

Le développement précoce des lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance affecte-t-il la production spermatique ?

MARTÍNEZ-PAREDES E.¹, LLORENS J.¹, RÓDENAS L.¹, SAVIETTO D.², PASCUAL J.J.¹

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

² UMR 1388 Génétique, Physiologie et Systèmes d'Élevages, F-31326 Castanet-Tolosan, France

Résumé – Des études ont montré que le développement précoce des animaux peut affecter leur vie reproductive future. Ces travaux concernent souvent des espèces d'intérêt zootechnique, notamment la lapine reproductrice. Cependant, on trouve peu d'information sur les lapins mâles utilisés en insémination artificielle. Les caractéristiques de la semence peuvent affecter la fertilité et la prolificité. L'objectif est d'évaluer comment le développement précoce (défini par le poids à la naissance, la vitesse de croissance entre la naissance et le sevrage, et entre le sevrage et 63 jours), la période d'élevage et l'environnement des centres d'insémination peuvent influencer les caractéristiques de la semence de lapins mâles, issus d'une souche sélectionnée sur la vitesse de croissance. Après la phase d'entraînement, 550 mâles ont été prélevés chaque semaine pendant un maximum de 18 mois. Nous montrons que le développement précoce influence peu la semence. Cependant, plus la vitesse de croissance sous la mère et au cours de l'engraissement augmentent, meilleure est la concentration spermatique et l'intégrité de l'acrosome mais, uniquement au cours de la phase d'entraînement au prélèvement. Cependant, une croissance plus rapide entre 63 jours et la mise à la reproduction, déprime pendant la phase reproductive le volume et la motilité de la semence des mâles. L'environnement des centres d'insémination artificielle influence le volume et la motilité de la semence récoltée. En conclusion, un développement correct pendant les premières phases de vie des mâles (rapide jusqu'à 63 jours et modérée par la suite) a un effet positif sur les caractéristiques de la semence.

Abstract – **Does early development of rabbits selected for growth rate affect sperm production?** Studies have shown that early development of animals can affect future reproductive life. These works often involve species of zootechnical interest, particularly reproductive rabbit does. However, there is little information on the rabbit males used in artificial insemination (AI). The characteristics of the semen can affect fertility and prolificacy. The objective was to evaluate how the early development (defined by birth weight, growth rate between birth and weaning, and between weaning and 63 days), the rearing period and the environment of the AI centers can influence the characteristics of the semen, from a line selected for growth rate. After training phase, 550 males were tested weekly up to 18 months. Early development had little influence on characteristics of the semen. A greater growth of young male during lactating and fattening period improved sperm concentration and integrity of the acrosome in the training phase. However, males with greater growth from 63 days to rearing had lower semen volume and reduced motility of sperms along their reproductive life. The environment of the AI centers had much influence on the parameters studied. In conclusion, a proper development during first male life phases (fast up to 63 days and moderate thereafter) had a positive effect on the characteristics of the semen.

Introduction

Le développement de l'insémination artificielle (IA) a été une étape importante pour le développement de la cuniculture au cours de dernières décades, permettant d'accroître la diffusion du progrès génétique. Aujourd'hui, des centres diffusent de la semence de lapins sélectionnés sur la vitesse de croissance pendant l'engraissement (VCE). Ces mâles sont utilisés dans l'étape de croisement terminal pour produire le lapin de boucherie.

En raison de cette essor, ces dernières années plusieurs études ont été réalisées pour mieux comprendre les besoins nutritionnels des mâles (Pascual *et al.* 2004; Castellini, 2008), les pratiques d'élevage (Lavara *et al.*, 2003), le développement de leurs capacités reproductives (García-Tomás *et al.*, 2008a), et les paramètres génétiques liés aux caractéristiques séminales (Lavara *et al.*, 2011; 2012), avec l'objectif d'améliorer ces paramètres, car les

mâles sélectionnés pour la VCE présentent des particularités reproductives (début de la vie reproductive plus tardive, libido faible, faible production spermatique, ...).

