

Supplémentation alimentaire pour synchroniser les chaleurs et améliorer les performances de reproduction des caprins à Madagascar

Julien Honoré Andrianarisoa ¹

Josoa Ramarolanonana Randriamalala ^{1,2*}

Arsène Jules Mbolatianarizao Randrianariveloseheno ²

Radobarimanjaka Rabeniala ¹

Mots-clés

Caprin, fertilité, prolificité, *flushing*, Madagascar

Submitted: 20 June 2019

Accepted: 24 April 2020

Published: 29 June 2020

DOI: 10.19182/remvt.31877

Résumé

Les zones littorales du Sud-Ouest malgache sont les plus arides de l'île. L'élevage de petits ruminants y est la principale source de revenus pour les populations locales. Or, leur reproduction, surtout celle des caprins, y est entravée par des conditions défavorables zootechniques (génétique et conduite d'élevage) et agroclimatiques (faible disponibilité fourragère pendant la longue saison sèche). Des méthodes d'amélioration des performances de la reproduction de l'élevage caprin existent : l'insémination artificielle, les traitements hormonaux, l'effet mâle et la supplémentation alimentaire ou *flushing*. Le *flushing* est une méthode simple à mettre œuvre et n'implique pas de modification importante des pratiques pastorales ; il est le plus adapté aux conditions de ce site semi-aride. Deux lots d'animaux déparasités ont été utilisés durant 45 jours en juillet-août (saison sèche) : un lot de 207 femelles avec un aliment énergétique (*flushing*), du manioc sec, à raison de 500 g/jour, et un lot témoin de 184 chèvres. Des paramètres de reproduction ont été enregistrés : taux de fertilité, taux de fécondité, taux de prolificité et taux de survie à l'âge de 30 jours. Des améliorations significatives de la fertilité (81 % vs 28 %) et de la fécondité (69 % vs 25 %) des femelles traitées ont été observées. La prolificité du lot traité (120 %) a été légèrement supérieure à celle du lot témoin (115 %), sans différence significative. Trente jours après la naissance, le taux de survie des chevreaux du lot traité a été significativement plus élevé (67 % vs 25 % pour le lot témoin). La méthode du *flushing* a amélioré les paramètres de reproduction des caprins autochtones ainsi que la productivité numérique et économique de l'élevage caprin en zone semi-aride du Sud-Ouest malgache.

■ Comment citer cet article : Andrianarisoa J.H., Randriamalala J.R., Mbolatianarizao Randrianariveloseheno A.J., Rabeniala R., 2020. Feed supplementation to synchronize estrous and improve the reproductive performance of goats in Madagascar. *Rev. Elev. Méd. Vet. Pays Trop.*, 73 (2): 99-106, doi : 10.19182/remvt.31877

1. Diagnostic environnemental et recherches appliquées pour le développement en milieu rural (DERAD), Vontovorona, Antananarivo, Madagascar.

2. Ecole supérieure des sciences agronomiques (ESSA), BP 175, Université d'Antananarivo, Ankatso, Antananarivo 101, Madagascar.

* Auteur pour la correspondance

Email : ramarolanonana@gmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

■ INTRODUCTION

L'élevage de petits ruminants de races locales (caprins, *Capra hircus*, et ovins, *Ovis aries*) est principalement pratiqué dans l'extrême Sud et le Sud-Ouest malgache (régions Atsimo Andrefana et Androy) où se concentre plus de 80 % du cheptel national (ministère de l'Élevage, 2012). L'élevage caprin y est la principale source de revenus pour les populations vivant dans les zones côtières, les plus arides

de l'île (Rabeniala et al., 2009 ; Raoliarivelo et al., 2010). Les raisons suivantes peuvent expliquer ce fait : a) la zone est globalement peu propice à l'agriculture car trop aride, les revenus provenant des ventes régulières de caprins assurent l'achat de produits de première nécessité (Raoliarivelo et al., 2010 ; Hanke, 2016) ; b) les caprins s'adaptent bien au climat semi-aride qui y prévaut ; et c) le cheptel, qui constitue une source importante de revenus des ménages, est considéré comme un signe extérieur de richesse (Raoliarivelo et al., 2010). Les caprins sont également des animaux prolifiques car une femelle peut donner naissance jusqu'à trois individus par portée (Amoah et al., 1996 ; Kusina et al., 2001) et deux à trois portées en deux ans. De plus, l'élevage caprin peut également être considéré comme une activité alternative à la fabrication de charbon de bois qui est la principale source de dégradation des fourrés xérophiles du Sud-Ouest malgache (Randriamalala et al., 2016 ; 2017). En effet, les deux activités (élevage et fabrication de charbon) exploitent les fourrés xérophiles qui servent de pâturage aux caprins et de sources de bois à carboniser.

