

# **CÓMO LOGRAR UNA MEJORA REPRODUCTIVA EN OVEJAS CON UN ADECUADO MANEJO DE SU ALIMENTACIÓN. EFECTOS DE LA NUTRICIÓN SOBRE LA REPRODUCCIÓN EN LA OVEJA**

José Alfonso Abecia y Fernando Forcada\*. 2017. Albéitar PV 11.05.17.

\*Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Reproducción, inseminación artificial y transferencia embrionaria en ovinos](#)

## **INTRODUCCIÓN**

El plano de alimentación en la oveja puede tener efectos en la reproducción que abarcan desde el corto plazo, en el periodo previo a la cubrición, hasta el largo plazo, en el estadio fetal hasta que la oveja alcanza su madurez sexual.

La nutrición puede ejercer una serie de efectos sobre los parámetros reproductivos de las ovejas que se pueden diferenciar en varios niveles.

## **EFFECTOS A LARGO PLAZO**

Se incluyen aquellos que van desde el estadio fetal hasta que la oveja alcanza su madurez sexual y podrían explicarse por su influencia sobre el pool de folículos primordiales, que constituye la fuente del total de folículos producidos a lo largo de la vida del animal y que queda determinado en el momento del nacimiento (Greenwald y Terranova, 1988).

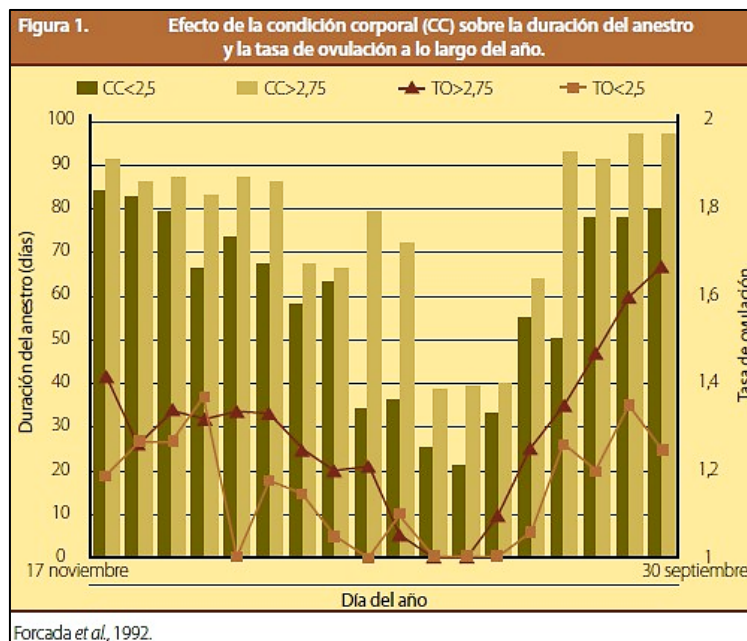
Mientras que se ha demostrado que la subnutrición de las ovejas en el periodo periconcepcional produce un incremento de la población oocitaria de las corderas nacidas a los 30 días de vida (Abecia et al., 2014) y un aumento de la cantidad y calidad de la misma población de ovocitos de los ovarios de las corderas a los 60 días de vida, se ha puesto en evidencia que una subnutrición de la madre durante los dos primeros meses de gestación puede retardar de manera significativa algunos aspectos del desarrollo ovárico fetal de las futuras reproductoras (Borwick et al., 1997).

En este sentido, se ha demostrado un retraso del proceso normal de degradación oocitaria el día 47 de gestación y el cese de la meiosis el día 62 en los fetos obtenidos de ovejas subnutridas, lo cual puede influir de manera importante en el rendimiento reproductivo de las futuras reproductoras.

