PE} \times \% \text{ Msa}) \times 100$$

$$\text{MAT} (\% \text{ MS}) = N (\% \text{ MS}) \times 6,25 \text{ où}$$

N = Azote total en % MS

MAT = Matières azotées totales en % MS

14 = Masse atomique de l'azote

0,1 = Titre de NaOH et HCl

c_1 = Volume de NaOH ayant servi à titrer l'excès d'acide sulfurique pour le dosage blanc qui suit le même procédé initialement décrit sauf s'il qu'il n'y a pas de prise d'essai (ml)

c_2 = Volume de NaOH qui a titré l'excès d'acide sulfurique au niveau de l'échantillon

PE = Prise d'essai

Msa = Matière sèche analytique

❖ *Détermination de la cellulose brute*

Une prise d'échantillon de 1,0 g de matière finement moulue est introduite dans un vase de Berlin pouvant s'adapter à un réfrigérant à reflux. On y ajoute 100 ml d' H_2SO_4 0,255 N et quelques gouttes d'octanol (anti-mousse). On porte ensuite à ébullition sous réfrigérant pendant 30 minutes. Après filtration sous vide à l'aide d'un bâtonnet filtrant de porosité P2 ou tulipe, le

résidu est lavé par 5 portions de 100 ml d'eau chaude. Le Berlin contenant la tulipe est envoyé à ébullition pendant 30 minutes après y avoir ajouté 100 ml de KOH 0,23 N.

Après lavage et filtration du résidu à l'eau chaude, celui-ci est séché dans une étuve à 105 °C jusqu'à poids constant. Laisser refroidir au dessiccateur et peser rapidement. Introduire le creuset dans un four à moufle et laisser calciner durant 3 heures à 550 °C. Laisser refroidir au dessiccateur et peser rapidement.

La teneur en cellulose brute s'obtient par la formule suivante :

$$CB (\% MS) = (PS - PC) \times 100 / PE \times \% Msa$$

Avec

PE : prise d'essai

PS : Poids sec du creuset après séchage à 105 °C

PC : Poids du creuset après calcination

Msa : Matière sèche analytique

Analyses chimiques du lait

❖ Détermination de la matière sèche

Dans une capsule séchée et tarée à 0,1 mg près, introduire à la pipette 5 ml de lait ou peser à 1 mg près 5 g de lait. Dans ce dernier cas, utiliser de préférence une capsule avec couvercle.

Placer la capsule, découverte, pendant 30 minutes sur le bain marie bouillant, puis l'introduire dans l'étuve réglée à 103 °C ± 2°C et l'y laisser 3 heures. Mettre ensuite la capsule dans un appareil de refroidissement et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Peser à 0,1 mg près. Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

La matière sèche du lait, exprimée en pour cent en masse, est égale à :

$$(M_1 - M_0) / (M_2 - M_0) \times 100 \text{ où}$$

M₀ est la masse, en grammes, de la capsule vide,

M₁ est la masse, en grammes, de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement,

M₂ est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai

❖ Détermination des cendres du lait

On incinère au four à 550 °C pendant trois heures, la matière sèche obtenue précédemment.

Après refroidissement au dessiccateur, on pèse à nouveau le produit (M_3).

Les cendres du lait en pour cent sont obtenues de la manière suivante :

$$\text{Cendres (\%)} = (M_3 - M_0) / (M_2 - M_0)$$

Où : M_0 est la masse, en grammes, de la capsule vide,

M_2 est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai

❖ *Détermination des protéines*

La teneur en protéines de l'échantillon est calculée à partir de la teneur en azote dosée par la méthode de Kjeldahl

Une prise d'essai de 5 ml de lait est minéralisé par de l'acide sulfurique concentré (20 ml) en présence d'un catalyseur. Elle est réalisée à l'aide d'un digesteur mémorisé à 420°C fonctionnant pendant 1 heure. Au cours de cette opération, l'azote est transformé quantitativement en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Après la minéralisation, on passe à la distillation et au titrage de l'excès d'acide au moyen d'une solution de soude à 0,1N.

