

Effect of management system (feedlot vs. Pasture), the nature of forage species and supplementation on milk production in Sicilo-Sarde sheep

Effet du mode de conduite (Bergerie vs. Pâturage), de la nature de l'espèce fourragère et de la complémentation sur la production laitière des brebis de race Sicilo-sarde

Y. YAGOUBI^{1*}, S. SMETI¹, N. ATTI¹

¹*University of Carthage, National Institute of Agronomic Research of Tunisia (INRAT), Animal and Forage Productions Laboratory, rue Hédi Karray, 2080 Ariana, Tunisia.*

***Corresponding author:** yagoubiyathreb@hotmail.fr

Abstract - The aim of this work is to study the milk production and quality of sheep raised on feedlot or grazing on pasture on cultivated ryegrass and barley and according to the nature of the supplementation. For that, 76 Sicilo-Sarde ewes were divided into 6 homogeneous groups according to parity, litter size and milk production at half weaning of the lambs. Two groups raised on feedlot were fed with 3 kg of oat silage and 500 g of vetch-oat hay and 500 g of concentrate C1 (standard concentrate) for BC1 and C2 (FP10 concentrate) for BC2. Two groups O1 and O2 grazed on green barley where one group did not receive any supplementation (OC0) and the other one (OC3) received 300 g of C3 concentrate (Soybean meal FP10). The last two groups RC1 and RC3 grazed the ryegrass while receiving 300 g of C1 for RC1 and C3 for RC3.

The biomass production averaged 3.5 and 2 tonnes of dry matter (DM)/ha for barley and ryegrass, respectively. The milk production of ewes was significantly higher on pasture of both forage species than that of ewes in sheepfold. The nature of forage species did not affect milk production even in the absence of supplementation for OC0 group. The daily milk production was 359, 338, 599, 647, 592 and 476 ml, respectively for BC1, BC2, OC0, OC3, RC1, RC3. The milk produced in the sheepfold was significantly richer in fat and in protein than that produced in barley and ryegrass ($P < 0.05$).

Keywords: Sicilo-Sarde ewes; milk production; sheepfold; pasture; supplementation; milk quality

Resumé - L'objectif de ce travail est l'étude de la production laitière quantitative et qualitative des ovins en pâturage direct de l'herbe ou à l'auge à base de fourrages conservés (foin et ensilage) et selon la nature de la complémentation. 76 brebis de race Sicilo-Sarde ont été réparties en 6 lots homogènes selon la parité, la taille de portée et la production laitière au semi-sevrage des agneaux. Les lots BC1 et BC2, composés respectivement par 12 et 13 brebis, ont été conduits en bergerie et alimentés par 3 kg d'ensilage d'Avoine (780 g MS) et 500 g foin de vesce-avoine (480 g MS) et 500 g d'aliment concentré C1 (concentré classique) pour BC1(450 g MS) et C2 (concentré FP10) pour BC2 (445 g MS). Deux lots OC0 et OC3, composés respectivement par 12 et 13 brebis, ont été conduits ensemble sur l'orge en vert, le lot OC0 reçoit zéro complémentation et l'autre 300 g d'aliment concentré C3 (Soja FP10, 270 g MS). Les deux derniers lots RC1 et RC3, composés de 13 brebis chacun, pâturent ensemble le ray-grass tout en recevant 300 g de C1 (270 g MS) et 300 g de C3 (265 g MS), respectivement pour RC1 et RC3.

La production de biomasse était en moyenne de 3,5 et 2 tonnes de MS/ha, respectivement pour l'orge et le Ray-grass. La production laitière des brebis a été significativement ($P < 0,001$) plus élevée sur pâturage des deux espèces fourragères qu'en bergerie alors qu'elle n'a pas été affectée par la nature de la complémentation. Également la nature de l'espèce fourragère n'a pas affecté la production laitière même en absence de la complémentation pour le lot OC0. La production laitière journalière était de 359, 338, 599, 647, 592, 476 ml respectivement pour BC1, BC2, OC0, OC3, RC1 et RC3. Le lait produit en bergerie était significativement plus riche en MG et en MP que celui produit sur orge en vert et ray-grass ($P < 0,01$).