## **EFFECTOS A MEDIO PLAZO SOBRE LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA**

Estos efectos se centran sobre la duración de la estación reproductiva. Una subnutrición extrema puede alargar el periodo de anestro estacional (AE), cuya duración se ve afectada por el inicio de la estación reproductiva (Knight et al., 1983). En las razas mediterráneas es posible superar el efecto regulador del fotoperiodo a partir del manejo de la alimentación. Hay resultados que muestran una reducción consistente en la duración del AE en ovejas mantenidas a un nivel constante de baja condición corporal (CC) (<2,75, que suele ser habitual en nuestros rebaños) desde noviembre a septiembre, comparadas con las de alta CC (Forcada et al., 1992) (figura 1).

En dicho estudio el peso vivo (PV) se mantuvo constante, con diferencias entre grupos de 6 kg. Las mayores diferencias en actividad sexual se dieron en los periodos de transición entre el AE y la estación reproductiva, observándose que una CC moderadamente alta inducía un aumento significativo del porcentaje de ovejas en celo. Este efecto de un nivel alto de CC sobre la actividad sexual actúa más a través de un retraso en el inicio del AE que sobre un avance del inicio de la nueva estación reproductiva, que es menos influenciado por la nutrición (Forcada et al., 1992; Rondón et al., 1996), pero más intensamente influenciado por el propio fotoperiodo.



## EFFECTOS A CORTO PLAZO

Este efecto se centraría en el periodo que precede a la cubrición de los animales, en el que la suplementación se conoce internacionalmente como *flushing*. En términos generales, se reconoce el efecto beneficioso de esta práctica sobre la fertilidad y sobre la tasa de ovulación de las ovejas. También, cuando esta suplementación se mantiene durante un tiempo tras la fecundación, se observa un efecto positivo en la prolificidad por disminución de la mortalidad embrionaria en este periodo.

La respuesta está condicionada por el PV de los animales al inicio de la suplementación (efecto estático y dinámico del *flushing*). En este sentido, el trabajo de Rattray *et al.* (1980) es decisivo. En una situación de ausencia de variación de PV, las ovejas más pesadas tienen mayores probabilidades de ovulación múltiple que aquellas más delgadas (efecto estático del PV). La ganancia de PV es beneficiosa y la pérdida perjudicial (efecto dinámico del PV). Las mejores respuestas a la práctica del *flushing* se obtienen con animales en un estado nutritivo medio dentro de la raza: ni muy delgadas ni muy gordas.

## EFFECTOS SOBRE LA SUPERVIVENCIA Y LA CALIDAD EMBRIONARIA

Desde una perspectiva meramente biológica, se ha lanzado la hipótesis de que la especie ovina es capaz de modular su tasa de ovulación para lograr la cifra de corderos nacidos que mejor se adapte a las condiciones medioambientales a las que se ve expuesta en un momento determinado. En este contexto, la nutrición alcanza un nivel de protagonismo fundamental, especialmente en aquellos sistemas de explotación más extensivos; tanto es así que puede afirmarse que la subnutrición es el factor extrínseco al animal que en mayor medida modula la supervivencia embrionaria.

Hasta que un cordero nace, la nutrición puede haber ejercido su acción en alguno o todos los pasos biológicos previos, desde el desarrollo del folículo y la calidad del ovocito, al ambiente oviductal, pasando por el propio desarrollo del embrión. No se ha observado ningún efecto de la subnutrición sobre el número de folículos estrogénicos encontrados en los ovarios de las ovejas (Abecia *et al.*, 1995, 1997). Por contra, Rhind y McNeilly (1998) encontraron diferencias en el número de folículos grandes. Del mismo modo, se han observado diferencias en la secreción folicular de testosterona y estradiol *in vitro* de folículos obtenidos de ovejas alimentadas con dietas que cubrían 1,5 o 0,5 veces las necesidades de mantenimiento de los animales (M) (Abecia *et al.*, 1995, 1997).

