

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS COMO FACTOR DE VARIACIÓN EN LOS RESULTADOS REPRODUCTIVOS DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL OVINA EN ARAGÓN

Inmaculada PALACÍN¹
Pilar SANTOLARIA¹
Jesús YÁÑIZ¹

RESUMEN.— Con el objetivo de evaluar las condiciones climáticas como posible factor de variación en los resultados de fertilidad de inseminación artificial en Aragón, se estudiaron los resultados de 17 393 inseminaciones entre 2007 y 2010 dentro del Esquema de Selección de la raza ovina Rasa Aragonesa desarrollado por la UPRA (Unión de Productores de Rasa Aragonesa) – Grupo Pastores. Se consultaron los datos climáticos de las estaciones meteorológicas más cercanas y se realizó un análisis estadístico considerando como variable dependiente la fertilidad y, como independientes, los datos de temperatura, humedad relativa, índice temperatura-humedad y precipitación. La fertilidad media global de este estudio fue del 54,5%. Dicha fertilidad se estudió en función del cuatrimestre en el que se realizó la inseminación, con medias del 50,8, 50,3 y 58,2% para el cuatrimestre de días cortos (de noviembre a febrero), el de días crecientes (de marzo a junio) y el de días decrecientes (de julio a octubre), respectivamente. No se observaron diferencias significativas entre los dos primeros cuatrimestres, pero sí con el tercero. Dentro de las variables estudiadas, la temperatura parece ser el factor que ejerce mayor influencia sobre los resultados de fertilidad en inseminación artificial, si bien deberían realizarse trabajos estadísticos más

¹ Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. ipalacin@unizar.es, psantola@unizar.es, jyaniz@unizar.es

profundos incluyendo estas variables con el fin de describir de forma independiente el efecto sobre dichos resultados. Las conclusiones obtenidas permiten establecer una serie de medidas prácticas para intentar incrementar los resultados reproductivos de inseminación artificial ovina.

ABSTRACT.— The results of 17 393 inseminations were studied between the years 2007 and 2010 in the Selection Scheme of the Rasa Aragonesa sheep breed developed by UPRA (Unión de Productores de Rasa Aragonesa – Rasa Aragonesa Producers' Union) – Grupo Pastores (Shepherds Group), with the aim of evaluating climatic conditions as a possible variation factor in the fertility results of artificial insemination in Aragon. Climatic data of the nearest weather station was consulted and a statistical analysis was carried out considering fertility as a dependent variable and data regarding temperature, relative humidity, temperature-humidity index and precipitation as independent variables. The average fertility rate of this study was of 54.5%. Fertility was studied by looking at the quarter in which insemination was carried out, with average rates of 50.8, 50.3 and 58.2 in the months with shorter days (November to February), in the months with increasing days (March to June) and decreasing days (July to October) respectively. There were no great significant differences between the first two quarters, but there was a big difference with the third one. Between the variables studied, temperature seems to be one of the factors that has most influence over fertility results in artificial insemination, although more thorough statistical investigation should be carried out including these variables with the aim of describing the effect on those results in an independent manner. The conclusions obtained allow a series of practical measures to be established in order to increase reproductive results in the artificial insemination of sheep.

KEY WORDS.— Rasa Aragonesa sheep breed, fertility results, artificial insemination, climatic conditions, Aragon (Spain).

INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina en Aragón, y por extensión en la provincia de Huesca, ha sido tradicionalmente, y hasta la aparición de la ganadería intensificada (avicultura y porcicultura), la especie ganadera por antonomasia. Con un censo de 2 052 438 cabezas (MARM, 2010), representa algo más de un 11% a nivel nacional, y junto con Extremadura, Castilla y León, Andalucía y Castilla – La Mancha engloban el 80% del censo nacional. Si se considera únicamente la producción de carne, la importancia del ovino aragonés en España es todavía mayor.

Sin embargo, la situación económica que se viene arrastrando en los últimos años está afectando de manera considerable al sector, donde se observa un retroceso tanto en número de explotaciones como en el de efectivos desde 2007. El margen bruto por oveja ha disminuido en los últimos años principalmente por el incremento de los costes de producción (alimentación, energía, mano de obra...), que no ha venido acompañado de una mejora de los ingresos. Además, no hay que olvidar el papel que este tipo de explotación supone como fuente de asentamiento de la población rural y del mantenimiento de las condiciones agropaisajísticas y medioambientales del medio, que también se están perdiendo. De modo que la necesidad de la búsqueda de medidas y soluciones para que la explotación ovina sea rentable es imprescindible para el mantenimiento de este tipo de ganado.