La teneur en azote et en protéines brutes est calculée par les formules suivantes :

$$\text{N (\% MS)} = 1,4007 [(c_1 - c_2) \times 0,1] / (\text{PE} \times \% \text{Msa}) \times 100$$

$$\text{MAT (\% MS)} = \text{N (\% MS)} \times 6,38 \text{ où}$$

N = Azote total en % MS

MAT = Matières azotées totales en % MS

14 = Masse atomique de l'azote

0,1 = Titre de NaOH et HCl

c_1 = Volume de NaOH ayant servi à titrer l'excès d'acide sulfurique pour le dosage blanc qui suit le même procédé initialement décrit sauf s'il n'y a pas de prise d'essai (ml)

c_2 = Volume de NaOH qui a titré l'excès d'acide sulfurique au niveau de l'échantillon

PE = Prise d'essai

Msa = Matière sèche analytique

❖ *Détermination de la matière grasse du lait*

La méthode utilisée est la méthode de Gerber. 10 ml d'acide sulfurique concentré (acide sulfurique de Gerber), 11 ml de lait et 1 ml d'alcool amylique sont successivement mis dans un butyromètre. Les butyromètres sont ensuite fermés à l'aide de bouchons et leur contenu est vigoureusement agité pendant 30 secondes pour permettre l'attaque acide. Ensuite le butyromètre est retourné lentement et l'ampoule terminale est vidée à chaque fois. Pendant toutes ces opérations, la température du mélange est portée à 80 °C ; il faut donc prendre les précautions nécessaires pour ne pas interrompre les retournements. A la fin du processus de l'agitation et du retournement, toutes les protéines se sont dissoutes. Puisque du mélange entre lait et l'acide sulfurique il résulte une considérable augmentation de la température, les butyromètres sont mis dans un bain marie à 65 °C pendant 5 minutes.

Après ils sont placés dans une centrifugeuse pendant 3 minutes à une vitesse de 1100 tours par minute. La matière grasse du lait est séparé de la solution d'acide et se retrouve dans la partie graduée du butyromètre.

Puis que la température dans les butyromètres augmente lors de la centrifugation et qu'ils sont calibrés pour être lus à 65 °C, ils sont remis pour une seconde fois dans le bain marie pendant 5 minutes. Après, le volume de gras peut être lu au niveau de la partie graduée.

Annexe 2 : Analyse statistique de la quantité de lait produite par les vaches

The CORR Procedure

5 Variables: Lait GMQVA GMQ1VE GMQ2VE GMQ3VE

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Lait	15	1271	553.44157	19068	258.21000	2330
GMQVA	15	109.51333	122.00879	1643	-125.00000	267.80000
GMQ1VE	14	223.65000	49.51174	3131	139.20000	295.10000
GMQ2VE	14	195.87286	41.71356	2742	121.60000	253.47000
GMQ3VE	14	84.16429	48.74416	1178	17.80000	

----- Lot=1 -----

The CORR Procedure

5 Variables: Lait GMQVA GMQ1VE GMQ2VE GMQ3VE

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Lait	5	946.57000	537.08119	4733	258.21000	1682
GMQVA	5	50.00000	117.34196	250.00000	-71.40000	232.10000
GMQ1VE	5	186.06000	50.20043	930.30000	139.20000	248.90000
GMQ2VE	5	161.10000	37.72194	805.50000	121.60000	205.50000
GMQ3VE	5	53.54000	52.05841	267.70000	17.80000	142.80000

----- Lot=2 -----

The CORR Procedure

5 Variables: Lait GMQVA GMQ1VE GMQ2VE GMQ3VE

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Lait	5	1690	587.68576	8450	920.36000	2330
GMQVA	5	85.70000	145.27113	428.50000	-125.00000	267.80000
GMQ1VE	5	231.98000	36.41761	1160	199.60000	287.50000
GMQ2VE	5	212.06400	26.44065	1060	186.60000	253.47000
GMQ3VE	5	124.98000	21.88212	624.90000	107.10000	160.70000

----- Lot=3 -----

The CORR Procedure

5 Variables: Lait GMQVA GMQ1VE GMQ2VE GMQ3VE

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Lait	5	1177	275.76305	5884	890.36000	1620
GMQVA	5	192.84000	58.42404	964.20000	107.10000	250.00000
GMQ1VE	4	260.22500	35.21433	1041	229.50000	295.10000