Chez d'autres espèces animales, on observe des corrélations positives entre la sélection sur la vitesse de croissance et la taille des organes reproductifs, mais négatives avec certains paramètres de qualité séminale chez la souris (Eisen & Johnson, 1981), chez le verrat (Johnson *et al.*, 1994) et le taureau (Kealey *et al.*, 2006).

Cependant, peu d'études font référence à l'effet du développement physiologique du jeune lapin sur les caractéristiques séminales postérieures. Brun *et al.* (2006), en étudiant deux souches divergentes de mâles sélectionnés sur la VCE, ont observé que quelques paramètres spermatiques (la motilité et le volume) sont liés au poids. Lavara *et al.* (2012) ont observé l'existence de corrélations génétiques

négligentes entre les différents paramètres spermatozoïdiques (intégrité de l'acrosome et la motilité) et le gain moyen quotidien des mâles sélectionnés sur la VCE.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du développement précoce, de la naissance jusqu'au début de l'étape d'entraînement, sur les caractéristiques de la semence de mâles sélectionnés sur la vitesse de croissance pendant leur entraînement, et pendant leur carrière reproductive.

1. Matériel et méthodes

1.1. Animaux, mesures et aliments

Les caractéristiques de la semence de 550 mâles, ont été contrôlées entre 147 jours d'âge et 1,5 an. Ces mâles, étaient issus de 179 femelles du centre de sélection « El Adil Redondo » (Carrizo de la Ribera, León, Espagne) de la souche R (Universitat Politècnica de València, UPV) inséminées par 55 mâles de la même souche.

Les contrôles suivants ont été réalisés sur chaque mâle: la présence d'une tache de lait sur le ventre (signe de présence de lait dans l'estomac du lapereau) avant l'introduction d'une puce d'identification le jour de la naissance, le poids à la naissance, à 28, 63 et 147 jours d'âge. Le gain de poids pendant la lactation (0 - 28 jours), l'engraissement (28 - 63 jours) et l'étape de préparation à la reproduction (63 - 147 jours) a aussi été contrôlé. À l'âge de 63 jours, les mâles pour lesquels le poids et l'augmentation de poids nous permettaient d'obtenir une population avec le maximum de variabilité possible, ont été sélectionnés et distribués de forme équitable (en nombre et variabilité) entre deux centres de IA: "El Adil Redondo" situé dans une région de climat continental (L; Carrizo de la Ribera, León) et "Zapiños" situé dans une zone de climat atlantique (G: Abegondo, A Coruña). La manipulation des animaux et l'alimentation étaient les mêmes dans les deux centres, qui seulement différaient dans les techniciens et les installations.

Les mâles ont consommé le même aliment que leurs mères jusqu'à 30 jours d'âge [16,8 % de protéines brutes (PB) et 14,1 % de fibres brutes (FB)], un aliment pré-sevrage pour éviter les problèmes digestifs jusqu'à 36 jours (15,0 % PB et 18,4 % FB) et un aliment d'engraissement jusqu'à 63 jours d'âge (15,8 % PB et 14,7 % FB). De 63 à 175 jours les jeunes mâles ont reçu un aliment plus riche en fibres (15,0 % PB et 16,7 % FB). Pendant toute la durée de leur vie reproductive, les mâles ont été nourris *ad libitum* avec un aliment contenant 16,7 % de PB et 13,0 % de FB.

1.2. Evaluation de la semence

1.2.1. Phase d'entraînement

Pendant la phase d'entraînement (4 semaines consécutives à partir de 147 jours), un seul éjaculat par mâle et par semaine a été récolté à l'aide d'un vagin artificiel. Pour chaque mâle, le nombre (NEJ) et le pourcentage des ejaculats avec un aspect normal

(PEJ ; blanc nacré sans la présence d'urine ou de sang) ont été contrôlés. Sur les ejaculats classés comme normaux, le volume (VOL), la motilité des spermatozoïdes (MOT), la concentration (CONC) et la production spermatique (PROD = VOL x CONC), le pourcentage d'acrosomes normaux (NORM) et de spermatozoïdes anormaux (ANOR) ont été évalués.