El incremento del número de partos dobles en los rebaños supondría un aumento de los ingresos por oveja y año, y con ellos una mayor rentabilidad de las explotaciones. Para esto, el desarrollo de esquemas de mejora genética de la raza, enfocados en caracteres como la prolificidad (número de corderos nacidos por parto), es básico para conseguir mejores resultados productivos y económicos.

La inseminación artificial es una herramienta imprescindible como vía principal de difusión de caracteres mejorantes. Sin embargo, esta difusión se encuentra condicionada por la reducida fertilidad obtenida en la inseminación artificial en el ganado ovino. Diversos son los factores que se describen como limitantes o que pueden influir en los resultados de la inseminación (SANTOLARIA y cols., 2011). Factores inherentes a la hembra, como sus propias características anatómo-fisiológicas, la edad, la condición corporal, el intervalo transcurrido desde el último parto, días postdestete, etcétera, o factores propios de la técnica de inseminación (inseminador, dosis seminales, tratamiento hormonal, fecha de inseminación), pueden condicionar dichos resultados de fertilidad. Del mismo modo, las propias características de la explotación o las condiciones climatológicas de la zona donde se encuentra el rebaño pueden ser determinantes en los resultados finales. Temperaturas más o menos extremas, precipitación y humedad relativas son factores descritos como posibles elementos de variación en la eficiencia reproductiva.

El estudio de cómo las diferentes condiciones climatológicas de las zonas donde se localizan las explotaciones ovinas pueden repercutir sobre los resultados de fertilidad de la inseminación artificial y suponer un avance en la búsqueda de la posible explicación de la variación observada en la fertilidad de los programas de inseminación artificial. Por ello, el objetivo del presente artículo fue el de estudiar las características climatológicas como posible factor de variación en los resultados de fertilidad de inseminación artificial en las provincias de Huesca, Zaragoza y Teruel, dentro del Esquema de Selección de la raza ovina Rasa Aragonesa desarrollado por la UPRA (Unión de Productores de Rasa Aragonesa) – Grupo Pastores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados en este trabajo corresponden a los reproductivos recopilados de ganaderías de la provincia de Huesca (50 explotaciones), Zaragoza (50) y Teruel (36), dentro del Esquema de Selección de la raza ovina Rasa Aragonesa gestionado por la UPRA – Grupo Pastores.

Las 17 393 inseminaciones estudiadas referían datos individualizados de cada animal (fecha de nacimiento, padre, madre, valor genético...), de las características de cada parto, si lo hubo (fecha, tipo de parto, número de corderos nacidos...), y de las características de los tratamientos sufridos por cada animal (tipo de tratamiento – sincronización, inseminación, técnico, fecha, macho de la inseminación artificial...). Las inseminaciones fueron realizadas desde 2007 hasta mediados de 2010.

Se utilizaron hembras adultas, multíparas, destetadas y con intervalo mínimo de 60 días desde la inseminación al parto anterior, sometidas en general a un ritmo de tres partos cada dos años. Previamente a la inseminación, las hembras sufrieron un tratamiento de sincronización e inducción de celos mediante esponjas vaginales, y la inseminación artificial cervical se realizó 55 ± 1 hora después de la retirada de la esponja vaginal. El semen utilizado en las inseminaciones estudiadas procedió de 72 machos de raza Rasa Aragonesa localizados en el centro de inseminación ATPSYRA (Movera, Zaragoza).

Por otra parte, se registraron los datos climatológicos de las estaciones meteorológicas más cercanas a las explotaciones estudiadas. Estos fueron

obtenidos de las bases de datos de la Agencia Estatal de Meteorología del Estado (AEMET, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) y de la Oficina del Regante de Aragón (Gobierno de Aragón), y se consultaron un total de 71 estaciones meteorológicas. Las variables climáticas recogidas en las estaciones meteorológicas fueron datos diarios de temperatura media, máxima y mínima ($T_{med.}$, $T_{máx.}$ y $T_{mín.}$, respectivamente), humedad relativa media, máxima y mínima ($HR_{med.}$, $HR_{máx.}$, $HR_{mín.}$, respectivamente), y precipitación (P). Además de estos datos, se calculó el índice temperatura-humedad (THI), el cual relaciona en conjunto la temperatura ambiente con la humedad. Se determinó el índice THI medio ($THI_{med.}$) y el THI máximo ($THI_{máx.}$), resueltos por la siguiente ecuación (THOM, 1959; HAHN, 1969; GARCÍA-ISPIERTO y cols., 2006):

$$THI_{med.} = 0,8 \times T_{med.} + (HR_{med.} \% / 100) \times (T_{med.} - 14,4) + 46,4$$

$$THI_{máx.} = 0,8 \times T_{máx.} + (HR_{mín.} \% / 100) \times (T_{máx.} - 14,4) + 46,4$$