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

GMQ2VE	4	219.10000	39.23238	876.40000	175.70000	252.80000
GMQ3VE	4	71.42500	38.57585	285.70000	35.70000	125.00000

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN	
	S1 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	981.42000	165.59068	<.0001	1
2	1104.30000	165.59068	<.0001	2
3	1112.86000	165.59068	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S1

i/j	1	2	3
1		0.6093	0.5849
2	0.6093		0.9714
3	0.5849	0.9714	

Lot	Standard		LSMEAN	
	S2 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	1014.28000	174.32146	<.0001	1
2	1407.16000	174.32146	<.0001	2
3	1162.84000	174.32146	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S2

i/j	1	2	3
1		0.1370	0.5580
2	0.1370		0.3412
3	0.5580	0.3412	

Lot	Standard		LSMEAN	
	S3 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	954.30000	161.37506	<.0001	1
2	1533.56000	161.37506	<.0001	2
3	1212.14000	161.37506	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S3

i/j	1	2	3
1		0.0260	0.2806
2	0.0260		0.1844
3	0.2806	0.1844	

The SAS System 00:15 Monday, March 1, 1999 103

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN	
	S4 LSMEAN	Error	Pr > t	Number

1	1000.72000	226.76051	0.0008	1
2	1905.72000	226.76051	<.0001	2
3	1327.16000	226.76051	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S4

i/j	1	2	3
1		0.0154	0.3288
2	0.0154		0.0964
3	0.3288	0.0964	

Lot	Standard		LSMEAN	
	S5 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	986.44000	261.26883	0.0026	1
2	2042.86000	261.26883	<.0001	2
3	1327.86000	261.26883	0.0003	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S5

i/j	1	2	3
1		0.0144	0.3737
2	0.0144		0.0769
3	0.3737	0.0769	

Lot	Standard		LSMEAN	
	S6 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	1013.60000	242.73024	0.0013	1
2	1996.42000	242.73024	<.0001	2
3	1374.28000	242.73024	0.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S6

i/j	1	2	3
1		0.0143	0.3141
2	0.0143		0.0950
3	0.3141	0.0950	

The SAS System 00:15 Monday, March 1, 1999 104

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN	
	S7 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	897.86000	249.44658	0.0036	1
2	1821.42000	249.44658	<.0001	2
3	1216.42000	249.44658	0.0004	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S7

i/j	1	2	3
1		0.0225	0.3843

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

2 0.0225 0.1120
3 0.3843 0.1120

Lot	Standard		LSMEAN	
	S8 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	934.30000	289.65595	0.0073	1
2	1802.84000	289.65595	<.0001	2
3	1144.30000	289.65595	0.0019	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S8

i/j	1	2	3
1		0.0555	0.6175
2	0.0555		0.1339
3	0.6175	0.1339	

Lot	Standard		LSMEAN	
	S9 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	872.16000	290.54231	0.0110	1
2	1736.42000	290.54231	<.0001	2
3	1020.02000	290.54231	0.0043	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S9

i/j	1	2	3
1		0.0572	0.7252
2	0.0572		0.1068
3	0.7252	0.1068	

The SAS System 00:15 Monday, March 1, 1999 105

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN	
	S10 LSMEAN	Error	Pr > t	Number
1	810.70000	313.47507	0.0238	1
2	1549.98000	313.47507	0.0003	2
3	871.06000	313.47507	0.0167	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: S10

i/j	1	2	3
1		0.1213	0.8940
2	0.1213		0.1516
3	0.8940	0.1516	

The SAS System
The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
P0VA	15	223.9333333	29.0872251	178.0000000	270.0000000
P1VA	15	230.0666667	29.5162586	183.0000000	283.0000000
GMQVA	15	109.5133333	122.0087928	-125.0000000	267.8000000
POVE	15	17.5000000	0.7071068	16.5000000	18.5000000

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

```

P1VE 15 67.6000000 11.3376742 50.0000000 85.0000000
P2VE 15 72.2666667 12.0502914 52.0000000 90.0000000
GMQ1VE 14 223.6500000 49.5117352 139.2000000 295.1000000
GMQ2VE 14 195.8728571 41.7135627 121.6000000 253.4700000
GMQ3VE 14 84.1642857 48.7441611 17.8000000 160.7000000
ffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffffff
The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 4

```

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Lot	3	1 2 3

Number of observations 15

Dependent Variables With Equivalent Missing Value Patterns

Pattern	Obs	Dependent Variables
1	15	P0VA P1VA GMQVA P0VE P1VE P2VE
2	14	GMQ1VE GMQ2VE GMQ3VE