L'élevage caprin peut ainsi servir de levier pour lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté, phénomènes qui prévalent dans le grand Sud malgache. Mais les conduites actuelles de cet élevage dans cette région, qui ne permettent d'obtenir qu'une mise bas par an, limitent sa production pendant la courte saison des pluies (Andrianarisoa, 2013 ; Feldt et al., 2016). De plus, cette mise bas a surtout lieu pendant la saison sèche (juin-juillet ; Andrianarisoa, 2013) au cours de laquelle une faible disponibilité fourragère prévaut dans les pâturages (Rabeniala et al., 2009), d'où l'intérêt de l'améliorer. L'induction des chaleurs des femelles en dehors de la saison de reproduction naturelle est possible et peut augmenter le nombre de naissances et améliorer les performances de reproduction en général. Durant la période de déficit fourrager, cette induction des chaleurs après mise bas aboutit à un groupage des naissances en saison des pluies (contre-saison). Deux moyens sont possibles pour induire et grouper les chaleurs en contre-saison. Le premier consiste à utiliser des produits hormonaux (Greyling et Van der Nest, 2000 ; Motlomo et al., 2002 ; Lehloeny et al., 2008) combinés avec l'insémination artificielle (Lehloeny et al., 2005 ; 2008) ou avec la monte naturelle (Chemineau, 1989 ; Kausar et al., 2009). Le second consiste à utiliser des moyens zootechniques (photopériodisme, effet mâle, et supplémentation alimentaire ou *flushing*) combinés avec la monte naturelle (Acero-Camelo et al., 2008). L'application des moyens hormonaux et l'insémination artificielle sont coûteuses et requièrent une maîtrise de la technologie assez complexe (stockage et administration des produits hormonaux et des semences) qui n'est pas à la portée des éleveurs du grand Sud malgache. D'où la nécessité de trouver des techniques plus simples et plus pratiques pour grouper les chaleurs en contre-saison.

Le *flushing* peut être envisagé (Molle et al., 1995 ; 1997 ; Kusina et al., 2001). Notre objectif était de tester avec des éleveurs pilotes l'efficacité de cette technique pour induire les chaleurs de caprins dans le Sud-Ouest malgache en saison sèche et améliorer les performances de reproduction (fertilité, fécondité et prolificité).

■ MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Le site d'étude inclut les communes rurales de Soalara Sud et de Beheloke, dans le district de Toliara II, dans la région Atsimo Andrefana, du Sud-Ouest malgache. Le climat est de type semi-aride avec une pluviométrie annuelle moyenne de 350 millimètres et une saison sèche d'environ neuf mois (avril à décembre ; Gaspard et al., 2018). Les sols sont de nature sableuse peu évoluée dans les formations dunaires, ou de nature calcaire sur affleurements de grès calcaires. La végétation naturelle est un fourré xérophile à Didiereaceae et Euphorbiaceae (Cornet et Guillaumet, 1976).

Les populations locales vivent de l'agriculture, de l'élevage de petits ruminants, de la pêche et de la fabrication de charbon de bois (Raoliarivelo et al., 2010). Le maïs, le manioc et la patate douce sont les principales cultures (Rabeniala et al., 2009). L'élevage des petits ruminants est la principale source de revenus (Raoliarivelo et al., 2010). L'objectif est de posséder le plus de têtes de bétail possible. La densité des petits ruminants dans le site d'étude est environ d'une tête par hectare et chaque ménage possède en moyenne 60 têtes (de 2 à 180 têtes ; Rabeniala et al., 2009). Les caprins représentent plus de 85 % du cheptel de petits ruminants (Rabeniala et al., 2009), c'est pourquoi ils ont été les seuls considérés dans ce travail. L'élevage caprin est orienté vers la production de viande et accessoirement vers la production de lait. La nutrition des caprins dans notre site d'étude est principalement constituée par des feuilles et des brindilles d'arbustes comme *Commiphora* sp., *Rhigozum madagascariense*, *Talinella boviniana*, *Dicoma incana*, *Diospyros latispathulata*, *Solanum bumeiaefolium* et *Chadsia flammea* (Randriamalala, 2014). Les chevriers sortent les troupeaux caprins de leurs enclos vers 6-7 h du matin et les conduisent aux points d'eau les plus proches (< 30 minutes de marche) avant de les conduire aux pâturages où ils sont laissés sans attache pendant la journée. Les chevriers retournent aux pâturages pour ramener les troupeaux à l'enclos vers 15-16 h. Le retour peut prendre plus de deux heures puisque les animaux continuent à se nourrir en chemin. Ainsi, la durée du parcours journalier est de 10-12 h (Randriamalala, 2014).

Dans le Sud-Ouest malgache, les saillies ont lieu pendant la saison des pluies, en janvier-février (figure 1). Les fourrages sont abondants dans le parcours naturel pendant cette période de l'année et les chèvres présentent un bon état d'embonpoint, ce qui les prédispose à la reproduction. La gravidité dure cinq à six mois et les mises bas ont lieu en début de saison sèche (mai-juin ; figure 1). Une faible disponibilité fourragère prévaut pendant cette saison et provoque un état général de maigreur chez les chèvres et de fortes mortalités chez les chevreaux nouveau-nés selon les éleveurs. Après une courte période de repos sexuel (> 40 jours), les femelles peuvent à nouveau être fécondées. Mais leur mauvais état d'embonpoint limite l'efficacité des accouplements et la proportion de chèvres gravides pendant la saison sèche est faible. Les mises bas correspondantes surviennent en saison des pluies (janvier-février ; figure 1), ce qui améliore le taux de survie de chevreaux. Les interventions liées au *flushing* ont eu pour but

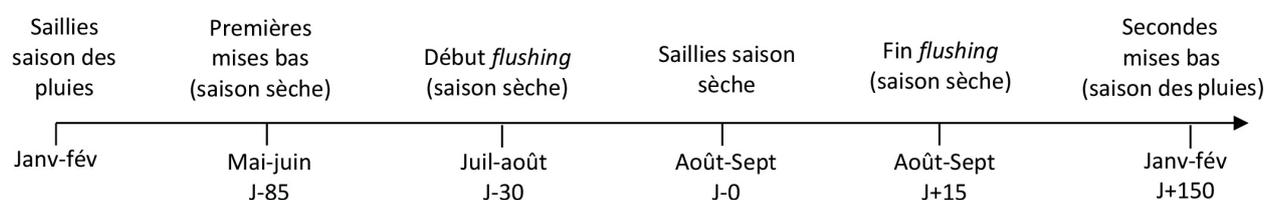


Figure 1 : chronogramme de la reproduction améliorée des chèvres du Sud-Ouest malgache.

a) d'augmenter la proportion de chèvres fécondées en saison sèche dans les troupeaux (juin-juillet), et/ou b) de synchroniser les chaleurs des femelles reproductrices pendant cette saison et ainsi d'augmenter le nombre de mises bas en saison des pluies (janvier-février ; figure 1).

