

# Effets de la substitution du tourteau de soja par l'urée sur les performances de croissance des agneaux de race locale tunisienne

M. Mahouachi<sup>1</sup>, Naziha Atti<sup>2</sup>, H. Rouissi<sup>3</sup> & Maha Tissaoui<sup>1</sup>

Keywords: Substitution- Soybean meal- Urea- Growth- Lambs

## Résumé

Vingt et un agneaux de race Queue Fine de l'Ouest répartis en trois lots homogènes sur la base du poids vif, du sexe et du mode de naissance ont été utilisés pour étudier les effets de la substitution partielle (50%) ou totale (100%) du tourteau de soja par l'urée sur les performances de croissance des agneaux. Ainsi, 3 concentrés ont été utilisés: TS (100% tourteau de soja), TS+U (50% tourteau de soja + 50% urée) et U (100% urée). La substitution a été faite sur la base des matières azotées totales (MAT) pour avoir 3 concentrés iso-azotés (TS: 15,8%; TS+U: 15,9% et U: 16,3% MAT). La ration est composée de foin de prairie distribué à volonté et complété par 500 g/j de concentré.

Les résultats obtenus montrent que l'ingestion volontaire du foin (406 g MS/j) n'est pas affectée par la substitution pratiquée. Les performances de croissance sont faibles car elles sont en moyenne égales à  $107 \pm 19,6$  g/j. Le remplacement du TS par l'urée ne diminue pas la croissance des agneaux. Au contraire, le lot TS+U montre une tendance à l'augmentation du niveau de production par rapport aux deux autres rations ( $106 \pm 19,3$ ;  $116 \pm 20,9$  et  $99 \pm 17,8$  g/j pour les lots TS; TS+U et U respectivement). L'indice de consommation est en moyenne égale à  $8,6 \pm 1,9$  kg d'aliment/kg de gain. Il tend à être plus faible avec le lot TS+U ( $7,3 \pm 2,6$  contre  $9,1 \pm 1,8$  et  $9,4 \pm 1,4$  kg d'aliment/kg de gain respectivement pour les lots TS+U; TS et U respectivement). La charge alimentaire est plus faible avec le lot TS+U (1,6 dinars/kg de viande)<sup>4</sup> qu'avec les deux autres lots (2,07 et 1,98 dinars/kg de viande pour les lots TS et U respectivement).

On peut conclure que l'urée, incorporée à raison de 2,2% dans le concentré, peut remplacer le tourteau de soja dans l'alimentation des agneaux sevrés de races locales sans que les performances de croissance ne soient affectées.

## Summary

### Effects of Substitution of Soybean Meal by Urea on Growth Performance of Tunisian Local Breed Lambs

Twenty-one lambs of Queue Fine de l'Ouest breed were used to study the effect of partial (50%) or total (100%) substitution of soybean meal by urea on growth performance of lambs. Thus, three concentrates were used: SM (control: 100% soybean meal), SM+U (50% Soybean meal + 50% urea) and U (100% urea). The substitution was made in the base of crude protein (CP) to have 3 iso-nitrogen concentrates (SM: 15.8%, SM+U: 15.9% and U: 16.3% CP). Animals were fed hay ad-libitum + 500 g/d of concentrate.

The results showed that voluntary intake of hay (406 g DM/d) wasn't affected by the substitution. Growth performances in average were low ( $107 \pm 19.6$  g/d). The substitution of SM by U didn't decrease the growth level of lambs. Moreover, association of SM and U tended to increase the growth level of lambs ( $106 \pm 19.3$ ,  $116 \pm 20.9$  and  $99 \pm 17.8$  g/d for SM, SM+U and U respectively).

The consumption index equaled  $8.6 \pm 1.9$  kg of feeds/kg of gain. It tended to be lower in SM+U diet than in the other ones ( $7.3 \pm 2.6$ ,  $9.1 \pm 1.8$  and  $9.4 \pm 1.4$  kg of feeds/kg of gain for SM+U, SM and U respectively).

The cost of alimentation was lower in SM+U diet than in the two other ones (1.6; 2.07 and 1.98 dinars/kg of gain for SM+U, SM and U respectively).

It was concluded that urea, incorporated at 2.2% in concentrate, can substitute the soybean meal in diet of local lambs.

<sup>1</sup>Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef-7119 le Kef-Tunisie.

<sup>2</sup>Institut National de Recherches Agronomiques- 1002- Ariana, Tunisie.