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 5

The GLM Procedure

Dependent Variable: P0VA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1461.73333	730.86667	0.84	0.4537
Error	12	10383.20000	865.26667		
Corrected Total	14	11844.93333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P0VA Mean
0.123406	13.13579	29.41542	223.9333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	1461.733333	730.866667	0.84	0.4537

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 6

The GLM Procedure

Dependent Variable: P1VA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1245.73333	622.86667	0.68	0.5239
Error	12	10951.20000	912.60000		
Corrected Total	14	12196.93333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P1VA Mean
0.102135	13.13066	30.20927	230.0667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

Lot 2 1245.733333 622.866667 0.68 0.5239
The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 7

The GLM Procedure

Dependent Variable: GMQVA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	55261.2253	27630.6127	2.17	0.1575
Error	12	153144.8120	12762.0677		
Corrected Total	14	208406.0373			

R-Square Coeff Var Root MSE GMQVA Mean
0.265161 103.1558 112.9693 109.5133

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	55261.22533	27630.61267	2.17	0.1575

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 8

The GLM Procedure

Dependent Variable: P0VE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.90000000	0.95000000	2.24	0.1496
Error	12	5.10000000	0.42500000		
Corrected Total	14	7.00000000			

R-Square Coeff Var Root MSE P0VE Mean
0.271429 3.725259 0.651920 17.50000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	1.90000000	0.95000000	2.24	0.1496

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 9

The GLM Procedure

Dependent Variable: P1VE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	290.800000	145.400000	1.16	0.3473
Error	12	1508.800000	125.733333		
Corrected Total	14	1799.600000			

R-Square Coeff Var Root MSE P1VE Mean
0.161591 16.58741 11.21309 67.60000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	290.800000	145.400000	1.16	0.3473

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 10

The GLM Procedure

Dependent Variable: P2VE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	504.133333	252.066667	1.98	0.1809
Error	12	1528.800000	127.400000		
Corrected Total	14	2032.933333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P2VE Mean
0.247983	15.61877	11.28716	72.26667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	504.133333	252.066667	1.98	0.1809

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 11

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN		Number
	P0VA	LSMEAN	Error	Pr > t	
1	218.400000	13.154974	<.0001		1
2	237.800000	13.154974	<.0001		2
3	215.600000	13.154974	<.0001		3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: P0VA

i/j	1	2	3
1		0.3176	0.8829
2	0.3176		0.2558
3	0.8829	0.2558	

Lot	Standard		LSMEAN		Number
	P1VA	LSMEAN	Error	Pr > t	
1	221.200000	13.509996	<.0001		1
2	242.600000	13.509996	<.0001		2
3	226.400000	13.509996	<.0001		3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: P1VA

i/j	1	2	3
1		0.2846	0.7901
2	0.2846		0.4131
3	0.7901	0.4131	

Lot	Standard		LSMEAN		Number
	GMQVA	LSMEAN	Error	Pr > t	
1	50.000000	50.521417	0.3419		1
2	85.700000	50.521417	0.1156		2
3	192.840000	50.521417	0.0025		3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: GMQVA

i/j	1	2	3
1		0.6263	0.0687
2	0.6263		0.1596
3	0.0687	0.1596	

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 12

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN		Number
	P0VE	LSMEAN	Error	Pr > t	
1	17.7000000	0.2915476	<.0001	1	
2	17.0000000	0.2915476	<.0001	2	
3	17.8000000	0.2915476	<.0001	3	

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: P0VE

i/j	1	2	3
1		0.1153	0.8125
2	0.1153		0.0762
3	0.8125	0.0762	

Lot	Standard		LSMEAN		Number
	P1VE	LSMEAN	Error	Pr > t	
1	61.4000000	5.0146452	<.0001	1	
2	71.2000000	5.0146452	<.0001	2	
3	70.2000000	5.0146452	<.0001	3	

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: P1VE

i/j	1	2	3
1		0.1922	0.2384
2	0.1922		0.8902
3	0.2384	0.8902	

Lot	Standard		LSMEAN		Number
	P2VE	LSMEAN	Error	Pr > t	
1	64.4000000	5.0477718	<.0001	1	
2	78.2000000	5.0477718	<.0001	2	
3	74.2000000	5.0477718	<.0001	3	