Protocole expérimental et traitement des données

Onze éleveurs pilotes dans les deux communes rurales ont été sélectionnés, soit 391 chèvres dont 207 traitées et 184 témoins (tableau I). Les critères de choix de ces éleveurs ont été leur volonté de collaborer, la disponibilité d'un troupeau contenant au moins 20 femelles reproductrices en pleine carrière et la disponibilité de mâles pour assurer les montes (au moins un mâle pour 15 femelles). Le *flushing* a été pratiqué durant la saison sèche (juillet à août 2013) pendant laquelle prévalaient une faible disponibilité fourragère et un mauvais état corporel des femelles reproductrices (amaigrissement excessif). Le manioc a été utilisé comme complément alimentaire. Cet aliment énergétique est cultivé et disponible localement et son prix est abordable par rapport aux autres aliments énergétiques. Avec des chèvres cyclées, le traitement par *flushing* consiste en un apport de manioc sec concassé à raison de 500 grammes par tête par jour (environ 0,53 unité fourragère ; André, 1975) pendant 45 jours (figure 1). En effet, la durée minimale de l'intervalle entre mise bas et premières chaleurs est de 35-42 jours pour les chèvres (figure 1 ; Zarrouk et al., 2001). Ces 500 grammes apportent les suppléments d'énergie qui favorisent la reproduction, les besoins énergétiques pour l'entretien de l'animal étant apportés par les fourrages naturels au pâturage. Le manioc était proposé après l'abreuvement afin d'éviter d'éventuelles intoxications dues aux glycosides cyanogéniques.

Les comportements alimentaires journaliers des animaux, les parcours naturels ainsi que les modes de conduite des troupeaux n'ont pas été modifiés durant le traitement. En particulier, aucune séparation des boucs et des femelles dans le troupeau n'a été mise en place. Une nouvelle chèvrerie a été construite dans chaque élevage pour isoler les femelles traitées pendant l'alimentation qui n'a duré pas plus d'une heure par jour. Les troupeaux (traités et témoins) ont été déparasités par voie orale à l'aide de produits à large spectre à base d'ivermectine, de lévamisole ou d'albendazole sept jours avant le début du traitement, aux doses prescrites. Un rappel de déparasitage a eu lieu dix jours plus tard afin d'éviter la spoliation des éléments

nutritifs par les parasites intestinaux. Les performances de reproduction des femelles ont été caractérisées par les paramètres suivants : le taux de fertilité, qui est le rapport entre le nombre de femelles mettant bas et le nombre de femelles mises à la reproduction ; le taux de fécondité, qui est le nombre de chevreaux nés rapporté au nombre de femelles mises à la reproduction ; le taux de prolificité, défini comme le nombre de chevreaux nés, ramené au nombre de mises bas ; et le taux de survie à un mois qui est le rapport entre le nombre de chevreaux survivants 30 jours après la naissance et le nombre de femelles mises à la reproduction.

Des tests de fréquences (Xlstat 6.03 ; Addinsoft, 1995-2008) ont été utilisés pour comparer les taux de fertilité, de fécondité et de survie des troupeaux traités et témoins. Des tests de comparaison de moyennes pour échantillons appariés (Xlstat 6.03) ont été appliqués pour analyser les effets du traitement sur les valeurs moyennes des paramètres de reproduction (taux de fertilité, de fécondité et de survie des troupeaux traités et témoins).

La rentabilité de la pratique du *flushing* a été calculée en comparant le coût de revient au chiffre d'affaires (CA). Le coût de revient de la pratique du *flushing* comprenait le coût du manioc sec et le coût des produits de déparasitage. Celui de la conduite d'élevage traditionnelle était pratiquement nul puisqu'aucun intrant n'a été utilisé. Le CA provenait des ventes d'animaux. Si l'on suppose que l'éleveur vend un nombre d'individus équivalent à celui de chevreaux nés dont la survie est assurée, alors le CA par femelle reproductrice peut se calculer selon l'équation (1) :

$$CA = \text{Taux de fécondité} \times \text{Taux de survie à 30 jours} \times \text{Prix d'un animal adulte}$$

Le bénéfice maximal espéré est la différence entre le CA et le coût de revient.

■ RESULTATS

Fertilité, fécondité et survie à 30 jours

Les taux moyens de fécondité et de fertilité des femelles traitées (respectivement 81 % et 69 %) ont été globalement plus élevés que ceux des témoins (respectivement 28 % et 25 % ; tableau II ; figure 2). Le *flushing* a plus que doublé les taux de fertilité et de fécondité des chèvres. Les taux de fécondité des individus traités dans les villages de Soalara-Sud (E1 à E8) ont été particulièrement élevés et ont été significativement différents de ceux des individus témoins des mêmes villages (p ≤ 0,004 ; tableau II). Le taux moyen de survie à 30 jours des chevreaux des femelles traitées a également été significativement plus élevé que celui des témoins (67 % vs 25 % ; tableau II ; figure 2).

Prolificité

Le taux de prolificité des troupeaux traités a été proche de 100 % (117 % ; n = 207 ; tableau II ; figure 2), ce qui correspond à des naissances simples, comparables à celles des témoins (106 % ; n = 184). La supplémentation alimentaire n'a pas eu d'effet significatif sur le nombre de chevreaux nés par portée.