Debido a la fuerte influencia del fotoperiodo sobre la actividad reproductiva de la oveja, se estudió el influjo de las condiciones climáticas sobre los resultados de fertilidad de inseminación en función del cuatrimestre del año, con la finalidad de intentar eliminar la variabilidad debida al fotoperiodo. Los cuatrimestres elegidos fueron cuatrimestre de días cortos (de noviembre a febrero), de días crecientes (marzo a junio) y de días decrecientes (de julio a octubre).

El estudio estadístico se realizó mediante el modelo de c^2 , agrupando las variables climatológicas en diferentes rangos en función de las medias registradas en cada cuatrimestre. Se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 15.0 (SPSS Inc., Chicago, EE UU).

RESULTADOS

La fertilidad media global obtenida sobre los datos estudiados fue de un 54,5%. Esta fertilidad media varió según el mes de inseminación (fig. 1): los mejores resultados se situaron en los meses de septiembre y octubre, con fertilidades del 63,4% y del 63,3%, respectivamente. Durante los meses de julio, agosto y noviembre también se registraron valores superiores a la media, mientras en el resto de los meses se observaron resultados por debajo de la misma.

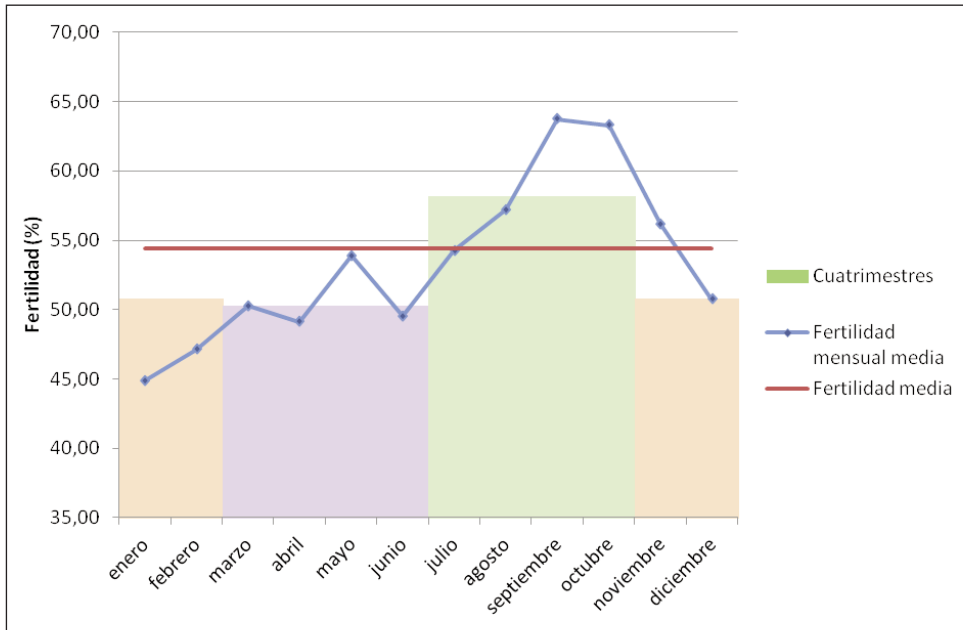


Fig. 1. Fertilidad mensual obtenida en las hembras sometidas a inseminación artificial bajo el programa de la UPRA – Grupo Pastores.

Independientemente de las condiciones climáticas, se observaron mejores resultados durante el cuatrimestre de días decrecientes (58,20%). Las diferencias fueron significativas con respecto a los otros dos cuatrimestres (50,80 y 50,30% para el de días cortos y el de días crecientes, respectivamente).

En cuanto al efecto de las condiciones climáticas, en la tabla I se muestran los resultados de fertilidad que han sido obtenidos, en los cuatrimestres estudiados, para las diferentes variables climáticas, agrupadas por rangos.

Durante el cuatrimestre de días cortos se observaron mejores resultados de fertilidad en días con Tmed. por encima de 10 °C, con diferencias apreciables respecto al resto de los rangos estudiados. De la misma forma, se constató una mejora en los resultados reproductivos en días con Tmín. por encima de 5 °C. En este periodo no se observaron diferencias en los distintos rangos estudiados relativos a la humedad. En la relación temperatura-humedad (THI), los mejores resultados se dieron con THI medios con valores por encima de 50.