<sup>3</sup>Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, Tunisie.

<sup>4</sup>Dinar= 0,67 Euro

Reçu le 18.12. 02. et accepté pour publication le 10.11.03.

## Introduction

Comme dans la plupart des pays de la rive sud de la Méditerranée, l'élevage ovin assume depuis longtemps un rôle social et économique de grande importance en Tunisie. Avec un effectif de 3,7 millions de brebis, cet élevage contribue à environ 35% de la production de viande rouge (23). Mais en dépit de cette importance, l'élevage ovin est encore caractérisé par un niveau de production en dessous du potentiel génétique des races locales (25). Sans négliger l'impact des autres facteurs (reproduction, santé...), la faible production des ovins est principalement liée à la qualité médiocre des ressources alimentaires (paille, foin, chaume...) utilisées dans la ration de ces animaux.

Les ressources fourragères, étroitement liées aux conditions climatiques qui sévissent dans le pays, sont en effet peu diversifiées et présentent souvent une faible valeur alimentaire (5, 17, 18, 20, 24...). Dans ce cas et pour améliorer les performances des agneaux, les éleveurs utilisent massivement les céréales secondaires, principalement l'orge, dont les quantités importées augmentent d'une année à l'autre (15). Ce mode de rationnement des animaux entraîne des perturbations digestives (3, 22) et métaboliques (28). L'addition d'une source azotée, en l'occurrence le tourteau de soja, permet de réduire ces effets négatifs et d'améliorer les performances de croissance des agneaux de race locale tunisienne par rapport à l'orge seule (19). Cependant, l'importation du tourteau de soja coûte très chère au pays. Il est donc impératif de chercher des sources azotées alternatives pour réduire le coût de la production.

L'urée, source d'azote exclusivement non protéique, est souvent utilisée pour remplacer le tourteau de soja dans l'alimentation des ruminants, du moins pour ceux qui ont un potentiel de production faible à modéré. D'une façon générale, cette substitution

fermentescible et en minéraux, la complémentation par l'urée peut aboutir à des performances similaires (10, 30) ou même parfois supérieures (16) à celles permises par le tourteau de soja. Dans tous les cas, même si elle engendre des niveaux de production plus faibles que les sources azotées conventionnelles, l'urée continue à présenter un intérêt économique dans plusieurs pays du monde.

Mais en dépit de cette importance économique indéniable, les études visant l'incorporation de l'urée dans l'alimentation des agneaux restent encore limitées en Tunisie. Le présent travail a pour objectif d'étudier les effets de la substitution partielle ou totale du tourteau de soja par l'urée sur les performances de croissance post-sevrage des agneaux de race locale tunisienne. L'impact de cette substitution sur le coût de l'alimentation sera également évalué dans ce travail.

## Matériel et méthodes

### Milieu

L'expérience a été réalisée à la station expérimentale de l'Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef située dans un étage bioclimatique semi-aride caractérisé par une pluviométrie annuelle moyenne de 350 mm/an. Les températures minimale et maximale moyennes sont respectivement de 7,3 °C et de 29,6 °C.

### Animaux

Vingt et un agneaux de race Queue Fine de l'Ouest (QFO), sevrés et ayant un âge moyen initial de 6 mois ont été répartis en trois lots homogènes sur la base du poids vif, du sexe et du mode de naissance (Tableau 1).

Les agneaux ont été traités contre les parasites internes et externes (0,5 ml/animal en injection sous-cutanée d'Ivomec, Merch & Co.Inc N.J.USA) et contre l'entérotoxémie (1 ml/animal en injection sous-cutanée

**Tableau 1**  
Caractéristiques des agneaux utilisés dans l'expérience

	TS	TS+U	U
1. Nombre d'animaux	7	7	7
Mâles	5	5	5
Femelles	2	2	2
2. Mode de naissance			
Simple	5	5	5
Double	1	1	1
3. Poids vif (kg)	18,3 ± 4,8	18,7 ± 4,0	17,9 ± 3,2

TS: ration composée de foin de prairie distribué à volonté + 500 g de concentré contenant le tourteau de soja; TS+U: foin à volonté + 500 g de concentré contenant le tourteau de soja et l'urée; U: foin à volonté + 500 g de concentré contenant uniquement l'urée.

réduit les performances animales, notamment des ovins en croissance (6, 9, 11, 30). Cependant, lorsque le milieu ruminal est suffisamment pourvu en énergie

née de Coglavax, Phylaxia-Safoni). Ils ont été ensuite placés dans des boxes individuels où ils disposaient de l'eau à volonté.