Los resultados de los estudios sobre el efecto del nivel de consumo de alimentos sobre la calidad de los ovocitos son contradictorios y la mayoría de los trabajos se han realizado utilizando el modelo de oveja superovulada. Yaakub *et al.* (1997) observaron que un plano bajo de alimentación alteraba la morfología del ovocito tanto en ovejas superovuladas o no; por el contrario, Boland *et al.* (2001) no observaron estas diferencias en ovocitos recogidos de ovejas alimentadas a 0,5 o 2 M.

Sin embargo, Lozano *et al.* (2003) encontraron un menor número de ovocitos y embriones de buena calidad en ovejas superovuladas y alimentadas *ad libitum*, en comparación con ovejas alimentadas a 1,5 o 0,5 M, concluyendo que las dietas *ad libitum* eran fatales en programas de superovulación y transferencia de embriones ovinos. Abecia *et al.* (2013) demostraron que estudiando ese mismo tipo de dietas no se observaron diferencias significativas en el número de ovocitos y embriones recogidos el día 7, aunque el número de embriones y el número de embriones viables (transferibles) fue menor en el grupo subnutrido que en el control, y concluyeron que la subnu-

trición durante el periodo inicial de desarrollo embrionario en ovejas superovuladas reduce el número de embriones aptos para la transferencia.

Además, se ha descrito un retraso en el desarrollo de embriones recogidos de ovejas subnutridas el día 8 de gestación (Abecia *et al.*, 1997) o una cantidad significativamente menor de embriones en fase de blastocisto elongado recuperados el día 15 de ovejas sometidas a restricción alimenticia (Abecia *et al.*, 1999), aunque el día 9 no hubo diferencias en la tasa de recuperación de blastocistos. Estos experimentos preliminares llevaron a la conclusión de que los efectos de la subnutrición sobre la supervivencia embrionaria no están necesariamente mediados a través de cambios en la función ovárica o en la progesterona liberada hasta el útero, sino que otros factores modificadores del ambiente uterino podrían ser las señales del reconocimiento maternal de la gestación.

Utilizando ovejas superovuladas, se ha encontrado un efecto significativamente negativo de la subnutrición sobre la calidad de los embriones recuperados el día 5 de la gestación, encontrando un número total de embriones y un número de transferibles inferiores al lote control (Abecia *et al.*, 2014) (tabla).

## EFFECTOS SOBRE LA SECRECIÓN DE PROGESTERONA

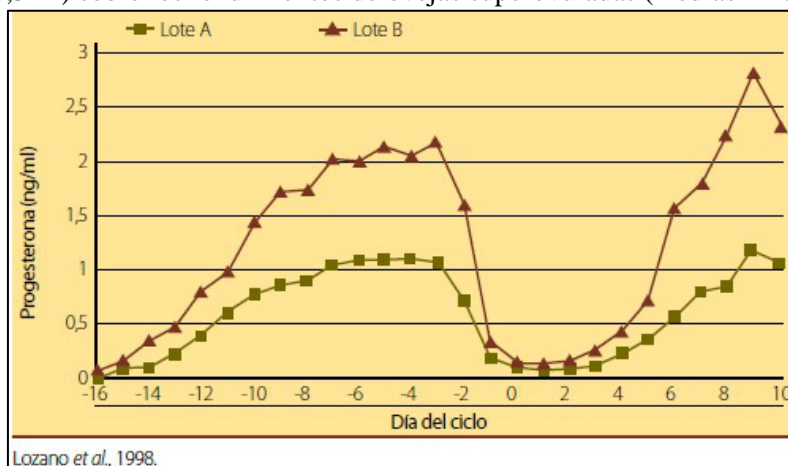
La relación entre el plano de alimentación y los niveles hormonales de progesterona es inversa (figura 2; Lozano *et al.*, 1998). Sin embargo, la secreción *in vitro* de progesterona por parte de cuerpos lúteos (CL) procedentes de ovejas subnutridas sacrificadas los días 8 (Abecia *et al.*, 1997), 9 (Abecia *et al.*, 1999) y 14 (Abecia *et al.*, 1995) del ciclo sexual es similar a la de ovejas control. Por otro lado, y sorprendentemente, se han observado altas tasas de mortalidad embrionaria en animales con concentraciones elevadas de progesterona que estaban subnutridas (Parr *et al.*, 1987). Parr (1992) demostró que aquellas ovejas alimentadas por encima de mantenimiento presentaban niveles altos de progesterona en sangre, debido a cambios en la tasa de catabolismo de esta hormona en estos animales, más que a diferencias en su secreción.