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: P2VE

i/j	1	2	3
1		0.0772	0.1949
2	0.0772		0.5856
3	0.1949	0.5856	

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 13

The GLM Procedure
Least Squares Means

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 14

The GLM Procedure

Dependent Variable: GMQ1VE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	12762.90750	6381.45375	3.67	0.0600
Error	11	19105.44750	1736.85886		
Corrected Total	13	31868.35500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	GMQ1VE Mean
0.400488	18.63431	41.67564	223.6500

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	12762.90750	6381.45375	3.67	0.0600

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 15

The GLM Procedure

Dependent Variable: GMQ2VE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	9514.52417	4757.26208	3.99	0.0497
Error	11	13105.75292	1191.43208		
Corrected Total	13	22620.27709			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	GMQ2VE Mean
0.420619	17.62221	34.51713	195.8729

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	9514.524166	4757.262083	3.99	0.0497

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 16

The GLM Procedure

Dependent Variable: GMQ3VE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	13668.00464	6834.00232	4.37	0.0402
Error	11	17219.90750	1565.44614		
Corrected Total	13	30887.91214			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	GMQ3VE Mean
0.442503	47.01011	39.56572	84.16429

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	13668.00464	6834.00232	4.37	0.0402

The SAS System 01:28 Monday, March 1, 1999 17

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	GMQ1VE LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
1	186.060000	18.637912	<.0001	1
2	231.980000	18.637912	<.0001	2
3	260.225000	20.837819	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: GMQ1VE

i/j	1	2	3
1		0.1093	0.0225
2	0.1093		0.3341
3	0.0225	0.3341	

Lot	GMQ2VE LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
1	161.100000	15.436529	<.0001	1
2	212.064000	15.436529	<.0001	2
3	219.100000	17.258564	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: GMQ2VE

i/j	1	2	3
1		0.0396	0.0293
2	0.0396		0.7669
3	0.0293	0.7669	

Lot	GMQ3VE LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
1	53.540000	17.694328	0.0115	1
2	124.980000	17.694328	<.0001	2
3	71.425000	19.782860	0.0041	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: GMQ3VE

i/j	1	2	3
1		0.0157	0.5143
2	0.0157		0.0687
3	0.5143	0.0687	

Annexe 3: Analyse statistique de la composition chimique du lait

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
MS	30	15.1236667	2.3188456	10.7900000	20.0200000
Cend_MB	30	0.3460000	0.1967074	0.0600000	0.7600000
Cend_MS	30	2.3566667	1.4443095	0.4000000	6.5900000
Gras_R	30	5.9203333	0.9905397	3.5000000	6.9400000
Gras_MS	30	40.2060000	10.3901325	26.1600000	64.2900000
Prot	30	4.1333333	0.5539907	3.0500000	5.2800000
Prot_MS	30	27.8276667	4.9638484	18.1000000	38.2100000

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 2

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Lot	3	Lot1 Lot2 Lot3

Number of observations 30
The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 3

The GLM Procedure

Dependent Variable: MS

Source	Sum of		Mean Square	F Value	Pr > F
	DF	Squares			
Model	2	32.5416867	16.2708433	3.56	0.0424
Error	27	123.3926100	4.5700967		
Corrected Total	29	155.9342967			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MS Mean
0.208688	14.13532	2.137778	15.12367

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	32.5416867	16.2708433	3.56	0.0424

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 4

The GLM Procedure

Dependent Variable: Cend_MB

Source	Sum of		Mean Square	F Value	Pr > F
	DF	Squares			
Model	2	0.62624000	0.31312000	17.05	<.0001
Error	27	0.49588000	0.01836593		
Corrected Total	29	1.12212000			

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

R-Square Coeff Var Root MSE Cend_MB Mean
 0.558086 39.16790 0.135521 0.346000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	0.62624000	0.31312000	17.05	<.0001

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 5
 The GLM Procedure

Dependent Variable: Cend_MS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	33.92164667	16.96082333	17.23	<.0001
Error	27	26.57322000	0.98419333		
Corrected Total	29	60.49486667			

R-Square Coeff Var Root MSE Cend_MS Mean
 0.560736 42.09612 0.992065 2.356667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	33.92164667	16.96082333	17.23	<.0001

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 6
 The GLM Procedure

Dependent Variable: Gras_R

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.79400667	0.89700333	0.91	0.4151
Error	27	26.65989000	0.98740333		
Corrected Total	29	28.45389667			