L'aspect des ejaculats, le volume, la concentration et la production spermatique ont été estimés selon les méthodes décrites par Lavara *et al.* (2011). Elles se basent sur l'évaluation visuelle de l'éjaculat dans un tube gradué suivi d'un comptage des spermatozoïdes sur un hématimètre (Cellule Thoma-Zeiss) au microscope (à contraste de phase, grossissement x40). La motilité des spermatozoïdes a été évaluée au microscope par le technicien du centre, après dilution de la totalité de l'éjaculat au 1/5ème dans un tampon tris-acide critique-glucose.

L'intégrité des acrosomes et le pourcentage de spermatozoïdes anormaux, a été évaluée après marquage à l'éosine-nigrosine. Cette procédure est similaire à celle décrite par García-Tomás *et al.* (2006), sur au moins 100 spermatozoïdes. L'évaluation des formes anormales ont été évaluées selon les critères décrits par Barth et Oko (1989) en ajoutant les spermatozoïdes dépourvus de flagelle.

1.2.2. Phase de production (1,5 ans)

Pendant la carrière reproductive des mâles, deux ejaculats étaient récoltés et évalués par semaine. VOL, MOT, PEJ et le pourcentage de ejaculats aptes (PEAP; seulement quand l'aspect visuel, notamment la densité étaient considérés normal) ont été contrôlés par le technicien du centre d'IA.

1.3. Analyses statistiques

Pendant la phase d'entraînement et pendant la carrière reproductive des mâles, les caractéristiques de la semence ont été analysées par une régression (Proc GLM; SAS Inst. Inc., Cary, NC). La présence ou pas de lait dans l'estomac du lapereau à la naissance, et le centre d'IA (L ou G) ont été inclus comme effets fixes. Les gains de poids entre 0-28, 28-63 et 63-147 jours ont été introduits comme covariables. La portée d'origine de chaque individu a été incluse comme effet aléatoire. Pendant la phase de production, la variable PEJ a été considérée comme une variable de pondération, ainsi les données des animaux avec un nombre plus élevé d'éjaculat viables ont été considérées comme plus fiables.

2. Résultats et discussion

Les effets du poids à la naissance, de la présence de la tache de lait, du développement jusqu'au début de la vie reproductive et de l'élevage de destination sur les différents paramètres de productivité et de qualité de la semence, pour les phases d'entraînement et de production dans le centre d'IA (jusqu'à 1,5 ans d'âge) des mâles sélectionnés sur la VCE sont présentés dans le Tableau 1.

2.1. Phase d'entraînement

L'état des lapereaux à la naissance (poids et présence de la tâche de lait) et leur développement précoce influencent peu les paramètres quantitatifs et qualitatifs de la semence au cours de la phase d'entraînement. Une influence négative du poids à la naissance sur NORM (-0,28 % par chaque g d'augmentation du poids; $p < 0,05$) a été observée. Ce

résultat est inattendu par rapport aux résultats décrits dans la littérature qui montrent une relation positive entre le poids à la naissance et les performances de reproduction des lapines reproductrices (Poigner *et al.*, 2000). Cependant, Lavara *et al.* (2012) obtiennent une corrélation négative entre le pourcentage de spermatozoïdes ayant un acrosome anormal et la vitesse de croissance.

