

Efficacité de l'insémination artificielle des ovins à la ferme en Tunisie

M. ATIGUI¹, M. LAHMER², M. HAMMAMI¹, H. ROUISSI¹

(Reçu le 13/02/2022; Accepté le 09/04/2022)

Résumé

Les inséminations artificielles des brebis (n=3765) réalisées en contre-saison durant 3 années successives chez des éleveurs privés ont été analysées afin de déterminer les facteurs influençant la réussite de l'insémination. Les brebis appartenaient à 13 éleveurs adhérant au programme de contrôle des performances de la Direction de l'Amélioration Génétique de l'Office de l'Élevage et des Pâturages. Quatre races autochtones: Sicilo-Sarde (SS), Noire de Thibar (NT), Queue Fine de l'Ouest (QFO) et Barbarine tête noire (BTN) et tête rousse (BTR) ont fait l'objet de cette étude. Après avoir reçu un traitement de synchronisation des chaleurs, ces brebis ont subi une insémination cervicale avec du sperme frais ou refroidi à 15°C environ 55 ± 1 h après le retrait de l'éponge. Notre étude a montré que la fertilité des brebis inséminées en contre saison par la technique IA cervicale variait de 32 à 74 % avec une moyenne de 47,6 ± 9,9 %. L'utilisation de la semence refroidie a réduit significativement (p<0,01) le taux de réussite de l'IA à 43,8 ± 7,6 % contre 55,9 % ± 9,6 % en utilisant la semence fraîche. Nos résultats ont montré la supériorité de la race SS par rapport aux races à viande Tunisienne. Un effet important de la conduite d'élevage a été décelé, montrant l'importance de la préparation des brebis avant le recours à l'IA.

Mots clés: Brebis, Fertilité, Insémination cervicale

Efficacy of ovine artificial insemination at farm level in Tunisia

Abstract

The artificial inseminations of ewes (n = 3765) carried out during spring mating season during 3 successive years at private farms were analyzed in order to determine the factors influencing the success of insemination. Ewes belonged to 13 private farmers members of Sheep Performances Control Program of the Department of Genetic Improvement of the Livestock and Pasture Office, Tunisia. Four indigenous breeds: Sicilo-Sarde (SS), Noire de Thibar (NT), Queue Fine de l'Ouest (QFO) and black head (BTN) and red head (BTR) Barbarine were used. Ewes received an estrus synchronization treatment and AI was performed 55 ± 1 hours after PMSG administration with fresh or chilled (at 15° C) semen. Our study showed that the fertility of ewes inseminated in out-of-season by the cervical IA technique varied from 32 to 74 % with an average of 47.6 ± 9.9 %. The use of chilled semen significantly (p < 0.01) reduced AI success rate to 43.8 ± 7.6 % versus 55.9 % ± 9.6 % using fresh semen. Our results showed the superiority of the SS breed over the Tunisian meat breeds. An important effect of breeding management was detected, showing the importance of preparing ewes before using AI.

Keywords: Cervical insemination, Ewes, Fertility

INTRODUCTION

Le secteur de l'élevage ovin occupe une place prépondérante sur le plan socio-économique à cause de son adaptation à la plupart des agro-écosystèmes, grâce à la résistance des races dominantes et la flexibilité de leurs systèmes de production (Elloumi *et al.*, 2011; Mâatoug *et al.*, 2015). En Tunisie, le cheptel ovin présente un effectif total estimé à environ 6,15 millions (FAOSTAT, 2019) et dont environ 3,7 millions UF (OEP, 2017) constitué de 4 races principales: Barbarine, Queue Fine de l'Ouest, Noire de Thibar et Sicilo-Sarde. Ces races présentent diverses caractéristiques de résistance, de productivité de viande, de lait et de laine ainsi qu'une bonne adaptabilité au milieu aride (Ben Abdallah, 2019). Dans les conditions tunisiennes, on ne peut pas transformer le calendrier fourrager, cependant, on peut maîtriser la période de reproduction dans le but d'avoir des naissances pendant la période d'abondance fourragère. Le choix de la saison de lutte et sa durée, dépendent du choix de l'éleveur et de la variation saisonnière des facteurs d'environnement (Lassoued *et al.*, 2011). Les paramètres de production et de reproduction des races ovines tunisiennes varient énormément en fonction du mode et des pratiques d'élevage. L'élevage en race pure est une pratique nécessaire à la sauvegarde du patrimoine national en race ovine et son amélioration génétique s'impose pour assurer la rentabilité (Bouchikhi, 2018). Souvent, un seul mâle

élite peut donner entière satisfaction, alors la consanguinité varie avec le nombre de femelles. Cependant, ce type de consanguinité appliquée, peut entraîner des effets indésirables, notamment la diminution de la variabilité génétique ou encore causer des anomalies génétiques (Graïne, 2017).