Por otra parte, debido a que la progesterona secretada por el cuerpo lúteo que pasa a la vena ovárica es capaz de cruzar a la arteria uterina por un mecanismo a contracorriente (Einer-Jensen y McCracken, 1981), y que una rama de esta arteria proporciona sangre al oviducto y al útero (Hunter, 1987), la verdadera cantidad de progesterona que llega al útero nada tiene que ver con su medida en circulación periférica (yugular). Por todo ello, la subnutrición podría actuar sobre la distribución de progesterona en el endometrio. Así, se encontró que ovejas gestantes tenían niveles de progesterona en muestras tomadas de yugular similares a las de ovejas que no quedaron preñadas a día 14 de gestación, pero superiores tanto en la vena ovárica como en el tejido endometrial (Abecia *et al.*, 1996).

Estos resultados no probaban que las diferencias en el contenido endometrial de progesterona fuese la causa potencial de los fallos gestacionales, pero eran consistentes con la hipótesis y sugirieron que el conocimiento de los mecanismos que afectan a la supervivencia embrionaria a través de la alimentación podría mejorar con la medición de las concentraciones de progesterona a nivel ovárico-endometrial.

Respecto a los niveles de progesterona liberados desde el ovario al endometrio, no se encontraron diferencias ni en el día 5 (Lozano *et al.*, 1998) ni en el 8 (Abecia *et al.*, 1997), 10 o 15 (Lozano *et al.*, 1998) de gestación en las concentraciones de progesterona en la vena ovárica entre animales alimentados con 0,5 o 1,5 M, aunque los niveles endometriales de esta hormona fueron significativamente inferiores en los animales subnutridos el día 5 de gestación (Lozano *et al.*, 1998). Este descubrimiento proporcionó un entendimiento entre el conocido papel de la progesterona sobre la supervivencia embrionaria y las mayores pérdidas embrionarias mostradas por animales subnutridos, aunque su nivel de progesterona plasmática fuera adecuado.

Figura 2. Relación entre la progesterona plasmática y el plano de alimentación. Efecto de la dieta (1,5 M frente a 0,5 M) sobre los rendimientos de ovejas superovuladas (medias  $\pm$  ES).



## EFFECTO SOBRE LA EXPRESIÓN GÉNICA Y LAS SEÑALES MADRE-EMBRIÓN

Los resultados de Abecia et al. (1999) proporcionaron la primera evidencia de un efecto de la nutrición maternal sobre la secreción de IFN-gamma por parte del embrión y la producción de PgF2alfa desde el útero. Así, embriones recogidos el día 15 de la gestación de ovejas subnutridas secretaron una menor cantidad de IFN-gamma in vitro que en las ovejas control, y el tejido endometrial secretó una mayor cantidad de PgF2alfa, con una reducción de la supervivencia embrionaria.

Se concluyó entonces que las menores tasas de preñez observadas en ovejas subnutridas podrían venir mediadas a través de una alteración de las señales de reconocimiento maternal de la gestación. Si durante esos momentos críticos el embrión no es capaz de liberar su señal de una manera adecuada, se dará la luteolisis y la gestación no seguirá adelante. Por ello, se hipotetizó que un menor contenido endometrial de progesterona podría atribuirse a una menor cantidad de la expresión de sus receptores (Sosa et al., 2004).