Tableau 1. Estimation de l'effet des paramètres à la mise bas, du développement précoce et de la destination des mâles dans les centres d'insémination artificielle sur les caractéristiques de leur semence pendant les phases de entraînement et de production de semence (estimation \pm erreur standard)

	P0	Tâche	C0 - 28	C28 - 63	C63 - 147	G vs L
<i>Entraînement</i>						
NEJ (10^{-3})	0,40 \pm 0,9	0,39 \pm 0,29	14,7 \pm 28,6	-12,6 \pm 19,8	-36,9 \pm 19,5	274 \pm 172
PEJ (%)	-0,11 \pm 0,28	8,69 \pm 7,19	0,10 \pm 0,69	-0,25 \pm 0,48	-0,61 \pm 0,47	7,46 \pm 4,19
VOL (ml \cdot 10 $^{-3}$)	4,10 \pm 3,10	-81,6 \pm 80,3	-0,80 \pm 7,40	-3,70 \pm 5,10	-2,30 \pm 5,30	93,3 \pm 46,4*
MOT (%)	-0,18 \pm 0,32	-6,44 \pm 7,93	1,25 \pm 0,76	0,96 \pm 0,52	0,21 \pm 0,52	17,26 \pm 4,81*
CONC (spz \cdot 10 6 /ml)	-0,20 \pm 1,13	-31,7 \pm 29,2	4,56 \pm 2,70	3,74 \pm 1,86*	0,26 \pm 1,91	49,4 \pm 16,9*
PROD (spz \cdot 10 6 /ml)	0,96 \pm 0,89	-33,5 \pm 23,0	3,52 \pm 2,13	1,70 \pm 1,46	1,33 \pm 1,50	48,2 \pm 13,3*
NORM (%)	-0,28 \pm 0,14*	0,17 \pm 3,77	0,71 \pm 0,34*	-0,07 \pm 0,23	0,03 \pm 0,24	-4,8 \pm 2,2*
ANOR (%)	0,02 \pm 0,17	3,48 \pm 4,58	-0,54 \pm 0,41	0,38 \pm 0,28	0,40 \pm 0,29	-12,4 \pm 2,6*
<i>Production (jusqu'à 1,5 ans)</i>						
PEA (%)	-0,208 \pm 0,214	0,100 \pm 5,659	-0,094 \pm 0,550	0,336 \pm 0,376	0,007 \pm 0,397	12,00 \pm 3,37*
VOL (mL)	-0,002 \pm 0,002	-0,058 \pm 0,052	-0,002 \pm 0,005	-0,005 \pm 0,004	-0,013 \pm 0,004*	0,172 \pm 0,031*
MOT (%)	-0,029 \pm 0,047	0,056 \pm 1,257	0,065 \pm 0,119	-0,079 \pm 0,084	-0,181 \pm 0,090*	2,034 \pm 0,739*
PEAP (%)	-0,335 \pm 0,195	0,600 \pm 5,184	-0,238 \pm 0,489	0,522 \pm 0,348	-0,112 \pm 0,370	9,44 \pm 3,05*

P0: pour chaque g d'augmentation de poids à la naissance; Tâche: présence de tâche du lait à la naissance; C0 - 28: pour chaque g d'augmentation de la vitesse de croissance entre la naissance et 28 jours d'âge, C28 - 63: pour chaque g d'augmentation de la vitesse de croissance entre 28 et 63 jours d'âge, C63 - 147: croissance entre 63 et 147 jours d'âge, G vs. L: centre « Zapiños, Galicia » (G) vs. centre « El Adil Redondo, León » (L).

NEJ: nombre d'éjaculats avec un aspect normal, PEJ: pourcentage des éjaculats avec un aspect normal, VOL: volume de l'éjaculat, MOT: pourcentage de spermatozoïdes mobiles dans l'éjaculat, CONC: nombre de spermatozoïdes (spz) par ml d'éjaculat, PROD: nombre des spermatozoïdes par éjaculat, NORM: pourcentage de spermatozoïdes avec acrosome intact, ANOR: pourcentage de spermatozoïdes anormaux, PEAP: pourcentage des éjaculats avec un aspect visuel, notamment la densité, étaient considérés normal.

*Estimation significative à $p < 0,05$.