Mots-clés : Sicilo-Sarde ; brebis, production laitière ; bergerie, pâturage ; qualité du lait

1. Introduction

La production laitière ovine en Tunisie est assurée principalement par la race Sicilo-sarde qui est l'unique race à vocation laitière où son effectif représente 1% de l'effectif total du cheptel ovin (Aloulou et al. 2018). Cette dernière est localisée exclusivement dans les régions subhumides du Nord du pays (Bizerte et Béja) où la pluviométrie n'est pas un facteur limitant pour la production fourragère qui est importante (Atti et Rouissi 2003, Moujahed et al. 2009 ; Aloulou et al. 2018, Nasri et al. 2019). La Sicilo-sarde se caractérise par une faible production laitière liée, en grande partie, à une conduite plutôt traditionnelle avec une exploitation mixte (lait et viande) et un faible niveau d'alimentation (Moujahed et al. 2009). En effet, l'alimentation des brebis laitières dans ces régions humides et subhumides est basée essentiellement sur le pâturage (chaumes, parcours, orge) et les fourrages grossiers et d'aliment concentré en cas de besoin. Dans ces régions, l'orge et l'avoine sont les céréales les plus utilisés dans l'alimentation des ovins comme fourrage vert (pâturage ou affouragement) ainsi que le ray-grass annuel ou pérenne qui peut être produit est exploité en vert sur 4 à 6 mois (Atti 2011, Nasri et al. 2019). Dans les grandes unités de production, les brebis laitières sont conduites soit en bergerie à base du foin et d'ensilage soit sur pâturage de l'orge en vert. Les performances de production laitière de la Sicilo-Sarde dépendent largement d'une alimentation ciblée (Bocquier et Caja 2001) nécessitant une complémentation en aliments concentrés notamment durant les périodes critiques à besoins élevés telles que la fin de gestation et la période de lactation. Généralement, la complémentation des ovins en Tunisie est basée sur des aliments concentrés formés principalement par le maïs et le soja. D'ailleurs, la Tunisie est un important importateur de tourteau de soja et du maïs avec des quantités respectives de l'ordre de 74755 tonnes et 1100426 tonnes en 2017 après l'importation des quantités faibles estimées respectivement à 36067 et 863000 (MARHP 2018). Alors, la recherche d'autres sources protéiques locales pour substituer le tourteau de soja s'impose pour accroître la production laitière ovine et améliorer la qualité du lait. Les essais de supplémentation par des matières azotées faiblement dégradables, des protéines protégées ou des acides aminés protégés sont très nombreux chez la brebis et la plupart ont été effectués sur des brebis à vocation viande (Bocquier et Caja 2001). Entre autres, la farine de poisson a été utilisée en remplacement des protéines facilement dégradables et a prouvé son efficacité sur la production laitière et la qualité du lait des brebis (Penning et al. 1988 ; Purroy et Jaime 1995). Les effets de la farine de poisson sont attribués à une augmentation quantitative et qualitative des apports en acides aminés limitants (profil des acides aminés absorbés dans l'intestin grêle et disponibles pour la synthèse du lait). Pour la filière de production de lait de brebis, on cherche toujours à favoriser, l'utilisation d'aliments produits localement et à réduire les achats d'aliments importés. Cette tendance de fond remet au premier plan les problèmes de maîtrise de la composition du lait par l'alimentation puisque d'une part il faut utiliser les fourrages produits localement et d'autre part ne plus recourir à certains aliments ou nutriments destinés à corriger la ration de base (Bocquier et Caja 2001). Alors, l'objectif de ce travail consiste à étudier la production laitière quantitative et qualitative des brebis Sicilo-sarde soit en pâturage direct de l'herbe (orge et ray-grass) ou à l'auge à base de fourrages conservés (foin et ensilage) en utilisant différents niveaux de complémentation.