De esta manera, se demostró que efectivamente, las ovejas subnutridas presentaban un menor contenido de receptores endometriales de progesterona el día 5 (Sosa et al., 2004); esto explicaría el menor contenido endometrial de progesterona encontrado el día 5 en estas mismas ovejas (Lozano et al., 1998). Esto ha llevado a concluir que la subnutrición provoca una reducción en la sensibilidad endometrial a la progesterona, es decir, hubo una reducción en la inmunoreactividad de los receptores que pudo afectar la supervivencia embrionaria.

De estos descubrimientos (Sosa et al., 2004, 2006) se deduce que parece improbable que los cambios en la sensibilidad a los esteroides en los estados más tardíos de la gestación (por ejemplo, días 10 o 14 poscelo) contribuyan de manera significativa a las diferencias encontradas entre ovejas subnutridas o no. La subnutrición afecta al modelo de expresión génica en los tejidos hepático y adiposo, y las respuestas difieren entre ovejas preñadas y ovejas vacías, una respuesta que se ve alterada en ovejas subnutridas (Sosa et al., 2009). La expresión hepática del mRNA del IGF-I se ve aumentada en animales subnutridos durante la gestación, mientras que este efecto no ha sido observado en animales bien alimentados.



### BIBLIOGRAFÍA

- Abecia J. A., A. Casao, M. Pascual-Alonso, S. Lobón, L. A. Aguayo-Ulloa, A. Meikle, F. Forcada, C. Sosa, R. H. Marín, M. A. Silva and G. A. Maria. 2014. The effect of periconceptional undernutrition of sheep on the cognitive/emotional response and oocyte quality of offspring at 30 days of age. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 5, 79–87.
- Abecia J.A., Lozano J.M. and Forcada F., 1999. A preliminary study on the effects of dietary energy and melatonin on the ex vivo production of progesterone and prostaglandin F-2 alpha by the corpora lutea and endometrial tissue of ewes. *Vet. Res. Commun.*, 23, p. 115-121.
- Abecia J.A., Lozano J.M., Forcada F. and Zaragaza L., 1997. Effect of the level of dietary energy and protein on embryo survival and progesterone production on day eight of pregnancy in Rasa Aragonesa ewes. *Anim. Rep. Sci.*, 48, p. 209-218.
- Abecia J.A., Forcada F. and Lozano J.M., 1999. A preliminary report on the effect of dietary energy on prostaglandin F-2 alpha production in vitro, interferon-tau synthesis by the conceptus, endometrial progesterone concentration on days 9 and 15 of pregnancy and associated rates of embryo wastage in ewes. *Theriogenology*, 52, p. 1203-1213.
- Abecia J.A., Rhind S.M., Bramley T.A. and McMillen S.R., 1995. Steroid production and LH receptor concentrations of ovarian follicles and corpora lutea and associated rates of ova wastage in ewes given high and low levels of food intake before and after mating. *Anim. Sci.*, 60, p. 57-62.
- Abecia J.A., Rhind S.M., Goddard P.J., McMillen S.R., Ahmadi S. and Elston D.A., 1996. Jugular and ovarian venous profiles of progesterone and associated endometrial progesterone concentrations in pregnant and non-pregnant ewes. *Anim. Sci.*, 63, p. 229-234.
- Abecia J.A., F. Forcada, I. Palacín, L. Sánchez-Prieto, C. Sosa, A. Fernández-Foren and A. Meikle. 2014. Undernutrition affects embryo quality of superovulated ewes. *Zygote* 116–124.
- Boland M.P., Lonergan P. and O'Callaghan D., 2001. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology, and oocyte and embryo development. *Theriogenology* 55, p. 1323-1340.
- Borwick S. C., Rhind S. M., McMillen S. R., Racey P. A. 1997. Effect of undernutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid gestation. *Reprod. Fertil. Dev.* 9:711–715.
- Einer-Jensen N. and McCracken J.A., 1981. The transfer of progesterone in the ovarian vascular pedicle of the sheep. *Endocrinology*, 109, p. 685-690. *Options Méditerranéennes*, A no. 99, 2011.