### Rations alimentaires

Les agneaux ont reçu individuellement un foin de prairie *ad-libitum*, produit dans la région de Tabarka (pluviométrie annuelle > 1000 mm), complété par 500 g/tête/j de concentré. Trois concentrés contenant l'orge, le tourteau de soja (et/ou l'urée) et un complément minéral et vitaminique, ont été comparés dans cette expérience (Tableau 2).

**Tableau 2**  
**Composition centésimale (% MS)**  
**des trois concentrés expérimentaux**

	TS	TS+U	U
Orge	80	87,5	95,3
Tourteau de soja	17,5	8,7	0
Urée	0	1,3	2,2
CMV*	2,5	2,5	2,5

CMV: complément minéral et vitaminique

Ainsi, dans le premier concentré, l'azote est principalement apporté par le tourteau de soja (TS). Ce dernier a été partiellement (50%) ou totalement (100%) remplacé par l'urée dans le second (TS+U) et le troisième concentré (U) respectivement. La substitution a été effectuée sur la base des MAT pour obtenir trois concentrés iso-azotés (15,8; 15,9 et 16,3% MAT respectivement pour les concentrés TS; TS+U et U). La proportion de l'urée dans le concentré n'excède pas 2,2%. Les rations ont été distribuées en deux repas égaux à 8h et à 16h pendant 83 j dont 20 ont été utilisés pour l'adaptation des animaux aux différents régimes alimentaires.

### Mesures et paramètres étudiés

#### Ingestion des aliments

Après la période d'adaptation, les quantités de foin et de concentrés distribuées et refusées ont été pesées quotidiennement tout au long de l'expérience. Le foin a été distribué de façon à laisser au moins 10% de refus. Des échantillons des aliments et des refus ont été prélevés et séchés à l'étuve à 105 °C jusqu'à poids constant. L'ingestion volontaire du foin a été déterminée par différence entre la quantité distribuée et celle refusée. Les résultats ont été exprimés en g MS/j ou en g MS/kg P<sup>0.75</sup>.

#### Evolution du poids vif et gain moyen quotidien des agneaux

Les agneaux ont été pesés à jeun chaque semaine en utilisant une bascule de portée maximale égale à 60 kg et ayant une précision de 100 g. La première et la dernière pesée ont été effectuées en double pendant deux jours consécutifs. Les données relatives aux poids vifs des agneaux ont été utilisées pour cal-

culer le gain moyen quotidien (GMQ en g/j) des animaux.

#### Indice de consommation (IC)

L'indice de consommation est le rapport entre les quantités ingérées et le gain moyen quotidien. Il permet de mesurer l'efficacité de transformation des rations en viande.

#### Analyses chimiques des aliments

Les teneurs en matière sèche (MS), matière minérale (MM), matière organique (MO) et en paroi végétale (NDF) ont été déterminées sur des échantillons des aliments séchés et broyés à travers une grille de 1 mm selon les méthodes officielles (1). La teneur en azote (N) a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl (MAT= N x 6,25).

#### Charge alimentaire

Le calcul du coût de l'alimentation pour les trois rations testées a été réalisé sur la base de l'ingestion du foin et des concentrés pour produire un kg de poids vif. Les prix utilisés sont ceux pratiqués sur le marché.

### Analyses statistiques

Les données obtenues ont été soumises à une analyse de la variance selon la procédure GLM (27) pour étudier les effets de la substitution azotée sur les paramètres mesurés. Les moyennes significativement différentes ont été séparées selon le test de Newman et Keuls (8).

### Résultats et discussion

#### Composition chimique des aliments

Le foin de prairie présente une teneur en paroi végétale élevée et une teneur en MAT extrêmement faible (Tableau 3).

