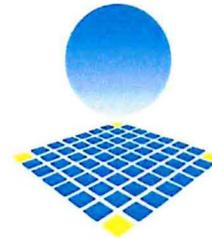


DK 536310

BA-TH 1373



Cirad-Département Emtv  
Campus de Baillarguet  
TA 30/B  
34 398 MONTPELLIER Cedex 5



UNIVERSITÉ MONTPELLIER II  
Université Montpellier II  
UFR Sciences  
Place Eugène Bataillon  
34 095 MONTPELLIER Cedex 5

**MASTER 2EME ANNEE**  
**BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES**  
**ET ENVIRONNEMENT SPECIALITE**  
**PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

**RAPPORT DE STAGE**

**MESURE DE LA CONSOMMATION DE BLOCS DE MELASSE**  
**ENERGETIQUES ET PROTEIQUES CHEZ LES BREBIS EN SAISON DES**  
**PLUIES DANS L'ETAT TROPICAL DU YUCATAN, MEXIQUE**

Présenté par  
Anne BRINCAT

Réalisé sous la direction de : Docteur Felipe, Juan de Jésus TORRES ACOSTA  
Organisme et pays : UADY, Faculté de Médecine Vétérinaire et de Zootechnie de Mérida  
Période du stage : Avril à Septembre 2006  
Date de soutenance :

Année universitaire 2005-2006

**CIRAD-Dist**  
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE  
Baillarguet



\*000081894\*

## **REMERCIEMENTS**

A ma famille, pour son amour et son soutien.

Au Docteur Felipe Torres Acosta et au Docteur Armando Aguillar Caballero pour m'avoir donné l'opportunité de travailler avec eux ainsi que pour leur enseignement et la confiance accordée durant toute la réalisation de ce travail.

A la MVZ Lorena Canul Ku, responsable de la ferme des petits ruminants de la FMVZ, pour son amitié et son enseignement.

Au Docteur Hervé Hoste et au Docteur Armin Ayala Burgos, pour leurs conseils et leur aide.

Au personnel enseignant du CIRAD-Emvt, pour m'avoir guidée et appuyée durant ce projet.

A mes compagnons de la ferme des petits ruminants de la FMVZ, pour leur amitié et leur aide tout au long de mon expérience.

A mes amis, Marina, Séverine, Mina, Cintli, Doña Ligia et Vladimir.

A Andrés, pour tout l'amour, la confiance et le soutien qu'il n'a jamais cessé de me donner.

## RESUME

Dans l'état du Yucatan au Mexique, la production ovine est soumise à une forte contrainte alimentaire en raison de la faible qualité des fourrages et de la saisonnalité de leur production. A cela s'ajoute une contrainte parasitaire forte due aux conditions climatiques favorables. Afin de soutenir la production ovine, les blocs de mélasse sont proposés comme supplément alimentaire mais également comme vecteur de traitements vétérinaires. Leur consommation quotidienne comme suppléments d'une alimentation à base d'abrutissement chez les brebis destinées à la production de viande dans l'état tropical du Yucatan au Mexique en saison des pluies a été mesurée. 30 brebis croisées *Pelibuey* et *BlackBelly* âgées de 6 mois à 5 ans et pesant de 17 à 35,5 kg ont été sélectionnées. Afin d'obtenir un modèle prédictif de la consommation des blocs en fonction du poids vif et du statut parasitaire (infestation par les strongles gastro-intestinaux), 2 groupes de 15 animaux ont été formés : Non Parasité (NP) et Parasité (P). Chaque groupe P et NP était subdivisé en 3 sous groupes (de poids différents) de 5 animaux (17 kg à 20,75 kg ; 21 kg à 23 kg et 26,75 kg à 35,5 kg). Le troupeau entier a pâturé chaque jour durant 8 heures dans une zone d'abrutissement. Les animaux ont été ensuite parqués individuellement dans une cage avec mise à disposition d'un bloc de mélasse énergétique (BME) et d'un bloc de mélasse protéique (BMP). Les blocs ont été pesés quotidiennement de J17 à J25. Les animaux ont été pesés à J-4, J13 et J29. Des échantillons de fèces ont été prélevés à J10, J15 et J32. Afin d'observer le comportement alimentaire des animaux durant l'abrutissement, 2 animaux par sous-groupe de poids et par groupe de statut parasitaire ont été choisis de façon aléatoire. Les observations de comportement se sont déroulées de J13 à J18. La consommation des BMP (60,94 g/animal/jour), plus tendres, a été significativement supérieure à celle des BME (14,67 g/animal/jour) pour le troupeau entier ( $P < 0,0001$ ). Le parasitisme des animaux n'a pas eu d'influence sur la consommation des blocs ( $P > 0,05$ ). La consommation des blocs n'est pas corrélée au poids vif des animaux ( $P > 0,05$ ) mais il existe une relation linéaire positive entre le gain de poids et la consommation totale des deux types de blocs.

Mots clef : Mouton, tropical, bloc, mélasse, abrutissement, nématodes gastro-intestinaux, Mexique.

## ABBREVIATIONS

**ANP** : Azote Non Protéique

**BME** : Bloc de Mélasse Energétiques

**BMP** : Bloc de Mélasse Protéiques

**FMVZ** : Faculté de Médecine Vétérinaire et de Zootechnie

**J** : Jour

**L** : Larve

**MAT** : Matière Azotée Totale

**MS** : Matière Sèche

**N** : Effectif Total

**n** : Sous Effectif

**NaCl** : Chlorure de Sodium

**NH<sub>3</sub>** : Ammoniac

**NP** : Non Parasité

**P** : Parasité

**PEG** : Poly Ethylène Glycol

**PIB** : Produit Intérieur Brut

**R** : Résistance

**SGI** : Strongles Gastro-Intestinaux

**UADY** : Université Autonome Du Yucatan

## TABLES DES MATIERES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</b>   | <b>2</b>  |
| 1. L'ELEVAGE OVIN TROPICAL   | 2         |
| a) Contrainte alimentaire  | 2         |
| b) Contrainte parasitaire  | 3         |
| 2. SITUATION DE LA PRODUCTION OVINE AU MEXIQUE                       | 6         |
| 3. LA NECESSITE DE LA SUPPLEMENTATION                                | 7         |
| 4. PRESENTATION DES BLOCS NUTRITIONNELS                              | 9         |
| a) Effets escomptés dans le rumen et sur la consommation de fourrage | 9         |
| b) Formulation   | 10        |
| c) Procédé de fabrication  | 11        |
| 5. LES BLOCS DE MELASSE EN PRODUCTION OVINE                          | 13        |
| a) Consommation  | 13        |
| b) Impact sur la production et la rentabilité économique             | 13        |
| <b>EXPERIMENTATION</b>   | <b>15</b> |
| 1. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS  | 15        |
| 2. MATERIEL ET METHODES  | 16        |
| a) Climat et végétation  | 16        |
| b) Espèces animales  | 17        |
| c) Conduite d'élevage  | 18        |
| d) Préparation des blocs   | 18        |
| e) Mesures   | 21        |
| f) Analyse du comportement alimentaire                               | 23        |
| g) Analyses statistiques   | 24        |
| <b>RESULTATS ET DISCUSSION</b>                                       | <b>25</b> |
| 1. RESULTATS   | 25        |
| a) Consommation des blocs de mélasse                                 | 25        |
| b) Analyse du comportement alimentaire                               | 27        |
| 2. DISCUSSION  | 29        |
| <u>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</u>                                    | <u>31</u> |
| <u>BIBLIOGRAPHIE</u>   | <u>32</u> |

## **TABLES DES FIGURES**

|   |    |
|---|----|
| Figure I: Cycle biologique des strongles gastro-intestinaux chez les ruminants (hors cas de pénétration transcutanée)   | 5  |
| Figure II: Fonctionnement des blocs nutritionnels au niveau ruminal (d'après Pinto et Ayala, 2004)  | 10 |
| Figure III: Valeurs moyennes mensuelles de températures et de précipitations pour la ville de Mérida, Mexique (d'après The Weather Channel Interactive, 2006) | 16 |
| Figure IV: Présentation des groupes expérimentaux   | 17 |
| Figure V: Moulage des blocs de mélasse de 200 kg  | 20 |
| Figure VI: Coupe des blocs de 200 kg en blocs de 5 kg   | 20 |
| Figure VII: Pesée quotidienne des blocs de mélasse  | 22 |
| Figure VIII: Brebis consommant un bloc de mélasse protéique   | 22 |
| Figure IX: Evolution de la consommation moyenne en g des blocs de mélasse par jour pour le troupeau entier  | 25 |
| Figure X : Evolution du gain de poids vif en kg en fonction de la consommation totale de blocs de mélasse en kg   | 27 |
| Figure XI: Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour chaque catégorie végétale   | 27 |
| Figure XII: Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour la catégorie arbustive   | 28 |
| Figure XIII: Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour la catégorie graminées  | 28 |

## **TABLES DES TABLEAUX**

|  |    |
|--|----|
| Tableau I: Composition des blocs de mélasse protéiques et énergétiques   | 19 |
| Tableau II: Paramètres d'observation déterminés dans l'étude du comportement alimentaire des ovins en zone de parcours                             | 23 |
| Tableau III : Consommation en g par animal et par jour pour chaque type de bloc de mélasse   | 25 |
| Tableau IV: Consommation totale en kg, pour les 7 jours de l'expérience, des blocs de mélasse pour les groupes Parasités (P) et Non Parasités (NP) | 26 |
| Tableau V: Consommation moyenne en g par animal et par jour des blocs de mélasse en fonction des groupes de poids                                  | 26 |
| Tableau VI: Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour la catégorie herbacées  | 28 |

## INTRODUCTION

La production ovine de la zone tropicale du Yucatan est basée principalement sur l'utilisation de ressources fourragères. Cependant ces ressources sont le plus souvent de faible qualité tout au long de l'année et leur production est soumise à l'alternance d'une saison sèche (période de carence) et d'une saison des pluies (période d'abondance) (Pinto et Ayala, 2004). Les ovins de cette région sont donc soumis à des variations alimentaires fortes. A celle-ci dernière s'ajoute une pression importante des strongles gastro-intestinaux en raison des conditions très favorables de températures et d'humidité (Cuéllar-Ordaz, 2006a, 2006b; Torres-Acosta et Aguilar-Caballero, 2006). Par conséquent, il existe un besoin de potentialiser l'utilisation du fourrage afin que les petits éleveurs du Yucatan maintiennent leur activité. Pour cela il est nécessaire d'équilibrer principalement les carences énergétique et protéique du rumen (Provenza *et al.*, 2003). Cependant l'utilisation d'un concentré reste onéreuse. L'emploi de blocs de mélasse semble être une alternative rentable et efficace à cette situation. Par ailleurs, ces derniers représentent un moyen simple d'administrer des traitements vétérinaires (Ben Salem et Nefzaoui, 2003). Pour obtenir une concentration efficace de ces traitements dans les blocs, la consommation quotidienne de blocs par kg de poids vif doit être connue.

Nous nous proposons d'étudier la consommation quotidienne des blocs de mélasse comme suppléments d'une alimentation à base d'abrouissement chez les brebis destinées à la production de viande dans l'état tropical du Yucatan au Mexique en saison des pluies. Secondement, la préférence des animaux, en fonction de leur statut parasitaire et pour un type de nutriment, sera déterminée en leur proposant deux blocs différents : un bloc de mélasse énergétique (BME) et un bloc de mélasse protéique (BMP).

## REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1. L'ELEVAGE OVIN TROPICAL

La production ovine permet de convertir des ressources végétales inutilisables pour l'homme en produits animaux directement consommables (lait, viande). Sous les tropiques, où l'alimentation est basée principalement sur le pastoralisme et l'abrouissement (ou *browsing*) (Roberge *et al.*, 2004), cette production n'atteint pas les valeurs observées en climat tempéré. Cette différence peut s'expliquer par une productivité et une qualité moindre des ressources fourragères, une conduite inadéquate du troupeau et de la zone de pâture ou de parcours qui entraîne à long terme sa dégradation ainsi que par l'absence de pratique comme la fertilisation ou l'introduction de ressources fourragères plus avantageuses pour ces systèmes de production. A cela vient s'ajouter une pression sanitaire plus forte en raison du climat qui facilite le développement et la propagation des nématodes gastro-intestinaux (Torres-Acosta et Aguilar-Caballero, 2006; Cuéllar-Ordaz, 2006a, 2006b).