C'est ainsi que l'insémination artificielle offre à ce titre des opportunités énormes pour accompagner le développement de la filière ovine en intervenant pour accélérer les programmes de sélection et de diffusion du progrès génétique. Certes, l'IA chez les ovins permet de réaliser des croisements terminaux pour pouvoir bénéficier des effets directs et d'hétérosis et de profiter ainsi de la valeur ajoutée du produit vendu sur le marché. Dans ce sens, l'IA permet la multiplication des génotypes, sans multiplier le nombre de reproducteurs mâles du troupeau (De Baril, 1993) tout en limitant les risques sanitaires (Fatet *et al.*, 2008). L'IA permet une reproduction à contre saison et donc des productions de lait ou d'agneaux mieux répartis au cours de l'année en réponse aux besoins des filières.

Toutefois, la maîtrise de cette technique chez l'espèce ovine reste à améliorer à cause de certaines particularités de l'espèce, et sa diffusion auprès des éleveurs est encore très limitée. Les techniques de conservation de la semence peuvent provoquer des dommages sévères des spermatozoïdes affectant ainsi leur fertilité qui reste toujours inférieure à celle de la semence fraîche (Faigl *et al.*, 2012). C'est

¹ École Supérieure d'Agriculture de Mateur, Université de Carthage, Bizerte, Tunisie

² Direction de l'Amélioration Génétique, Office de l'Élevage et des Pâturages, Ariana, Tunisie

ainsi qu'on s'est intéressé à l'évaluation des résultats de l'IA réalisée par les services de la direction d'amélioration génétique de Sidi Thabet (OEP, Tunisie) pendant les 3 dernières campagnes chez des éleveurs privés en vue d'évaluer sa réussite au niveau de la ferme et déterminer les facteurs influençant l'efficacité de cette technique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Lieu et contexte de l'étude

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'intervention de la direction générale d'amélioration génétique (DAG, OEP) Sidi-Thabet pour l'amélioration génétique des races ovines autochtones. La DAG a en charge l'identification des animaux qui permet à la fois de contrôler la productivité et la traçabilité des mouvements du cheptel et former une base solide pour la sélection des géniteurs les plus performants. La DAG renferme un centre de collecte de semence des petits ruminants et assure l'IA comme outil nécessaire pour l'amélioration du patrimoine génétique auprès des éleveurs adhérant au programme de contrôle des performances des animaux.

L'objectif de ces interventions est l'amélioration de la productivité à travers la création d'une base de données zootechniques nationale. La collecte des informations se fait aussi bien au niveau de la DAG de Sidi Thabet mais aussi au niveau régional par le biais des directions régionaux de l'OEP.

Choix et caractéristiques des brebis

Le travail a porté sur les résultats des 3 campagnes d'IA réalisées par la DGA entre 2017 et 2019. Un total de 3765 brebis réparties sur 8 gouvernorats du nord et du centre (Tableau 1) et de différentes races autochtones du pays. Les brebis appartenaient aux éleveurs du secteur privé (n=13) adhérant au programme de contrôle des performances de la DAG.

Les brebis choisies doivent répondre à un certain nombre de critères afin de bénéficier d'un traitement d'IA cervicale. Entre autres, elles doivent être saines et indemnes des problèmes de reproduction, fertiles, âgées de 2 à 5 ans et ayant un bon état corporel (score d'état corporel entre 3 et 3,5). Toutes les femelles ont subi des traitements de préparation à la mise à la reproduction (tonte, bain antiglaux).