**Tableau 3**  
**Composition chimique (% MS) du foin de prairie et des aliments concentrés utilisés dans l'expérience**

	Foin	TS	TS+U	U
1. MS*	89,2	90,5	91,3	91,7
2. MM	8,9	4,7	4,3	4,2
3. MO	91,1	95,3	95,7	95,8
4. MAT	4,2	15,8	15,9	16,3
5. NDF	59,6	27,8	30,2	31,5

\*: % de la matière fraîche

MS= matière sèche, MM= matière minérale, MO= matière organique, MAT= matières azotées totales, NDF= Neutral Detergent Fiber

La teneur en paroi végétale notée dans ce travail est similaire à celle du foin de vesce-avoine très largement utilisé en Tunisie (18, 20, 24). En revanche, la teneur en MAT est anormalement faible pour un foin

produit dans des conditions édapho-climatiques similaires. Cette composition chimique défavorable est expliquée par le comportement des agriculteurs qui préfèrent couper tardivement le fourrage pour obtenir une biomasse importante aux dépens de la qualité du fourrage. Il en résulte une valeur alimentaire souvent médiocre (24) expliquant les faibles performances animales lorsque le foin est utilisé seul.

La composition chimique des concentrés (Tableau 3) est conforme aux valeurs initialement prévues (14).

#### Ingestion des aliments

Les quantités de foin et de concentré ingérées par les agneaux sont présentées dans le tableau 4. L'ingestion moyenne de foin est égale à 406 g MS soit l'équivalent de 37,9 g MS/kg P<sup>0.75</sup>. Ce niveau d'ingestion est très faible par rapport à ceux rapportés par d'autres auteurs (11, 19). Il peut être principalement attribué à la richesse du foin en paroi végétale dont les effets sur l'encombrement du rumen et sur la diminution de l'ingestion sont bien connus (29).

La substitution partielle ou totale du tourteau de soja par l'urée n'entraîne pas une diminution de l'ingestion du foin (Tableau 4), ce qui corrobore les conclusions de certains travaux (21, 30, 31).

**Tableau 4**  
Effets de la substitution du tourteau de soja par l'urée sur l'ingestion des aliments (en g MS/j et en g MS/kg P<sup>0.75</sup>) chez les agneaux de race locale tunisienne

	TS	TS+U	U
1. Foin			
g MS/j	403,3 <sup>a</sup>	430,6 <sup>a</sup>	382,6 <sup>a</sup>
g MS/kg P <sup>0.75</sup>	37,7	39,1	36,8
2. Concentré			
g MS/j	458,8 <sup>a</sup>	459,9 <sup>a</sup>	458,1 <sup>a</sup>
g MS/kg P <sup>0.75</sup>	42,9	41,8	44,0
3. Total			
g MS/j	862,1 <sup>a</sup>	890,5 <sup>a</sup>	840,7 <sup>a</sup>
g MS/kg P <sup>0.75</sup>	80,6	80,9	80,8
4. Ecart-type			
g MS/j	42,1	37,4	55,3
5. % concentré	53,2	51,6	54,5

Les moyennes de la même ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Signification des rations: voir texte ou légende du tableau 1.

Nos résultats contredisent en revanche ceux obtenus par d'autres chercheurs (7, 12) qui indiquent que l'ingestion est plus faible avec l'urée qu'avec le tourteau de soja. Ces auteurs attribuent les différences entre les deux sources à la richesse en acides aminés du tourteau de soja, qui améliore l'équilibre entre les

nutriments énergétiques et protéiques absorbés. D'autres chercheurs indiquent que la diminution de l'ingestion avec l'urée est due en partie à son odeur (2). Il est probable que la quantité d'urée utilisée dans la présente expérience (2,2% dans le concentré) soit faible pour exercer un effet néfaste sur l'ingestion volontaire du foin. Mais dans tous les cas, le niveau d'ingestion du foin reste trop limité que pour satisfaire les besoins alimentaires des agneaux en croissance. La complémentation reste donc nécessaire si on veut accroître les performances zootechniques de ces animaux.

#### Croissance des agneaux et conversion des aliments

Le poids vif des agneaux des trois lots augmente tout au long de la période expérimentale (Figure 1).

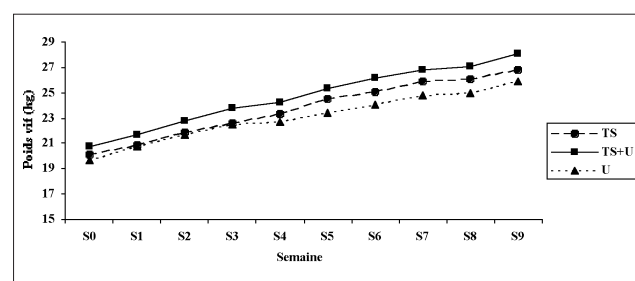


Figure 1: Effet de la substitution du tourteau de soja par l'urée sur l'évolution du poids vif (kg) des agneaux de race locale tunisienne.