#### a) Contrainte alimentaire

On observe dans les régions tropicales au cours de l'année, des variations quantitatives et qualitatives du fourrage qui limitent l'expression du potentiel génétique des animaux. Ces variations sont dues principalement à l'alternance d'une saison sèche et d'une saison des pluies (Pinto et Ayala, 2004) :

**En saison sèche (décembre à mai)**, les valeurs minimales du fourrage pour la quantité moyenne de matière azotée totale (**MAT** = teneur en protéines brutes de la matière sèche) sont de 5,9% et de 20 à 30% pour la valeur moyenne de la digestibilité. Ces valeurs renseignent sur l'état de dénutrition des animaux alimentés exclusivement à base de fourrage puisque un pourcentage protéique inférieur à 7% entraîne une réduction de sa consommation par diminution de l'activité microbienne ruminale et donc de la digestion ruminale du fourrage et du taux de passage ruminal. Qui plus est, la faible valeur de la digestibilité du fourrage entraîne une déficience en énergie qui intervient également comme facteur limitant dans la consommation. Cette diminution de la qualité a des conséquences d'autant plus sévères que la disponibilité se réduit également durant la saison sèche et entraîne une diminution des possibilités de sélection des animaux (Pinto et Ayala, 2004).

**Durant la saison des pluies (juin à novembre)**, les conditions de températures et d'hygrométrie permettent une production en excès des ressources végétales et un meilleur choix pour les animaux. Cependant la valeur moyenne de MAT reste de 8,8% et la valeur de la digestibilité moyenne d'environ 50% ce qui équivaut à la valeur minimale de ce facteur pour ne pas voir la consommation du fourrage diminuer (Pinto et Ayala, 2004).

Qui plus est, à ces faibles valeurs en protéines et en digestibilité du fourrage tropical, s'ajoute une déficience généralisée en minéraux.

b) Contrainte parasitaire

Les strongyloses gastro-intestinales sont responsables d'une des parasitoses les plus communes des ruminants au pâturage et particulièrement en zones tropicales (Anindo *et al.*, 1998). Cette parasitose est due à l'action conjointe de plusieurs espèces de nématodes ***Strongylida*** qui se développent dans la paroi et dans la lumière de la caillette, de l'intestin grêle ou du gros intestin de leur hôte (Kilani *et al.*, 2003). Les strongles gastro-intestinaux (SGI) des superfamilles *Ankylostomatidés*, *Strongyloidea* et *Trichostrongyloidea* ont la particularité d'avoir un cycle biologique **direct** ou monoxène (Figure 1), donc libre d'hôtes intermédiaires, présentant le même nombre de stades d'un genre à un autre; chez la majorité des SGI, ce cycle dure de 28 à 35 jours (Cuéllar Ordaz, 2004). Ce cycle se divise en deux phases principales dont les durées respectives varient en fonction du genre et de l'espèce de strongle gastro-intestinaux :

- une phase **endogène** (ou interne), qui débute avec l'ingestion par le ruminant des larves infectantes de SGI (L<sub>3</sub>) présentes dans la pâture. Une fois dans l'hôte, les larves muent successivement en larve L<sub>4</sub>, puis L<sub>5</sub> et enfin en adultes. Les adultes se reproduisent et libèrent leurs œufs dans le milieu extérieur via les fèces de l'hôte ;
- une phase **exogène** (ou externe), qui commence avec le développement des œufs de SGI dans les fèces. Les œufs se développent en larves L<sub>1</sub>, puis muent en larves L<sub>2</sub> et ensuite en larves infectantes L<sub>3</sub> capables de migrer jusqu'à la cime du fourrage.

En entraînant un syndrome de malabsorption, cette pathologie **affecte tout d'abord l'animal** (Soulsby, 1982; Quiroz, 1989; Hoste *et al.*, 1997) avec :

- des conséquences zootechniques : retard de croissance, effet négatif sur la qualité et la quantité de lait et de laine ;
- des conséquences cliniques : faiblesse générale qui favorise le développement de pathologies secondaires, diarrhées, anémie et faible indice de fertilité ;
- de la mortalité (animaux les plus faibles)
- des mécanismes physiopathologiques : faible conversion alimentaire, anorexie.

Elle affecte **ensuite l'élevage** puisqu'elle entraîne une perte de productivité : une augmentation du temps de commercialisation et un surcroît de travail et d'argent afin de lutter contre les nématodes gastro-intestinaux et leurs effets délétères.

Enfin elle **menace** à long terme **la pérennité de la production ovine** dans les zones du monde où les ressources fourragères sont le seul moyen pour les éleveurs de diminuer leurs coûts de production et de maintenir leur activité.

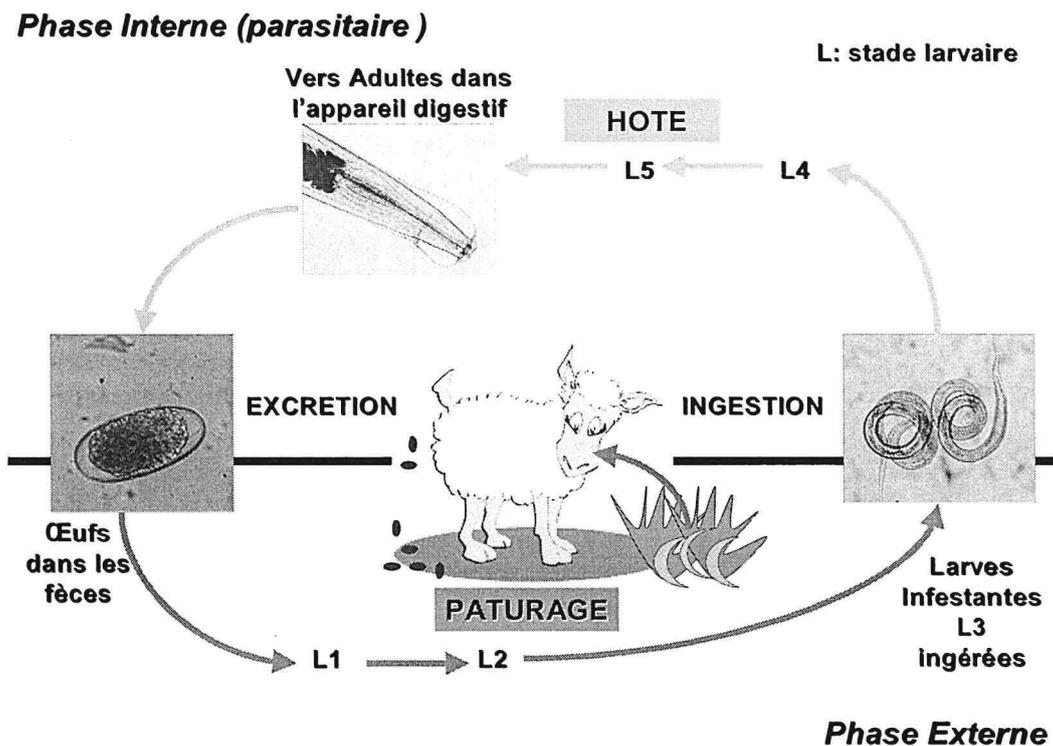
L'arrivée des traitements chimiques anthelminthiques dans les années 60 a permis d'améliorer aussi bien les productions animales que le bien-être des animaux dans le monde entier (Waller, 2003). Elle a cependant également modifié le comportement des producteurs et des professionnels de la santé face aux strongyloses gastro-intestinales chez les ruminants : les anthelminthiques ont été utilisés comme le seul recours pour éliminer cette parasitose et les autres paramètres d'élevage pouvant influencer sur ces infestations ont été négligés.

Mais face à l'émergence mondiale des cas de souches de SGI résistantes à ces traitements conventionnels et à leurs conséquences sur la production, la santé publique et sur l'environnement, les acteurs de la filière animale se tournent à présent vers des méthodes de lutte alternatives aux anthelminthiques (Nari et Hansen, 1999; Hoste et Chartier, 2002; Hoste *et al.*, 2004). Ces dernières ont pour but de rompre le cycle biologique des strongles gastro-intestinaux et ainsi limiter leur propagation au sein du troupeau. Qui plus est, elles s'inscrivent dans l'objectif de réduire le développement et l'apparition de souches résistantes aux anthelminthiques.

On peut distinguer plusieurs méthodes de lutte alternative :

- celles qui visent à réduire la contamination de la prairie par les SGI : avec la conduite d'élevage raisonnée qui inclue une application sélective des traitements anthelminthiques (Van Wyk et Bath, 2002), la rotation des pâtures (Barger *et al.*, 1994) ainsi que l'utilisation d'antagonistes naturels des SGI tels que les champignons nématophages (Mendoza de Gives *et al.*, 1998; Larsen, 1999; Chandrawathani *et al.*, 2003) ;
- celles qui visent à réduire l'infection au sein de l'animal avec l'utilisation de fourrages contenant des tanins à l'action anthelminthique (Hoste, 2003), ou bien l'administration d'aiguilles d'oxyde de cuivre (Torres et Aguilar, 2004) ;
- et enfin celles qui permettent d'améliorer la résistance et la résilience des animaux face aux SGI comme la supplémentation alimentaire (discutée plus loin) (Torres-Acosta *et al.*, 2000), la sélection génétique d'animaux résistants et tolérants aux SGI (Kilani *et al.*, 2003) et la vaccinations contre les SGI (Nari, 2003).

**Figure 1:** Cycle biologique des strongles gastro-intestinaux chez les ruminants (hors cas de pénétration transcutanée)



## 2. SITUATION DE LA PRODUCTION OVINE AU MEXIQUE

Le Mexique compte aujourd'hui 98 millions d'habitants répartis sur 2 millions de kilomètres carrés. Il se divise en trois zones climatiques principales : tempérée (centre du pays), aride (nord et nord-est) et tropicale (centre-est et sud).

La production animale tient une place importante dans l'économie mexicaine. Le PIB (Produit Intérieur Brut) dédié à ce secteur représente environ la moitié du PIB dédié à la production agricole (végétale et animale qui correspond à 5% du PIB total du pays) (FAO, 2003). Le Mexique a produit en 2004 (SAGARPA, 2006) :

- a peu près 5 millions de tonnes de viande au total ;
- 44300 tonnes de viande ovine ;
- 10025,3 millions de litres de lait ;
- environ 2 millions de tonnes d'œufs ;
- et 4500 tonnes de laine.

Cependant la production animale mexicaine ne suffit pas à couvrir la demande nationale de protéines d'origine animale et les importations de viandes et de lait de cessent d'augmenter (FAO, 2003).

Grâce à la très grande disponibilité de terres destinées au pastoralisme (51% du territoire mexicain, soit  $80 \times 10^6$  ha), la production de viande ovine est une des activités agricoles les plus rentables au Mexique, en dépit des importations (venant principalement de Nouvelle Zélande) qui représentent environ 50% de la consommation nationale de viande ovine (FAO, 2003). En 2000, la population ovine mexicaine était estimée à 5,9 millions de têtes (FAO, 2003) et celle de l'état du Yucatan à environ 55000 têtes. En 2000, la consommation totale de viande de mouton a été estimée à 70000 tonnes (SAGARPA, 2006). L'évolution de la population ovine est restée nulle durant les années 90 alors que la production de viande de mouton est en constante augmentation depuis 1996 grâce à une amélioration de la productivité (SAGARPA, 2006).

La production de viande ovine reste une production marginale au Mexique en comparaison de la production nationale de viandes de porc, de bovins et de volailles. Cependant pour la population rurale pauvre, ce secteur est de première importance (FAO, 2003).