Rentabilité potentielle de la pratique du flushing

Le coût du manioc sec était environ de 2,50 euros (€) par tête et celui des produits de déparasitage environ de 0,13 €. Le coût de revient du *flushing* était ainsi environ de 2,6 €. Le prix minimal d'une chèvre adulte sur le marché était environ de 12,50 € en 2013-2014. En appliquant l'équation (1), le CA associé à une chèvre adulte traitée pendant une saison sèche était de 6,78 € (tableau III). Le bénéfice de l'éleveur par tête et pour six mois était ainsi de 4,15 € pour une chèvre traitée. Le revenu maximal espéré provenant de la pratique du *flushing* était

Tableau I

Distribution des lots de chèvres dans le site d'étude (Sud-Ouest malgache)

Commune	Village	Eleveur	Effectif	
			Traité	Témoin
Soalara-Sud	Soalara	E1	20	23
	Antsirafaly	E2	20	5
	Antsirafaly	E3	20	42
	Antsirafaly	E4	20	11
	Akaranila	E5	20	15
	Akaranila	E6	20	18
	Akaranila	E7	20	25
	Andranotohoke	E8	20	14
Beheloka	Manandro	E9	16	8
	Manandro	E10	20	17
	Andrakalily	E11	11	6
Total			207	184

Tableau II

Résultats des essais sur la reproduction sur des chèvres du Sud-Ouest malgache

Eleveur		E1	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Total	Moy.
N total	T	20	20	20	20	20	20	20	20	16	20	11	207	
	t	23	5	42	11	15	18	25	14	8	17	6	184	
Naissance	T	12	20	18	16	15	20	12	5	12	14	3	147	
	t	4	1	17	3	2	7	6	0	5	6	0	51	
Chevreau né	T	12	24	18	16	24	23	17	9	12	14	3	172	
	t	4	2	17	3	2	7	8	0	5	6	0	54	
Survivant après 30 jours	T	12	20	18	16	14	16	12	5	12	14	3	142	
	t	4	1	17	3	2	7	6	0	5	6	0	51	
Taux de fécondité (%)	T	60	120	90	80	120	115	85	45	75	70	27	83	81 (20)
	t	17	40	40	27	13	39	32	0	63	35	0	29	28 (13)
	P	0,004	< 0,001	< 0,001	0,004	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,003	0,525	0,035	0,159	< 0,001	
	z	2,88	3,69	3,68	2,88	5,25	4,15	3,56	2,93	0,64	2,11	1,41	10,74	
Taux de fertilité (%)	T	60	100	90	80	75	100	60	25	75	70	27	71	69 (17)
	t	17	20	40	27	13	39	24	0	63	35	0	28	25 (12)
	p	0,004	< 0,001	< 0,001	0,004	< 0,001	0,01	0,014	0,043	0,525	0,035	0,159	< 0,001	
	z	2,88	4,36	3,68	2,88	3,33	2,59	2,45	2,03	0,64	2,11	1,41	8,07	
Taux de prolificité (%)	T	100	120	100	100	160	115	142	180	100	100	100	117	120 (19)
	t	100	200	100	100	100	100	133	.	100	100	.	106	115 (27)
Taux de survie à 30 jours (%)	T	60	100	90	80	70	80	60	25	75	70	27	69	67 (16)
	t	17	20	40	27	13	39	24	0	63	35	0	28	25 (12)
	p	0,004	< 0,001	< 0,001	0,004	0,001	0,01	0,014	0,043	0,525	0,035	0,159	< 0,001	
	z	2,88	4,36	3,68	2,88	3,33	2,59	2,45	2,03	0,64	2,11	1,41	8,55	

Moy. : moyenne ; T : traité ; t : témoin ; p : degré de signification des tests de fréquences ; z : statistique des tests de fréquences ; (entre parenthèses, dernière colonne) : erreur standard

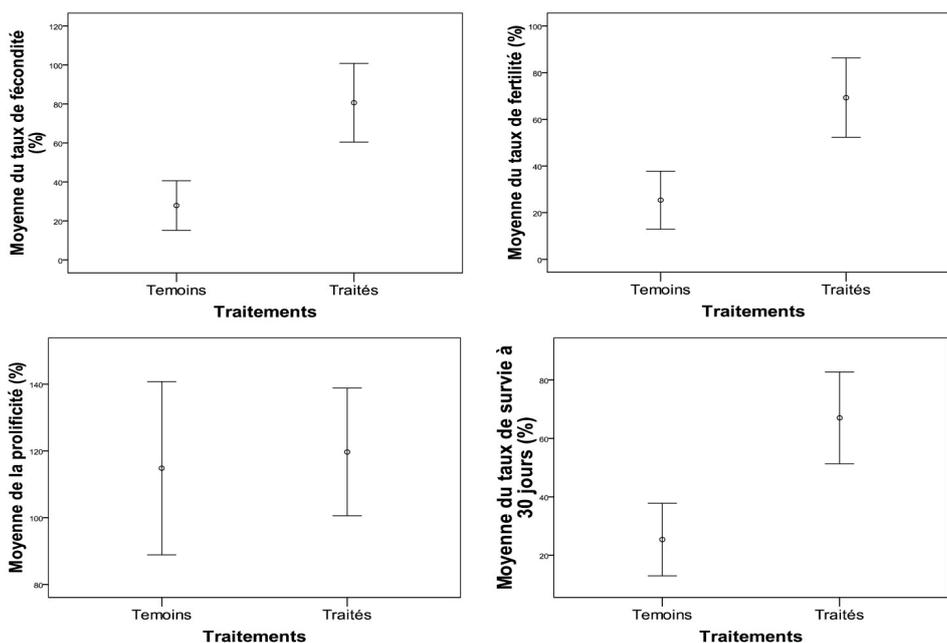


Figure 2 : effets globaux des traitements sur les paramètres de reproduction des chèvres du Sud-Ouest malgache ; barre verticale : erreur standard.

largement supérieur à celui obtenu par l'élevage traditionnel (0,91 € ; tableau III).

