



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

RELACIÓN ENTRE LA METEOROLOGÍA Y LOS RESULTADOS TRAS  
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN UNA GANADERÍA OVINA

EFFECT OF METEOROLOGY ON THE RESULTS OF ARTIFICIAL  
INSEMINATION IN A SHEEP FARM

Autor/es

JARA MÁÑEZ GIMÉNEZ

Director/es

JOSÉ ALFONSO ABECIA MARTÍNEZ

Facultad de Veterinaria

2016

---

## ÍNDICE

Resumen.....	P. 2
Abstract.....	P. 3
Introducción.....	P. 4
Justificación y objetivos.....	P. 11
Metodología.....	P. 12
Resultados y discusión.....	P. 21
Conclusiones.....	P. 28
Conclusions.....	P. 28
Valoración personal.....	P. 29
Bibliografía.....	P. 30

## RESUMEN

Título: Relación entre la meteorología y los resultados tras inseminación artificial en una ganadería ovina.

Se ha realizado un estudio de los resultados de fertilidad obtenidos durante seis años tras la inseminación artificial (IA) en el mes de julio, en una explotación ovina de Rasa Aragonesa de Santa Cilia (Huesca), en relación a los datos meteorológicos recogidos en la estación meteorológica de dicha localidad el día de la IA, y de 20 días más tarde para el caso de los retornos en celo.

Los datos de la explotación referentes a los partos resultantes de la IA fueron registrados tanto por los ganaderos como por los veterinarios. En concreto, se han analizado las variables temperatura (T) media, máxima, mínima (°C) y la amplitud térmica (T máxima – T mínima) (°C). La fertilidad media fue del 60,7% (61,3% para IA y 59% para retornos), con diferencias significativas entre años ( $P < 0,001$ ). Al dividir la base de datos meteorológicos en dos mitades, por debajo y por encima de la mediana, en todos los casos la fertilidad media fue superior ( $P < 0,05$ ) en el percentil de T superior y en el percentil de amplitud térmica inferior. La regresión logística binaria reveló que la variable T mínima fue la que afectó de manera significativa a la fertilidad, con un *Odds Ratio* de 1,121.

En conclusión, la fertilidad se vio favorecida en días de IA en los que la amplitud térmica no fue elevada y la temperatura mínima fue lo más alta posible. Si consideramos que la fertilidad tras IA viene afectada por muchos factores como la ganadería, el inseminador, la alimentación, el tratamiento hormonal y la raza, y que estos factores en este estudio se han “fijado” durante los seis años de estudio (misma ganadería y equipo veterinario), podríamos concluir que la variación anual en la fertilidad tras IA observada en esta ganadería ha venido condicionada en gran medida por la variación meteorológica.

## **ABSTRACT**

Title: Effect of meteorology on the results of artificial insemination in a sheep farm.

A study was carried out to determine the relationship between meteorology and fertility after artificial insemination (AI) in the month of July for six years, in a Rasa Aragonesa sheep farm located in Santa Cilia (Huesca). Data of the AI day and 20 days after, for the return on oestrus, were collected from the own village weather station. Farm data concerning lambing after artificial insemination were registered by both the farmers and the veterinarians. In particular, the variables which have been analyzed were: mean temperature (T), maximum T, minimum T and thermal amplitude (Maximum T – Minimum T) (°C). Average fertility was 60.7% (61.3% from AI and 59% from returns), with significant differences between years ( $P < 0.001$ ). Dividing the meteorological database into two halves, below and above the median value, in all cases average fertility was higher ( $P < 0.05$ ) in the higher T percentile and in the lower thermal amplitude percentile. In addition, the binary logistic regression revealed that the variable “minimum T” was the only one that significantly affected fertility, with an OR (odds ratio) of 1.121. In conclusion, fertility was favored when the AI day had low thermal amplitude and a high minimum T. If we consider that fertility after AI is affected by many others factors like farm, inseminator, diet, hormone treatment and breed, and that these factors have been fixed during the six years under study (same farm and veterinary team), we can conclude that the annual variation in fertility after AI in this farm has been conditioned to a large extent by the weather changes in this zone.

## INTRODUCCIÓN

En España, la ganadería ovina es un tipo de ganado muy ligado al medio. Aunque existe una minoría de explotaciones ovinas intensivas, especialmente destinadas a la producción de leche con razas específicamente seleccionadas para tal fin, en nuestro país la gran mayoría de explotaciones ovinas son extensivas o semiextensivas. En dichas explotaciones, los animales pasan gran parte de su tiempo en el campo siendo por tanto muy dependientes de los recursos que les proporciona el medio y sufriendo directamente los efectos de la meteorología. Por tanto, la producción extensiva está también íntimamente ligada al clima y a sus variables estudiadas y medidas a través de la meteorología. Así, temperatura, humedad relativa, radiación solar o precipitaciones en forma de lluvia son potenciales estresores ambientales, de modo que pueden afectar de manera negativa al bienestar de los animales y a su productividad. Por esta razón, en estas explotaciones se han utilizado distintas razas autóctonas milenarias, adaptadas cada una a un terreno y clima adecuados, que fueron creándose mediante la selección de los animales que mejor se adaptaban al medio en el que se han desarrollado y los que mejor podían aprovechar los recursos de dicho medio. Dichas razas son razas rústicas destinadas a la producción de corderos para la obtención de carne, en muchos casos carnes vinculadas a marcas de calidad que les dan un valor añadido, como ejemplo la IGP Ternasco de Aragón, que se produce en Aragón con razas autóctonas.

Otra característica de la ganadería ovina de nuestro entorno es que está sufriendo una crisis en la cual se están reduciendo de una forma muy considerable el número de cabezas de ganado, debido a que son un tipo de explotaciones que siempre están en el límite de la rentabilidad. Además se están viendo afectadas por la despoblación del medio rural: la gente joven abandona los pueblos para vivir más cómodamente en las ciudades y porque poco a poco está desapareciendo la figura típica del pastor, persona encargada de dirigir y controlar a los rebaños, un verdadero sabio que conoce mejor que nadie cómo es el ganado y cómo puede aprovechar lo mejor posible los recursos del bosque, barbechos, rastros, puertos y toda esa serie de distintos hábitats en los que podemos encontrar a nuestras poblaciones ovinas de ganadería extensiva (Foto 1).

Foto1: Ovejas de la ganadería en pastoreo



Por estas razones, optimizar todos los recursos que tenemos a nuestro alcance es interesante para favorecer económicamente a estas explotaciones, es algo primordial para que puedan seguir existiendo, ya que son imprescindibles para la sostenibilidad de las zonas rurales, ofreciendo una salida laboral para muchos jóvenes. Al ser ganaderías que dependen tanto del medio, tenemos que aprender a jugar con él en nuestro beneficio ya que, por ejemplo, la meteorología no la podemos cambiar, pero sí adaptarnos a ella lo mejor que podamos. La Biometeorología se encarga del estudio de las interrelaciones directas e indirectas entre el ambiente geográfico y geoquímico de la atmósfera y los organismos vivos. Referente a ésta, un buen ganadero y un buen veterinario deben estar constantemente informados de los partes meteorológicos, ya que éstos repercuten en la producción de pastos y alimentos que el medio nos ofrece, influyen en el desarrollo de las cosechas, pueden suponer muertes de animales si no estamos prevenidos, por ejemplo por olas de calor, y también por su posible repercusión en la fertilidad del ganado. Esto último parece algo a lo que hasta ahora no se había tenido en mucha consideración, pero puede ser realmente importante. Por tanto sería interesante conocer si la climatología tiene algún efecto en la fertilidad de las ovejas y si lo tiene, en qué medida y con qué intensidad afecta. En función de esto, si los resultados son relevantes, se podría realizar la inseminación artificial (IA) en los días que meteorológicamente son más

beneficiosos para la fertilidad de las ovejas, lo que supondrá un mayor índice de partos con el correspondiente beneficio económico.