### 3. LA NECESSITE DE LA SUPPLEMENTATION

**Du point de vue nutritionnel** : Le troupeau ovin présente des besoins nutritionnels qui varient en fonction de son stade physiologique ; cependant sous les tropiques, la production de fourrage est saisonnière et dans la majorité des cas il n'existe pas de synchronisation entre les périodes de fortes demandes alimentaires du troupeau (gestation, croissance, lactation...) et celles de forte production de fourrage. De plus, il faut considérer que la qualité des fourrages dans les tropiques est faible et ne permet pas de fournir tous les nutriments nécessaires à l'animal bien que le fourrage soit abondant (Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Samanta *et al.*, 2003). De même, la charge animale sur la zone de parcours est un facteur limitant dans la satisfaction des besoins du troupeau. Il existe donc une nécessité de supplémenter le troupeau afin de soutenir sa production et de valoriser l'utilisation du fourrage dans le but de permettre à l'éleveur de maintenir son activité (Anindo *et al.*, 1998; Pinto et Ayala, 2004).

**Du point de vue sanitaire** : La supplémentation alimentaire vise à contrer les effets pathogènes des strongyloses gastro-intestinales chez les ruminants (Hoste *et al.*, 2005). En effet les SGI provoquent une baisse d'appétit chez les animaux, une diminution de la digestibilité de leur alimentation ainsi qu'un détournement des nutriments des sites de production (muscles, os, ...) au profit de la réparation des tissus lésés par les nématodes : lésions de la muqueuse intestinale, sécrétion du mucus dans les intestins (consommé par les SGI chymophages), remplacement du sang et du plasma (consommés par les SGI hématophages) ainsi que réponse du système immunitaire (demandeuse notamment en acides aminés soufrés) (Coop et Holmes, 1996; Adams et Liu, 2003). En conséquence, les synthèses de lait, de muscles et d'os sont fortement altérées.

La supplémentation alimentaire des hôtes permet d'obtenir deux types de bénéfices :

- Prioritairement, elle permet de maintenir l'homéostasie des tissus ou/et du sang ainsi que les niveaux de production de l'hôte malgré l'infection
- Elle peut fournir une partie des nutriments nécessaires à l'augmentation croissante de la réponse immunitaire dirigée contre les strongles ;

Améliorer l'alimentation des ruminants permet donc de stimuler leur résistance à l'infection (leur aptitude à réguler les populations de SGI) ainsi que leur résilience (leur capacité à supporter les infestations) (Hoste *et al.*, 2005).

De tous les composants du régime alimentaire de l'hôte, le métabolisme des protéines est en général le plus altéré par les SGI (Knox, 2003). En outre, la teneur en matière azotée totale représente en général le principal facteur limitant dans l'alimentation. Par conséquent un intérêt a été porté aux effets de différents niveaux de protéines alimentaires ou d'acides aminés spécifiques dans l'alimentation des animaux parasités sur la réponse de l'hôte.

Cependant plusieurs études récentes ont souligné l'importance de la **prise en compte du facteur énergie en même temps que du facteur protéines**, en particulier en conditions tropicales car l'énergie peut être alors le facteur limitant (Hoste *et al.*, 2005).

Pourtant la mise en application de ces résultats reste compromise par le coût élevé et/ou le manque de biodisponibilité des sources de protéines de haute qualité dans l'alimentation des ruminants et ce, plus particulièrement dans les pays en développement (Knox, 2003).

#### 4. PRESENTATION DES BLOCS NUTRITIONNELS

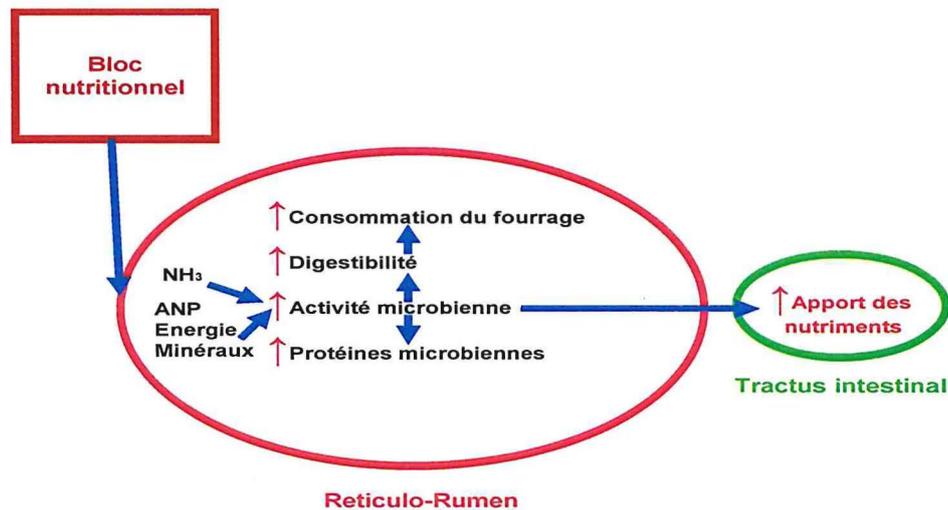
Un bloc nutritionnel est un mélange solidifié de sous-produits issus de l'industrie agro-alimentaire (mélasse), d'urée (source d'azote non protéique), de minéraux et d'un agent solidifiant (ciment ou chaux). Ces constituants de base peuvent être utilisés avec les matières premières ou les sous-produits agro-industriels disponibles dans la zone de fabrication, comme des grains de graminées ou de légumineuses, des feuilles d'arbres, de la pulpe de citron, de datte ou des sous produits animaux, etc. Qui plus est, ils peuvent être utilisés comme vecteurs dans l'administration de traitements médicaux et notamment des traitements anthelminthiques (Garcia et Restrepo, 1995; Anindo *et al.*, 1998; Sanyal et Gupta, 1998; Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Pinto et Ayala, 2004)

##### a) Effets escomptés dans le rumen et sur la consommation de fourrage

Les blocs nutritionnels, du fait de leur composition de base, sont très appétents pour les animaux. Ces derniers les lèchent de manière constante ce qui permet un apport quasi-continu des ingrédients aux microorganismes du rumen sans pour autant créer un excès grâce à la dureté des blocs (Anindo *et al.*, 1998; Pinto et Ayala, 2004). La finalité de ces blocs est **d'optimiser le fonctionnement du rumen et d'améliorer l'équilibre des nutriments** entraînant ainsi une meilleure consommation et une meilleure utilisation du fourrage de base, sans provoquer d'effets de substitution sur sa consommation (Pinto Ruiz et Sanchez, 1997; Ben Salem et Nefzaoui, 2003) (voir figure II).

L'urée permet d'élever le niveau d'ammoniac ruminal au dessus de 80 mg/l entraînant ainsi une meilleure digestibilité, une stimulation de la croissance microbienne en relation avec la production d'acides gras volatils et une meilleure dégradation des fibres (Preston et Leng, 1987; Samanta *et al.*, 2003). De plus la mélasse, les sels minéraux et la matière première locale utilisée comme complément (grains de graminées ou de légumineuses, des feuilles d'arbres, de la pulpe de citron, de datte ou des sous produits animaux) fournissent en même temps au rumen des minéraux, de l'énergie des acides aminés et des peptides (Pinto et Ayala, 2004) .

**Figure II:** Fonctionnement des blocs nutritionnels au niveau ruminal (d'après Pinto et Ayala, 2004)



### b) Formulation

La formulation des blocs de mélasse doit considérer plusieurs aspects (Ben Salem et Nefzaoui, 2003) :

- l'espèce animale visée ;
- les objectifs visés : maintien de l'animal, stimulation de la production de lait, de viande, ou de la reproduction ;
- la disponibilité locale et saisonnière
- le coût des ingrédients ;
- le rôle physique et physiologique de chaque ingrédient (dont la quantité de matière sèche).

☐ L'élément solidifiant et liant du bloc est incorporé de 1 à 15%. Il s'agit en général du ciment ou de la chaux vive, qui permettent une fabrication à température ambiante au contraire de la bentonite, de l'oxyde de magnésium, de la dolomite, etc. (Garcia et Restrepo, 1995; Pinto Ruiz et Lopez, 1998; Ben Salem et Nefzaoui, 2003).

☐ La source d'azote non protéique est toujours l'urée avec un taux d'incorporation de 5 à 15 % (Ben Salem et Nefzaoui, 2003). En raison de son importante solubilité dans le rumen, l'urée présente un fort risque de toxicité pour l'animal : ce paramètre est régulé par la dureté du bloc qui limite sa consommation (Pinto et Ayala, 2004)

☐ La mélasse issue de la transformation de canne à sucre est hautement soluble dans le rumen, riche en énergie fermentescible et très appétente pour les animaux. Elle apporte des minéraux et des vitamines et joue un rôle important dans la cohésion du bloc. Il est à noter qu'il existe également des blocs libres de mélasse pour lesquels la source d'énergie fermentescible est apportée par des figues de Barbarie (Chermiti, 1998) ou bien par les produit issus de la transformation agro-industrielle des dattes (Ben Salem et Nefzaoui, 2003).

□ Un prémélange commercial de minéraux ou bien du sel commun (NaCl) peuvent être utilisés. Ces éléments jouent un rôle dans la conservation et dans la limitation de la consommation du bloc (Garcia et Restrepo, 1995; Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Pinto et Ayala, 2004). Son incorporation varie de 1 à 10 % selon les besoins des animaux.

□ Pour compléter le bloc de mélasse, des sous-produits de l'industrie agro-alimentaire peuvent être utilisés avec une très grande flexibilité. Leur incorporation dépend de leur prix, de l'époque de l'année, des objectifs de production, de la technologie disponible pour leur utilisation. Ces ingrédients peuvent apporter de l'énergie, des protéines *by-pass* (ou protéines de dérivation, c'est-à-dire qui échappent à la dégradation bactérienne dans le rumen pour être disponibles dans l'intestin grêle), des fibres ou bien jouer un rôle physique comme absorber l'humidité ou donner de la structure au bloc (Garcia et Restrepo, 1995; Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Pinto et Ayala, 2004).

### c) Procédé de fabrication

La fabrication des blocs est basée sur la solidification de la mélasse et requiert une technologie simple et des ingrédients de faible prix. Les blocs offrent une très grande flexibilité quant à la nature des ingrédients et à leur proportion (Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Pinto et Ayala, 2004).

Ils peuvent être fabriqués de façon artisanale avec une production quotidienne de 400 à 500 kg en employant 3 personnes durant une journée de travail de 8 heures ou bien de façon semi-artisanale en utilisant une bétonnière qui permet une production quotidienne de 1000 kg avec deux employés (Pinto et Ayala, 2004).

La procédure générale de fabrication se déroule en plusieurs étapes :

- Préparation des matières premières : broyage des ingrédients avec une attention particulière pour l'urée (risque de toxicité) et pour les minéraux.
- Pesée des ingrédients.
- Mélange des ingrédients : la mélasse est utilisée pour diluer les autres ingrédients. Dans le cas de la fabrication artisanale, cette étape nécessite une force manuelle importante dont dépend l'homogénéité du mélange. L'ordre d'ajout des ingrédients, déterminé par Sancousy (1986), est présenté dans la partie matériel et méthode ; cependant d'après Pinto et Ayala (2003) il semble que l'ordre ne soit pas déterminant dans la fabrication. La recommandation pour cette étape est de veiller à ce que l'urée soit bien diluée dans la mélasse afin de prévenir l'intoxication des animaux.
- Déposition du mélange dans les moules préalablement recouverts par du plastique.
- Séchage des blocs : cette étape se réalise dans un endroit ventilé et à l'abri du soleil, à même le sol, afin de permettre au bloc de perdre son humidité et de favoriser la réaction entre les éléments liants et la mélasse. Les blocs peuvent être tournés de

temps en temps pour accélérer le processus. Dans le cas de blocs de poids élevés, ceux-ci peuvent être coupés en plus petites unités à l'aide d'une lame de métal humide et lisse lorsqu'il présente un début de dureté.