Tabla 1. Resultados de fertilidad obtenidos, en los cuatrimestres estudiados, para las diferentes variables climáticas.

| | <i>Noviembre-diciembre- enero-febrero</i> | | <i>Marzo-abril- mayo-junio</i> | | <i>Julio-agosto- septiembre-octubre</i> | |
|-------------------------|---|--|------------------------------------|---|---|--|
| | <i>Rangos</i> | <i>Fertilidad (%)</i> | <i>Rangos</i> | <i>Fertilidad (%)</i> | <i>Rangos</i> | <i>Fertilidad (%)</i> |
| Temperatura media | < 5 5-10 > 10 | 51,6 ^a 47,3 ^b 57,0 ^c | < 5 5-15 > 15 | 47,4 50,1 50,9 | < 20 20-25 > 25 | 59,6 ^a 59,2 ^a 54,8 ^b |
| Temperatura máxima | < 10 10-15 > 15 | 48,7 51,3 53,3 | < 15 15-25 > 25 | 47,5 51,1 50,0 | < 25 25-30 30-35 > 35 | 60,0 ^a 62,5 ^a 54,7 ^b 56,3 ^b |
| Temperatura mínima | < 0 0-5 > 5 | 48,3 ^a 49,9 ^a 55,2 ^b | < 5 5-10 > 10 | 48,9 50,6 51,4 | < 10 10-20 > 20 | 62,2 ^a 59,0 ^b 52,5 ^c |
| Humedad relativa media | < 70 70-80 > 80 | 50,1 52,2 49,2 | < 60 60-65 > 65 | 50,0 51,5 49,4 | < 50 50-60 > 60 | 57,8 ^{ab} 56,0 ^a 60,2 ^b |
| Humedad relativa máxima | < 90 90-95 > 95 | 51,5 50,3 50,4 | < 85 85-95 > 95 | 52,9 ^a 47,0 ^b 51,7 ^a | < 75 75-90 > 90 | 55,2 ^a 58,8 ^b 60,1 ^b |
| Humedad relativa mínima | < 45 45-60 > 60 | 50,3 51,1 50,8 | < 30 30-40 > 40 | 49,5 51,4 49,7 | < 25 25-35 > 35 | 60,4 ^a 54,9 ^b 59,3 ^a |
| THI medio | < 45 45-50 > 50 | 50,7 ^a 46,6 ^b 55,2 ^c | < 55 55-60 > 60 | 48,7 50,7 51,7 | < 70 70-75 > 75 | 60,9 ^a 56,4 ^b 54,6 ^b |
| THI máximo | < 50 50-55 > 55 | 50,1 ^{ab} 48,3 ^a 52,9 ^b | < 65 65-70 > 70 | 48,8 52,6 50,4 | < 75 75-80 > 80 | 59,8 ^a 57,7 ^{ab} 56,0 ^b |

Letras distintas indican diferencias significativas de fertilidad dentro del periodo de estudio ($p < 0,05$).

THI: índice temperatura-humedad.

En el caso del cuatrimestre de días crecientes, no se encontraron diferencias notables en las distintas variables climáticas estudiadas, excepto para la HR_{máx.} en el rango del 85-95%.

Por lo que se refiere al cuatrimestre de días decrecientes, en la variable de temperatura se observó un descenso significativo de la fertilidad en valores de T_{med} . por encima de 25 °C, con $T_{máx.}$ superiores a 35 °C y $T_{mín.}$ para rangos superiores a 20 °C. En cuanto a la HR, para la HR_{med} se observaron diferencias estadísticamente importantes, aunque su explicación resulta dificultosa, excepto para la $HR_{máx.}$, donde se aprecia un incremento de la fertilidad con valores superiores al 75%. Respecto a los valores del índice THI, se observaron diferencias significativas entre valores superiores a THI_{med} . de 70 y valores inferiores a 70. Para el índice $THI_{máx.}$ observamos que los resultados obtenidos en el rango 75-85 fueron similares a los del de < 75.

Por último, y en relación con la variable precipitación, no se encontraron diferencias relevantes en la fertilidad de los días en que no existió precipitación en el cuatrimestre de días cortos (51,7%), frente a aquellos en que sí la hubo (49,2%), ni en el de días crecientes (51,7%, frente al 49,5%). En el cuatrimestre de días decrecientes, sí existieron diferencias notables en esta variable, con una fertilidad máxima del 62,7% para los días en los que hubo precipitación respecto a una fertilidad del 57,3% en los días en que no la hubo.