Tableau 1: Répartition des brebis étudiées selon la race et le gouvernorat

| Gouvernorat | Race | Effectif |
|-------------|-------------------------|----------|
| Bizerte | Noire de Thibar | 485 |
| Béja | Sicilio-Sarde | 569 |
| | Noire de Thibar | 571 |
| Jendouba | Noire de Thibar | 100 |
| | Barbarine à tête rousse | 100 |
| | Barbarine à tête noire | 499 |
| | Queue fine de l'ouest | 100 |
| Kairouan | Barbarine à tête rousse | 250 |
| | Queue fine de l'ouest | 150 |
| | Barbarine à tête noire | 150 |
| Zaghuan | Barbarine à tête noire | 191 |
| | Barbarine à tête rousse | 300 |
| | Queue fine de l'ouest | 100 |
| Nabeul | Barbarine à tête noire | 100 |
| Mahdia | Barbarine à tête rousse | 50 |
| Manouba | Barbarine à tête rousse | 50 |
| Total | | 3765 |

Traitements et synchronisation des chaleurs

Les 3 campagnes d'IA ont été programmées pendant la lutte du printemps. Toutes les brebis ont été synchronisées moyennant des éponges vaginales (Chronogest® - Intervet) imbibées de 30 mg d'Acétate de flurogestone pendant 14 jours. Une injection intramusculaire 400 UI de PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) (Syncro-Part®-Ceva) a été réalisée au moment du retrait de l'éponge. L'IA a été réalisée à 55 ± 1 h après retrait de l'éponge.

Collecte de semence et conditionnement

La collecte de la semence se fait par vagin artificiel, à raison de 2 éjaculats par semaine. La collecte se fait manuellement en utilisant une brebis (en chaleur ou pas) en bout de train.

Après collecte, chaque prélèvement est analysé pour déterminer le volume, la concentration et la mobilité de la semence. La motilité massale est estimée sous microscope, une microgoutte de sperme déposée sur une lame et le mouvement global des spermatozoïdes est apprécié en fonction de l'intensité des vagues observables. Une note de 0 (aucun mouvement) à 5 (tourbillons rapides) est attribuée à l'échantillon observé. Seuls les spermatozoïdes notés de plus de 3 sont acceptés. La concentration exprimée en nombre de spermatozoïdes par ml de semence est déterminée par un spectrophotomètre calibré pour le sperme des béliers. La concentration est déterminée en ajoutant 10 µl de semence fraîche + 3990 µl de sérum physiologique (9 g NaCl/1000). Seuls les éjaculats ayant une concentration supérieure ou égale à 3 milliards de spermatozoïdes par millilitre sont conservés. Le volume de dilueur, le nombre de paillettes à préparer sont ainsi calculés (volume de 0,25 ml et concentration d'environ 400 10⁶ spermatozoïdes par paillette). La semence est utilisée à l'état frais si l'insémination se produit dans les 5 à 6 h qui suivent, sinon elle est refroidie à 4°C et utilisée dans 24 h à 15°C.

Analyses statistiques

Les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse statistique moyennant la procédure GLM du programme SAS (version 9.0) afin de tester l'effet des différents facteurs sur le taux de réussite de l'IA. Selon le modèle suivant:

$$y_{ijkn} = \mu + Se_i + Raj_j + Rek_k + Fen_l + Se \times Ra + Se \times Re + Se \times Fen + e_{ijkn}$$

ou y_{ijk} représentait le taux de réussite de l'IA en fonction de la qualité de la semence utilisée (Se) fraîche ou refroidie, la race inséminée (Raj de 1 à 5), la région où on a réalisé l'IA (Re k de 1 à 8) et de la ferme (Fe) qui représentait l'effet de la conduite du troupeau (1 à 13). $Se \times Ra$ représentait l'interaction entre le type de la semence et la race utilisée, $Se \times Re$ représentait l'interaction entre le type de la semence et la région.