Un bloc réussi doit être suffisamment dur pour ne pas s'altérer lorsque qu'il est pris entre les doigts et suffisamment résistant pour supporter le poids d'une personne ; ces caractéristiques sont essentielles pour moduler la consommation du bloc et pour assurer l'intégrité de ces derniers lors du transport. De plus, il est recommandé qu'il soit collant au toucher et que ces ingrédients soient répartis de façon homogène (Garcia et Restrepo, 1995; Ben Salem et Nefzaoui, 2003).

Il a été reporté que la consommation de blocs diminue avec le temps de stockage, probablement en raison de l'endurcissement progressif. Il ne semble pas y avoir d'altération des qualités organoleptiques et ce, jusqu'à 6 mois de stockage (Samanta *et al.*, 2003). Cependant la présence de champignons pathogènes (*Aspergillus niger* et *A. fumigatus*) a été détectée à partir de 45 jours de stockage par Garandilla *et al.*, (1991). Par conséquent la recommandation est de 15 jours de stockage au maximum avant la distribution (Pinto et Ayala, 2004).

## 5. LES BLOCS DE MELASSE EN PRODUCTION OVINE

### a) Consommation

Chandratawani *et al.*, (2003) signalent une consommation des blocs de mélasse de 100 g par jour et par ovin (de 18 à 23 kg de poids vif) après adaptation et Sudana et Leng (1986) une consommation de 400g pour 100 kg de poids vif chez des agneaux.

Les blocs de mélasse peuvent être offerts aux ruminants tout au long de l'année dans les zones où le fourrage est de faible qualité en continue. Il est conseillé de mettre en place une période d'adaptation des blocs, de deux semaines environ, en les introduisant progressivement dans l'alimentation (Ben Salem et Nefzaoui, 2003).

Plusieurs facteurs peuvent moduler la consommation des blocs de mélasse (Pinto et Ayala, 2004) :

- La qualité et la disponibilité du fourrage ;
- L'accessibilité et la période de mise à disposition du bloc pour les animaux (*ad libitum* une fois les animaux adaptés) ;
- La dureté du bloc et l'appétence des sous produits de l'industrie agro-alimentaire utilisés comme complément ;
- Le pourcentage d'urée du bloc ;
- L'espèce et l'âge des animaux ;
- Les conditions de température et d'humidité qui peuvent altérer la qualité sanitaire et nutritionnelle du bloc.

### b) Impact sur la production et la rentabilité économique

De meilleurs facteurs de production ont été reportés en élevage ovin tropical lorsque les blocs de mélasse sont utilisés comme supplément alimentaire. Les coûts de production sont par conséquent abaissés (Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Pinto et Ayala, 2004) :

- Amélioration du gain de poids (Sancousy, 1986; Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Pinto et Ayala, 2004) ;
- Augmentation ou maintien des quantités de fourrages consommées. Ceci suggère une absence d'effet de substitution des blocs au contraire des concentrés alimentaires (Ben Salem et Nefzaoui, 2003)
- Diminution de l'utilisation du concentré et donc de son coût d'utilisation (Hamadeh *et al.*, 2001) ;
- Valorisation des fourrages de faible qualité (Ben Salem et Nefzaoui, 2003; Knox, 2003) ;

- Possibilité d'utilisation et de conservation à long terme des sous-produits de l'industrie agroalimentaire (tourteaux d'olives, pulpe de tomate, de citron, de datte, etc.) (Ben Salem et Nefzaoui, 2003) ;
- Réduction des frais de transport, de stockage et de fabrication en comparaison des autres compléments alimentaires (Hamadeh *et al.*, 2001; Samanta *et al.*, 2003).

Par ailleurs, la rentabilité économique des blocs en productions animales est déterminée par le choix des ingrédients utilisés et leur taux d'incorporation dans le bloc. Elle est également décidée par la quantité de blocs consommée quotidiennement : il est préconisé que celle-ci reste basse (250 g par jour et par ovins et chèvres (Ben Salem et Nefzaoui, 2003) afin de maintenir la rentabilité du système de production.

## EXPERIMENTATION

### 1. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

Les blocs de mélasse sont un moyen de supplémenter les ovins de façon efficace tout en limitant les frais liés à ce poste dans l'exploitation. De plus, ils peuvent être utilisés comme vecteurs :

- dans l'administration de traitements vétérinaires tels que les anthelminthiques ;
- comme vecteur pour l'ingestion de chlamydospores de *Duddingtonia flagrans* utilisées pour assainir les prairies contaminées par des souches résistantes de strongles gastro-intestinaux (Chandrawathani *et al.*, 2003).

Il est donc nécessaire de connaître la consommation de bloc par jour et par kilogramme de poids vif afin d'adapter la concentration des molécules et obtenir un effet efficace.

Cette étude se propose d'étudier la consommation quotidienne des blocs de mélasse comme suppléments d'une alimentation à base d'abrouissement chez les brebis destinées à la production de viande dans l'état tropical du Yucatan au Mexique en saison des pluies.

Afin d'assurer une consommation optimale des blocs de mélasse, il est essentiel de cerner les besoins nutritionnels de l'animal. Le système d'élevage de la ferme des petits ruminants de la FMVZ-UADY est basé sur la consommation de la végétation native environnante. Lors de la saison des pluies, la végétation est abondante et présente une forte proportion de légumineuses. Ces dernières possèdent des valeurs importantes en matière azotée totale et une digestibilité réduite en raison de valeurs importantes en lignine et en facteurs anti-nutritionnels comme les tannins et les alcaloïdes (Van Soest, 1982). Les valeurs en énergie de cette végétation sont par conséquent limitées et il est recommandé d'avoir recours à une supplémentation énergétique pour pouvoir valoriser l'utilisation du fourrage (Ku-Vera *et al.*, 1999). Cependant dans le cas des animaux parasités par les strongles gastro-intestinaux, le métabolisme azoté est affecté et une supplémentation protéique est généralement conseillée (Knox, 2003). Ces facteurs sont d'autant plus importants dans le choix des ingrédients des blocs qu'il a été démontré que les ruminants étaient capables d'adapter leur alimentation en fonction des nécessités (Forbes et Provenza, 2000).

Dans l'objectif de cerner les préférences nutritionnelles des ovins dans les conditions de la ferme, deux blocs de mélasse ont été mis à disposition des animaux :

- un premier riche en azote directement fermentescible dans le rumen (urée), en azote protéique (soja) ainsi qu'en énergie (mélasse) ;
- un second riche en énergie (mélasse et sorgho).

## 2. MATERIEL ET METHODES

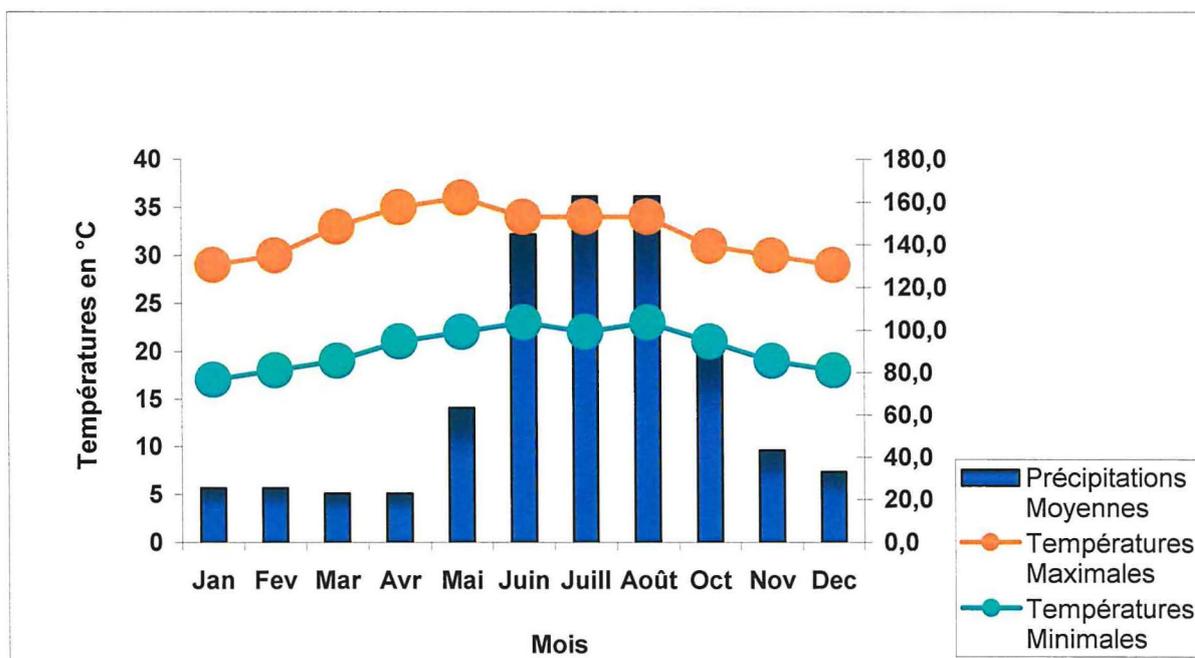
### a) Climat et végétation

Cette étude a été réalisée dans la station des petits ruminants de la Faculté de Médecine Vétérinaire et de Zootechnie, Université Autonome du Yucatan (FMVZ-UADY), Mexique, localisée à Xmatkuil, municipalité de Mérida, Yucatan (19°30' et 21°35' de latitude N. et 87°30' et 90°24' de longitude W.), à 10 m au dessus du niveau de la mer (INEGI, 1996).

Le climat de la zone d'étude est qualifié de AW<sub>0</sub> ou de chaud sub-humide tropical avec des précipitations en été et une sécheresse marquée au milieu de l'année ; la température moyenne annuelle varie entre 26 et 27,8°C ; les précipitations moyennes annuelles s'échelonnent entre 940 et 1132 mm (Mendoza de Gives *et al.*, 1998). On observe au cours de l'année deux saisons : une saison sèche de décembre à mai et une saison des pluies de juin à novembre qui représente 60% des précipitations annuelles. L'expérience a été conduite durant le mois de Juillet.

La végétation de la zone d'étude est qualifiée de forêt basse caducifoliée : celle-ci est représentée majoritairement par des plantes herbacées, des arbustes sub-perrenifoliés et des épineux avec une forte proportion de légumineuses fourragères (Mendoza de Gives *et al.*, 1998).