La IA es una tecnología que ha favorecido la calidad genética del ganado ovino; en particular, es esencial en el éxito de los programas de cría de los pequeños rumiantes porque posibilita la evaluación genética de los moruecos, la difusión de la mejora genética, y ayuda a controlar los días de parto de las ovejas para satisfacer las demandas de mercado (Abecia y Forcada, 2010).

La IA es una técnica que tiene muchas aplicaciones:

- De tipo productivo: posibilita aumentar el número de ovejas a cubrir por macho y difundir a gran escala el semen de los machos de más alto valor genético. Además, es una herramienta imprescindible para el intercambio y comercio de material genético.
- De tipo sanitario: con la IA se evitan las enfermedades transmisibles por el coito.
- Posibilita la conservación de material genético de razas en peligro de extinción.
- Permite acelerar los programas de selección.

En el éxito de la IA influyen muchos aspectos, cada uno de los cuales determina un porcentaje de los resultados. La fertilidad será tanto más alta cuantos más factores se controlen. De todos ellos el más importante es el manejo de los animales: una buena elección de las ovejas y el manejo de los animales que se inseminan son los aspectos más importantes para asegurar un buen resultado en la IA. Por tanto, es necesario tener en cuenta (Abecia y Forcada, 2010):

- En los días previos a la IA: Evitar tratamientos y los cambios de alojamiento, alimentación o manejo de las ovejas.
- Durante la IA: No practicar la IA en un ambiente diferente al que los animales están familiarizados. Mantenerlos separados desde unas horas antes de la IA, por ejemplo, desde el día anterior. Evitar la presencia de perros, personas extrañas, ruidos, carreras innecesarias, etc. Procurar que el estrés dure el menor tiempo posible. Separar las ovejas en tres lotes: un lote de ovejas que van a ser inseminadas; un pequeño lote de ovejas que se inseminarán al cabo de pocos minutos y un lote con las ovejas ya inseminadas. Procurar que la persona que sujeta las ovejas a inseminar sea alguien muy conocido por ellas. Si las condiciones lo permiten, la IA puede realizarse en la manga de manejo en la que las ovejas están acostumbradas a moverse.
- Después de la IA: No molestar en absoluto a las ovejas después de la IA para evitar la eliminación del semen de la vagina por movimientos bruscos. Las ovejas deben

permanecer en las condiciones más tranquilas posibles y evitar cambios bruscos de manejo o de alojamiento durante las dos semanas siguientes.

Pero debemos tener en cuenta que además de la meteorología, otros factores influyen en el buen o mal resultado de la IA, es algo bastante complejo, pero cuantos más factores tengamos controlados y más conozcamos sobre su repercusión, más beneficioso será el resultado, aumentando la fertilidad. Son muchos los factores externos que afectan al éxito de la IA en pequeños rumiantes. Así, la explotación, el año, el mes, el número de animales del lote a inseminar, la distancia del centro de recogida de semen, el propio tratamiento hormonal, el inseminador, etc., son parámetros que tienen una influencia muy elevada sobre la fertilidad (Abecia et al., 2016; Tejedor et al., 2016). El factor explotación es un reflejo de todas las prácticas de manejo que se llevan a cabo en la ganadería, incluyendo aspectos como la alimentación, la mano de obra, el calendario reproductivo, la raza, y que no pueden ser controlados por los equipos de inseminación. Aunque algunos parámetros involucrados en los programas de IA pueden, de algún modo, estandarizarse (dosis hormonal, edad de los animales, momento de la IA), quedaría por determinar si el porcentaje de fertilidad tras IA en ovinos podría mejorarse con una predicción de las condiciones meteorológicas para el propio día de IA. Incluso si ese día no puede alterarse debido a la propia rigidez de los tratamientos hormonales, sí se podrían instaurar medidas que paliaran las posibles condiciones meteorológicas adversas (alojar los animales a inseminar en naves cubiertas, protegerlos de lluvia o frío, etc.).

Referente a la meteorología y su repercusión en los resultados de la IA, en general, la exposición de las ovejas a elevadas temperaturas afecta negativamente a las funciones biológicas, reflejándose en un descenso de sus producciones y de sus índices reproductivos. El efecto de las precipitaciones viene dado de manera indirecta, a través de una disminución de la cantidad de pastos disponibles para el ganado (Arrébola et al., 2009). Santolaria et al. (2014) observaron un efecto negativo de la temperatura máxima antes de la IA sobre la tasa de gestación durante los primeros meses de la época reproductiva en ovinos. Esto es lo que ocurre generalmente, pero es muy importante tener en cuenta que no todas las razas se ven afectadas de la misma manera. Recordemos que cada raza está adaptada a un medio, un terreno, un clima, por lo que sería ilógico pensar que en todas repercute de igual manera.

Un ejemplo, fuera de nuestras fronteras, sería el caso de los sistemas ultraextensivos australianos de ovino, en los que ya se reconoce la necesidad de instalar sistemas de protección frente a la elevada radiación solar de ese país y frente al frío viento invernal, instalando zonas de sombra y paravientos, ya que afectan significativamente en la productividad del ganado (Taylor et al., 2011).

La raza ovina que se ha utilizado en este trabajo es la Rasa Aragonesa (Foto 2). La explotación está inscrita en el programa de mejora de esta raza. Debe su nombre a la característica mecha de lana corta de su vellón, en comparación con la longitud de otras razas, y el sobrenombre de Aragonesa, al ser Aragón la comunidad autónoma donde mayormente se explota.

El origen de la Raza Rasa Aragonesa hay que buscarlo en el *Ovis aries ligeriensis*, tipo ovino primitivo originado en Europa Central, que se extendió hacia la Cuenca del Loira, y los Alpes franceses y suizos. Esta agrupación ovina descendió a través de Francia, atravesó los Pirineos, acompañando a las penetraciones pirenaicas de indoeuropeos del siglo I AC y en su viaje hacia el sur de la península, se distribuyó por la Cuenca del Ebro, donde evolucionó según las zonas en función del ambiente para dar lugar a la Rasa aragonesa con sus distintos ecotipos (web MAGRAMA, Razas de Ganado). El Catálogo Oficial de Razas de Ganado incluye a la raza ovina Rasa Aragonesa en el Grupo de Razas Autóctonas de Fomento.