Le test Duncan a été utilisé pour vérifier l'effet des facteurs étudiés. Le seuil de signification considéré dans l'analyse est fixé à $\alpha=0,05$. Les résultats sont présentés en moyenne \pm écart-type.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'étude a porté sur un total de 3765 brebis inséminées durant les campagnes successives de 2016-2017; 2017-2018 et 2018-2019 chez différents éleveurs privés de différentes régions du pays. La fertilité des brebis inséminées en contre saison par la technique IA cervicale oscillent entre 32 et 74% avec une moyenne de $47,6 \pm 9,9$ %. Le

taux de fertilité moyen des races ovines tunisiennes est relativement plus faible et avec un écart plus important que les valeurs enregistrées chez les brebis inséminées par IA cervicale en France. En effet, le rapport de la campagne d'IA 2014 révèle une fertilité variant de 59,4 et 66,3 % en fonction de la saison et du stade physiologique des brebis inséminées (Loywyck et Lagriffoul, 2015). L'écart entre les taux de réussite de l'IA enregistré allant du simple au double montre une possibilité d'amélioration des résultats obtenus. C'est ainsi que l'étude des facteurs de variation de la réussite de l'IA s'avère important afin d'améliorer les résultats obtenus à l'échelle de la ferme.

Effet de l'année

L'effet de l'année regroupe plusieurs facteurs, entre autres les conditions climatiques favorables ou défavorables, la disponibilité fourragère sachant que l'élevage ovin durant la période de contre saison à savoir le printemps se base sur l'apport alimentaire des parcours. Durant les années de l'étude, le taux de fertilité n'a pas varié significativement (Tableau 2).

En moyenne, la fertilité des brebis inséminées en contre saison durant les trois campagnes est de $47,5 \pm 9,95$ %. Cette moyenne étant dans les normes des valeurs rapportées en littérature pour l'IA des ovins en contre saison par voie exocervicale. Paulenz *et al.* (2005a et 2005b) estiment que le développement des techniques de l'insémination cervicale et les protocoles de cryoconservation du sperme peuvent améliorer les taux de gestation pour atteindre jusqu'à 60%.

Tableau 2: Répartition des effectifs de brebis inséminées et du taux de fertilité en fonction de l'année

| Année | Effectifs | Fertilité (%) |
|-------|-----------|-----------------|
| 1 | 1300 | $47,9 \pm 10,4$ |
| 2 | 1150 | $46,2 \pm 7,6$ |
| 3 | 965 | $48,7 \pm 11,9$ |

Effet de la conservation de la semence

Dans le but d'une meilleure diffusion de l'IA chez les ovins, les services de la DGA assurent l'insémination chez les éleveurs de différentes régions, parfois assez loin du centre. C'est pour cette raison qu'on a opté au refroidissement de la semence pour les régions éloignées. En effet, le refroidissement de la semence est une technique utile et pratique, facile à implémenter avec des résultats encourageants (Gibbons *et al.*, 2019). Comme attendu, nos résultats ont montré que l'utilisation de semence refroidie réduit significativement le taux de réussite de l'IA des brebis. Les brebis inséminées par une semence fraîche avaient un taux de mise bas significativement ($p < 0,001$) plus élevé $55,9 \pm 9,6$ % que celles inséminées par une semence refroidie $43,8 \pm 7,6$ %. L'avantage de l'utilisation de la semence refroidie est de faciliter le déplacement de la semence et étendre la période d'application (8 à 12 h à 15°C jusqu'à 12 à 24 h à 5°C) (Cueto et Gibbons, 2010). Néanmoins, le refroidissement de la semence provoque le raccourcissement de la demi-vie des spermatozoïdes à cause des changements fonctionnels et structurels de leurs membranes (Dinatolo, 2011). En effet, Fernandez *et al.* (2001) ont montré que la vitesse, dans les voies génitales femelles, du sperme refroidi et transporté, est plus faible

que celle de la semence fraîche. ElBarak (2014) a trouvé que la conservation à 5°C influence négativement la motilité totale des spermatozoïdes à partir de 8 heures de conservation mais cette altération reste stable jusqu'à 24 heures, alors que la cryoconservation avec différents dilueurs et cryoprotecteurs a provoqué une altération grave de la qualité de la semence ovine après décongélation. Il estime que la motilité totale et le pourcentage des spermatozoïdes vivants chute respectivement d'environ 90% et 88,7% à l'état frais à moins de 70% et 62,2% après décongélation. Nos résultats obtenus en IA par semence fraîche, quoique faibles mais sont comparables à ceux rapportés par la littérature (40 à 72%) (Cueto et Gibbons, 2010; Fornazari *et al.*, 2018). L'utilisation de la semence refroidie permet une meilleure diffusion spatiale des gènes des meilleurs reproducteurs, quoique l'IA par semence congelée reste la meilleure alternative pour diffuser le progrès génétique, cette alternative présente encore des résultats médiocres en IA ovine. Mies Filho *et al.* (1984) ont enregistré un taux de fertilité de 25% chez des brebis inséminées par voie exocervicale en contre saison. En France, plus de 99 % des IA des brebis sont pratiquées en semence fraîche sur œstrus induit quelques heures après la collecte de la semence. Les taux de fertilité obtenus varient de 64% à 70% en fonction des races (lait ou viande) et de l'âge des femelles (agnelles ou multipares) pour des IA réalisées pendant la saison printanière (Perret et Lagriffoul, 2006).