DISCUSIÓN

En el estudio realizado se obtuvo una fertilidad media global del 54,5% durante los tres años y medio de análisis. Resultados inferiores a esta media se han descrito en otros programas de inseminación dentro de esquemas de selección en nuestro país, como resultados de la raza Churra, con fertilidades medias del 39,5% (ANEL y cols., 2005), o el de la raza Manchega, con una fertilidad media del 40,4% (MAGRAMA, 2011). Sin embargo, estas razas mantienen una selección genética orientada a la producción láctea, por lo que se observan resultados de fertilidad a la inseminación inferiores a los del ovino de carne.

Muchos son los factores descritos que pueden ejercer un efecto sobre la eficiencia reproductiva relacionada con la inseminación artificial (SANTOLARIA y cols., 2011). Factores climáticos como la temperatura y la humedad relativa, estudiados como estrés térmico y su efecto sobre la eficiencia reproductiva en la inseminación artificial, han sido ampliamente analizados

en otras especies de interés zootécnico como el vacuno de leche (DE REN-
SIS y SCARAMUZZI, 2003; CHEBEL y cols., 2004; GARCÍA-ISPIERTO y cols.,
2007; SANTOLARIA y cols., 2010). En la especie ovina, el calor por altas
temperaturas sí se ha descrito como causa de un deterioro importante de las
funciones reproductivas (MARAI y cols., 2007), efecto que se agrava cuando
el estrés por calor viene acompañado por una elevada humedad (MARAI y
cols., 2007). Sin embargo, ningún estudio de ganado ovino parece profun-
dizar en el análisis de los efectos de las condiciones climáticas sobre la fer-
tilidad en la inseminación artificial de la oveja.

El mayor problema en el ganado ovino es que no resulta fácil estudiar
estos efectos, ya que el fotoperiodo juega un papel muy importante en la
eficiencia reproductiva, de manera que es difícil disociar ambos factores.
En las ovejas, el fotoperiodo tiene una gran repercusión en la actividad ová-
rica. La melatonina, hormona producida en la epífisis durante las horas de
oscuridad, reactiva la producción de gonadotropinas ováricas. Así, cuando
la duración de los días se acorta, la producción de melatonina aumenta
(KENNAWAY y cols., 1983; ROBINSON y KARSCH, 1987). Esta hormona se con-
sidera el transductor de las variaciones fotoperiódicas en cambios endocri-
nos que definen el paso del periodo de anoestro al de actividad ovulatoria
(ROBINSON y KARSCH, 1987). Esta estacionalidad reproductiva característi-
ca de la especie ovina es menos marcada en latitudes como la de nuestro
país, donde las diferencias fotoperiódicas, es decir, entre horas de luz y de
oscuridad en el día, son menos significativas que en relación con otras loca-
lizaciones geográficas.

En este trabajo se han observado mejores resultados durante el cuatri-
mestre de julio a octubre, en el que la fertilidad media es del 58,20%, meses
caracterizados por días decrecientes en horas de luz. Peores resultados se
obtuvieron durante el periodo de días crecientes (marzo a junio), caracteri-
zado por una disminución de la eficiencia reproductiva en la raza Rasa Ara-
gonesa (LÓPEZ SEBASTIÁN, 1989), si bien en esta raza la inactividad sexual
durante el anoestro estacionario es menos marcada que en otras (FORCADA
y cols., 1992). Durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febre-
ro se obtuvieron similares resultados a los de días crecientes, siendo estos
meses de días cortos considerados dentro del periodo de la actividad repro-
ductiva de esta raza (LÓPEZ SEBASTIÁN, 1989).

Por el contrario, ANEL y cols. (2005), para ovejas de raza Churra, obtuvieron los mejores resultados en los meses de septiembre a enero y los peores para el periodo julio-agosto. Estos autores sugieren las altas temperaturas como posible factor de disminución de los resultados durante esos meses. Para la raza Manchega, durante el año 2010 se describen fertilidades máximas del 46,4 y 51,3% para los meses de octubre y noviembre, respectivamente, y se registra en julio la fertilidad más baja, el 35,7% (MAGRAMA, 2011).