R-Square Coeff Var Root MSE Gras_R Mean
 0.063050 16.78422 0.993682 5.920333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	1.79400667	0.89700333	0.91	0.4151

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 7
 The GLM Procedure

Dependent Variable: Gras_MS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	90.447620	45.223810	0.40	0.6732
Error	27	3040.243100	112.601596		
Corrected Total	29	3130.690720			

R-Square Coeff Var Root MSE Gras_MS Mean
 0.028891 26.39255 10.61139 40.20600

Aspects zootechniques et économiques de l'utilisation de feuilles de Vitellaria paradoxa et de tourteau de coton en supplémentation sur la production laitière de la vache Borgou en saison hivernale

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	90.44762000	45.22381000	0.40	0.6732

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 8

The GLM Procedure

Dependent Variable: Prot

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.16964667	0.58482333	2.04	0.1493
Error	27	7.73062000	0.28631926		
Corrected Total	29	8.90026667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Prot Mean
0.131417	12.94568	0.535088	4.133333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	1.16964667	0.58482333	2.04	0.1493

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 9

The GLM Procedure

Dependent Variable: Prot_MS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	106.6019467	53.3009733	2.37	0.1129
Error	27	607.9519900	22.5167404		
Corrected Total	29	714.5539367			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Prot_MS Mean
0.149187	17.05203	4.745181	27.82767

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Lot	2	106.6019467	53.3009733	2.37	0.1129

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 10

The GLM Procedure

Least Squares Means

Lot	Standard		LSMEAN	
	MS	Error	Pr > t	Number
Lot1	14.4230000	0.6760249	<.0001	1
Lot2	14.3520000	0.6760249	<.0001	2
Lot3	16.5960000	0.6760249	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: MS

i/j	1	2	3
1		0.9413	0.0312
2	0.9413		0.0265
3	0.0312	0.0265	

Lot	Cend_MB LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
Lot1	0.23400000	0.04285548	<.0001	1
Lot2	0.55000000	0.04285548	<.0001	2
Lot3	0.25400000	0.04285548	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Cend_MB

i/j	1	2	3
1		<.0001	0.7439
2	<.0001		<.0001
3	0.7439	<.0001	

Lot	Cend_MS LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
Lot1	1.69500000	0.31371856	<.0001	1
Lot2	3.85700000	0.31371856	<.0001	2
Lot3	1.51800000	0.31371856	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Cend_MS

i/j	1	2	3
1		<.0001	0.6931
2	<.0001		<.0001
3	0.6931	<.0001	

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 11

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Gras_R LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
Lot1	5.92000000	0.31422975	<.0001	1
Lot2	5.62100000	0.31422975	<.0001	2
Lot3	6.22000000	0.31422975	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Gras_R

i/j	1	2	3
1		0.5068	0.5054
2	0.5068		0.1889
3	0.5054	0.1889	

Lot	Gras_MS LSMEAN	Standard Error	LSMEAN Pr > t	Number
Lot1	41.9710000	3.3556161	<.0001	1
Lot2	40.8020000	3.3556161	<.0001	2
Lot3	37.8450000	3.3556161	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Gras_MS

i/j	1	2	3
1		0.8073	0.3923
2	0.8073		0.5384
3	0.3923	0.5384	

Lot	Standard		LSMEAN	
	Prot	LSMEAN	Error	Pr > t
Lot1	3.85500000	0.16920971	<.0001	1
Lot2	4.29200000	0.16920971	<.0001	2
Lot3	4.25300000	0.16920971	<.0001	3

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Prot

i/j	1	2	3
1		0.0789	0.1078
2	0.0789		0.8718
3	0.1078	0.8718	

The SAS System 09:27 Thursday, March 1, 2001 12

The GLM Procedure
Least Squares Means

Lot	Prot_MS		Standard		LSMEAN	
	LSMEAN	Error	Pr > t	Number		
Lot1	27.4310000	1.5005579	<.0001	1		
Lot2	30.3090000	1.5005579	<.0001	2		
Lot3	25.7430000	1.5005579	<.0001	3		

Least Squares Means for effect Lot
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Prot_MS

i/j	1	2	3
1		0.1863	0.4333
2	0.1863		0.0405
3	0.4333	0.0405	