Effet de la race et l'état de semence

Vu que l'IA a été réalisée auprès des éleveurs privés, la répartition spatiale des races n'était pas équilibrée et le choix de l'utilisation de la semence fraîche ou réfrigérée a été principalement lié à la distance parcourue pour réaliser l'IA. Les résultats obtenus ainsi, sont à la fois dues à un effet race et d'état de la semence. La figure 2, confirme bien la supériorité de l'utilisation de la semence fraîche chez les brebis suite à une synchronisation des chaleurs. Cependant, un effet race peut aussi être dégagé.

En comparant les taux de mise bas enregistrés chez les brebis en fonction de leur origine génétique et l'état de la semence utilisée, on note une légère supériorité de la race Sicilo-Sarde comparée aux races à viande. Le taux de fertilité suite à une IA trans-cervicale est de 64% et

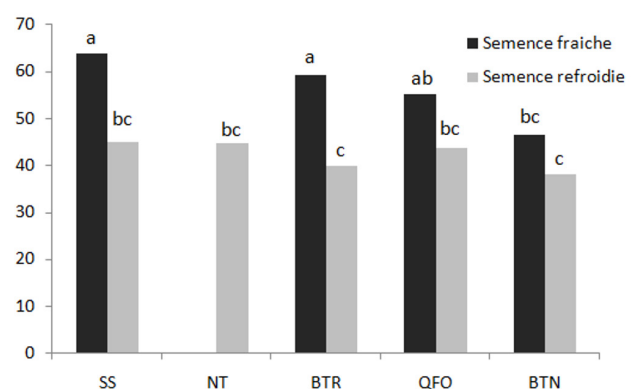


Figure 1: Effet de la race et de l'état de la semence sur la fertilité des brebis

(NT: Noire de Thibar; SS: SiciloSarde; BTR: Barbarine Tête Rousse; QFO: Queue Fine de l'Ouest; BTN: Barbarine tête noire)

a, b, c: Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

45% respectivement avec la semence fraîche et la semence refroidie. En effet, en saillie naturelle, Selmi *et al.*, (2009) ont avancé des taux de fertilité relativement plus élevés chez la brebis Sicilo-Sarde que ceux enregistrés chez les races ovines à viande respectivement de 90% chez la brebis Sicilo-Sarde contre environ 80% chez la race Barbarine. Les taux de fertilité les plus faibles ont été enregistrés chez la race BTR et BTN en utilisant la semence refroidie avec respectivement 40% et 38,2%.

Les brebis de race QFO ont présenté un taux de fertilité de 55,3% et de 40% respectivement avec semence fraîche et refroidie. En comparant ces résultats avec ceux enregistrés chez la brebis Ouled Djellel en Algérie, qui est génétiquement très proche de la QFO, à l'échelle expérimentale, Allaoui *et al.* (2013) ont rapporté un taux de fertilité de 86%. Paulenz *et al.* (2005) estiment que des taux de fertilité se rapprochant de 60% sont considérés comme acceptables. Rekik *et al.* (2003) ont rapporté une supériorité de la race QFO par rapport à la race Barbarine. En effet, le taux de conception enregistré à différents niveaux alimentaires variait de 47 à 58 % pour la race Barbarine contre 72 à 76 % pour la race QFO. Globalement, ces résultats quoique numériquement faibles, mais restent encourageants à l'échelle de la ferme pour la dissémination de l'IA chez les éleveurs des ovins. Ceci est d'autant plus intéressant pour les races à effectifs faibles tel que la Sicilo-Sarde, la Noire de Thibar étant très menacées par l'érosion génétique et la race D'man exposée à un degré élevé de consanguinité (Rekik *et al.*, 2011).