Au terme de cette période, l'augmentation du poids atteint 6,7; 7,3 et 6,2 kg respectivement pour les lots TS; TS+U et U sans que les différences ne soient significatives. Il en résulte une vitesse de croissance similaire pour les trois rations testées (Tableau 5).

**Tableau 5**  
Effets de la substitution du tourteau de soja par l'urée sur les performances de croissance et l'indice de consommation chez les agneaux de race locale tunisienne

	TS	TS+U	U
1. Poids initial (kg)	20,1 ± 5,6 <sup>a</sup>	20,8 ± 4,2 <sup>a</sup>	19,7 ± 3,6 <sup>a</sup>
2. Poids final (kg)	26,8 ± 6,1 <sup>a</sup>	28,1 ± 4,0 <sup>a</sup>	25,9 ± 2,9 <sup>a</sup>
3. GMQ (g/j)	106 ± 19,3 <sup>a</sup>	116 ± 20,9 <sup>a</sup>	99 ± 17,8 <sup>a</sup>
4. I.C (kg aliment/kg de gain de poids vif)	9,1 ± 1,8 <sup>a</sup>	7,3 ± 2,6 <sup>a</sup>	9,4 ± 1,4 <sup>a</sup>

I.C: Indice de consommation.

Les moyennes de la même ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Les gains moyens quotidiens sont ainsi égaux à 106; 116 et 99 g/j respectivement pour les lots TS; TS+U et U. L'efficacité de la conversion des aliments en viande, mesurée dans ce travail par l'indice de consommation, n'est pas également influencée par la substitution du tourteau de soja par l'urée (Tableau 5). Cet indice de consommation tend néanmoins à être plus faible lorsque les deux sources azotées sont associées (7,3 kg d'aliment/kg de gain de poids pour le lot TS +U) par rapport à une utilisation séparée (9,1 et 9,4 kg d'aliment/kg de gain de poids respectivement pour les lots TS et U).

Les résultats issus de cet essai montrent que la substitution totale du tourteau de soja par l'urée n'affecte pas la croissance des agneaux de race locale tunisienne. De telles conclusions ont été également rapportées par certains chercheurs (10, 30). Les performances animales satisfaisantes obtenues avec l'urée sont souvent attribuées à une amélioration de l'activité microbienne dans le rumen lorsque l'urée est associée à une source énergétique fermentescible. Dans notre travail, l'orge a été choisie car son amidon est rapidement dégradé dans le rumen (32,2%/h) (29) pour assurer une meilleure synchronisation des apports énergétiques (orge) et azotés (urée) dans le rumen. Il en découlerait une amélioration de la synthèse des protéines microbiennes et un flux duodénal en acides aminés similaire à celui apporté par le tourteau de soja comme le suggèrent certains chercheurs (4, 26). Par ailleurs, nos résultats semblent montrer que l'utilisation mixte du tourteau de soja et de l'urée permet une meilleure croissance des agneaux car ces deux sources apportent à la fois de l'azote non protéique pour la population microbienne dans le rumen et de l'azote protéique pour l'animal. En outre, par rapport à une utilisation séparée, la ration qui contient les deux compléments azotés est mieux convertie en viande par les agneaux.

Enfin, les niveaux de croissance des agneaux enregistrés dans cet essai sont en général faibles et corroborent les gains moyens quotidiens rapportés par certains chercheurs tunisiens (9, 19). Ces résultats sont expliqués par la qualité du foin généralement utilisé au cours de l'engraissement des agneaux et des antenais en Tunisie. D'autre part, certaines observations récentes indiquent que les agneaux de races locales semblent avoir une croissance plus élevée au pâturage qu'en bergerie. Cet aspect mérite d'être approfondi en vue de déceler les causes de ce comportement des animaux.

#### Charge alimentaire

Les quantités de foin et de concentrés nécessaires pour produire un kg de poids vif, les prix unitaires des

aliments et la charge alimentaire de chaque ration testée sont consignés dans le tableau 6.