2. Matériel et Méthodes

L'expérience a eu lieu dans la station expérimentale « Lafareg » de l'Institut National des Recherches Agronomiques de la Tunisie (INRAT).

2.1. Caractéristiques des prairies cultivées et durée de pâturage

Deux parcelles de 1 ha chacune ont été utilisées. La première parcelle a été cultivée en orge en vert et était semée en fin octobre. Son exploitation en pâturage était de 86 jours (fin décembre – mi-mars). L'exploitation en pâturage de la parcelle expérimentale de ray-grass, qui a été implantée depuis 6 ans, a duré 108 jours (fin décembre – début avril). Chacune des deux parcelles principales (orge et ray-grass) a été divisée en 6 sous-parcelles clôturées par un filet en plastique de 1 m de hauteur fixé par des piquets mobiles pour permettre un pâturage en rotation.

2.2. Animaux et alimentation

Pour cette étude, 76 brebis de race Sicilo-Sarde, dont la date moyenne d'agnelage était le 19 Octobre, ont été utilisées. Trois types d'aliment concentré ont été utilisés, leur composition est la suivante :

C1 : 80% Orge +17 % Tourteau de Soja + 3 % CMV (standard)

C2 : 82 % Orge +5 % Tourteau de Soja + 10 % Farine de poisson + 3 % CMV (concentré FP10)

C3 : 90% Tourteau de Soja + 10 % Farine de poisson (Soja FP10)

Au semi-sevrage des agneaux, à 45 jours d'âge, les brebis ont été réparties en 6 lots homogènes selon la parité, la taille de portée et la production laitière au semi-sevrage des agneaux. Deux lots, BC1 et BC2, ont été conduits en bergerie tout en recevant 3 kg de matière brute d'ensilage d'avoine (780 g MS) et 500 g de foin de vesce-avoine (430 g MS) et 500 g d'aliment concentré. Les brebis du lot BC1 ont reçu l'aliment concentré classique C1 (450 g MS) et celle du lot BC2 l'aliment concentré C2 (concentré FP10, 445 g MS). Deux lots, OC0 et OC3, ont été conduits ensemble sur l'orge en vert ; le lot OC0 reçoit zéro complémentation alors que le lot OC3 reçoit 300 g d'aliment concentré C3 (Soja FP10, 270 g MS). Les deux derniers lots, RC1 et RC3, pâturent ensemble le ray-grass tout en recevant 300g de C1 (270 g MS) pour RC1 et 300g de C3 pour RC3 (265 g MS).

La composition chimique des 3 types de concentré, du foin, de l'ensilage et des deux fourrages en vert (orge et ray-grass) est rapportée dans le Tableau 1.

Tableau 1. Composition chimique des aliments conservés

	C1	C2	C3	Foin	Ensilage	Orge en vert	Ray-grass
Matière sèche (%)	89,9	89,3	88,1	86	26	15	21
Matière organique (%MS)	89,4	93,1	85,5	92,8	91,3	88	85,5
Matière azotée totale (%MS)	16,3	16,8	45,8	8,1	6,4	22	15
Cellulose brute (%MS)	7,8	9,2	5,4	43,3	36,3	23,3	26

2.3. Mesures et contrôle

2.3.1. Estimation de biomasse

La production en herbe de chaque sous-parcelle a été estimée à travers la fauche à une hauteur de 6cm du sol avant l'entrée des brebis. Un échantillon représentatif des deux espèces fourragères, du foin, ensilage et aliments concentrés a été mis à l'étuve pour la détermination de la matière sèche (MS), la teneur de MAT a été déterminée par la méthode de Kjeldahl.

2.3.2. Contrôle laitier et analyse du lait

Tout au long de la période expérimentale, la traite était manuelle avec deux séances, une le matin avant le pâturage et l'autre l'après-midi après le pâturage. La production laitière a été estimée par un contrôle laitier quantitatif toutes les semaines et qualitatif toutes les deux semaines. Pour chaque brebis, un échantillon du lait a été prélevé pour déterminer la composition chimique du lait en matière grasse (MG) et matière protéique (MP) qui a été effectuée au centre d'amélioration génétique de l'office de l'élevage et des pâturages (OEP) à Sidi Thabet.