- Forcada F, Abecia JA, Sierra I. Seasonal changes in oestrous activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Ruminant Res* 1992, 8: 313–324.
- Greenwald G. S., P. Terranova, 1988. Follicular selection and its control. In: Knobil, E., Neil, J.D. (eds.), *Physiology of Reproduction*. New York: Raven Press.
- Hunter, RHF., 1987. The fallopian tubes: their role in fertility and infertility, Springer Verlag, London, p 47.
- Knight TW, Hall DHR, Wilson LD. Effects of teasing and nutrition on the duration of the breeding season in Romney ewes. *Proc NZ Soc Anim Prod* 1983, 43: 17–19.
- Lozano J.M., Abecia J.A., Forcada F., Zarazaga L. and Alfaro B., 1998. Effect of undernutrition on the distribution of progesterone in the uterus of ewes during the luteal phase of the estrous cycle. *Theriogenology*, 49, p. 539-546.
- Lozano JM, Forcada F, Abecia JA. Opioidergic and nutritional involvement in the control of luteinizing hormone secretion of postpartum Rasa Aragonesa ewes lambing in the mid-breeding season. *Anim Reprod Sci* 1998, 52: 267–277.
- Lozano J.M., Lonergan P., Boland M.P. and O'Callaghan D., 2003. Influence of nutrition on the effectiveness of superovulation programmes in ewes: effect on oocyte quality and post-fertilization development. *Reproduction*, 125, p. 543-553.
- Parr R.A., 1992. Nutrition-progesterone interactions during early pregnancy in sheep. *Fertil. Dev.*, 4, p. 297-300.
- Parr R.A., Davis I.F., Fairclough R.J. and Miles M.A., 1987. Overfeeding during early pregnancy reduces peripheral progesterone concentration and pregnancy rate in sheep. *J. Reprod. Fertil.*, 80, p. 317-320.
- Rattray PV, Jagusch KT, Smith JF, Winn GW, Maclean KS. Getting an extra 20-percent lambing from  $\rightarrow$ ushing ewes. *NZ J Agr* 1980, 141: 93.
- Rhind S.M. and McNeilly A.S., 1998. Effects of level of food intake on ovarian follicle number, size and steroidogenic capacity in the ewe. *Anim. Reprod. Sci.*, 52, p. 131-138.
- Rondón Z, Forcada F, Zarazaga L, Abecia JA, Lozano JM. Oestrous activity, ovulation rate and plasma melatonin concentrations in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different and constant body condition score levels and implanted or re-implanted with melatonin. *Anim Reprod Sci* 1996, 41: 225– 236.
- Sosa C, Abecia JA, Carriquiry M, Forcada F, Martin GB, Palacin I, Meikle A, 2009. Early pregnancy alters the metabolic responses to restricted nutrition in sheep. *Domest Anim Endocrinol.* 36(1): 13-23.
- Sosa C, Abecia JA, Forcada F, Vinales C, Tasende C, Valares JA, Palacin I, Martin GB, Meikle A, 2006. Effect of undernutrition on uterine progesterone and oestrogen receptors and on endocrine profiles during the ovine oestrous cycle. *Reprod Fertil Dev.* 18(4): 447-458.
- Sosa C., Lozano J.M., Viñoles C., Acuña S., Abecia J.A., Forcada F., Forsberg M. and Meikle A., 2004. Effect of plane of nutrition on endometrial sex steroid receptor expression in ewes. *Anim. Reprod. Sci.*, 84, p. 337-348.
- Yaakub H., O'Callaghan D. and Boland M.P., 1997. In vitro embryo development from oocytes recovered from follicles in cattle in different diets. *Agric Res Forum*, 23rd Annual Research Meeting of Irish Grassland and Animal Production Association, 1997, p. 267-268.

Volver a: [Reproducción, inseminación artificial y transferencia embrionaria en ovinos](#)