Effet de la conduite d'élevage

Les résultats de l'IA cervicale à la ferme suite à œstrus induit en contre saison sont représentés dans la figure 2. Il s'avère que la conduite d'élevage et les conditions de la ferme influencent significativement ($P < 0,01$) le taux de fertilité suite à l'IA par semence refroidie ainsi qu'en semence fraîche.

La supériorité de la ferme BenYL comparée aux autres fermes avec un taux de fertilité allant de 58 à 74% avec une moyenne de 67% confirme la possibilité d'amélioration des résultats obtenus en IA chez les ovins et l'obtention des taux de réussite satisfaisants. En effet, les notes sur l'état de la ferme et des animaux révèlent une bonne conduite et un bon état corporel et sanitaire des animaux, comparée à la ferme Sawf9 dont on a aussi pratiqué l'IA cervicale avec de la semence fraîche. Les taux de réussite des autres fermes restent relativement supérieurs même en utilisant la semence refroidie. Il s'agit donc d'un effet conduite d'élevage et des soins des animaux qu'il faut mettre en avant si on va opter à l'IA des ovins. Une préparation des animaux à la reproduction est ainsi recommandée.

Il est communément admis que les niveaux nutritionnels sont particulièrement importants pour le succès de la reproduction ultérieure. L'apport alimentaire peut affecter les stéroïdes tels que la progestérone ainsi que les concentrations intra-folliculaires de certains facteurs de croissance tels que l'IGF-1 et l'IGF-2 et par conséquent la croissance folliculaire chez la brebis (O'Callaghan et Boland, 1999). Ceci est particulièrement vrai en cas des changements alimentaires à court terme qui améliorent la fertilité, la prolificité et limitent le taux d'avortement (El-Hag *et al.*, 1998). De même, Rekik *et al.* (2003) ont montré qu'une courte période de restriction alimentaire n'affectait pas les taux de conception si les animaux étaient correctement nourris pour obtenir un changement positif du poids vif avant l'IA. Toutefois, il s'avère que la réponse à l'amélioration nutritionnelle dépend fortement de la race. En effet, Lassoued *et al.* (2004) ont montré que cette influence est d'autant plus marquée que la race est plus prolifique. La réponse est d'autant plus nette en termes de taux d'ovulation, taille de la portée et fertilité suite à une amélioration nutritionnelle avant et durant la saison de reproduction chez les races ovines plus prolifiques.