2.3.3. Analyses statistiques

Les données relatives à la production laitière et la composition chimique du lait (MG et MP) en fonction des différents régimes alimentaires ont été soumises à une analyse de la variance selon la procédure GLM du SAS suivant le modèle suivant :

$$Y_{ijklm} = \mu + MC_i + EF_j + TC_k + e_{ijk}$$

Avec : **Y** : variable mesurée ; **μ** : moyenne générale ; **MC** : mode de conduite ; **EF** : espèce fourragère ; **TC** : type de complémentation ; **e_{ijk}** : erreur résiduelle

Les moyennes ont été testées par le test Duncan et le seuil de significativité a été déclaré quand $p < 0,05$. Pour mieux analyser l'effet de la nature de complémentation et de mode de conduite sur la quantité et la qualité du lait, les contrastes suivants ont été testés :

- Bergerie vs pâturage
- Orge vs Ray-grass
- Bergerie recevant C1 vs. bergerie recevant C2
- Orge recevant C3 vs. orge non complétementée
- Ray-grass recevant C1 vs. Ray-grass recevant C3

3. Résultats et Discussion

3.1. Estimation de la biomasse

Pendant la période expérimentale, l'orge en vert, a été exploitée relativement tôt dans la saison (22 décembre) avec une production moyenne de biomasse d'environ 3,5 t de matière sèche (MS)/ ha et ne permettant que deux passages. Cependant, le ray-grass avait une production assez faible par rapport à l'orge (2 t MS / ha). La composition chimique de l'orge et ray-grass est présentée dans le Tableau 2. La teneur moyenne en MS de l'orge (16%) a été inférieure à celle du ray-grass (21%). Cependant, l'orge est légèrement plus riche en MAT que le ray-grass (15,2 vs.14,8%).

Tableau 2. Composition chimique de l'orge en vert et de ray-grass

	Orge	Ray-grass
Biomasse (Tonnes)	3,5	2
Matière sèche (%)	16	21
Matière organique (%MS)	89,6	85,1
Matière azotée totale (%MS)	15,2	14,8

3.2. Production laitière

3.2.1. Production quantitative

La production laitière évolue de la même manière pour tous les lots pendant la période de lactation (Figure 1). En général, la production laitière journalière (Tableau 3) de toutes les brebis a été moyennement faible de l'ordre de 500 ml/j qui est similaire aux résultats trouvés par plusieurs auteurs (Atti et Rouissi 2003 ; Othmane 2004 ; Atti et al. 2006) mais supérieure à celle trouvée par Nasri et al. (2019) qui était de l'ordre de 430 ml/j. La production laitière totale (PLT) et journalière (PLJ) ont été significativement ($P < 0,001$) affectées par le mode de conduite (bergerie vs. Pâturage) mais pas par l'espèce fourragère ni par le niveau de la complémentation. D'ailleurs, l'analyse des contrastes montre que la production laitière enregistrée en bergerie est significativement inférieure ($P < 0,01$) à celle réalisée sur pâturage (Tableau 4) et était en moyenne de 30 kg et 350 ml/j en bergerie vs. 52 kg et 580 ml/j sur pâturage. Ces résultats sont similaires à ceux de Atti et al. (2006) et Nasri et al. (2019) indiquant que la production laitière des brebis Sicilo-sarde conduites respectivement sur pâturage d'orge en vert et ray-grass ou en orge en vert et Sulla a été significativement plus élevée que celle des brebis à l'auge et sans différence marquée entre les lots conduits sur pâturage.