**Figure III:** Valeurs moyennes mensuelles de températures et de précipitations pour la ville de Mérida, Mexique (d'après The Weather Channel Interactive, 2006)



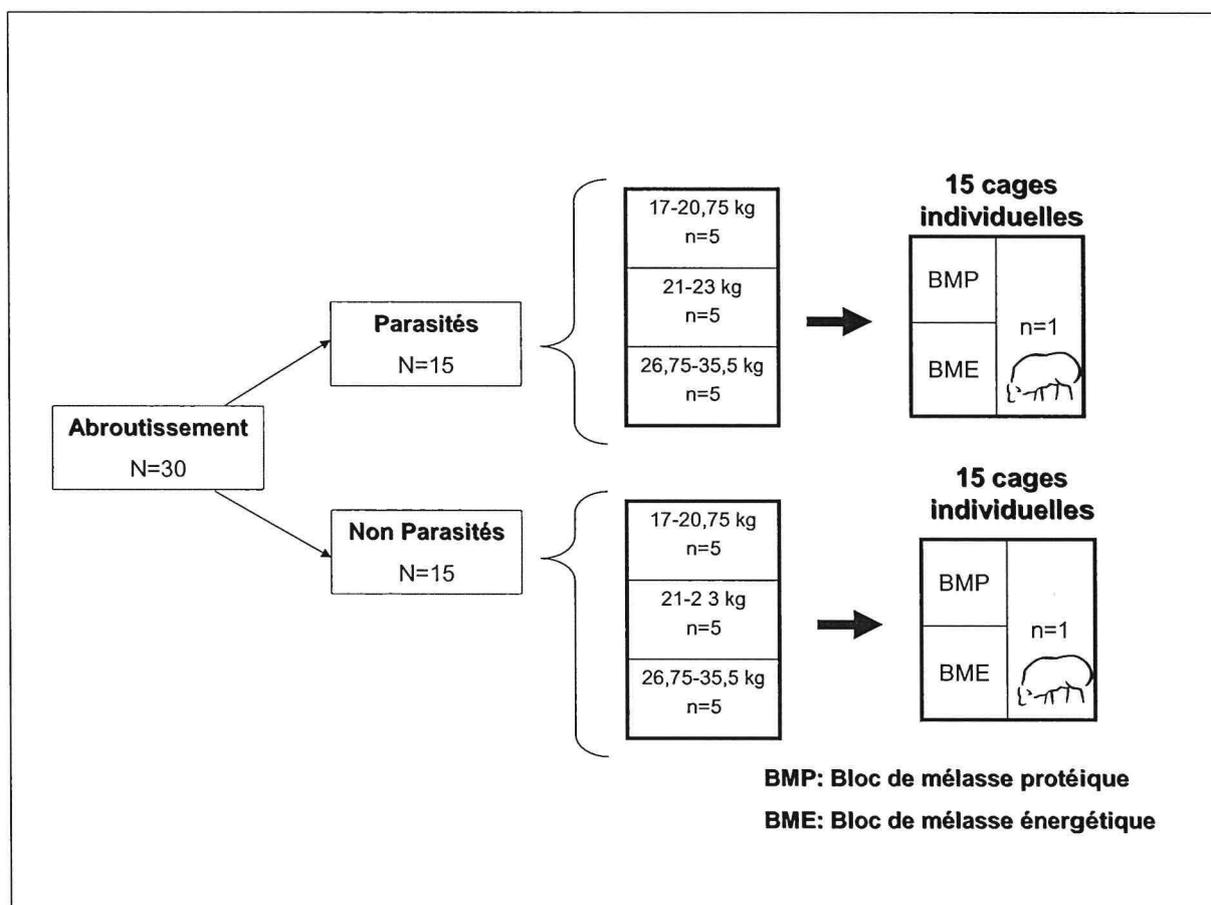
b) Espèces animales

Trente brebis croisées *Pelibuey* et *BlackBelly* âgées de 6 mois à 5 ans et pesant de 17 à 35,5 kg ont été sélectionnées.

Afin d'obtenir un modèle prédictif de la consommation des blocs en fonction du poids vif et du statut parasitaire (infestation par les strongles gastro-intestinaux) :

- 2 groupes de 15 animaux ont été formés : Non Parasité (**NP**) et Parasité (**P**). Ces deux groupes ont été formés en fonction du nombre d'œufs de SGI par gramme de fèces que les brebis excrètent. Deux jours avant la période de mesure de la consommation des blocs de mélasse, les brebis ont été déparasitées en fonction de leurs poids vif avec de la moxidectine (Cydectin<sup>®</sup>, Fort Dodge, en injection sous cutanée, 1ml pour 50 kg de poids vif).
- Chaque groupe P et NP a été subdivisé en 3 sous groupes (de poids différents) de 5 animaux : 17 kg à 20,75 kg, 21 kg à 23 kg et 26,75 kg à 35,5 kg.

**Figure IV:** Présentation des groupes expérimentaux



c) Conduite d'élevage

➤ *Période d'adaptation*

Cette période s'est déroulée de J1 à J15. Les animaux paissaient 5h par jour de 7h à 12h sur une zone d'abrouissement avec le troupeau entier de la ferme des petits ruminants de la FMVZ-UADY.

De midi à 7h du matin le jour suivant, les animaux ont été parqués dans un corral avec quelques chèvres « enseignantes », c'est-à-dire qui consomment les blocs de mélasse sans problème et peuvent ainsi intéresser les ovins à ce nouvel aliment. L'eau est à volonté et plusieurs blocs de mélasse protéiques et énergétiques sont offerts *ad libitum*.

➤ *Période de mesure*

Cette période s'est déroulée de J16 à J25. Les animaux paissaient, isolés du reste du troupeau de la ferme, huit heures par jour de 7h à 12h et de 14h à 17h. Ils ont été libérés sur une zone de parcours d'environ 1ha, qualifiée de zone d'abrouissement (Roberge *et al.*, 2004).

De 12h à 14h les brebis ont été mises en corral collectif sans aliment et avec de l'eau à volonté.

De 17h à 7h le jour suivant, les animaux ont été parqués en cage individuelle avec eau à volonté et mise à disposition d'un bloc de mélasse protéique et d'un bloc de mélasse énergétique *ad libitum*.

d) Préparation des blocs

La phase d'adaptation et la phase de mesure ont requis environ 120 blocs énergétiques et 120 blocs protéiques, tous d'environ 5 kg. La fabrication des blocs s'est faite de 200 kg en 200 kg (en raison de la capacité des moules) ce qui équivaut donc à 40 sous blocs de 5 kg. L'opération de fabrication des blocs de mélasse est donc répétée 4 fois afin d'avoir une marge de sécurité quant à la disponibilité des blocs.

Il est estimé que chaque bloc de mélasse énergétique apporte 4,32% de MAT et 10,53 MJ/kg d'énergie métabolisable sur la base de la MS. Dans le cas des blocs de mélasse protéiques, la concentration en MAT est de 37,47% et l'énergie métabolisable apportée est de 9,24 MJ/kg sur la base de la MS (Ayala Burgos, 2006).

De plus la résistance (**R**) de deux blocs de mélasse de chaque type a été mesurée afin de déterminer si ce facteur peut intervenir comme limitant dans la consommation par les ovins (Ayala Burgos, 2006). On a obtenu les résistances moyennes :

$$R_{BME} = 4,42 \text{ kg/cm}^2 \text{ et } R_{BMP} = 1,74 \text{ kg/cm}^2$$

### ➤ Ingrédients

La composition des blocs vise à proposer aux animaux une source riche en protéines et une source riche en énergie. Celle-ci est déterminée à partir des travaux de recherche du Docteur Armin J. Ayala Burgos de l'Université de Médecine Vétérinaire et de Zootechnie de l'UADY.

**Tableau I:** Composition des blocs de mélasse protéiques et énergétiques

| Composition des blocs énergétiques  | Compositions des blocs protéiques  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- 45 % de mélasse</li><li>- 35 % de sorgho moulu</li><li>- 15 % de ciment</li><li>- 5 % de prémélange commercial de sels minéraux</li><li>- la moitié du poids en ciment en litre d'eau</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- 45 % de mélasse</li><li>- 27 % de pâte de soja</li><li>- 15 % de ciment</li><li>- 5 % de prémélange commercial de sels minéraux</li><li>- 8 % d'urée</li><li>- la moitié du poids en ciment en litre d'eau</li></ul> |

### ➤ Matériel

- 2 moules en bois de 1,5m\*0,75m\*25 cm (capacité d'environ 200kg) ;
- Une bétonnière ;
- 1 bande de nylon de 20 m\*1,5 m pour tapisser les moules ;
- 2 bandes de plastique de 2 m\*2,5 m pour protéger les blocs ;
- Une balance sensible à 20 g ;
- Récipients en plastiques pour les pesées.

### ➤ Fabrication des blocs protéiques de 200 kg

En raison de la capacité limitée de la bétonnière, l'élaboration des blocs se fait de 100 kg en 100 kg.

1. Tare de la balance, pesée et préparation des ingrédients ;
2. Concassage de l'urée et des sels minéraux ;
3. Introduction de la mélasse dans la bétonnière ;
4. Ajout de l'urée en s'assurant que le mélange s'homogénéise bien durant 10 min ;
5. A part, dilution du ciment dans la moitié de son poids en eau et addition de la moitié des minéraux. Homogénéisation du mélange ;
6. Ajout de la préparation de ciment dans la bétonnière et de la seconde moitié des sels minéraux. Homogénéisation du mélange durant 5 min ;
7. Addition de la pâte de soja. Homogénéisation durant 5 min ;
8. Moulage du bloc de 200 kg ;
9. Séchage du bloc de 200 kg durant une semaine (plus ou moins, selon le climat), puis démoulage et coupe en 40 sous blocs d'environ 5 kg chacun (distribués aux animaux). Séchage des sous blocs à nouveau durant une semaine.

➤ *Fabrication des blocs énergétiques de 200 kg*

1. Tare de la balance, pesée et préparation des ingrédients.
2. Concassage des sels minéraux
3. Introduction de la mélasse dans la bétonnière
4. A part dilution du ciment dans la moitié de son poids en eau et addition de la moitié des minéraux. Homogénéisation du mélange.
5. Ajout de la préparation de ciment dans la bétonnière et de la seconde moitié des sels minéraux. Homogénéisation du mélange durant 5 min
6. Addition du sorgho moulu. Homogénéisation durant 5 min.
7. Séchage du bloc de 200 kg durant une semaine (plus ou moins, selon le climat), puis démoulage et coupe en 40 sous blocs d'environ 5 kg chacun (distribués aux animaux). Séchage des sous blocs à nouveau durant une semaine.

**Figure V:** Moulage des blocs de mélasse de 200 kg



**Figure VI:** Coupe des blocs de 200 kg en blocs de 5 kg



#### e) Mesures

##### ➤ Poids

Les animaux ont été pesés à J-4, J10 et J25 avec une bascule à plate forme sensible à 100 g.

##### ➤ Techniques parasitaires

Des prélèvements de fèces ont été réalisés à J10, J15 et J32.

Collecte des échantillons de fèces : prélèvement *in rectum*. Dans le cas de la technique de MacMaster, il est nécessaire de collecter plus de 2 g. Les échantillons sont conservés dans un réfrigérateur à 4°C. En raison des conditions de température et d'hygrométrie de la zone d'étude, ces derniers doivent être analysés le jour même.

Technique de MacMaster modifiée : Cette technique permet de **quantifier** le nombre d'œufs de parasites présent dans un gramme de fèces.

2 g de fèces sont pesés avec une balance sensible à 0,1g. Ils sont ensuite déposés dans une passoire superposée à un mortier contenant exactement 28 ml (soit 14 ml pour 1g de fèces) d'une solution saturée en sucre. La densité de cette solution (1280 g de sucre blanc pour un litre d'eau) est supérieure à celle des œufs des parasites et permet que ces derniers flottent à sa surface, les rendant ainsi lisibles dans la chambre de MacMaster.

Les fèces de chaque animal sont pilonnées afin d'homogénéiser l'échantillon et pour faciliter sa dilution.

L'échantillon est ensuite macéré dans cette solution à l'aide d'un pilon. La solution de sucre et de fèces est homogénéisée avant d'être injectée dans les deux cellules de la chambre de MacMaster.

Un délai de 8 minutes d'attente est nécessaire pour permettre aux œufs de SGI de flotter à la surface de la cellule et d'être visibles. La chambre de MacMaster est lue au microscope au grossissement x400. Le nombre d'œufs comptés à l'intérieur des cadres des deux cellules ainsi que sur les lignes doit être multiplié par 50 (constante) pour obtenir le nombre d'œufs excrétés pour 1g de fèces.

Flottation : Cette technique **qualitative** permet de détecter la présence d'œufs de parasites dans le cas où l'échantillon de fèces s'avère négatif par la technique de MacMaster. Le mélange de solution saturée en sucre et de fèces réalisée pour la technique de MacMaster est mis en tube expérimental. Ce dernier est centrifugé à 2500 rpm durant 3 minutes. Cinq aliquotes de la suspension sont prélevés grâce à un cône à micropipette et sont déposés sur une lame porte-objet. L'observation se fait au microscope au grossissement x100.