Le tableau IV résume les résultats sur la reproduction des caprins en les comparant avec la littérature où diverses méthodes de groupage des chaleurs ont été utilisées.

■ DISCUSSION

Limite et avantage de l'approche adoptée

L'étude a été menée chez des éleveurs autochtones. Des facteurs de la reproduction n'ont pas été maîtrisés : les moments de l'ovulation, des chaleurs et éventuellement de l'accouplement. Ce n'est pas le cas pour la plupart des études sur la synchronisation de l'œstrus chez les chèvres, menées dans des sites d'expérimentation où les paramètres de reproduction comme les moments d'ovulation, des chaleurs, d'accouplement, de gravidité et de mise bas sont maîtrisés (Regueiro et al., 1999 ; Motlomelo et al., 2002 ; Lehloeny et Greyling, 2010). Par contre, les présents résultats ont l'avantage d'être plus réalistes et plus faciles à vulgariser car ils n'ont pas été obtenus dans les conditions optimales des sites d'expérimentation, mais dans les conditions réelles de l'élevage. De plus, les naissances en janvier des chevreaux issus des chaleurs induites en saison sèche par le *flushing* coïncident avec le début de la saison des pluies, période d'abondance de fourrages, ce qui laisse présager un faible taux des mortalités liées à l'insuffisance alimentaire. En effet, les saillies habituelles des chèvres dans le site d'étude ont lieu en janvier-février et les naissances correspondantes se

produisent en mai-juillet, pendant la saison sèche au cours de laquelle prévaut une faible disponibilité fourragère, ce qui contribue à un taux élevé de mortalités chez les nouveau-nés, selon les éleveurs.

Comparaison avec d'autres techniques de synchronisation des chaleurs

Au Zimbabwe, Kusina et al. (2001) ont effectué des recherches sur les effets de différents niveaux d'énergie correspondant à l'alimentation de chèvres Mansona sur la synchronisation de leurs chaleurs et sur leur fertilité en utilisant la monte naturelle et deux injections, espacées de 11 jours, de 100 mg de cloprostenol. Ils trouvent des taux moyens de fertilité globalement supérieurs (73–100 %) à celui des chèvres traitées dans notre étude (69 %). Il en est de même avec les taux moyens de fécondité de 120–160 % contre 81 % dans notre étude. De même, l'utilisation d'éponges imbibées de 60 mg d'acétate de médroxyprogestérone et de l'effet mâle sur des chèvres se nourrissant d'un pâturage à *Sorghum vulgare*, *Medicago sativa* et *Sesbania aculeata*, (Kausar et al., 2009) au Pakistan a abouti à l'obtention d'un taux moyen de fertilité de 87,5 %, plus élevé que celui de notre étude (69 %). Par contre, la moyenne des taux de prolificité obtenus dans leur étude (130 %) est comparable à celle de notre étude (120 %). Enfin, l'usage d'hormone gonadotrophine chorionique équine (eCG) ou de la supplémentation alimentaire (orge, huile de soja ou de tournesol) couplé avec des inséminations artificielles sur des chèvres en Iran ont abouti à des taux moyens de fertilité de 88–100 % (Kia et al., 2012), nettement supérieurs à celui de nos chèvres traitées. Les taux

Tableau III

Rentabilité potentielle de la pratique du *flushing* dans les troupeaux de chèvres du Sud-Ouest malgache

Nb. de chèvres mises à la reproduction	Prix d'un animal adulte (€)	Chiffre d'affaires avec <i>flushing</i> (€)	Coût de revient <i>flushing</i> (€)	Bénéfice <i>flushing</i> (€)	Chiffre d'affaires sans <i>flushing</i> (€)
1	12,50	6,78	2,63	4,15	0,91
10	12,50	67,84	26,25	41,59	9,10
20	12,50	135,68	52,50	83,18	18,20
30	12,50	203,51	78,75	124,76	27,30
40	12,50	271,35	105,00	166,35	36,40
60	12,50	407,03	157,50	249,53	54,60

Tableau IV

Paramètres de reproduction des caprins résultant de diverses méthodes de groupage des chaleurs (valeurs moyennes) dans le monde

Auteur	Méthode	Paramètre de reproduction		
		Taux de fertilité (%)	Taux de fécondité (%)	Taux de prolificité (%)
Présente étude	Supplémentation alimentaire manioc séché + monte naturelle	69	81	120
Kusina et al. (2001)	Supplémentation alimentaire à niveaux variables d'énergie + monte naturelle	73–100	120–160	90–160
Kausar et al. (2009)	Hormone + effet mâle + monte naturelle	87	–	130
Kia et al. (2012)	Hormone + insémination artificielle	88–100	–	157–200
	Supplémentation alimentaire avec de l'orge, de l'huile de soja et de tournesol + insémination artificielle	88–100	–	157–179
Santiago-Miramontes et al. (2012)	Hormone + supplémentation alimentaire + monte naturelle	35–55	–	140–190
	Supplémentation alimentaire + monte naturelle	40	–	150

moyens de prolificité correspondants (157–200 % ; Kia et al., 2012) sont également plus importants que celui que nous avons obtenu (120 %).

Le taux moyen de fertilité des animaux traités dans le Sud-Ouest malgache a été cependant supérieur à ceux de 35–55 % de Santiago-Miramontes et al. (2011). Ces derniers ont testé les effets de suppléments alimentaires et d'hormone sur la synchronisation et les paramètres de reproduction de chèvres au Mexique ; ils ont également trouvé des taux moyens de prolificité (140–190 %) supérieurs à celui de nos chèvres traitées (120 %).