Tableau 3. La production laitière totale (PLT) et journalière (PLJ)

	BC1	BC2	OC0	OC3	RC1	RC3	P
PLT (kg)	31,8 ^c	29,7 ^c	55,2 ^a	59,8 ^a	54,2 ^a	42,4 ^b	***
PLJ (ml)	359 ^c	338 ^c	599 ^a	647 ^a	592 ^a	476 ^b	***

Au niveau de l'espèce fourragère, la PLT était légèrement plus élevée sur orge que sur ray-grass, mais le contraste (orge vs. Ray-grass) n'était pas significatif (Tableau 4). Ces résultats sont similaires à ceux de Atti et al. (2006) et Nasri et al. (2019) montrant que la production laitière des brebis Sicilo-sarde conduites respectivement sur pâturage d'orge en vert et ray-grass ou en orge en vert et Sulla a été similaire indépendamment de la nature de l'espèce fourragère. Dans le même contexte et pour la même race, des résultats similaires ont été rapportés par Atti et Rouissi (2003) comparant l'orge (18% MAT) à la vesce (22% MAT), cependant, ne concorde pas avec ceux de Gafsi (2003) comparant l'avoine au phalaris. Pour la race Comisana, Bonanno et al. (2016) ont montré des différences significatives dans la production laitière des brebis pâturant sur Sulla et ray-grass.

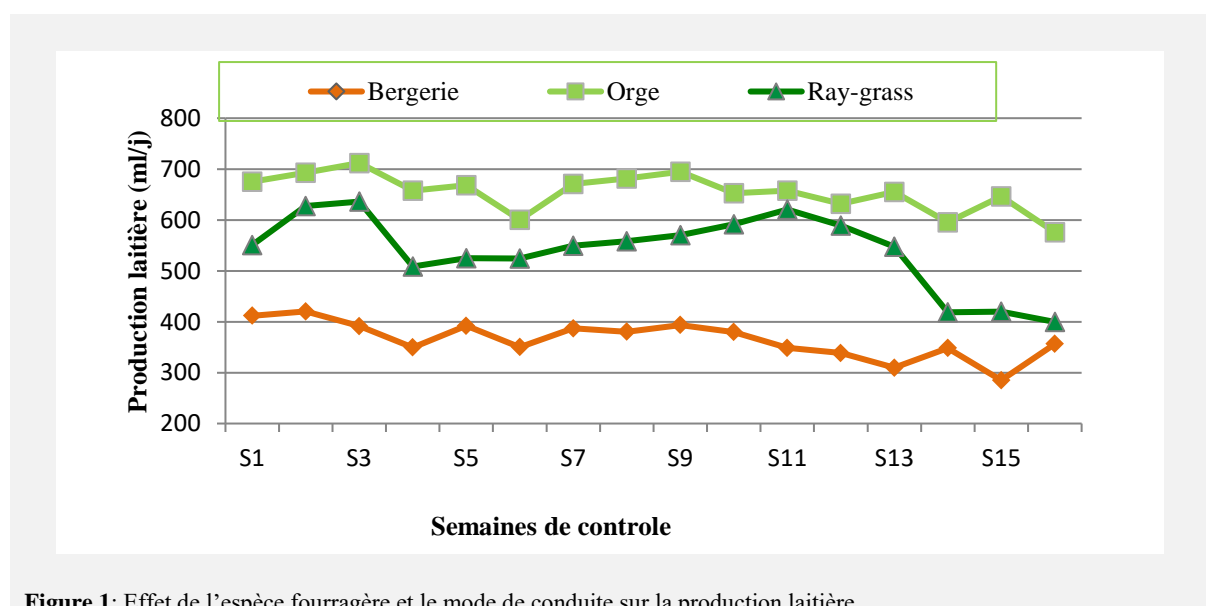


Figure 1: Effet de l'espèce fourragère et le mode de conduite sur la production laitière

Tableau 4. Contrastes entre les différents lots

	PLT (kg/brebis)	PL (ml/j)	TB(g/kg)	TP(g/kg)
Bergerie vs. Pâturage	**	**	**	**
Orge vs. Ray-grass	NS	*	NS	*
BC1 vs. BC2	NS	NS	NS	NS
OC3 vs. OC0	NS	NS	NS	NS
RC1 vs. RC3	NS	*	NS	NS