**Foto 2: Ovejas Rasa Aragonesa de la ganadería del estudio**



Se trata de animales de perfil subconvexo, acornes, sin pigmentación y longitud corporal media y peso medio; aunque variable según las zonas que puebla. Acusado dimorfismo sexual. Aptitud cárnica. Es destacable su elevada rusticidad, instinto gregario, buen instinto maternal, capacidad lechera suficiente, capacidad de pastoreo y adaptación al medio difícil en que se explota. Su prolificidad es de uno o dos corderos, y en algunos casos incluso tres. En la Tabla 1 se indican algunas de sus características reproductivas (Folch et al., 2016).

**Tabla 1: Resumen de algunas de las características reproductivas de la raza Rasa Aragonesa (adaptada de Folch et al. (2016))**

<b>Pubertad</b>	6 – 9 meses
<b>Duración del ciclo</b>	16 – 19 días
<b>Duración del celo</b>	
Adultas	30 – 36 h
Corderas	18 – 24h
<b>Momento de ovulación después del inicio del celo</b>	32h
<b>Gestación</b>	149 días (145 – 153)
<b>Tasa de ovulación</b>	1.3 (1.0 a 1.7)

El área de ocupación de la Rasa Aragonesa es amplia. Comprende la casi totalidad de las tres provincias de Aragón (Zaragoza, Huesca y Teruel); llega al sur de Álava, este de Logroño, Soria y Guadalajara y ocupa el oeste de Lérida, gran parte de la provincia de Tarragona y el noroeste de Castellón. En resumen, se extiende por la mayor parte de la Cuenca del Ebro (web MAGRAMA, Razas de Ganado).

Se trata del único animal que puede aprovechar los recursos de las zonas áridas de la región de una forma totalmente sostenible, representando la principal fuente de ingresos para un elevado número de familias del medio rural. Se explota en régimen semiextensivo, basado en el pastoreo conducido pero que suplementa nutricionalmente a los animales en los momentos de mayores necesidades, muchas veces con productos producidos en la misma explotación, siendo general la estabulación de las ovejas durante la lactación hasta el destete (unos 45 días). El cordero se finaliza con piensos comerciales (en 75-90 días) y tras esto es sacrificado

con unos 24kg, produciendo un tipo de cordero característico de la región denominado Ternasco.

La reproducción también se ha intensificado. Está completamente desechada la monta continua y se ha sustituido por sistemas más intensivos con tres, cuatro y hasta cinco épocas de parto al año, apoyándose en tratamientos hormonales en las épocas de mayor anoestro estacional. Debemos señalar que las razas mediterráneas, como la Rasa Aragonesa, tienen un periodo de anestro más corto que las Razas del Norte de Europa y además, entre el 20 y el 70 % de las ovejas están cíclicas todo el año (Forcada et al., 1992). Por el contrario, en las razas del norte de Europa el anestro estacional afecta casi la totalidad de las ovejas y es de mayor duración. Es un factor que debe tenerse en cuenta a la hora de importar una raza foránea.

La Rasa Aragonesa es una raza de aptitud cárnica, muy “flexible”, que puede ser explotada en condiciones muy extensivas y que responde muy bien a la mejoras del manejo y a la selección genética, lo que posibilita extraer de la raza todo su potencial productivo. Algunos animales presentan una variante genética natural que confiere a los animales que la presentan en heterocigosis un incremento de prolificidad respecto a la media de la población (Martínez-Royo et al., 2008; Monteagudo et al., 2009).

## JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo ha sido determinar el efecto de la meteorología sobre la fertilidad tras realizar IA en un rebaño de ovejas de raza Rasa Aragonesa, durante el mes de julio de seis años. Ya que la mayoría de los factores que influyen en el éxito tras la IA (nutrición, inseminador, tratamiento hormonal, la raza y ganadería), podemos considerarlos como “fijados”, al trabajar en una única explotación, y que la meteorología que se ha dado el día de la inseminación es diferente cada año, se hipotetiza que las diferencias en los resultados entre años podrían deberse a diferencias meteorológicas entre años.

Este tipo de explotaciones necesitan rentabilizar todos los recursos que tienen a su alcance ya que su rentabilidad está siempre al límite, por tanto aumentar la fertilidad de las ovejas supone un mayor número de corderos nacidos y consecuentemente vendidos, aumentando los ingresos que finalmente es el objetivo principal de cualquier ganadero. Si observáramos que existe una relación entre la meteorología y la fertilidad, sería interesante intentar planificar las fechas de IA en los días que la fertilidad de las ovejas se vea más favorecida. Actualmente esto tiene una dificultad, ya que sería necesario saber la previsión meteorológica del día de la IA con unos quince días de antelación, fecha en la que se implantan las esponjas, y es difícil que un parte meteorológico sea tan preciso con tanto margen de tiempo. No obstante, este trabajo nos puede dar información sobre la propia fisiología reproductiva de la oveja, en lo que al efecto de la meteorología se refiere. Por tanto, el objetivo concreto de este trabajo es determinar el efecto que tiene la temperatura del día de la IA sobre la fertilidad de las ovejas.

## METODOLOGÍA

### *Localidad*

La explotación se encuentra en Santa Cilia (Foto 3). Es un municipio aragonés situado en el noroeste de la provincia de Huesca (Latitud 42°56'N Longitud 0°71'), perteneciente a la comarca de la Jacetania, próximo a la ciudad de Jaca (14 km). Está formado por los pueblos de Santa Cilia (250 habitantes) y Somanés (20 habitantes). Está situado en una llanura fluvial, a orillas del río Aragón, a 650 m de altitud. Su término municipal está recorrido de Este a Oeste por este río y la N-240. Por el norte está limitado por el monte Canet (1249 m), y por el sur por el monte Cuculo (1552 m) (web Santa Cilia Ayuntamiento).

**Foto 3: Localización de la ganadería**

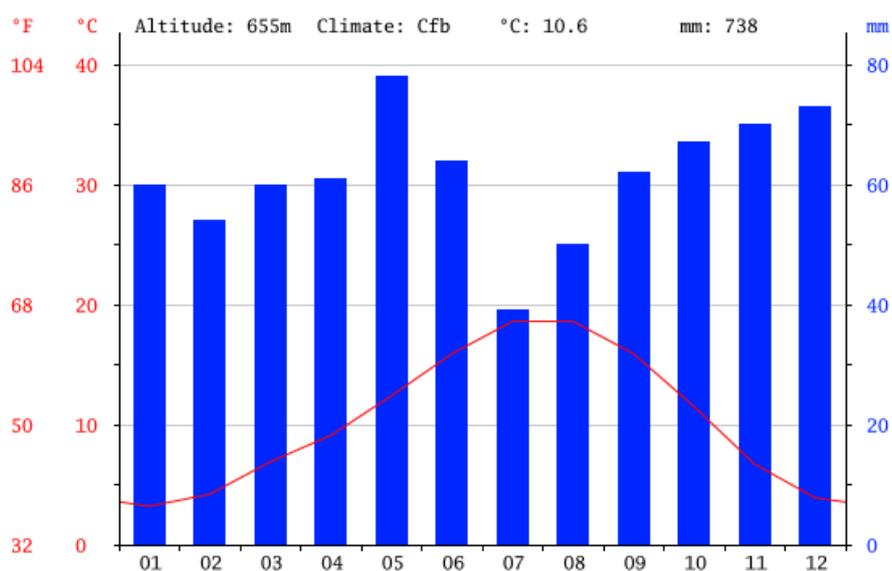


### *Climatología*

El clima de Santa Cilia es continental de interior con matices de montaña (Figura 1). Por su ubicación geográfica recibe la influencia de diversos tipos de clima: el continental interior (predominante), el de alta montaña y el clima mediterráneo. La temperatura media anual es de 11,4 °C , pudiendo bajar por debajo de los -8 °C en invierno y sin llegar a pasar de 35 °C en

verano. Las precipitaciones, que alcanzan los 827,6 mm anuales, son más importantes en invierno, primavera y otoño, pudiendo ser de nieve en estas estaciones, con espesores importantes. El verano es la estación más seca acompañada de algunas tormentas que varían según la temporada. El viento puede llegar a soplar con rachas muy fuertes durante el invierno (web Climate-Data.org).