**Tableau 6**  
Effets de la substitution du tourteau de soja par l'urée sur la charge alimentaire (en dinars/kg de gain de poids vif) chez l'agneau de race locale tunisienne

	TS	TS+U	U
1. I.C (kg d'aliments/kg de gain)	9,1	7,3	9,4
2. % concentré <sup>(1)</sup>	52,9	51,6	54,3
3. Quantité de concentré (kg/kg de gain)	4,7	3,7	5,1
4. Quantité de foin (kg/kg de gain)	4,4	3,6	4,3
5. Prix unitaire			
foin	0,22	0,22	0,22
concentré	0,234	0,217	0,201
6. Charge alimentaire (dinars/kg de gain) <sup>(2)</sup>	2,07	1,60	1,98

<sup>1</sup>: par rapport à la matière fraîche

<sup>2</sup>: 1 dinar tunisien: 0,67 Euro

Il ressort que la substitution du tourteau de soja par l'urée permet de réduire la charge alimentaire. Le coût de l'alimentation devient plus faible lorsque les deux sources azotées sont apportées ensemble suite à une meilleure utilisation des aliments. La substitution pratiquée dans cet essai permet donc d'atteindre l'objectif visé qui est de diminuer le coût alimentaire.

#### Conclusion

L'ensemble des résultats obtenus dans cette expérience mettent en évidence la possibilité de remplacer le tourteau de soja par l'urée dans la ration des agneaux de races locales tunisiennes. En effet, cette substitution n'affecte pas les performances de croissance des agneaux et réduit la charge alimentaire. Par rapport à une utilisation séparée, le mélange des deux compléments (tourteau de soja et urée) permet d'obtenir les meilleurs niveaux de croissance et la charge alimentaire la plus faible.