NS : effet non significatif ($P>0,05$) ; * : $P<0,05$; ** : $P<0,01$

Concernant la nature de la complémentation, bien que la production laitière issue du lot BC1 recevant C1 a été légèrement élevée (360 ml/j) que celle du lot BC2 recevant C2 (340 ml/j), elle n'a pas été significativement affectée par la nature de la complémentation, ni de la dégradabilité des protéines puisque C2 contient la farine de poisson qui est une source des protéines faiblement dégradables. Ce résultat concorde avec celui trouvé par Hadjipanayiotou (1992) et Purroy et Jaime (1995) en comparant chez des brebis laitières Chios, l'utilisation de tourteau de soja, de farine de poisson et de tourteau de soja protégé par le formol, n'ayant pas montré de différence significative de production laitière. Également, sur orge en vert, bien que la production laitière journalière a été plus faible dans le lot non complémenté (600 ml/j) par rapport au lot recevant une complémentation (650 ml/j), la différence due à la complémentation n'a pas été significative. Lorsqu'il y a disponibilité d'herbe, la réponse à la complémentation est plus faible (Delaby et al. 2003). C'est pourquoi, pour des brebis laitières conduites sur prairie, la complémentation n'a pas toujours affecté la production laitière (Ligios et al. 2002 ; Atti et Rouissi 2003). Ce résultat est similaire avec ceux de Atti et Rouissi (2003) utilisant 3 types de complémentation sur orge en vert et ne trouvant pas d'effet de la complémentation sur la production laitière totale. Le bilan énergétique, qui est toujours positif dans le lot non complémenté de l'orge, confirme la non utilité de la complémentation avec ces niveaux de production de biomasse, du chargement à l'ha et de production laitière. Sur ray-grass, l'analyse statistique des résultats montre que la différence de production laitière totale ou journalière entre les brebis recevant C1 et celles recevant C3 est significative ($P<0,05$, Tableau 4). En effet, les brebis de lot recevant de C1 produisent 592 ml/j contre 476 ml/j pour les brebis recevant C3. La nature de la complémentation a donc affecté la production laitière et la différence est en faveur de la complémentation contenant des protéines facilement dégradables (soja) par rapport à celle contenant des protéines faiblement dégradables (farine de poisson) et riche en azote. Ce résultat ne concorde pas avec ceux mentionnés par d'autres études (Penning et Treacher 1981 ; Hadjipanayiotou 1992 ; Penning et al. 1988), la production laitière augmente lorsqu'on distribue des protéines faiblement dégradables en remplacement de protéines facilement dégradables.

3.2.2. Composition chimique du lait

Le lait produit en bergerie était significativement plus riche en MG ($P<0,001$) et MP ($P<0,001$) que celui produit sur pâturage (Tableau 5). Ces teneurs étaient de 86,6 vs. 75,4 g/kg de TB et de 56,5 vs. 53,2 g/kg de TP, respectivement pour la bergerie et le pâturage. La teneur du lait en MG se situe dans les normes moyennes notées chez les races ovines laitières du bassin méditerranéen, notamment en Espagne où la teneur en MG est de l'ordre de 74,3 g/kg (Martinez et Castro, 1972) et en France de l'ordre de 75,1 g/kg (Mahieu et Le Jaouen, 1976). De même, des résultats similaires ont été trouvés pour la brebis de la même race pâturant sur orge en vert et ray-grass ou orge en vert et Sulla (Atti et al., 2006 ; Nasri et al., 2019). Ce résultat peut s'expliquer d'une part par l'apport de concentré distribué au niveau de bergerie, la distribution de niveaux croissants d'aliments concentrés provoque à tous les stades de lactation une augmentation significative du TP et de MG du lait (Bocquier et al, 2002). D'autre part, l'effet de dilution explique aussi cette corrélation négative entre le niveau de la production laitière et la teneur du lait en MG et MP (Bocquier et Caja 2001 ; Othmane et al. 2002).