Figura 1: Climograma de Santa Cilia



### Explotación

El nombre de la empresa es “Hermanos Giménez”, es de tipo familiar compuesta por tres personas, con unas 900 ovejas aproximadamente: 860 hembras y 30 machos de raza Rasa Aragonesa que se trabajan en régimen semiextensivo (Foto 4). La explotación está estructurada en tres naves situadas en diferentes fincas con sus correspondientes pastos (Foto 5). Dichas naves no están cerradas completamente, los laterales son puertas correderas que permiten controlar la ventilación o simplemente dejar que los animales salgan al parque exterior. El único sistema de aislamiento que existe es la adición de poliuretano en las paredes.

La nutrición de las ovejas se basa principalmente en cebada de la cosecha propia, ya que son también agricultores, en los pastos polifitos que rodean la explotación (en fresco o como heno) y en paja.

Esta explotación realiza el sistema de tres cubriciones año, el más común en explotaciones de ovino de carne en España, por lo que cada oveja tiene tres partos cada dos años. Las cubriciones se realizan en abril, agosto y diciembre por lo tanto las pariciones se producen en septiembre, enero y mayo. Las ovejas que no han quedado gestantes se detectan mediante palpación de la ubre (“braguero”), pocas veces se ha detectado mediante ecografía, y las que no están gestantes se repescan en el siguiente lote de cubrición.

Se utiliza tanto IA como monta natural, en algunos casos con tratamiento hormonal, sobre todo para favorecer la fertilidad de las ovejas en las épocas de anestro. Se realiza IA para obtener tanto hembras como machos para la reposición, controlando los reproductores portadores del gen ROA. El semen para la IA es llevado desde Zaragoza y proporcionado por el esquema de selección de Oviaragón-Grupo Pastores.

**Foto 4: Ovejas de la ganadería**



Foto 5: Nave principal de la explotación y pastos que la rodean



Además en todos los casos se realiza sincronización mediante métodos naturales (Abecia y Forcada, 2010):

- Flushing: las ovejas elegidas para cubrición son alimentadas con una suplementación alimenticia para aumentar la tasa de ovulación. Consiste en administrar 0,5 kg de cebada por oveja o dejar la ración de forraje *ad libitum*. Se comienza a administrar a las 2–3 semanas precubrición y se mantiene durante unas 3–4 semanas postcubrición.
- Efecto macho: los machos permanecen separados de las hembras en otra nave alejada durante la mayor parte del año, por lo que las ovejas ni los oyen, ni los huelen ni los ven y solo se juntan en el momento que se quiere realizar la cubrición/inseminación. El contacto repentino de los moruecos después de un periodo de separación provoca la ovulación de las ovejas. Es un método eficaz y barato de provocar los celos y las cubriciones en primavera.

Trabajan con la cooperativa Oviaragón-Grupo Pastores para producir Ternasco de Aragón (IGP). Se realiza el precebo de los corderos en la explotación (Foto 6) y con unos 20kg la cooperativa compra los animales y son llevados al cebadero que la cooperativa tiene en el propio municipio, con el objetivo de homogeneizar a todos los animales en la fase final del cebo, antes de llevarlos al matadero. La cooperativa garantiza al ganadero la salida a precio medio de lonjas de toda su producción, por tanto dándole la seguridad de la total comercialización de sus corderos.

Mientras dura el precebo que tiene lugar en la explotación, se realiza la selección de las corderas que se quedarán para reposición, en base al estándar racial y la prolificidad de las madres. A partir de ese momento se separan del resto de corderos y se cubrirán a partir de los 7-8 meses. Se seleccionan las hijas de partos dobles, y si son dos hembras, se eligen las dos. Se tiene en cuenta si son hijas de madres portadoras del gen ROA.

**Foto 6: Corderos de precebo en la explotación**

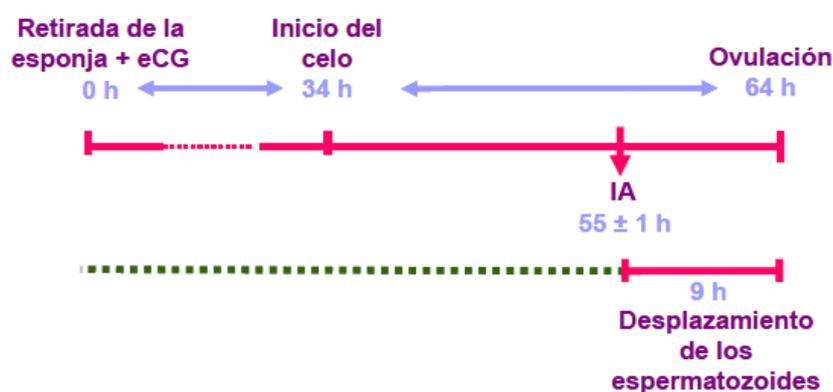


#### *Inseminación artificial*

Los animales se inseminan en la propia granja con los procedimientos aprobados por la “Guía de Buenas Prácticas Ganaderas del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente”

(Figura 2). Para sincronizar los celos, primero se aplica a la oveja un progestágeno a través de una esponja vaginal que va impregnada con este producto. A los 14 días, se retira la esponja (Foto 7) y al mismo tiempo se induce la ovulación con una inyección de eCG (*Gonadotropinacoriónica equina* antiguamente llamada PMSG). La eCG es una hormona comercial que tiene la misma actividad que la FSH y la LH, pero es mucho más barata. De esta forma, todas las ovejas que han recibido este tratamiento entran en celo y ovulan de forma sincronizada. Se insemina a las ovejas (Foto 8) 56 + 1h después de la retirada de las esponjas.

**Figura 2: Representación esquemática de los acontecimientos que ocurren en la oveja inseminada después de un tratamiento con esponjas + eCG (PMSG)**



El semen se obtiene de moruecos de Rasa Aragonesa con fertilidad probada que están registrados en UPRA (Grupo Pastores). Los moruecos se encuentran en el CERYSRA (Centro del Gobierno de Aragón, Movera, Zaragoza). Solo los eyaculados que tienen las siguientes características son procesados: volumen >0.5 ml, concentración seminal >2 x 10<sup>9</sup> espz/ml, motilidad masal > 4, motilidad individual >40%, y motilidad total >75%. Las dosis para IA son diluidas con diluyente Tris-fructosa yema de huevo (2% yema de huevo, v/v; Evans y Maxwell 1987) con una concentración de 800 x 10<sup>6</sup> espz/mL y en pajuelas de 0,25 mL, 200 x 10<sup>6</sup> espz/dosis). Una semana tras las IA, se introducen machos de la propia ganadería para cubrir los posibles retornos en celo.