Méthode efficace et applicable dans le contexte du Sud malgache

L'application de la supplémentation alimentaire a globalement amélioré les paramètres de reproduction des individus traités et est potentiellement rentable. Les méthodes utilisées sont par contre relativement simples et modifient peu les pratiques pastorales existantes. La supplémentation alimentaire permet ainsi d'augmenter le nombre de naissances (au moins trois mises bas par chèvre par période de deux ans), de décaler les naissances en saison humide et d'assurer ainsi un meilleur taux de survie des chevreaux. Dans tous les cas, une augmentation significative de la production de l'élevage caprin résulterait de l'adoption de cette technique par les éleveurs, ce qui risquerait de conduire à un surpâturage si les surplus d'animaux produits n'étaient pas commercialisés. La maîtrise de la reproduction par l'intermédiaire de la supplémentation alimentaire peut rentrer dans le cadre de la conduite d'élevage en lots qui consiste à produire périodiquement des lots d'animaux d'âges voisins par le groupage des chaleurs. Les animaux obtenus assurent la pérennité du cheptel par le renouvellement des reproducteurs.

La vente du surplus d'animaux, ceux dans les classes d'âge supérieures, permet de maintenir la taille du troupeau, d'utiliser durablement les ressources naturelles (pâturages et espèces fourragères) par le contrôle de la charge et de générer des revenus supplémentaires pour l'éleveur. Les débouchés pour absorber ces surplus d'animaux ne devraient pas manquer. En effet, l'effectif des zébus à Madagascar a connu une baisse durant les 40 dernières années (12 millions en 1970 et 10 millions en 2004 ; ministère de l'Élevage, 2012) alors que leur viande constitue la première source de protéines animales dans le pays. La hausse de la demande liée à la croissance démographique, l'exportation, la raréfaction des reproducteurs suite au vol de bovidés dans les zones naisseuses et les problèmes sanitaires sont les principales causes de cette baisse de l'effectif. Par conséquent, l'offre en viande rouge régresse avec cette baisse de l'effectif bovin alors que la demande augmente avec la population. Pour atténuer ce déséquilibre, les petits ruminants, dont les caprins, sont appelés à devenir une source alternative de viande rouge à Madagascar. De plus, les demandes en viande de petits ruminants de la part de pays musulmans comme les Comores et les pays du golfe Persique comme l'Arabie Saoudite, et d'autres pays comme la Chine, n'arrivent pas à être satisfaites pour le moment, faute de production suffisante et de la mauvaise organisation de la filière petits ruminants (obs. pers.).

Par ailleurs, une attention particulière doit être portée aux éventuels effets néfastes du pâturage des caprins sur la régénération des fourrés xérophiiles comme c'est le cas dans certaines formations sèches en Namibie (Moser-Norgaard et Denich, 2011) ou au nord-ouest de la Chine (Saumel et al., 2011). Une évaluation plus précise des capacités de charge des pâturages existants et des simulations des effets de l'adoption de la supplémentation alimentaire sur les effectifs caprins doivent être faites. En effet, les effets négatifs du pâturage des caprins sur la végétation des zones semi-arides sont principalement des conséquences de charges animales trop élevées (Rosa-Garcia et al., 2012 ; Randriamalala et al., 2016). Ce problème peut être résolu en

partie par la pratique de la conduite d'élevage en lots qui augmente les revenus des éleveurs tout en maintenant constante la taille du cheptel par la vente régulière d'animaux. De plus, la pratique d'une gestion appropriée des pâturages comme leur rotation peut diminuer considérablement la pression des caprins sur le pâturage et peut être bénéfique à la conservation de la biodiversité dans le site d'étude (Randriamalala et al., 2016).

■ CONCLUSION

Le *flushing* est une méthode simple et efficace pour grouper les chaleurs des caprins du Sud-Ouest malgache en vue de concentrer les naissances en saison de pluie pour augmenter le nombre de naissances (≥ 3 tous les deux ans) et le taux de survie des chevreaux. La vente des surplus d'animaux provenant de l'adoption de cette technique de maîtrise de la reproduction peut être une source importante de revenu pour les éleveurs, surtout si elle rentre dans le cadre d'une conduite d'élevage en lots qui modifie peu les pratiques pastorales et qui est ainsi plus facile à vulgariser. Des travaux importants de sensibilisation et de formation des éleveurs sur la conduite d'élevage en lots doivent être préalablement entrepris avant la vulgarisation du *flushing*.

Remerciements

Nous remercions le programme Eastern and Southern Africa Partnership Programme (ESAPP) du Centre of Development and Environment (CDE ; Université de Berne, Suisse) qui a financé ce travail par les projets Q097 et Q918. Nous remercions aussi chaleureusement les éleveurs qui ont accepté de collaborer avec nous.

Déclaration des contributions des auteurs

JHA et JRR ont conçu l'étude ; JHA l'a planifiée ; JHA et RR ont collecté les données ; JHA, JRR, AJMR, RR les ont interprétées ; JRR a rédigé la première version du manuscrit ; tous les auteurs ont fait des révisions critiques du manuscrit et ont donné l'accord final de la version à publier

Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans conflit d'intérêts.