Nous obtenons l'inverse dans notre essai puisque un meilleur pourcentage de NORM a été observé dans les mâles ayant une vitesse de croissance élevée pendant la phase de lactation [+0,71 % par g de gain moyen quotidien (GMQ); $p < 0,05$], indiquant l'importance de l'ingestion du lait et/ou de la taille de la portée (moins nombreuse) pour un développement correct de la fonction reproductive. En outre, une corrélation positive entre la motilité et la croissance pendant la phase d'engraissement (+1,12 % par g de GMQ, $p < 0,05$) a été observée. Tandis que Lavara *et al.* (2012) ont décrit une corrélation génétique négative entre la motilité et le gain moyen quotidien entre mâles de niveau génétique similaire, il est possible qu'une bonne croissance pendant cette phase ait un effet positif sur la phase reproductive suivante. En fait, le développement des testicules et des tubes

séminifères chez le lapin se déroulent entre 4 et 14 semaines de vie (García-Tomás *et al.*, 2008a).

Cependant, le milieu d'élevage (centre d'IA) dans lequel les mâles sont placés à partir de 63 jours influence les caractéristiques de la semence (VOL, MOT, CONC, PROD, NORM, ANOR) pendant la phase d'entraînement. De meilleurs résultats ont été observés pour les mâles placés dans le centre G sur VOL, MOT, CON et PROD, bien que les résultats de NORM et ANOR soient plus faibles ($p < 0,05$). Les différences entre les centres pourraient être dues à l'environnement (type d'installation, éventuellement climat...) ou une évaluation différente de différents techniciens (bien qu'un effort de standardisation ait été fait). Cependant des différences ont été obtenues sur des paramètres subjectifs mais aussi sur des paramètres objectifs, ainsi que sur des mesures effectuées par le même

technicien pour les deux centres (CONC, ANOR et NOR à la phase d'entraînement), de sorte que les différences pourraient vraiment être dues à d'autres facteurs environnementaux. García-Tomás *et al.* (2008b) ont décrit que les différences de température et d'humidité peuvent influencer les caractéristiques des éjaculats chez le lapin. De la même façon, Lavara *et al.* (2011) ont décrit une corrélation modérée et négative entre les effets permanents de l'environnement et la production spermatique.

2.2. Phase de production

Pendant la carrière reproductive des mâles, les effets de la croissance entre 63 et 147 jours et du centre de destination des mâles étaient les seuls effets significatifs.

La vitesse de croissance entre 63 et 147 jours influence de manière négative le VOL et la MOT (-0,01 ml et -0,18 % par g GMQ; $p < 0,05$). Pascual *et al.* (2004), ont montré que la motilité, la concentration et la production de semence sont négativement affectés par un aliment très énergétique (dépassant les besoins nutritionnels) entre 63 jours et le début de la carrière productive des mâles, confirme la nécessité de contrôler l'alimentation pendant cette phase.

Le centre d'IA ou le milieu d'élevage des mâles pendant leur carrière influence significativement toutes les caractéristiques de la semence étudiées. Les résultats du centre G sont plus favorables. Le climat atlantique du centre G, où les variations de température sont plus faibles que dans le centre L (climat continental) est peut-être le facteur conditionnant, puisque les pratiques d'élevage, les techniques et les matériaux sont similaires entre ces deux centres.

Conclusions

Le poids ainsi que la présence de lait dans l'estomac des lapereaux mâles à la naissance affecte peu les caractéristiques de la semence dans la phase d'entraînement et pendant leur carrière reproductive ultérieure. Cependant, un développement correct pendant les premières phases de vie des mâles (allaitement et engraissement) ont un effet positif sur la normalité et la concentration des spermatozoïdes de l'éjaculat pendant l'étape de l'entraînement des mâles sélectionnés sur la vitesse de croissance pendant l'allaitement. En revanche, une vitesse de croissance plus élevée entre 63-147 jours d'âge, impacte négativement le volume et la motilité des éjaculats pendant la vie reproductive, ce qui peut donc affecter l'optimisation des centres de production de semence.