Foto 7: Retirada de esponjas. Foto 8: IA en la explotación del estudio



#### *Datos meteorológicos*

Los datos meteorológicos que se dieron en esos seis años fueron recopilados de las bases de datos en las que se recoge la información meteorológica obtenida por la estación meteorológica de Santa Cilia, en concreto de los días de la propia IA y de 20 días después para el caso de los retornos en celo. La base de datos se encuentra disponible en la web del MAGRAMA, concretamente en el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) en <http://portal.magrama.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>

#### *Datos reproductivos*

Los datos sobre la fertilidad tras la IA y de los retornos que se produjeron a lo largo de esos seis años en dicha explotación se obtuvieron a partir de datos proporcionados por la veterinaria de Grupo Pastores (UPRA) que se encarga de dicha ganadería, obtenidos a partir de bases de datos de la cooperativa en la que se registran minuciosamente los resultados obtenidos en cada una de las explotaciones a lo largo de todas las inseminaciones realizadas (Foto 9). La fecha de parto sirve como base para determinar si una oveja quedó gestante tras

la IA o tras el retorno; duraciones de gestación superiores a 155 días se consideraron ya como del retorno (Abecia y Forcada, 2010).

**Foto 9: Ovejas y corderos de la explotación**



### *Procedimiento*

Tras obtener los datos tanto meteorológicos como de la fertilidad, se procedió a enfrentar dichos datos. Para cada año, se creó una tabla Excel en el que se indicaban los datos meteorológicos de dicho día tantas veces como ovejas se había inseminado dicho año, correspondiendo el número de filas con el número de ovejas inseminadas. Luego, en la última columna de dicha tabla se procedía a indicar si dicha oveja era gestante o no, indicando con un 1 en el caso de las gestante y un 0 para las no gestantes. Así, para los seis años, tanto para las IA como para los retornos. Para ellos, se calculó que las ovejas no gestantes tras la IA se cubrieron el día 20 tras la retirada de las esponjas, tomando como base un ciclo sexual de 17 días de duración.

### *Análisis estadístico*

La tasa de fertilidad se calculó como el porcentaje de ovejas gestantes sobre el total de ovejas inseminadas, o las que quedaron gestantes tras los retornos, o para el conjunto IA+retornos. Estos porcentajes se compararon entre años mediante la prueba de chi-cuadrado. Posteriormente se realizó un análisis de varianza para comparar las variables meteorológicas del día de IA, o del retorno, o del conjunto IA+retornos, entre años y en función de gestación positiva o negativa. En tercer lugar, los datos han sido analizados como un estudio de caso-control (caso: no gestación; control: gestación). Se realizó un análisis multivariante utilizando un modelo de regresión logística binaria para estimar el riesgo de no quedar gestante en comparación con sí hacerlo, frente a la exposición a los parámetros meteorológicos estudiados. Éstos fueron convertidos en variables categóricas utilizando el valor de la mediana de cada variable continua meteorológica como el punto de corte (0, debajo de la mediana; 1, encima de la mediana). Se dividió el conjunto de datos en dos clases para cada variable meteorológica. Todas las variables con un valor de  $P < 0,05$  fueron incluidas en el modelo, calculándose los *Odds Ratios* (OR) para cada variable. Un  $OR > 1$  indica que un parámetro es favorable a una respuesta (en este caso la fertilidad), mientras que un  $OR < 1$  convierte a un parámetro en detrimento de la respuesta.

## RESULTADOS

La fertilidad global en los 6 años de estudio fue del 60,7%, diferenciándose entre un 61,3% para la IA por sí sola, y un 59,0% para los retornos, con diferencias significativas entre años para la IA ( $P<0,01$ ), los retornos ( $P<0,001$ ) y la fertilidad global ( $P<0,05$ ) (Figura 3). Así, 2008 (74,3%) y 2009 (75,4%) fueron los años con las mejores fertilidades tras IA y 2013 el peor (47,5%). La Figura 3 también refleja las T medias, máximas y mínimas y la amplitud térmica para los días de IA, los retornos y de manera conjunta en los seis años de estudio, existiendo igualmente diferencias significativas entre años ( $P<0,05$ ) para los cuatro parámetros estudiados. Destacan por ejemplo la T media para el día de la IA de 2008 (26,25°C), o la máxima de ese mismo año (33,00°C), o la mínima de 2011 (10,40°C). También como ejemplo, la mayor amplitud térmica para el día de la IA la sufrieron las ovejas en 2007 (22,44°C) y la menor en 2008 (11,50°C).

Al calcular las temperaturas medias alcanzadas los días de IA de los seis años en conjunto, cuando las ovejas quedaron gestantes o vacías (Tabla 2), éstas siempre fueron significativamente superiores a los días en los que las ovejas no quedaron gestantes. En el caso de la amplitud térmica, ésta fue inferior para las gestantes que para las vacías (ver valores de P en Tabla 2). Para los retornos estas diferencias se detectaron únicamente para la T mínima y para la amplitud térmica. De manera global, las diferencias se dieron para la T media y máxima y para la amplitud térmica (valores de P en Tabla 2).

Cuando la base de datos de temperaturas y amplitud térmica se dividió en dos percentiles, por debajo y por encima de la mediana correspondiente (Figura 4), el porcentaje de fertilidad, tras IA y de manera global, calculado para los valores por encima de la mediana de la T mínima fueron significativamente superiores ( $P<0,001$ ) que los valores de fertilidad para el conjunto de datos por debajo de la mediana. En el caso de la amplitud térmica esta tendencia fue contraria, es decir, la fertilidad fue superior en el caso de los valores por debajo de la mediana ( $P<0,001$ ) (Figura 4). En las gráficas de los retornos puede observarse que no hubo diferencias significativas de fertilidad entre ambos percentiles.

Figura 3: Fertilidad (línea) y temperaturas (T) (°C) medias, máximas y mínimas, y amplitud térmica (°C), del día de la inseminación artificial (IA), de la monta natural (retornos, 20 días tras la retirada de las esponjas) y globalmente, en una explotación de ovejas Rasa Aragonesa de Santa Cilia (Huesca), durante 6 años.