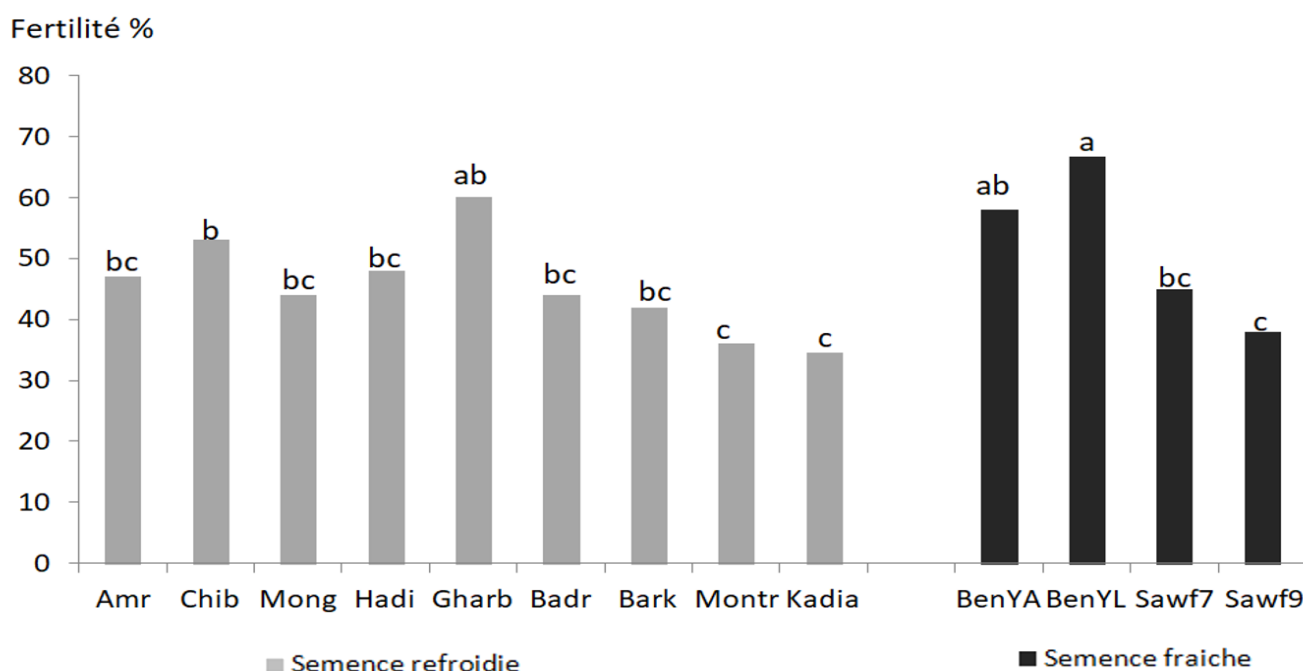


Figure 2: Résultats de l'IA cervicale aux fermes visitées en 2019

a, b, c: Les valeurs portant des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

CONCLUSION

Notre étude a montré que la fertilité des brebis inséminées en contre saison par la technique d'IA cervicale à l'échelle de la ferme varie de 32 à 74% avec une moyenne de l'ordre de $47,6 \pm 9,9\%$. La grande marge entre les résultats trouvés montre la possibilité de la faisabilité et l'amélioration de l'IA cervicale chez les éleveurs privés. La conservation de la semence reste encore problématique et l'utilisation de la semence fraîche est recommandée afin d'obtenir des résultats encourageants. Nos résultats ont montré la supériorité de la race Sicilo-sarde par rapport aux races à viande Tunisiennes. Un effet important de la conduite d'élevage a été décelé, montrant l'importance de la préparation alimentaire des brebis avant le recours à l'IA.