➤ *Mesure de la consommation des blocs de mélasse*

Les blocs ont été identifiés et pesés quotidiennement à partir de 11h du matin à l'aide d'une balance mécanique sensible à 10g. Les résidus de blocs (produits de préhension des blocs par les animaux) ont été mis en sachets, identifiés et pesés avec une balance digitale sensible à 0,1g ; la consommation des blocs a été corrigée le jour suivant du poids des résidus selon la formule :

$$C_n = P_n - (R_n + P_{n+1})$$

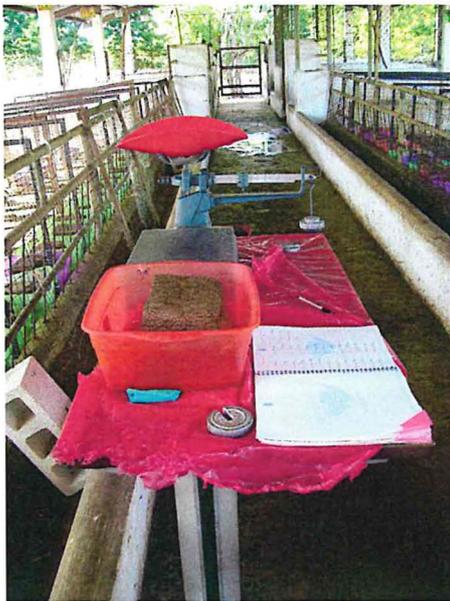
$C_n$  : consommation entre le jour n et le jour n+1

$P_n$  : le poids du bloc au jour n

$R_n$  : le poids du résidu de bloc collecté au jour n

$P_{n+1}$  : le poids du bloc au jour n+1

**Figure VII:** Pesée quotidienne des blocs de mélasse



**Figure VIII:** Brebis consommant un bloc de mélasse protéique



f) Analyse du comportement alimentaire

L'analyse a été réalisée de J13 à J18 en collaboration avec les ingénieurs de l'Institut Technologique Agricole n°5 de Chiná, Campeche, Mexique.

1. Délimitation de la zone de parcours du troupeau et identification visuelle des espèces végétales principales de cette zone ainsi que de celles les plus consommées par les ovins :

Les espèces identifiées sont désignées par leur nom maya :

- Catégorie des graminées (faiblement représentée) : *Alambrillo, Kutzuc, Kanchín* ;
  - Catégorie des herbacées : *Altanisa, Muk, Xoltenuc, Chichibé, Verdolaga, Ekbalan, Sacshiu, Icabán* ;
  - Catégorie des arbustes : *Huaxín, Jabín, Dzidzilché, Katcut, Saisá, Chimay, Catzín*.
2. Etablissement par observation du comportement du troupeau, du nombre et de la durée des fenêtres d'observation, des espèces végétales observées ainsi que du nombre de bouchées pour chaque catégorie végétale (voir Tableau II) :

**Tableau II:** Paramètres d'observation déterminés dans l'étude du comportement alimentaire des ovins en zone de parcours

| Fenêtres d'observation |                     | Nombre de bouchées  | Espèces végétales étudiées  |
|------------------------|---------------------|---|---|
| <i>Matin :</i>         | <i>Après-midi :</i> | - 300 bouchées pour les observations générales des catégories végétales   | Graminées : <i>Alambrillo, Kutzuc y Kanchín</i>   |
| 7h à 9h A.M.           | 2h à 3h30 P.M.      | - 100 pour les espèces spécifiques à l'intérieur des catégories végétales | Arbustes: <i>Dzidzilché, Huaxín y Saisá</i><br>Herbacées: <i>Xoltenuc, Chichibé y Muk</i> |
| 9h à 11h A.M.          | 3h30 à 5h P.M.      |   |   |

3. Sélection des animaux qui seront observés : 2 animaux par groupe de poids et par groupe de statut parasitaire sont choisis : au total 12 animaux sont observés avec un observateur pour 2 animaux.
4. Observation durant cinq jours du comportement alimentaire du troupeau ovin :
  - Le 1<sup>er</sup> et le 5<sup>ème</sup> jour : observation de la consommation des catégories végétales (graminées, herbacées et arbustes) ;
  - Le 2<sup>nd</sup> jour : observation de la consommation de la catégorie des arbustes ;
  - Le 3<sup>ème</sup> jour : observation de la consommation de la catégorie des graminées ;
  - Le 4<sup>ème</sup> jour : observation de la consommation de la catégorie des herbacées.

g) Analyses statistiques

Les consommations totales des blocs protéiques et celle des blocs énergétiques ont été comparées grâce au test statistique de Student. L'effet des infestations sur la consommation des blocs est déterminée par le test de Mann-Withney.

La consommation de chaque type de bloc entre les différents groupes de poids établis (17 à 20,75 kg ; 21 à 23,5 kg ; 26,75 à 35,5 kg) a été également analysée : dans le cas des blocs de mélasse protéiques, la comparaison a été réalisée par l'analyse de variance, ANOVA et le test statistique *post hoc* de Tukey ; pour les blocs de mélasse énergétiques, la comparaison a été réalisée par le biais du test non paramétrique de Kruskal-Wallis, puis par le test des rangs multiples de Wilcoxon.

La corrélation de *Spearman* a été utilisée pour déterminer s'il existe une association entre le poids vif des animaux et la consommation totale des blocs de mélasse. Enfin l'effet du gain de poids des ovins sur la consommation totale de blocs a été démontré avec une régression linéaire.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. RESULTATS

#### a) Consommation des blocs de mélasse

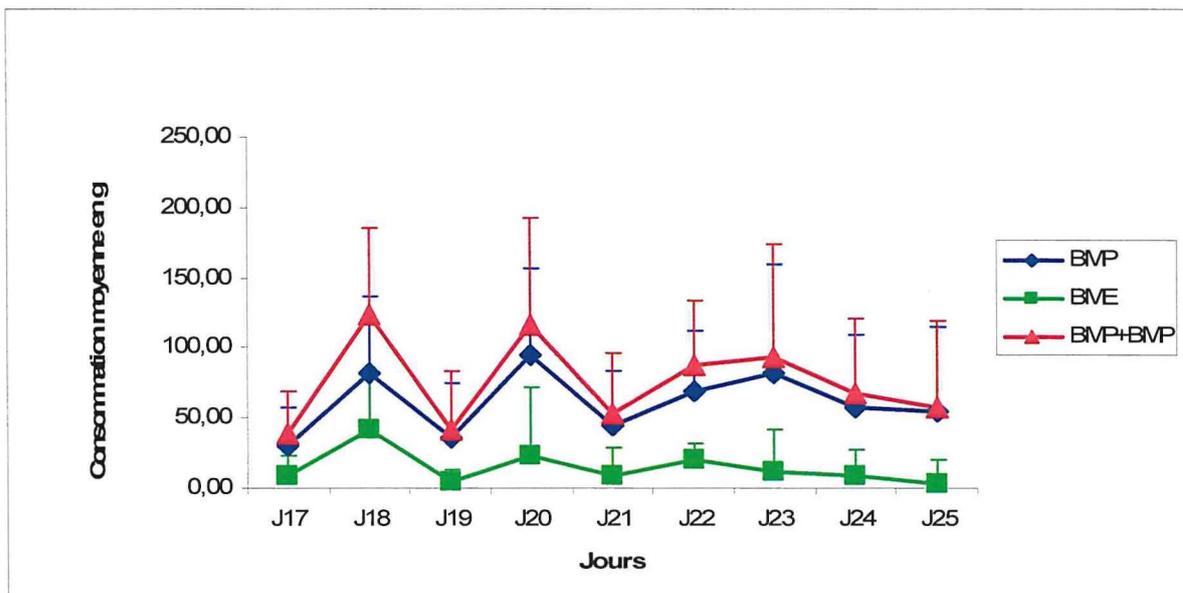
La consommation moyenne quotidienne en g des blocs de mélasse protéiques (**BMP**) et des blocs de mélasse énergétiques (**BME**) pour le troupeau est présentée dans le tableau III. Le Test statistique de Student nous a permis de déterminer que la consommation moyenne par animal et par jour des BMP a été supérieure à celle des BME ( $P < 0,0001$ ). Dans la figure IX, on peut observer les consommations moyennes de chaque type de bloc pour tout le troupeau ainsi que celle des deux blocs ensemble.

**Tableau III** : Consommation en g par animal et par jour pour chaque type de bloc de mélasse

|         | N  | Consommation moyenne* | Ecart type | Min  | Max    | Médiane |
|---------|----|-----------------------|------------|------|--------|---------|
| BMP     | 30 | 60,94 <sup>a</sup>    | 42,94      | 7,22 | 149,44 | 42,50   |
| BME     | 30 | 14,67 <sup>b</sup>    | 19,79      | 2,22 | 108,89 | 10,00   |
| BMP+BME | 30 | 75,46                 | 45,76      | 9,44 | 152,78 | 57,50   |

\*des lettres différentes signalent des variables significativement différentes ( $P < 0,0001$ )

**Figure IX**: Evolution de la consommation moyenne en g des blocs de mélasse par jour pour le troupeau entier



La consommation totale en kg, pour la durée de la phase de mesure, des blocs de mélasse pour les groupes NP et P est résumée dans le tableau IV. Le test statistique de Mann-Withney démontre que la présence de SGI n'affecte pas la consommation commune des BMP et BME ( $P>0.05$ ).

**Tableau IV:** Consommation totale en kg, pour les 7 jours de l'expérience, des blocs de mélasse pour les groupes Parasités (P) et Non Parasités (NP)

| Consommation en kg |         | N  | Min   | Max   | Moyenne | Ecart type |
|--------------------|---------|----|-------|-------|---------|------------|
| NP                 | BMP     | 15 | 0,085 | 1,080 | 0,543   | 0,303      |
|                    | BME     | 15 | 0,080 | 0,245 | 0,128   | 0,058      |
|                    | BMP+BMP | 15 | 0,170 | 1,250 | 0,671   | 0,348      |
| P                  | BMP     | 15 | 0,065 | 1,345 | 0,554   | 0,462      |
|                    | BME     | 15 | 0,020 | 0,980 | 0,133   | 0,250      |
|                    | BMP+BMP | 15 | 0,085 | 1,375 | 0,687   | 0,480      |

Le tableau V présente la consommation en g de chaque bloc par animal et par jour en fonction des groupes de poids établis (17 à 20,75 kg ; 21 à 23,5 kg ; 26,75 à 35,5 kg). Le test statistique ANOVA nous permet de démontrer que la consommation des blocs protéiques a été similaire entre les trois groupes de poids ( $P>0,05$ ). De même dans le cas des blocs de mélasse énergétiques, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis révèle qu'il n'existe pas de différence entre les groupes de poids analysés pour la consommation de ces derniers ( $P>0,05$ ).

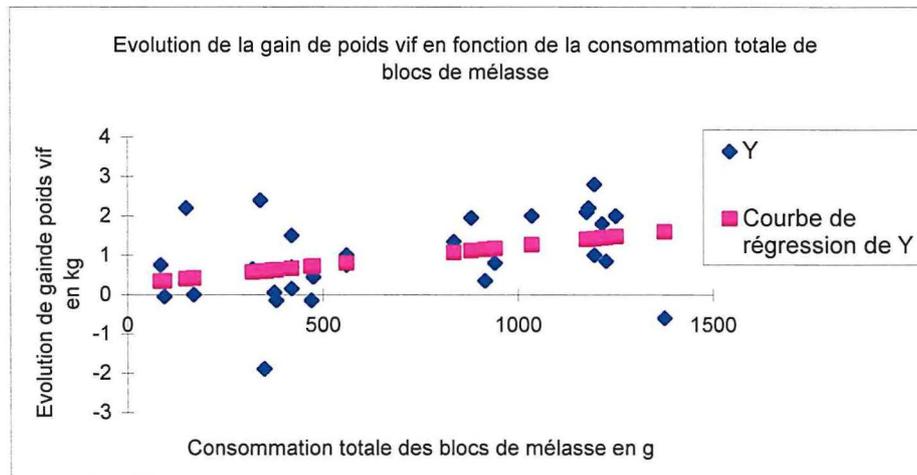
**Tableau V:** Consommation moyenne en g par animal et par jour des blocs de mélasse en fonction des groupes de poids

| Groupe de poids | Types de blocs | N  | Moyenne | Ecart type | Min   | Max    | Médiane |
|-----------------|----------------|----|---------|------------|-------|--------|---------|
| 17-20,8 kg      | BMP            | 10 | 61,67   | 21,83      | 34,00 | 88,50  | 58,50   |
|                 | BME            | 10 | 8,56    | 8,04       | 0,00  | 25,00  | 5,50    |
|                 | BMP+BME        | 10 | 70,22   | 27,10      | 40,50 | 113,50 | 63,50   |
| 21-23,5 kg      | BMP            | 10 | 63,72   | 20,80      | 36,00 | 95,50  | 70,00   |
|                 | BME            | 10 | 21,39   | 14,18      | 8,00  | 49,50  | 15,50   |
|                 | BMP+BME        | 10 | 85,11   | 31,52      | 46,00 | 132,50 | 80,00   |
| 26,8-35,5 kg    | BMP            | 10 | 57,44   | 27,00      | 18,50 | 99,00  | 54,00   |
|                 | BME            | 10 | 13,61   | 15,96      | 0,00  | 52,00  | 9,00    |
|                 | BMP+BME        | 10 | 71,06   | 38,78      | 21,00 | 137,00 | 63,00   |