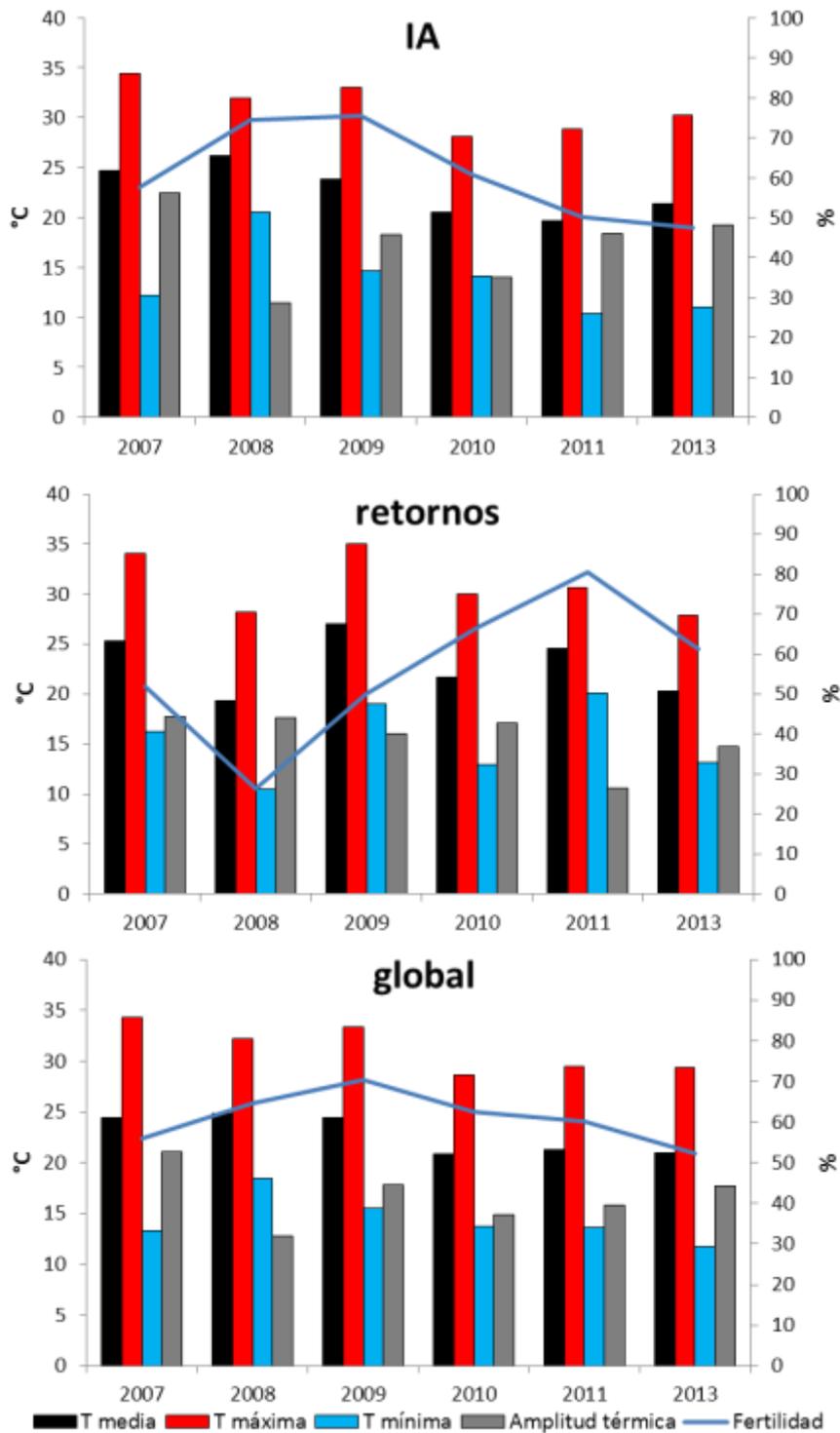


Tabla 2. Temperaturas (T) (°C) medias, máximas y mínimas, y amplitud térmica (°C) (media±E.S.), del día de la inseminación artificial, de la monta natural (retornos, 20 días tras la retirada de las esponjas) y globalmente, de ovejas Rasa Aragonesa mantenidas en una explotación de Santa Cilia (Huesca), durante 6 años, en función de haber o no quedado gestantes.

***Inseminación artificial***

	T media	T máxima	T mínima	Amplitud
No gestación	22,21±0,19	30,81±0,19	13,17±0,27	17,63±0,29
Gestación	23,05±0,16	31,27±0,14	14,56±0,24	16,71±0,25
P=	<b>0,001</b>	<b>0,050</b>	<b>0,001</b>	<b>0,019</b>

***Retornos***

	T media	T máxima	T mínima	Amplitud
No gestación	22,54±0,37	30,64±0,36	14,54±0,43	16,10±0,29
Gestación	23,11±0,26	30,67±0,25	15,98±0,36	14,69±0,31
P=	0,191	0,493	<b>0,012</b>	<b>0,002</b>