En nuestro caso, en el estudio de los resultados globales entre temperatura y su efecto sobre los de la fertilidad no se aprecian diferencias claras, si bien los mejores resultados se observaron en el rango de temperaturas medias de entre 15 y 25 °C. Sin embargo, en el estudio en función del momento del año, durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre sí es posible que exista un efecto del estrés térmico, puesto que temperaturas máximas superiores a los 30 °C parecen reducir los resultados de fertilidad.

Las altas temperaturas ambientales de los meses de verano han sido descritas como limitantes sobre la actividad sexual (JAINUDEN y HAFEZ, 1987). En el caso de la oveja, la exposición a altas temperaturas puede dar lugar a alteraciones reproductivas, como un retraso en la edad de la pubertad o la reducción de las manifestaciones del celo, que afectarían a la ovulación y a la fertilidad (CASU y cols., 1991; HABEEB y cols., 1992). En el ovino de carne se describen temperaturas de entre 6 y 22 °C y entre 18 y 30 °C, dentro de la zona de termoneutralidad para ovejas vacías y gestantes con o sin vellón, respectivamente (BUXADÉ, 1998), con alteración en las funciones fisiológicas y metabólicas fuera de esos rangos (ALTMAN y DITTMER, 1966; YOUSEF, 1985).

En cuanto a las bajas temperaturas, se han descrito mejores mecanismos de adaptación a esta situación, especialmente si los animales disponen de suficiente alimento. En nuestro trabajo, durante los meses de menores temperaturas (noviembre, diciembre, enero y febrero), en los que los animales suelen estar estabulados y alimentados con concentrados, se observó que temperaturas medias por debajo de los 10 °C afectaron de forma negativa a los resultados de fertilidad. Los obtenidos durante este periodo de actividad reproductiva, similares a los conseguidos en un periodo de días crecientes (anoestro), pueden ser consecuencia de la influencia negativa de estos rangos de temperaturas por debajo de los 10 °C sobre la fertilidad.

Durante los meses de marzo, abril, mayo y junio no se observaron efectos claros de la temperatura ni tampoco del resto de variables estudiadas sobre los resultados de la fertilidad. Valores menos extremos, dentro de los límites de los rangos de confort para la oveja, pudieron limitar el efecto de las variables sobre los resultados.

No solo la temperatura puede afectar a la productividad de los animales. La humedad relativa y la propia interacción con la temperatura son factores a tener en cuenta. Diversos estudios determinan que las altas temperaturas, acompañadas de humedades altas, dan lugar a problemas en el rendimiento final de los animales (SHELTON, 2000).

En el análisis global, humedades relativas medias por debajo del 55% parecen favorecer la eficiencia reproductiva de la inseminación artificial, sin existir diferencias claras en el estudio por cuatrimestres. En su relación con la temperatura (índice THI), valores medios entre 60-70 y máximos superiores a 65 parecen favorecer los resultados finales de inseminación, si bien, y observando su distribución por cuatrimestres, valores medios por encima de 70 y superiores a 80 ejercen un efecto negativo sobre ella.

En un estudio en vacuno lechero de raza Holstein Frisona (SANTOLARIA y cols., 2010) se describen disminuciones de la fertilidad con valores de THI por encima de 85. Valores del índice THI por encima de 72 suponen una situación de estrés térmico (JOHNSON y cols., 1962), con sus subsiguientes implicaciones fisiológicas. Del mismo modo, otros autores (GARCÍA-ISPIERTO y cols., 2006) han mostrado que índices THI superiores a 70 se asocian claramente a un aumento significativo de las pérdidas embrionarias durante el primer mes de gestación.

Otra variable climatológica estudiada fue la precipitación. ARREBOLA y cols. (2009) observaron un efecto de la precipitación anual sobre los resultados reproductivos con monta natural en la raza Merina, y relacionaron esta con el grado de alimentación por el efecto indirecto de las precipitaciones sobre la producción de forrajes y, por tanto, con el mayor o menor grado de disponibilidad de pastos. Por la metodología de este trabajo este efecto a largo plazo no se consideró, si bien los resultados mostraron diferencias notables a favor de los días en que hubo precipitación durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre. La lluvia pudo ejercer un efecto más directo sobre el animal, favoreciendo la disipación

de calor mediante la evaporación y haciendo disminuir el estrés térmico en un ambiente cálido.