Finalement, les conditions d'élevage à partir de 63 jours (climat et manipulation) ont un effet direct sur le volume et le pourcentage d'éjaculats aptes à être inséminés. Il semble donc raisonnable

d'approfondir comment et avec quelle ampleur, les différentes conditions environnementales dans chaque centre peuvent influencer les résultats de production.

Remerciements

Les auteurs remercient les extraordinaires efforts et le professionnalisme des membres des deux centres d'insémination artificielle "EL Adil Redondo" et "Zapiños" qui ont participé activement dans cette étude, spécialement José Manuel Arias.

Références

- BARTH A.D., OKO R.J. 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. *Iowa State University Press*, 1989.
- BRUN J-M., THEAU-CLÉMENT M., ESPARBIÉ J., FALIÈRES J., SALEIL G., LARZUL C. 2006. Semen production in two rabbit lines divergently selected for 63-d body weight. *Theriogenology* 66: 2165-2172.
- CASTELLINI, C. 2008. Semen production and management of rabbit bucks. *Proc. of the 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy*, 265-278.
- EISEN E.J., JOHNSON B.H. 1981. Correlated responses in male reproductive traits in mice selected for litter size and body weight. *Genetics* 99:513-24.
- GARCÍA-TOMÁS M., SÁNCHEZ J., RAFEL O., RAMON J., PILES M. 2006. Variability, repeatability and phenotypic relationships of several characteristics of production and semen quality. *Animal Reproduction Science* 93: 88-100.
- GARCÍA-TOMÁS M., SÁNCHEZ J., PILES M. 2008. Postnatal sexual development of testis and epididymis in the rabbit: Growth and maturity patterns of microscopic markers. *Theriogenology* 71: 292-301.
- GARCÍA-TOMÁS M., TUSELL L., LÓPEZ-BÉJAR M., RAMON J., RAFEL O., PILES, M., XICATO G., TROCINO A., LUKEFAHR S. D. 2008b. Influence of environmental temperature and relative humidity on quantitative and qualitative semen traits of rabbits. *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy*, 359-364.
- JOHNSON R.K., ECKARDT G.R., RATHJE T.A., DRUDIK D.K. 1994. Ten generations of selection for predicted weight of testes in swine: direct response and correlated response in body weight, backfat, age at puberty, and ovulation rate. *J Anim Sci* 72:1978-88.
- KEALEY C.G., MACNEIL M.D., TESS M.W., GEARY T.W., BELLOWES R.A. 2006. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. *J Anim Sci* 84:283-90.
- LAVARA R., MOCÉ E., VICENTE J.S. 2003. Buena práctica de inseminación artificial: I. Preparación de dos sistemas seminales. Los factores responsables de la variación de los resultados de fertilidad y prolificidad de la IA. *Boletín de Cunicultura*; 128: 14-23.2003.
- LAVARA R., VICENTE J. S., BASELGA., M. 2011. Genetic parameter estimates for semen production traits and growth rate of a paternal rabbit line. *J. Anim. Breed Genet.* 128: 44-51.
- LAVARA R., VICENTE J. S., BASELGA., M. 2012. Estimation of genetic parameters for semen quality traits and growth rate in a paternal rabbit line. *Theriogenology* 78: 567-575.
- PASCUAL J.J., GARCÍA C., MARTÍNEZ E., MOCÉ E., VICENTE J.S. 2004. Rearing management of rabbit males selected by high growth rate: the effect of diet and season on semen characteristics. *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 2004 :49-63
- POIGNER J., SZENDRŐ Z., LEVAI A., RADNAI I., BIRO-NEMETH E. 2000. Effect of birth weight and litter size at suckling age on reproductive performance in does as adults. *En: Proc. of the World Rabbit Science.* 8(3): 103-109.