## Références bibliographiques

1. AOAC, 1984, Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, Washington, DC.
2. Baumont R., 1996, Palatability and behaviour in ruminant: a review. *Ann. Zootech.* 45, 385-400.
3. Brown W.F. & Johnson D.D., 1991, Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *J. Anim. Sci.* 63, 348-357.
4. Calves M.J. & Parker J.E., 1993, Intestinal supply of amino acids in steers fed ruminally degradable and undegradable crude protein sources alone and in combination. *J. Anim. Sci.* 71, 1596-1605.
5. Chermiti A., 1994, Utilisation des pailles de céréales traitées à l'ammoniac et à l'urée par les différentes espèces des ruminants dans les pays d'Afrique du Nord. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Catholique de Louvain- Belgique.
6. Chester-Jones H., Stern M.D., Su A., Donker J.D., Ziegler D.M. & Miller K.P., 1990, Evaluation of various nitrogen supplements in starter diets for growing Holstein steers and their effects on ruminal bacterial fermentation in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 68, 2954-2964.
7. Church D.C. & Santos A., 1981, Effect of graded levels of soybean meal and of a nonprotein nitrogen-molasses supplement on consumption and digestibility of wheat straw. *J. Anim. Sci.* 53(6), 1609-1615.
8. Dagnelie P., 1980, Théories et méthodes statistiques. Vol. 2, Presses Agronomiques, Gembloux, Belgique, 463 p.
9. Haddad L., 1997, Etude des effets de la complémentation azotée d'un ensilage d'avoine sur l'ingestion volontaire, l'utilisation digestive et les performances de croissance chez les ovins. Mémoire de fin d'études du cycle de spécialisation. I.N.A.Tunisie. 116 p.
10. Horton G.M.J. & Nicholson H.H., 1981, Nitrogen sources for growing cattle fed barley and either wheat straw or dehydrated alfalfa. *J. Anim. Sci.* 52(5), 1143-1149.
11. Horton G.M.J., Pitman W.D. & Pate F.M., 1992, Protein supplements for corn-silage diets and their effect on subsequent growth and carcass characteristics in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 72, 595-602.
12. Hubert J.T., Sandy R.A., Polan C.E., Bryant H.T. & Blaser R.E., 1967, Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. *J. Dairy. Sci.* 50, 1241.
13. Iason G.R., Sin D.A., Foreman E., Feun P. & Elstu D.A., 1994, Seasonal variation of voluntary food intake and metabolic rate in three contrasting breeds of sheep. *Anim. Prod.* 58, part 3, 381-388.
14. INRA., 1988, Alimentation des bovins, ovins et caprins. (Jarrige R., Ed). INRA Paris, 476 p.
15. Kayouli C. & Belloin J.C., 1997, Renforcement de la production et de la collecte de lait dans les gouvernorats de Bizerte (TUN/006) et de Beja (TUN/008). Mission réalisée pour la F.A.O.
16. Klopfenstein T.J., Stocks R.A. & Ward J.K., 1991, Feeding growing-finishing beef cattle. *In: Livestock feeds and feeding* (Church D.C., Ed). Prentice hall, Englewood cliffs, NJ. p: 258.
17. Mahouachi M., Majdoub A., Ben Younes M. & Ben Abdallah M., 1987, Utilisation de la paille traitée à l'ammoniac pour l'engraissement des agneaux. *Revue de l'I.N.A.T.* Vol. 2 n°2.
18. Mahouachi M., Chermiti A. & Rouissi H., 1996, Effets de l'espèce de graminées et du stade de coupe sur la cinétique de dégradation de la MS du foin. Actes des journées nationales sur les acquis de recherche agronomique, vétérinaire et halieutique. Nabeul, Tunisie, 29/11-1/12 1996: 167-171.
19. Mahouachi M., Rekik M., Atti N., Chermiti A. & M'Hedhbi K., 2000, Incorporation de tourteau de soja et/ou de tourteau de colza dans le concentré à base d'orge sur les performances de croissance des agneaux des races D'man et Queue Fine de l'Ouest. *Tropicultura* 18(2), 74-79.
20. Majdoub A., Mahouachi M., Yahyaoui A. & Rahmani L., 1994, Chemical composition and nutritive value of three barley cultivars grown under the semi-arid conditions of northwest of Tunisia. *Rachis* 13 n° 1/2: 15-20.
21. Mathison G.W. & Engstrom D.F., 1995, Chromium and protein supplements for growing-finishing beef steers fed barley-based diets. *Can. J. Anim. Sci.* 75, 549-558.
22. Mbatya P.B.A., Kay M. & Smart R.I., 1983, Methods of improving the utilization of cereal straw by ruminants. 1. Supplements of urea, molasses and dried grass and treatment with sodium hydroxide. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 8, 221.
23. Ministère d'Agriculture, 1995, Enquête sur les structures des exploitations agricoles. Ministère de l'agriculture, Tunisie. Presses d'Orbis Impression. 30 p.
24. Nefzaoui A. & Chermiti A., 1989, Composition chimique et valeur nutritive pour les ruminants des fourrages et des concentrés d'origine tunisienne. *Ann. I.N.R.A.T.* 62 Fasc.b 36 p.
25. Rekik M. & Mahouachi M., 1997, Elevage des ovins et des caprins dans les régions semi-arides de la Tunisie. Zerally, Le Kef, Tunisie. 45 p.
26. Rook J.A. & Armstrong D.G., 1989, The importance of the form of nitrogen on microbial protein synthesis in the rumen of cattle receiving grass silage and continuous intra-rumen infusion of sucrose. *Br. J. Nutr.* 61: 113-121.
27. SAS., 1985, SAS User's guide: Statistics (Version 5 Eds). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
28. Sauvant D., Grenet E. & Doreau M., 1995, Dégradation chimique des aliments dans le réticulo-rumen: cinétique et importance. *In: Jarrige R., Ruckebush Y., Demarquilly C., Farce M.H., Journet M., Eds. Nutrition des ruminants domestiques: ingestion et digestion.* INRA, Paris, pp. 383-403.
29. Sauvant D. & Van Milgen J., 1995, Les conséquences de la dynamique de la digestion des aliments sur le métabolisme ruminal et les performances animales. *Prod. Anim.* 8, 346-353.
30. Sindt M.H., Stocks R.A., Klopfenstein T.J. & Vieselmeyer B.A., 1993, Protein sources for finishing calves as affected by management system. *J. Anim. Sci.* 71, 740-752.
31. Smith O.B., MacLeod G.K., Mowat D.N., Fox C.A. & Moran E.T., 1978, Performance and health of calves fed wet caged layer excreta as a protein supplement. *J. Anim. Sci.* 47(4), 833-842.

M. Mahouachi, Tunisien, Doctorat d'Etat en Production animale (Nutrition), Maître assistant à l'E.S.A.Kef, Tunisie.

Naziha Atti, Tunisienne, Doctorat d'Etat en Production animale (Nutrition), Maître de recherche à l'I.N.R.A de Tunisie.

H. Rouissi Tunisien, Doctorat d'Etat en Production animale (Nutrition), Maître de conférence à l'E.S.A. Mateur, Tunisie.

Maha Tissaoui, Tunisienne, Technicienne supérieure en grandes cultures et élevage extensif, E.S.A.Kef, Tunisie.

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned  
 Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité de leurs auteurs  
 De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)  
 Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen únicamente la responsabilidad de los autores