REFERENCES

- Acero-Camelo A., Valencia E., Rodríguez A., Randel P.-F., 2008. Effects of flushing with two energy levels on goat reproductive performance. *Livest. Res. Rural Dev.*, **20** (9)
- Amoah E.-A., Gelaye S., Guthrie P., Rexroad Jr C.-E., 1996. Breeding season and aspects of reproduction of female goats. *J. Anim. Sci.*, **74**: 723-728, doi : 10.2527/1996.744723x
- André C., 1975. L'alimentation des animaux domestiques à Madagascar : Les aliments-le rationnement. Service de l'enseignement et de la formation agricole, Madagascar
- Andrianarisoa J.-H., 2013. Supplémentation alimentaire pour améliorer la performance de reproduction des caprins ; Cas de la commune rurale de Soalara Sud- District de Toliara II. Mém. DEA ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo, Madagascar
- Chemineau P., 1989. L'effet bouc: mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en aneustrus. *Prod. Anim.*, **2** (2) : 97-105
- Cornet A., Guillaumet J.-L., 1976. Divisions floristiques et étages de végétation à Madagascar. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, **9** : 35-42
- Feldt T., Neudert R., Fust P., Schlect E., 2016. Reproductive and economic performance of local livestock in southwestern Madagascar: Potentials and constraints of a highly extensive system. *Agr. Syst.*, **149**: 54-64, doi: 10.1016/j.agsy.2016.08.007

- Gaspard D., Venegas-González A., Beeckman H., Randriamalala R.-J., De Ridder M., Tomazello-Filho M., Ramanantoandro T., 2018. Tree ring responses to climate variability from xerophytic thicket of South Soalara, Madagascar. *Dendrochronologia*, **49**: 57-67, doi: 10.1016/j.dendro.2018.02.003
- Greyling J.-P.-C., Van der Nest M., 2000. Synchronization of oestrus in goats: dose effect of progestagen. *Small Rumin. Res.*, **36**: 201-207, doi: 10.1016/S0921-4488(99)00165-0
- Hanke H., 2016. Livelihoods on the edge: Farming household income, food security and resilience in Southwestern Madagascar. Mém. Doct. Université de Gottingen, Allemagne
- Kausar R., Khanum S.-A., Hussain M., Shah M.-S., 2009. Estrus synchronization with medroxyprogesterone acetate impregnated sponges in goats (*Capra hircus*). *Pak. Vet. J.*, **29** (1): 16-18
- Kia H.-D., Chapdareh W.-M., Khani A.-H., Moghaddam G., Rashidi A., Sadri H., Alijani S., 2012. Effects of flushing and hormonal treatment on reproductive performance of Iranian Markhoz goats. *J. Anim. Physiol. An. N.*, **96**: 1157-1164, doi: 10.1111/j.1439-0396.2011.01234.x
- Kusina N.-T., Chinuwo T., Hamudikuwanda H., Ndlovu L.-R., Muzanhenamo S., 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Rumin. Res.*, **39**: 283-288, doi: 10.1016/S0921-4488(00)00192-9
- Lehloeny K.-C., Greyling J.-P.-C., 2010. The ovarian response and embryo recovery rate in Boer goat does following different superovulation protocols, during the breeding season. *Small Rumin. Res.*, **88**: 38-43, doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.11.007
- Lehloeny K.-C., Greyling J.-P.-C., Grobler S., 2008. Effect of season on the superovulatory response in Boer goat does. *Small Rumin. Res.*, **78**: 74-79, doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.05.003
- Lehloeny K.-C., Greyling J.-P.-C., Schwalbach L.-M.-J., 2005. Reproductive performance of South African indigenous goats following oestrous synchronisation and artificial insemination. *Small Rumin. Res.*, **57**: 115-120, doi: 10.1016/j.smallrumres.2004.05.004
- Ministère de l'élevage, 2012. Données statistiques. SAIGS/DSI. Antananarivo, Madagascar
- Molle G., Branca A., Ligios S., Sitzia M., Casu S., Landau S., Zoref Z., 1995. Effect of grazing background and flushing supplementation on reproductive performance in Sarda ewes. *Small Rumin. Res.*, **17**: 245-254, doi: 10.1016/0921-4488(95)00691-D
- Molle G., Landau S., Branca A., Sitzia M., Fois N., Ligios S., Casu S., 1997. Flushing with soybean meal can improve reproductive performances in lactating Sarda ewes on a mature pasture. *Small Rumin. Res.*, **24**: 157-165, doi: 10.1016/S0921-4488(96)00950-9
- Moser-Norgaard P.-M., Denich M., 2011. Influence of livestock on the regeneration of fodder trees along ephemeral rivers of Namibia. *J. Arid Environ.*, **75**: 371-376, doi: 10.1016/j.jaridenv.2010.11.009
- Motlomelo K.-C., Greyling J.-P.-C., Schwalbach L.-M.-J., 2002. Synchronisation of oestrus in goats: the use of different progestagen treatments. *Small Rumin. Res.*, **45**: 45-49, doi: 10.1016/S0921-4488(02)00113-X
- Rabeniala R., Raoliarivelo L.-I.-B., Masezamana H.-N., Andrianarisoa J.-H., Randriamalala R.-J., 2009. Gestion de pâturage pour le cheptel de petits ruminants (ovins et caprins) dans une zone semi-aride du district de Toliara II. Rapport final projet ESAPP Q906, DERAD, Antananarivo, Madagascar
- Randriamalala H., 2014. Etude des comportements alimentaires des caprins en zone semi aride de Madagascar, cas de la commune rurale de Soalara Sud. Mém. DEA, ESSA-Forêts, Université d'Antananarivo, Madagascar
- Randriamalala R.-J., Radosy H.-O., Razanaka S., Randriambanona H., Hervé D., 2016. Effects of goat grazing and woody charcoal production on xerophytic thickets of southwestern Madagascar. *J. Arid Environ.*, **128**: 65-72, doi: 10.1016/j.jaridenv.2016.01.002
- Randriamalala R.-J., Ramanantoandro T., Radosy H.-O., Randriambanona H., Hervé D., 2017. Annual biomass increment of xerophytic thickets and sustainability of woody charcoal production in southwestern Madagascar. *For. Ecol. Manag.*, **400**: 139-149, doi: 10.1016/j.foreco.2017.05.049
- Raoliarivelo L.-I.-B., Rabeniala R., Masezamana H.-N., Andrianarisoa J.-H., Randriamalala R.-J., 2010. Impact de la fabrication de charbon de bois sur la production et la disponibilité fourragère de pâturage en zone subaride, cas de la commune de Soalara-Sud, Toliara II. Rapport final projet ESAPP Q909, DERAD, Antananarivo, Madagascar
- Regueiro M., Pérez Clariget R., Ganzabal A., Aba M., Forsberg M., 1999. Effect of medroxyprogesterone acetate and eCG treatment on the reproductive performance of dairy goats. *Small Rumin. Res.*, **33**: 223-230, doi: 10.1016/S0921-4488(99)00024-3
- Rosa-García R., Celaya R., García U., Osoro K., 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Rumin. Res.*, **107**: 49-64, doi: 10.1016/j.smallrumres.2012.03.021
- Santiago-Miramontes M.-A., Luna-Orozco J.-R., Meza-Herrera C.-A., Rivas-Muñoz R., Carrillo E., Véliz-Deras F.-G., Mellado M., 2011. The effect of flushing and stimulus of estrogenized does on reproductive performance of anovulatory-range goats. *Trop. Anim. Health Prod.*, **43**: 1595-1600, doi: 10.1007/s11250-011-9849-6
- Saumel I., Ziche D., Yub R., Kowarik I., Overdieck D., 2011. Grazing as a driver for *Populus euphratica* woodland degradation in the semi-arid Aibi Hu region, northwestern China. *J. Arid Environ.*, **75**: 265-269, doi: 10.1016/j.jaridenv.2010.10.013
- Zarrouk A., Souilem O., Drion P.-V., Beckers J.-F., 2001. Caractéristiques de la reproduction de l'espèce caprine. *Ann. Méd. Vét.*, **145**: 98-105