RÉFÉRENCES

- Allaoui A., Tlidjanea M., Safsaf B., Laghroura W. (2013). Comparative Study between Ovine Artificial Insemination and Free Mating in Ouled Djellal Breed. *APCBEE Procedia*, 8: 254–259.
- Ben Abdallah I. (2019). Évaluation du progrès génétique dans les troupeaux ovins de race Barbarine nationale du contrôle des performances et proposition de voies d'amélioration du schéma de sélection des reproducteurs. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique de Tunis, Tunisie. 173 p.
- Bouchikhi Y. (2018). Évaluation des paramètres de reproduction d'un cheptel ovin de la race Rembi. Mémoire de Mastère, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie. 50 p.
- Cueto M., Gibbons A. (2010). [Conservation seminale et insémination artificielle des ovins] Conservación seminal e inseminación artificial en ovinos. *Actualización en Prod Ovina*, 61p.
- De Baril G., Chemineau P., Cognie Y., Guérin Y., Leboeuf B., Orgeur P., Vallet J.C. (1993). Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. *Étude FAO Production et santé animale*, 83. FAO, Rome, 125 p.
- Dinatolo E.F. (2011). [Effet du tréhalose sur la viabilité de la semence de mouton réfrigérée]. Efecto de la trehalosa en la viabilidad de semen ovino refrigerado. Projet de fin d'études d'ingénieur en production agricole. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en ligne: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/309>
- El-Hag F.M., Fadlalla B., Elmadih M.A. (1998). Effect of strategic supplementary feeding on ewe productivity under a range conditions in North Kordofan, Sudan. *Small Rum. Res.*, 30: 67-71.
- Elloumi M., Selmi S., Zaibet L. (2011). Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. *Options Méditerranéennes*, A(97): 11–21.
- Faigl V., Vass N., Javor A., Kulcsár M., Solti L., Amiridis G., Cseh S. (2012). Artificial insemination of small ruminants a review. *Acta Vet. Hung.*, 60:115-29.
- FAOSTAT (2019). Élevage ovins. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consulté le 20 juin 2021. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA>
- Fatet A., Leboeuf B., Freret S., Druart X., Bodin L., Caillat H., David I., Palhière I., Boué P., Lagriffoul G. (2008). L'insémination dans les filières ovines et caprines. *Renc. Rech. Rum.*, 15: 355-358.
- Fernández A.D., Bonilla-Riera C., Bonilla-Riera R., Villegas N., Ibañez W. (2001). [Effet de la réfrigération de la semence de bélier à 4-5° C sur le transport du sperme]. Efecto de la refrigeración del semen de carnero a 4-5° C sobre el transporte espermático. *Producción Ovina SUL*, 14:55-63.
- Fornazari R., Mateus O., Correia T., Quintas H., Maurício R., Conradi A., Francisco L., Álvaro A., Valentim R. (2018). Estrus synchronization and artificial insemination with fresh and chilled semen in Assaf ewes. *Agri. Sci.*, 9: 8-22.
- Gibbons A.E., Fernandez J., Bruno-Galarraga M.M., Spinelli M.V., Cueto M.I. (2019). Technical recommendations for artificial insemination in sheep. *Ani. Repro.*, 16: 803–809.
- Graïne Y. (2017). Prévalence des pathologies héréditaires chez l'espèce ovine de race Ouled Djellal. Mémoire de mastère, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Algérie. 53 p.
- Lassoued N., Rekik M., Mahouachi M., Ben Hamouda M. (2004). The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheepbreeds. *Small Rum. Res.*, 52: 117-125.
- Lassoued N. (2011). Méthodes de maîtrise de la reproduction ovine selon le système d'élevage. In: Khlij E. (ed.), Ben Hamouda M. (ed.), Gabiña D. (ed.). Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. Zaragoza: CIHEAM / IRESA / OEP. *Options Méditerranéennes*, 97: 103-110.
- Loywyck V., Lagriffoul G. (2015). Compte-rendu annuel sur l'insémination artificielle ovine – campagne 2014. Institut de l'Élevage Collection Résultats (CR n°0015200009), 35 p.
- Maatoug S., Aouechri A., Abidi M., Marzouki M.L. (2015). Conduite de l'élevage ovin laitier en Tunisie: Contraintes et possibilités d'amélioration. *Nature & Technologie B- Sci. Agro. Bio.*, 12: 11 – 15.
- Mies Filho A., Dutra J., Endler J.O., Caldas de Sousa J.A., Jondet I.R. (1984). Insémination de la brebis avec du sperme congelé en contre-saison. *Bull. Acad. Vét. de France*, 57: 195-20.
- O'Callaghan D., Boland M. (1999). Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. *Ani. Sci.*, 68: 299-314.
- OEP (2017). Données sectorielles. Effectif du cheptel. Retrieved June 20, 2021, from <http://www.oep.nat.tn/index.php/fr/donnees-sectorielles/40-effectif-s-du-cheptel>.
- Paulenz H.S., Soltun K., Ådnøy T., Andersen Berg K., Söderquist L. (2005a). Effect of different extenders on sperm viability of buck semen stored at room temperature. *Small Rumi. Res.*, 59: 89-94
- Paulenz H.S., Öderquist L., Ådnøy T., Nordstoga A.B., Andersen Berg K. (2005b). Effect of vaginal and cervical deposition of semen on the fertility of sheep inseminated with frozen-thawed semen. *Veterinary Record*, 156: 372-375.
- Perret G., Lagriffoul G. (2006). Compte rendu annuel sur l'insémination artificielle ovine-Campagne 2005. Institut de l'Élevage, Paris, France.
- Rekik M., Lassoued N., Saadoun L., Arous M., Ben Sassi M. (2003). Using the ram effect as an alternative to eCG before artificial insemination of Barbarine ewes. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2: 225-230.
- Rekik M., Ben Salem I., Khbou-Khamassi M., Letaïef S., Chebbi M. (2011). Place des biotechnologies de la reproduction dans la gestion des programmes d'amélioration génétique des ovins en Tunisie. In Khlij E. (ed.), Ben Hamouda M. (ed.), Gabiña D. (ed.). Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité. Zaragoza: CIHEAM / IRESA / OEP, *Options Méditerranéennes*, 97: 95-101.
- Selmi H., N'cir M., Rekik B., Ben Gara A., Rouissi H. (2009). Performances de reproduction et de production en relation avec l'état sanitaire des brebis laitières Sicilo-Sarde. *Liv. Res. Rural Dev.*, 21, Article #130. Retrieved June 20, 2021, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/8/selm21130.htm>