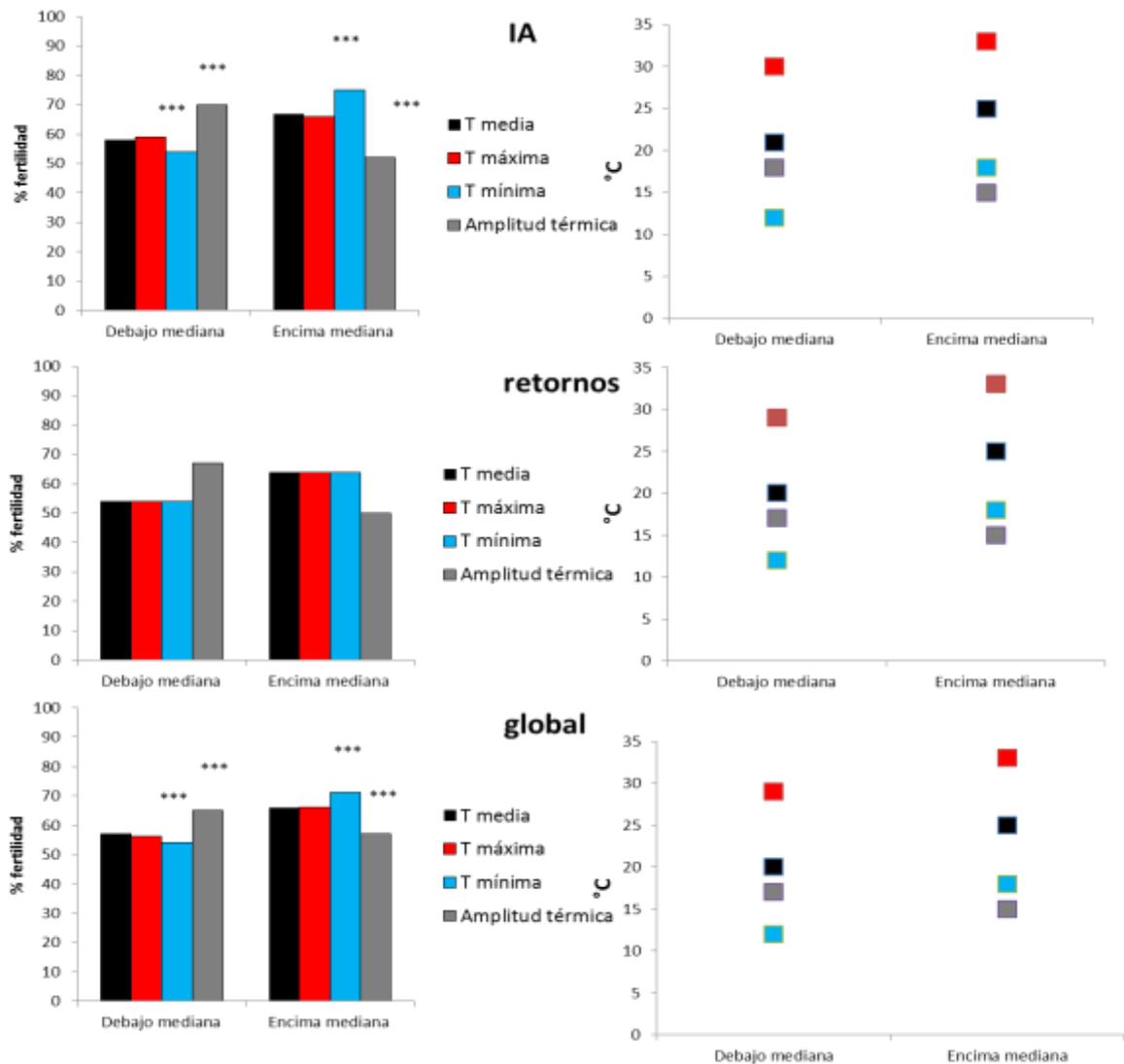
***Global***

	T media	T máxima	T mínima	Amplitud
No gestación	22,31±0,17	30,76±0,17	13,57±0,23	17,19±0,22
Gestación	23,06±0,13	31,11±0,13	14,94±0,21	16,17±0,21
P=	<b>0,010</b>	0,094	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>

Finalmente, la regresión logística binaria calculada para la fertilidad (gestante vs. vacía) y las variables meteorológicas reveló que tan solo la T mínima formó parte de la ecuación de regresión ( $P < 0,001$ ), con un OR de 1,15 (rango 1,055-1,200) para el caso de la IA, 1,14 (1,027-

1,262) para los retornos y 1,21 (1,063-1,182) para los datos globales. Es decir, esto significa que un grado más de T mínima el día de la IA supone un 15% más de posibilidades de que una oveja quede gestante tras ser inseminada, un 13,9% para los retornos y un 21% para el global IA+retornos.

**Figura 4: Fertilidad de cada uno de los dos percentiles (50%) de inseminaciones por debajo o por encima de la mediana de temperaturas (panel izquierdo), y temperaturas (T) (°C) medias, máximas y mínimas, y amplitud térmica (°C), del día de la inseminación artificial (IA), de la monta natural (retornos, 20 días tras la retirada de las esponjas) y globalmente, de cada uno de los dos percentiles (panel derecho), en una explotación de ovejas Rasa Aragonesa de Santa Cilia (Huesca), durante 6 años. (\*\*\*) Indica diferencias significativas P<0.001).**



## DISCUSIÓN

La tasa de fertilidad presentada por las ovejas de esta explotación tras la IA fue del 61,3%, valor cercano pero superior al publicado por Palacín et al. (2012), con un 58,3% en el mismo mes de julio. La elevada fertilidad obtenida en esta ganadería coincide con las observaciones publicadas por UPRA-Carnes Oviaragón, en un estudio en el que analizan la fertilidad tras IA en función de la comarca aragonesa donde se localizaban las ganaderías, siendo la Jacetania, lugar donde se ubica nuestra explotación, la comarca con las fertilidades más elevadas del grupo (61,7% de una media de 54,3%) (Palacín et al., 2011). El anterior estudio citado (Palacín et al., 2012) recogía las medias de varias ganaderías inscritas en la UPRA-Carnes Oviaragón, al igual que la ganadería de nuestro estudio, por lo que los datos pueden discutirse bajo la misma perspectiva. En dicho estudio se demostró que los factores que afectan a la fertilidad tras IA cervical en la oveja Rasa Aragonesa eran la propia oveja, el mes de IA, el inseminador, la ganadería y el macho. En nuestro trabajo, a excepción del factor “animal” (oveja y morueco), el resto de factores pueden considerarse “fijados”, ya que los datos provienen de una única ganadería, las ovejas fueron inseminadas todos los años por la misma persona, siempre en el mes de julio, por lo que en gran medida las diferencias encontrados podrían achacarse a las diferencias anuales de temperatura.

En un estudio reciente utilizando los datos de IA de 10 años consecutivos de ganaderías inscritas en ANGRA (Asociación Nacional de Ganaderos de la raza Rasa Aragonesa) (Tejedor et al., 2016), se comprobó que el macho, el mes de IA, la temperatura ambiental, el flushing, el desarrollo de la IA y la ganadería fueron los factores que modificaron el éxito de la IA. Así, la temperatura ambiente aparece como factor determinante de la fertilidad, como en nuestro estudio. Estos autores también encontraron que las IA de julio a diciembre fueron las más efectivas, además de que una temperatura ambiental en el momento de la IA de 5°C a 25°C favorece el éxito de la IA.

Son varias las referencias que incluyen la temperatura como un factor que incide en el éxito de la IA en diversas razas ovinas y caprinas españolas. Así, Abecia et al. (2016) obtuvieron unos resultados similares en cuanto a las diferencias significativas de temperaturas el día de la IA entre animales que quedaron gestantes o vacíos, observándose que en ovejas Rasa Aragonesa, como las del presente estudio, las temperaturas más altas favorecieron la fertilidad. Además, estos autores observaron las mayores fertilidades en las ovejas Rasa Aragonesa inseminadas bajo un nivel de estrés térmico moderado, explicado quizás como una adaptación de esta raza

particular a las altas temperaturas, o por la selección realizada dentro del programa de mejora de la raza Rasa Aragonesa, que haya llevado a la selección de los individuos más resistentes al estrés calórico, presentando las mayores fertilidades tras IA en la época veraniega bajo condiciones de estrés calórico. En la raza Churra, la T se convirtió en un factor “mejorante” o “empeorante” de la fertilidad tras IA dependiendo de la estación, ya que altas temperaturas en invierno fueron predisponentes y en verano se convirtieron en un factor de riesgo para la fertilidad en esta raza en particular (Palacios y Abecia, 2015). Como ejemplo, se observó un  $OR=0,334$  para la temperatura máxima del día de la IA en verano, de modo que al contrario que en la raza Rasa Aragonesa, un exceso de temperatura máxima en verano está directamente relacionada con un descenso de la fertilidad; por el contrario, en invierno, el OR de la temperatura media del día de IA fue de  $1,816$ , es decir, en invierno una mayor temperatura se convierte en un factor protector de la IA. Para cabras Murciano-Granadinas, la mayor fertilidad se ha obtenido en IA realizadas en días incluidos en el mayor decil de temperatura media, máxima y mínima, por lo que parece que, como en el caso anterior, esta raza está bien adaptada a condiciones extremas de temperatura (Arrébola et al., 2016). Los resultados referentes al efecto de la T mínima sobre la fertilidad de nuestras ovejas son similares a los observados en la raza caprina Payoya (Arrébola et al., 2015), en la que la fertilidad en IA de primavera se vio afectada de manera muy significativa por altas temperaturas; especialmente la T mínima registrada el día de la IA tuvo un efecto significativo sobre la fertilidad ( $OR=1,264$ ) de modo que se encontraron diferencias significativas para este parámetro entre los dos grupos de inseminaciones planteados para esa variable. Así, en dichas cabras, el grupo de IA realizadas a temperaturas por debajo de la mediana de temperatura mínima mostró un 56% de fertilidad, frente al 62% del grupo de IA con T mínima por encima de la mediana. El OR alcanzado por las cabras Payoyas indica que un aumento de un grado de la T mínima del día de la IA incrementa la posibilidad de gestación en un 26,4%, cifra muy interesante y que junto a nuestras observaciones, podrían justificar el evitar días para inseminar en condiciones de bajas temperaturas en la zona donde estas razas se desenvuelven. Por último, en la raza caprina Florida, la T media y la T máxima fueron significativamente más elevadas el día de la IA de las cabras que quedaron gestantes frente a las vacías (Arrébola et al., 2016), y además, al calcular los valores en deciles de T, la proporción de cabras que quedó gestante fue superior en los deciles de mayores T media y máxima. La principal conclusión de este grupo de trabajos, realizados por el mismo grupo de autores, es que la posible predicción de la meteorología que ocurriría el día de la IA sería un factor que