La corrélation de Spearman a confirmé l'absence de relation entre la consommation moyenne de blocs des animaux et le poids des animaux ( $P < 0,05$ ). Cependant, il existe une régression linéaire positive significative entre la consommation totale de blocs des animaux et le gain de poids (voir Figure X) :

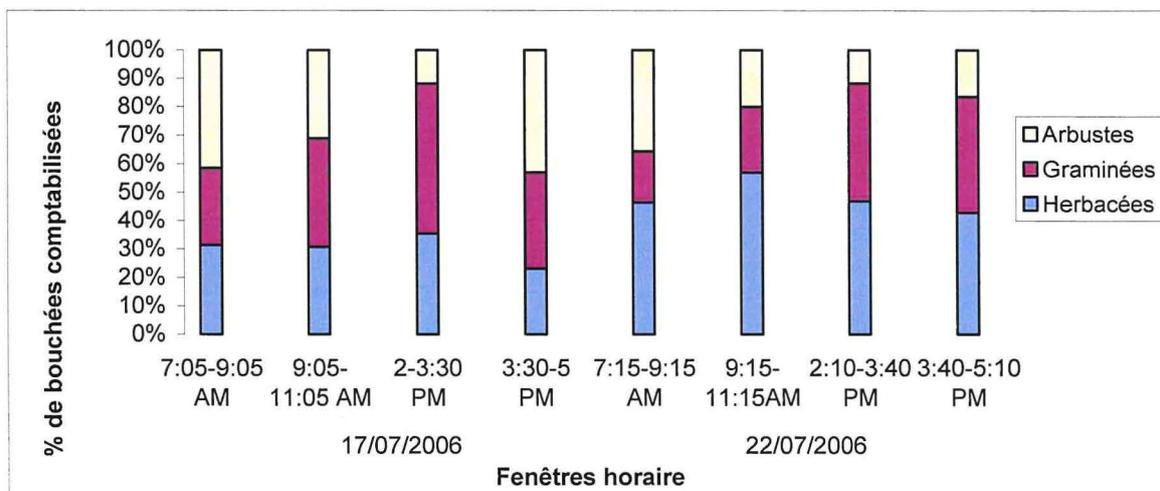
$$y = 0,25 + 0,00098x; r^2 = 0,149; P < 0,035$$

**Figure X** : Evolution du gain de poids vif en kg en fonction de la consommation totale de blocs de mélasse en kg

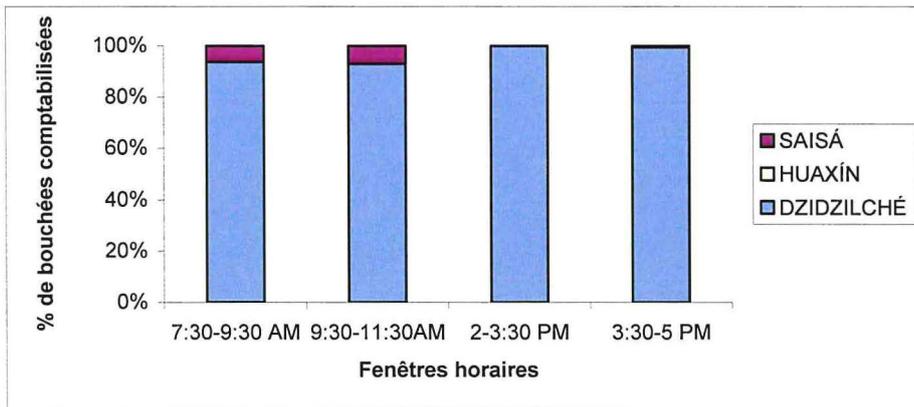


### b) Analyse du comportement alimentaire

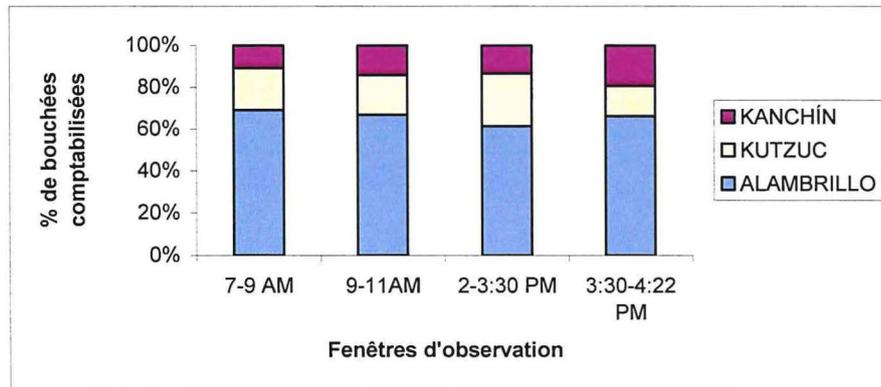
**Figure XI**: Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abroustissement pour chaque catégorie végétale



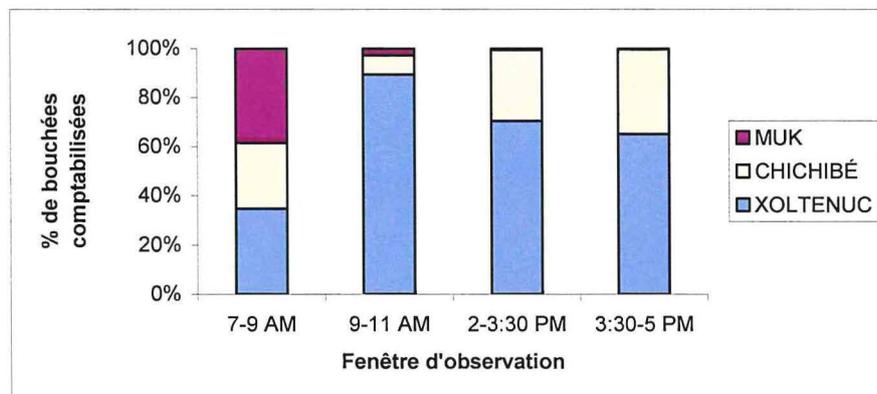
**Figure XII:** Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour la catégorie arbustive



**Figure XIII:** Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour la catégorie graminées



**Tableau VI:** Pourcentage de bouchées comptabilisées durant l'abrouissage pour la catégorie herbacées



## 2. DISCUSSION

Le but de ces travaux est l'étude de la consommation quotidienne des blocs de mélasse comme suppléments d'une alimentation à base d'abrutissement, chez les brebis destinées à la production de viande dans l'état tropical du Yucatan, au Mexique, en saison des pluies.

Le premier objectif de notre étude était de déterminer l'existence d'une préférence pour les blocs de mélasse énergétiques en condition d'abrutissement en végétation native riche en protéines. Il a été démontré qu'au niveau du troupeau, la consommation des BMP était significativement supérieure à celle des BME, ce qui diffère du résultat escompté. En effet les ruminants adaptent leur comportement alimentaire afin de limiter les déséquilibres métaboliques qui résultent d'un mauvais équilibre entre apport d'énergie et de protéines (Forbes et Provenza, 2000) : les ruminants devraient donc préférer une alimentation riche en énergie après un repas riche en protéines et vice-versa (Provenza *et al.*, 2003). Or la végétation native du Yucatan présente des valeurs en énergie métabolisable faibles mais acceptables en protéines brutes (Ku-Vera *et al.*, 1999).

Ce résultat pourrait s'expliquer par la différence de structure entre les deux types de blocs. En effet les BMP produits pour cette expérience présentent une résistance inférieure à celle des BME (Ayala Burgos, 2006). Cette propriété a donc pu affecter la consommation des deux types de blocs. Cette hypothèse semble confirmée par le fait que durant l'expérience, les brebis ont présenté un comportement alimentaire différent en fonction de la structure du bloc :

- le bloc de mélasse énergétique plus dur, a sollicité une première phase d'humidification avec la langue puis une phase de raclage avec les dents ;
- le bloc de mélasse protéique plus tendre, a demandé une phase d'humidification avec la langue puis une phase de morsure du bloc ;

Les comportements observés pour les BMP semblent être plus effectifs en terme de quantités consommées que ceux observés pour les BME.

Une seconde hypothèse expliquerait cette préférence pour les BMP : les brebis trouvaient dans la végétation native tous les nutriments qui leur étaient nécessaires. La consommation préférentielle des BMP serait alors influencée par leur consistance plus tendre et par le caractère appétant de la mélasse.

Le second objectif était d'examiner l'effet des strongyloses gastro-intestinales sur la consommation de blocs de mélasse. Nos résultats ne montrent aucune différence significative entre les groupes parasités (P) et non parasités (NP). Cette absence de

différence serait due à la faible charge parasitaire exprimée par les brebis du groupe P durant l'expérience. Celle-ci n'entraînerait pas une modification suffisante du métabolisme des protéines chez l'animal pour induire une adaptation de leur consommation afin de compenser les pertes en protéines (Kyriazakis *et al.*, 1994; Provenza *et al.*, 2003; Knox, 2003; Adams et Liu, 2003).

Enfin, cette étude avait pour but de déterminer un modèle de consommation des blocs de mélasse en fonction du poids vif des animaux. Nos résultats ont démontré l'absence de relation entre le poids de l'animal et la consommation de blocs de mélasse. Ce résultat s'expliquerait par une expression du comportement alimentaire individuel au détriment du collectif. Selon Forbes et Provenza (2000), les différences de quantités ingérées et de préférences alimentaires dépendent en partie des variations de construction morphologique et du fonctionnement physiologique de l'animal. Cet effet est d'autant plus renforcé que les animaux ont un choix varié de plantes durant l'abrouissement et que deux types de blocs sont mis à leur disposition créant ainsi plus d'options et de comportements différents pour chaque individu.

Néanmoins une régression linéaire positive a été démontrée entre le gain de poids vif durant l'expérience et la consommation totale de blocs. Il s'agirait donc des nécessités de croissance qui dirigerait la consommation de blocs de mélasse. Cependant, le coefficient  $r^2$  reste critiquable pour sa faible valeur.

Dans le but de compléter l'étude de consommation, une étude parallèle du comportement alimentaire en conditions d'abrouissement a été réalisée. Elle a permis d'illustrer le contexte dans lequel s'est déroulé l'expérience. Ce travail préliminaire peut conduire à une étude plus complète tout d'abord botanique pour identifier les plantes consommées et ensuite une étude chimique pour connaître les apports nutritionnels et les facteurs limitants potentiels. De plus afin d'avoir une vision plus claire du comportement alimentaire des brebis en abrouissement, ces observations requièrent une plus grande répétitivité.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les blocs de mélasse représentent un moyen rentable et efficace de supplémenter les ruminants dans les zones géographiques où le fourrage est de faible qualité (Ben Salem et Nefzaoui, 2003). Qui plus est, leur caractère appétant permet leur utilisation comme vecteurs dans l'administration de traitements vétérinaires. Ils peuvent être utilisés comme mode d'administration du polyéthylène glycol (PEG) qui tempère les effets anti-nutritionnels de plusieurs fourrages tropicaux tels que *Acacia cyanophylla* Lindl. (Moujaheda *et al.*, 2000). Ils permettent également de lutter contre les strongyloses gastro-intestinales comme vecteur de traitements anthelminthiques (Anindo *et al.*, 1998; Sanyal et Gupta, 1998) ou bien comme vecteur d'ennemis naturels des SGI tels que les chlamydozoaires de *Duddingtonia flagrans* qui décontaminent les pâtures infectées par les larves de strongles (Chandrawathani *et al.*, 2003).