Si bien se ha abordado su influencia sobre la hembra, no hay que olvidar que las condiciones climáticas pueden condicionar también el aspecto reproductivo del macho. En relación con la inseminación artificial, la calidad seminal puede verse mermada en situaciones de condiciones climatológicas estresantes. VEGA y cols. (2007) observaron que el efecto de altas temperaturas a medio plazo afecta negativamente a la calidad del semen de moruecos de la raza Rasa Aragonesa, lo que se ha visto también en el ganado vacuno (MEYERHOEFFER y cols., 1985; FUERST-WALTZ y cols., 2006) y porcino (MALMGREN y LARSSON, 1989). Además, se debe tener en cuenta que el efecto de las condiciones climáticas sobre la calidad seminal, no solo el día de la recogida del semen, puede alterar la calidad seminal en cualquier momento durante la espermatogénesis y la maduración epididimaria, periodo que en el macho tiene una duración de 45 días.

CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS

Con los resultados observados y bajo las condiciones de este estudio, la temperatura parece ser el factor que puede ejercer mayor influencia sobre los resultados de fertilidad en la inseminación artificial. Temperaturas medias superiores a los 25 °C parecen disminuir la eficacia reproductiva de la inseminación artificial durante los primeros meses de días decrecientes (julio, agosto, septiembre y octubre), mientras que durante los meses de días cortos (noviembre, diciembre, enero y febrero) son las temperaturas por debajo de los 10 °C las que influyen de forma negativa. Por ello, si la inseminación tiene lugar en días con temperaturas extremas se deberán establecer medidas paliativas para el calor, como evitar el movimiento de los animales para algún tipo de manejo (pastoreo, cambio de alojamiento...), especialmente en horas de máximas temperaturas, o realizarlo en los momentos más frescos del día, así como proporcionarles zonas de sombra en los parques exteriores de las explotaciones, favorecer la disipación del calor del animal con una humedad relativa y ventilación adecuada en zonas cerradas, evitar una carga elevada de animales estabulados o disponer de agua fresca para ellos.

Por otra parte, y aunque parece que el ganado ovino se adapta mejor al frío que al calor, durante periodos de bajas temperaturas se debería limitar el número de inseminaciones, puesto que se han observado peores resultados. En el caso de la realización de las inseminaciones durante periodos de bajas temperaturas, se debería estabular a los animales, proporcionando un adecuado confort ambiental en cuanto a temperatura y humedad, evitando las salidas al exterior y manteniendo las camas secas.

En cualquier caso, trabajos estadísticos más profundos, incluyendo las variables climatológicas de temperaturas, humedad relativa, índice temperatura-humedad y precipitación, deberían realizarse con el fin de describir de forma independiente el efecto de las variables climatológicas sobre los resultados de fertilidad de la inseminación artificial.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la concesión de una Ayuda de Investigación del Instituto de Estudios Altoaragoneses en la convocatoria de 2011. Agradecemos, asimismo, la colaboración de la UPRA (Unión de Productores de Rasa Aragonesa), del Grupo Pastores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMAN, P. L., y D. S. DITTMER (eds.) (1966). *Environmental Biology*. Federation of American Societies for Experimental Biology Bethesda. Maryland.
- ANEL, L., M. KAABI, B. ABROUG, M. ÁLVAREZ, E. ANEL, J. C. BOIXO, L. F. DE LA FUENTE y P. DE PAZ (2005). Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology*, 63: 1235-1247.
- ARREBOLA, F. A., J.-A. ABECIA, F. FORCADA, A. GARCÍA, R. A. MARTÍN y O. MESA (2009). Effects of annual rainfall and farm on lamb production after treatment with melatonin implants in Merino sheep: A 4-year study. *New Zealand Veterinary Journal*, 57: 141-145.
- BUXADÉ, C. (1998). *Ovino de carne: aspectos claves*. Mundi-Prensa. Madrid.
- CASU, S., P. CAPPALÍ y S. NAITONA (1991). Effects of high temperature on reproduction in small ruminants. En B. Ronchi, A. Nardone y J. G. Boyazoglu (eds.), *Animal Husbandry in Warm Climates*. EAAP Publication, 55: 103-111.
- CHEBEL, R. C., J. E. P. SANTOS, J. P. REYNOLDS, R. L. A. CERRI, S. O. JUCHEM y M. OVERTON (2004). Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 84: 239-255.