Tableau 5. Taux butyreux (TB) et taux protéique (TP) du lait des brebis Sicilo-Sarde

	BC1	BC2	OC0	OC3	RC1	RC3	P
TB (g/kg)	88,1 ^a	85,5 ^a	74,5 ^b	76 ^b	75 ^b	76,1 ^b	***
TP (g/kg)	57,1 ^a	55,8 ^a	53,8 ^b	53,9 ^b	51,7 ^c	53,3 ^b	***

Par ailleurs, la teneur du lait en MP et MG et en matière utile produite par jour, n'a pas été affectée ni par la nature de l'espèce fourragère, ni par la complémentation (la nature des protéines : soja et poisson de farine). Ce résultat est illustré par le Tableau 4 où tous les contrastes sont non significatifs. La faible quantité d'aliment concentré offerte aux lots conduits sur pâturage résultant en un ratio fourrage :

concentré élevé pourrait augmenter les pertes d'azote hautement dégradables du pâturage ce qui explique la faible concentration en protéines du lait (Atti et al., 2006). Ces résultats sont similaires à ceux de Penning et Treacher (1981) ; Hadjipanayiotou (1992) ; Penning et al. (1988) où la composition du lait est inchangée dans la plupart des cas, et en contradiction avec Ceux de Penning et al. 1988. Pour ces derniers, lorsque la farine de poisson a remplacé du tourteau de soja, le taux protéique du lait a significativement augmenté (+2,9 g/l, soit +6,2 %), mais pas la production laitière. Robinson et al. (1979) ont également observé une légère augmentation de taux protéique du lait lorsque la farine de poisson remplace du tourteau du soja ou d'arachide. Les effets de la farine de poisson sont attribués à une augmentation quantitative et qualitative des apports en acides aminés limitants. Dans les mêmes conditions d'alimentation (pâturage en orge), la teneur de lait en matière grasse a été significativement et négativement affectée par la complémentation (Atti et Rouissi 2003). Alors que dans d'autres conditions d'alimentation (vesce en bergerie), la complémentation n'a affecté ni la teneur en MP ni celle en MG (Gafsi 2003).

4. Conclusion

A cours de la période expérimentale, l'orge en vert a pu être exploitée relativement tôt en saison avec une production de biomasse relativement élevée par rapport au ray-grass. Les brebis conduites en pâturage ont consommé moins de concentré et ont produit plus de lait que celles de la bergerie, ce qui confirme qu'avec la disponibilité d'herbe, la réponse à la complémentation est plus faible, alors que les brebis conduites en bergerie ont produit un lait plus riche en matière grasse et matière protéique que celui des brebis du pâturage. Au niveau de l'espèce fourragère, la production laitière était similaire sur orge et ray-grass et la complémentation n'a pas été efficace pour accroître la production laitière et améliorer la qualité du lait. Également, l'utilisation des protéines locales faiblement dégradables, même en faible quantité (10%) dans l'aliment concentré a abouti à des résultats similaires en utilisant le soja en quantités importantes qui est importé à des prix chers, ce qui encourage à utiliser ces protéines en complémentation pour corriger les insuffisances de fourrages.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement tous le personnel de l'Office de l'élevage et des Pâturages (Sidi Thabet) et toute l'équipe de la station expérimentale « Lafareg » pour leur contribution au suivi de l'expérience et aux analyses du laboratoire. Également nos remerciements s'adressent à Mr. Lassad Touati, chauffeur à l'INRAT pour tous ses efforts tout au long de l'essai.

5. Références bibliographiques

Aloulou R, Marnet PG, M'Sadak Y (2018) Revue des connaissances sur la micro-filière ovine laitière en Tunisie : état des lieux et perspectives de relance de la race Sicilo-Sarde. *Biotechnol Agron Soc Envir* 22(3) : 1-11.