Summary

Andrianarisoa J.H., Randriamalala J.R., Mbolatianarizao Randrianariveloheheno A.J., Rabeniala R. Feed supplementation to synchronize estrous and improve the reproductive performance of goats in Madagascar

The coastal areas of Southwestern Madagascar are the driest on the island. The breeding of small ruminants is the main source of income for the local population. However, their reproduction, especially that of goats, is hampered by unfavorable zootechnical (genetics and animal husbandry) and agroclimatic conditions (low fodder availability during the long dry season). Methods to improve the reproductive performance of goat breeding exist: artificial insemination, hormonal treatments, male effect and feed supplementation or flushing. Flushing is a simple method to implement and does not require any major change in pastoral practices; it is best

Resumen

Andrianarisoa J.H., Randriamalala J.R., Mbolatianarizao Randrianariveloheheno A.J., Rabeniala R. Suplementación alimenticia para sincronizar los calores y mejorar los rendimientos reproductivos de los caprinos en Madagascar

Las zonas litorales del sudoeste malgache son las más áridas de la isla. La cría de pequeños rumiantes es la principal fuente de ingresos para las poblaciones locales. Sin embargo, su producción, sobre todo la de caprinos, se encuentra bloqueada por condiciones zootécnicas desfavorables (genética y prácticas de crianza) y agroclimas (baja disponibilidad forrajera durante la larga estación seca). Existen métodos de mejoramiento de los rendimientos reproductivos en la cría caprina: la inseminación artificial, los tratamientos hormonales, el efecto macho y la suplementación alimenticia o flushing. El flushing es un método simple de implementar y no implica

Goat supplementation in Madagascar

adapted to the conditions of this semi-arid site. Two groups of animals treated against parasite were used during 45 days in July-August (dry season): a group of 207 females given an energy feed (flushing) of dry cassava at 500 g/day, and a control group of 184 goats. Reproduction parameters were recorded: fertility rate, conception rate, prolificity rate and survival rate at 30 days of age. Significant improvements in the fertility (81% vs 28%) and conception (69% vs 25%) of treated females were observed. The prolificity of the treated group (120%) was slightly higher than that of the control group (115%), with no significant difference. Thirty days after birth the kid survival rate in the treated group was significantly higher (67% vs 25% in control). The flushing method improved the reproduction parameters of native goats as well as the numerical and economic productivity of goat rearing in the semi-arid zone of Southwestern Madagascar.

Keywords: goats, fertility, conception rate, flushing, Madagascar

ninguna modificación importante de las prácticas pastoriles; fue el más adaptado a las condiciones de este sitio semiárido. Dos lotes de animales desparasitados se utilizaron durante 45 días en julio y agosto (estación seca): un lote de 207 hembras con un alimento energético (flushing), mandioca seca, en cantidad de 500 g/día, y un lote control de 184 cabras. Se registraron los parámetros reproductivos: tasa de fertilidad, tasa de fecundidad, tasa de prolificidad y tasa de sobrevida a la edad de 30 días. Se observaron mejorías significativas de la fertilidad (81% vs 28%) y de la fecundidad (69% vs 25%) de las hembras tratadas. La prolificidad del lote tratado (120%) fue ligeramente superior a la del lote control (115%), sin diferencia significativa. Treinta días después del nacimiento, la tasa de sobrevida de los cabritos del lote tratado fue significativamente más elevada (67% vs 25% para los controles). El método del flushing mejoró los parámetros de reproducción de los caprinos autóctonos, así como la productividad numérica y económica de la cría caprina en zona semiárida del sudoeste malgache.

Palabras clave: caprino, fertilidad, prolificidad, *flushing*, Madagascar