- DE RENSIS, F., y R. J. SCARAMUZZI (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. *Theriogenology*, 60: 1139-1151.
- FORCADA, F., J.-A. ABECIA e I. SIERRA (1992). Seasonal-changes in estrus activity and ovulation rate in Rasa-Aragonesa ewes maintained at 2 different body condition levels. *Small Ruminant Research*, 8: 313-324.
- FUERST-WATTL, B., H. SCHWARZENBACHER, C. PERNER y J. SOLKNER (2006). Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. *Animal Reproduction Science*, 95: 27-37.
- GARCÍA-ISPIERTO, I., F. LÓPEZ-GATIUS, G. BECH-SABAT, P. SANTOLARIA, J. L. YANIZ, C. NOGAREDA, F. DE RENSIS y M. LÓPEZ-BÉJAR (2007). Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology*, 67: 1379-1385.
- GARCÍA-ISPIERTO, I., F. LÓPEZ-GATIUS, P. SANTOLARIA, J. L. YANIZ, C. NOGAREDA, M. LÓPEZ-BÉJAR y F. DE RENSIS (2006). Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology*, 65: 799-807.
- HABEEB, A. A., I. F. M. MARAI y T. H. KAMAL (1992). Heat stress. En C. Phillips y D. Piggens (eds.), *Farm animals and the environment: 27-47*. CAB International. Wallingford, Oxon.
- HAHN, L. (1969). Predicted versus Measured Production Differences Using Summer Air Conditioning for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 52: 800-802.
- JAINUDEN, M. R., y E. S. E. HAFEZ (1987). Sheep and goats. En E. S. E. Hafez (ed.), *Reproduction in farm animals*. 5.ª ed. LEA & Febiger. Filadelfia.
- JOHNSON, H. D., A. C. RAGSDALE, I. L. BERRY y M. D. SHANKLIN (1962). Effect of various temperature–humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Missour. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.*, 791: 1-39.
- KENNAWAY, D. J., L. M. SANFORD, B. GODFREY y H. G. FRIESEN (1983). Patterns of progesterone, melatonin and prolactin secretion in ewes maintained in 4 different photoperiods. *Journal of Endocrinology*, 97: 229-242.
- LÓPEZ SEBASTIÁN, A. (1989). Pubertad. Factores que modifican su desencadenamiento. *Ovis*, 1: 11-25.
- MAGRAMA (2011). *Memoria del programa de mejora de la raza ovina Manchega durante el año 2011*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria / Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha, Consejería de Agricultura. Madrid.
- MALMGREN, L., y K. LARSSON (1989). Experimentally induced testicular alterations in boars. Histological and ultrastructural findings. *Journal of Veterinary Medicine Series a-Zentralblatt Fur Veterinarmedizin Reihe a-Physiology Pathology Clinical Medicine*, 36: 3-14.

- MARAI, I. F. M., A. A. EL-DARAWANY, A. FADIEL y M. A. M. ABDEL-HAFEZ (2007). Physiological traits as affected by heat stress in sheep-A review. *Small Ruminant Research*, 71: 1-12.
- MARM (2010). *Resultados de las Encuesta Nacional Ganaderas de Ovino-Caprino de Noviembre 2010*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Estadística. Madrid.
- MEYERHOEFFER, D. C., R. P. WETTEMANN, S. W. COLEMAN y M. E. WELLS (1985). Reproductive criteria of beef bulls during and after exposure to increased ambient-temperature. *Journal of Animal Science*, 60: 352-357.
- ROBINSON, J. E., y F. J. KARSCH (1987). Photoperiodic history and a changing melatonin pattern can determine the neuroendocrine response of the ewe to daylength. *Journal of Reproduction and Fertility*, 80: 159-165.
- SANTOLARIA, P., F. LÓPEZ-GATIUS, I. GARCÍA-ISPIERTO, G. BECH-SABAT, E. ANGULO, T. CARRETERO, J. SÁNCHEZ-NADAL y J. YANIZ (2010). Effects of cumulative stressful and acute variation episodes of farm climate conditions on late embryo/early fetal loss in high producing dairy cows. *International Journal of Biometeorology*, 54: 93-98.
- SANTOLARIA, P., I. PALACÍN y J. L. YANIZ (2011). Management Factors Affecting Fertility in Sheep: 167-190. En M. Manafi (ed.), *Artificial Insemination in Farm Animals*. InTech.
- THOM, E. C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12: 57-59.
- VEGA, S., F. FORCADA, J. Á. CEBRIÁN-PÉREZ, J.-A. ABECIA, T. MUIÑO-BLANCO e I. PALACÍN (2007). Alteración de la calidad espermática en moruecos como consecuencia de la acción sinérgica de elevadas temperaturas y humedades relativas. *Pequeños Rumiantes*, 1: 8-14.
- YOUSEF, M. K. (1985). Thermoneutral zone. En M. K. Yousef (ed.), *Stress physiology in livestock*, vol. 1: *Basic principles*: 67-75. CRC Press. Boca Ratón (Florida).