Cette étude nous a permis de cerner plusieurs paramètres qui influent sur la consommation des blocs de mélasse : leur structure, leur composition, l'alimentation de base des animaux ainsi que les différences interindividuelles de comportement. Nous avons pu voir ainsi que l'utilisation des blocs comme suppléments ou comme vecteurs nécessite plusieurs voies d'investigation. Nous pourrions ainsi affiner nos connaissances sur les mécanismes qui régulent l'alimentation des ovins et optimiser les effets escomptés des blocs.

Un premier axe de recherche serait la régulation de la dureté des blocs de mélasse. Un second s'intéresserait à la consommation des blocs chez les animaux parasités par les strongles gastro-intestinaux ; afin de contrôler la charge parasitaire, les animaux pourraient être infectés artificiellement. Il serait intéressant également d'examiner la consommation des blocs en saison sèche et d'étudier les interactions entre la végétation native et la supplémentation par les blocs, en prenant en compte que les résultats seront spécifiques de la zone d'étude. Enfin pour contrer la néophobie des animaux, une période d'adaptation sur plusieurs semaines pourrait être mise à l'étude.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adams, N., Liu, S., 2003, Principles of nutrient partitioning for wool, growth and reproduction: implications for nematodes parasitism. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 1399-1407.
- Anindo, D., Toé, F., Tembely, S., Mukasa-Mugerwa, E., Lahlou-Kassi, A., Sovani, S., 1998, Effect of molasses-urea-block (MUB) on dry matter intake, growth, reproductive performance and control of gastrointestinal nematode infection of grazing Menz ram lambs. *Small Ruminant Research* 27, 63-71.
- Ayala Burgos, A., Communication personnelle, Juillet 2006, Mérida, Mexique.
- Barger, I., Siale, K., Banks, D., Le Jambre, L., 1994, Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Veterinary Parasitology* 53, 109-116.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., 2003, Review: Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research* 49, 275-288.
- Chandrawathani, P., Jamnah, O., Waller, P., Larsen, M., Gillespie, A., Zahari, W., 2003, Biological control of nematode parasites of small ruminants in Malaysia using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans*. *Veterinary Parasitology* 117, 173-183.
- Chermiti, A., 1998, Utilisation des figues de barbarie en remplacement de la mélasse dans les blocs nutritionnels. Effets sur l'ingestion volontaire. . . . *Annales de zootechnie* 47, 179-184.
- Coop, R.L., Holmes, P.H., 1996, Nutrition and parasite interaction. *International Journal for Parasitology* 26, 951-962.
- Cuéllar-Ordaz, J.A., 2006a. Agentes etiologicos de nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas. *In: IVe Curso Internacional "Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Economica en Pequeños Rumiantes"*, Merida, Mexique, 18-21 avril 2006, pp. 1-9.
- Cuéllar-Ordaz, J.A., 2006b. El ambiente y su efecto sobre la cantidad de parasitos en las praderas y agostaderos. *In: IVe Curso Internacional "Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Economica en Pequeños Rumiantes"*, Merida, Mexique, 18-21 avril 2006, pp. 10-16.
- Cuéllar Ordaz, J.A., 2004 of Conference. Agentes etiologicos de nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas. *In: Ille Curso Internacional "Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Economica en Pequeños Rumiantes"*, Campeche, Mexique, 7-10 septembre.
- FAO, 2003. Livestock Sector Report: Mexico. Condiciones Estructurales, Evolucion (1990-2000) y Perspectivas (2010, 2020, 2030). AGAL [On line]. [01/09/06]. [http://www.fao.org/ag/aigainfo/resources/en/publications/sector\\_report/sr\\_mex.pdf](http://www.fao.org/ag/aigainfo/resources/en/publications/sector_report/sr_mex.pdf)
- Forbes, J., Provenza, F., 2000, Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake, *In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. P. Cronje, Department of Animal and Wildlife Science, University of Pretoria, Pretoria, South Africa, p. 496.
- Garandilla, B., Fernandez, A., Pedraza, R., 1991, Influencia del tiempo de almacenamiento sobre las características microbiológicas y químicas de tres variantes de bloques multinutricionales. *Revista de Producciones Animales* 6, 241-247.
- García, L., Restrepo, J. 1995. Multinutrient block handbook. *In: FAO Better Farming Series* (Rome, FAO), p. 30.
- Hamadeh, S., Bistanji, G., Darwish, M., Abi Said, M., Abi Ghanem, D., 2001, Economic sustainability of small ruminants production in semi-arid areas of Lebanon. *Small Ruminant Research* 40, 41-49.

- Hoste, H., 2003 of Conference. Rôle des fourrages riches en tanins dans la maîtrise du parasitisme par les strongles du tube digestif. *In: Actes de la 3ème journée technique du pôle scientifique AB du Massif Central, Tullès-Naves, France, 6 novembre 2003.*
- Hoste, H., Chartier, C., 2002, Helminthoses des petits ruminants: les nouvelles perspectives de contrôle des helminthoses. *Le Point Vétérinaire* 231, 101-104.
- Hoste, H., Huby, F., Mallet, S., 1997, Strongyloses gastro-intestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Le Point Vétérinaire* 28, 181-187.
- Hoste, H., Paolini, V., Peraud, C., Chartier, C., 2004, Gestion non chimique du parasitisme par les nématodes chez les Petits Ruminants. *Bulletin GTV Hors Série - Parasitologie des Ruminants laitiers*, 131-139.
- Hoste, H., Torres-Acosta, J.F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A.J., Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C., 2005, Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research* 60 141-151.
- Inegi, 1996, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario estadístico del Estado de Yucatán, *In: Aguascalientes, Mexique.*
- Kilani, M., Guillot, J., Chermette, R., 2003, Strongyloses gastro-intestinales des ruminants, *In: Lefèvre, P., Blancou, J., Chermette, R. (Eds.) Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail-Europe et Régions Chaudes. Tec & Doc, Paris, pp. 1309-1345.*
- Knox, M., 2003, Impact of non-protein nitrogen supplements on nematodes infected sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 1463-1468.
- Ku-Vera, J., Ramírez-Avilés, L., Jiménez-Ferrer, G., Alayón, J., Ramírez-Cancino, L., 1999 of Conference. Arboles y arbustos para la producción animal en el trópico Mexicano. *In: Memorias de la 1ª conferencia electrónica de Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica.*
- Kyriazakis, I., Oldham, R.L., Coop, R.L., Jackson, F., 1994, The effect of subclinical intestinal nematode infection on the diet selection of growing sheep. *British Journal of Nutrition* 72, 665-667.
- Larsen, M., 1999, Biological control of Helminths. *International Journal for Parasitology* 29, 139-146.
- Mendoza De Gives, P., Flores-Crespo, J., Herrera, R., Vasquez, P., Liebano, H., Ontiveros, F., Vasquez, P., 1998, Biological control of *Hæmonchus contortus* infective larvae on ovine faeces using an oral suspension of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores. *Journal of Helminthology* 72, 343-347.
- Moujaheda, N., Kayoulib, C., Thewisc, A., Beckersc, Y., Rezgui, S., 2000, Effects of multivitamin blocks and polyethylene glycol 4000 supplies on intake and digestion by sheep fed *Acacia cyanophylla Lindl.* foliage-based diets. *Animal Feed Science and Technology* 88, 219-238.
- Nari, A. 2003. Resistancia a los antiparasitarios: estado actual con énfasis en América Latina (Roma, FAO-Disrección de la Producción et de la Santé Animale), p. 51.
- Nari, A., Hansen, J.W., 1999 of Conference. Resistance of Ecto- and Endo-parasites: Current and Future Solutions. *In: Resistance in ecto and endoparasites, Paris, France, 17-21 mai.*
- Pinto, R., Ayala, A., 2004, Los bloques nutricionales en la ganadería tropical, 1ère Edition. Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexique, 95 p.
- Pinto Ruiz, R., Lopez, J. 1998. Utilización de la maquinaria en la fabricación de bloques nutricionales. Algunas observaciones para su mejor uso. Reporte de investigación (Chiapas, Mexique, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas), p. 83.
- Pinto Ruiz, R., Sanchez, C., 1997, Patron de pastoreo de toros suplementados con bloques nutricionales durante la época de secas en Villaflores, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas* 1, 68-72.
- Preston, T., Leng, R., 1987, Matching ruminant production systems with available resources in tropics and subtropics, *In: Penambul books, Armidale, Australia, pp. 193-196.*

- Provenza, F., Villalba, J., Dziba, L., Atwood, S., Banner, R., 2003, Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Ruminant Research* 49, 257-274.
- Quiroz, 1989, *In: Parasitologia y enfermedades parasitarias de los animales domesticos*. Limusa, Mexico DF, pp. 429-515.
- Roberge, G., Meyer, C., Huguenin, J., 2004, Glossaire d'agropastoralisme. In : Meyer C., ed. sc., *Dictionnaire des Sciences Animales*. En préparation [On line] Montpellier, France, Cirad. [2006/09/01]. <http://www.intranet-sca.cirad.fr/dicozoot/>
- SAGARPA, 2006. Coordinacion general de ganaderia. Programa Nacional Pecuario [On line]. [01/10/06]. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/indezovin.htm>
- Samanta, A., Singh, K.D., Mm, Maity, S., Kundu, S., 2003, Effect of complete feed block on nutrient utilisation and rumen fermentation in Barbari goats. *Small Ruminant Research* 48, 95-102.
- Sancousy, R., 1986, Fabricacion de bloques melaza-urea. *Revista mundial de zootecnia* 57, 40-48.
- Sanyal, P., Gupta, S., 1998, Pharmacokinetics and efficacy of long-term low-level administration of triclabendazole in urea molasses blocks against induced bovine and bubaline fasciolosis. *Veterinary Parasitology* 76, 57-64.
- Soulsby, E., 1982, *Helminths, arthropods, & protozoa of domesticated animals* Nueva Editorial Interamericana, Mexico DF, 824 p.
- Sudana, I., Leng, R., 1986, Effects of supplementing a wheat straw diet with urea or urea-molasses blocks and/or cottonseed meal on intake and liveweight change of lambs. *Animal Feed Science Technology* 16, 25-35.
- The Weather Channel Interactive, I., 2006. Monthly Averages for Merida, Mexico [On line]. [15/10/06]. <http://www.weather.com/outlook/travel/businesstraveler/wxclimatology/monthly/MXYN0117>
- Torres-Acosta, J., Aguilar-Caballero, A., 2006. Infectividad larveria en la vegetacion nativa de Yucatan, Mexico. *In: IVe Curso Internacional "Epidemiologia y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Economica en Pequeños Rumiantes"*, Merida, Mexico, 18-21 avril 2006, pp. 17-23.
- Torres-Acosta, J.F., Jacobs, D., Aguilar-Caballero, A.J., 2000 of Conference. Effect of supplementary feeding on the resilience of Criollo kids browsing under tropical condition. *In: Round table 6. Integrated control of nematode parasites. 7th International Conference on Goats, Tours, France, 14-20 mai 2000.*
- Torres, J.F., Aguilar, A.J., 2004 of Conference. Agujas de oxido de cobre para el control de nematodos gastrointestinales. *In: IIIe Curso Internacional "Epidemiologia y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Economica en Pequeños Rumiantes"*, Campeche, Mexique, 7-10 septembre 2004.
- Van Soest, P., 1982, *Nutritional ecology of the ruminant*. O & B Books Inc, Corvallis, Oregon, USA.
- Van Wyk, J., Bath, G., 2002, The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research* 33, 509-529.
- Waller, P.J., 2003, The future of anthelmintics in sustainable parasite control programs for livestock. *Helminthologia* 40, 97-102.