Atti N (2011) Système optimum de conduite des ovins : cas des conditions alimentaires améliorées du sud de la méditerranée. *Opt Méd Série A* 97 : 51-60.

Atti N, Rouissi H (2003) Effets de la complémentation sur la production laitière des brebis Sicilo-Sarde en pâturage de l'orge en vert et de la vesce. *Ann INRAT* 76 : 209 – 224.

Atti N, Rouissi H, Othmane MH (2006) Milk production, milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content in dairy ewes raised on feedlot or grazing pasture. *Livest Sci* 104 : 121-127.

Bocquier F, Caja G (2001) Production et composition du lait de brebis : Effets de l'alimentation. *Prod Anim* 14 : 129 – 140

Bocquier F, Caja G, Oregui LM, Ferret A, Molina E, Barillet F (2002) Nutrition et alimentation des brebis laitières. *Opt Méd Série B* 42 : 37-55.

Bonanno A, Digrigolia M, Azza F, Depasquale C, Giosuè C, Vitale F, Alabiso M (2016) Effects of ewes grazing Sulla or ryegrass pasture for different daily durations on forage intake, milk production and fatty acid composition of cheese. *Animal* 10 : 2074-2082.

Delaby L, Peyraud JL, Delagarde R (2003) Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage. *INRA. Prod Anim* 16 : 183-195.

Gafsi K (2003) Effet de l'espèce fourragère exploitée en pâturage direct ou zéro –pâturage et de complémentation sur la production laitière de la Sicilo-Sarde. Mémoire de fin d'étude du cycle ingénieur. Ecole supérieure d'agriculture, Mateur.

Hadjipanayiotou M (1992) Effect of protein source and formaldehyde treatment on lactation performance of Chios ewes and Damascus goats. *Small Rumin Res* 8: 185-197.

Ligios S, Sitzia M, Fois N, Decandia M, Decandia G, Molle G, Rogger PP, Casu S (2002) Effet de la disponibilité en herbe et de la structure du couvert herbacé sur l'ingestion et la production de brebis au pâturage. *Opt Méd Série B* 42 : 37-55.

Mahieu H, Le Jaouen JC (1976) Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, caprines, ovines. I.T.E.B. Paris.

MARHP (2018) Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche. <http://www.agridata.tn/organization/dgpa>.

Martinez-Castro J (1972) Communication personnelle

Moujahed N, Ben Henda N, Darej C, Rekik B, Damergi C, Kayouli C (2009) Analyse des principaux facteurs de variation de la production laitière et de la composition du lait chez la brebis Sicilo-sarde dans la région de Béja (Tunisie). *Livest Res Rural Dev* 21(4).

Nasri W, Smeti S, Mekki I, Habachi F, Atti N (2019) Intéret du sulla dans l'amélioration de la production de lait de brebis en Tunisie. *Fourrages* 240 : 329-334.

Othmane MH (2004) Estimation des paramètres génétiques de la production laitière avec le modèle animal de jour de contrôle « Test-day » chez la brebis Sicilo-Sarde. *Ann INRAT* 77 : 1 – 9.

Othmane MH, Carriedo JA, De La Fuente LF, San Primitivo F (2002) Factors affecting test-day milk composition in dairy ewes, and relationships amongst various milk components. *J Dairy Sci* 6 : 53- 62.

Penning PD, Orr RJ, Treacher TT (1988) Responses of lactating ewes offered fresh herbage indoors and when grazing, to supplements containing differing protein concentrations. *Anim Prod* 46: 403-415.

Penning PD, Treacher TT (1981) Effect of protein supplements on performance of ewes offered cut fresh ryegrass. *Anim Prod* 23 : 374-375.

Purroy A, Jaime C (1995) The response of lactating and dry ewes to energy intake and protein source in the diet. *Small Rumin Res* 17: 17-24.

Robinson JJ, Mc Hattie I, Calderon-Cortes JF, Thompson JL (1979) Further studies on the response of lactating ewes to dietary protein. *Anim Prod* 29 : 257-269.