mejoraría la fertilidad de los rebaños ovinos o caprinos. Sin embargo, la necesidad de utilizar tratamientos hormonales en estas especies que tienen una duración aproximada de dos semanas dificulta el obtener unas predicciones correctas. Además, en vista de los trabajos anteriores, se hace necesario estudiar de manera particular, para cada especie, raza, localización geográfica y mes de IA el posible efecto de la meteorología sobre la fertilidad.

## **CONCLUSIONES**

Una vez finalizado este trabajo fin de grado, y en las condiciones donde se realizó este trabajo, se puede concluir que:

- La fertilidad de ovejas de raza Rasa Aragonesa inseminadas en el mes de julio durante seis años fue diferente entre años, del mismo modo que fueron las condiciones meteorológicas en cada año considerado.
- Esta fertilidad tras la IA se ha visto incrementada de manera significativa cuando la T mínima fue más elevada y las ovejas experimentaron el día de la IA una diferencia de temperaturas entre la máxima y la mínima lo más baja posible.

## **CONCLUSIONS**

Under the conditions of this study, we can conclude:

- The fertility of Rasa Aragonesa sheep that were inseminated in July during six years were different between years, as the meteorological conditions were.
- Fertility after AI has been increased significantly when minimum T was higher and when the AI day had a low thermal amplitude.

## VALORACION PERSONAL

En materia de aprendizaje este trabajo fin de grado me ha permitido ampliar mis conocimientos en diferentes temas, como la fisiología reproductiva de la oveja, los distintos métodos y estrategias que se utilizan para su reproducción, conocer más en profundidad la raza Rasa Aragonesa, profundizar en distintos temas de bioestadística etc. Aunque realmente lo más interesante ha sido, después de seguir los diferentes pasos que hemos dado para la realización de este trabajo, poder determinar que según nuestros resultados la meteorología realmente sí que tiene un papel importante en relación con la fertilidad del ganado ovino. Tener un resultado favorable a la hipótesis con la que comenzamos este trabajo siendo que no sabíamos a ciencia cierta los resultados que íbamos a obtener, ha sido realmente gratificante. Numerosos estudios nos amparaban, pero cabía la posibilidad de que por alguna razón los resultaron no fueran los esperados.

El haber realizado el estudio con datos de la explotación ovina de mi familia, en la que hemos trabajado varias generaciones, también fue un aliciente. Además, mi intención es compaginar mi carrera como veterinaria con mi trabajo en la ganadería familiar, por tanto todos los conocimientos adquiridos en la realización de este trabajo me pueden servir para mejorar el manejo y la productividad de mi ganadería y hacerla más competitiva en un mundo en el que estas ganaderías en ocasiones cuesta que sean rentables.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abecia JA, Arrébola F, Macías A, Laviña A, González-Casquet O, Benítez F, Palacios C (2016) Temperature and rainfall are related to fertility rate after spring artificial insemination in small ruminants. *Int J Biometeorol* 60: 1603–1609
- Abecia JA, Forcada F (2010) Manejo reproductivo en ganado ovino. *Asís Veterinaria*.
- Abecia JA, Macías A, Palacios C, Laviña A (2015) Factores meteorológicos y de manejo que afectan a la fertilidad tras inseminación artificial en ganaderías ovinas pertenecientes a ANGRA. FIRCA (2015), Libro de Actas XI Congreso de la Federación Iberoamericana de Razas Criollas y Autóctonas. 258-260
- Abecia JA, Palacios C, Arrébola F (2015) La biometeorología en reproducción animal: Efecto sobre la fertilidad tras inseminación artificial en pequeños rumiantes. Libro de resúmenes IV Jornadas del Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón.
- Abecia JA, Palacios C, Arrébola F, Macías A, Laviña A (2016) Las variables meteorológicas y su relación con la fertilidad en ovinos y caprinos. *Feria nacional del campo*. 30-33
- Arrebola F, Abecia JA, Forcada F, Garcia A, Martín RA, Mesa O (2009) Effects of annual rainfall and farm on lamb production after treatment with melatonin implants in Merino sheep: A 4-year study. *N Z Vet J* 57 141-145
- Arrébola F, González-Casquet O, Benítez F, Palacios C, Abecia JA (2015) Efecto de la meteorología sobre la fertilidad tras inseminación artificial de cabras de raza Payoya en primavera. *AIDA XVI Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II*, 399-401.
- Arrébola F, Palacios C, Gil MJ, Abecia JA (2016) Management and meteorological factors affect fertility after artificial insemination in Murciano-Granadina goats. *Animal Production Science*. <http://dx.doi.org/10.1071/AN15176>
- Arrébola F, Sánchez M, Lopez MD, Rodriguez M, Pardo B, Palacios C, Abecia JA (2016) Effects of weather and management factors on fertility after artificial insemination in Florida goats: A ten-year study. *Small Ruminant Research*. Elsevier. 47-52
- Evans G, Maxwell WMC (1987) *Salamon's artificial insemination on sheep and goats*. Butterworths, Sydney.
- Folch J, Alabart JL, Echegoyen E, Martí JI, Sánchez P, Fantova E, Roche A (2016) Manejo reproductivo de la oveja Rasa Aragonesa. Preparación de las ovejas destinadas a la inseminación artificial <http://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/2222/1/prod03.pdf>

- Forcada F, Abecia JA, Sierra I (1992) Seasonal changes in oestrous activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Rumin Res* 8: 313–324.
- Martínez-Royo A, Jurado JJ, Smulders JP, Marti JI, Alabart JL, Roche A, Fantova E, Bodin L, Mulsant P, Serrano M, Folch, J, Calvo, JH (2008) A deletion in the bone morphogenetic protein15 gene causes sterility and increased prolificacy in Rasa Aragonesa sheep. *Anim Genet* 39: 294-297.
- Monteagudo LV, Ponz R, Tejedor MT, Laviña A, Sierra I (2009) A 17 bp deletion in the Bone Morphogenetic Protein 15 (BMP15) gene is associated to increased prolificacy in the Rasa Aragonesa sheep breed. *Anim Reprod Sci* 110: 139-146.
- Palacín I, Santolaria P, Fantova E, Blasco ME, Quintín-Casorrán FJ, Sevilla-Mur E, Yániz JL (2011) Efecto de la localización geográfica sobre los resultados de fertilidad en el programa de inseminación artificial de la Unión de Productores de Rasa Aragonesa (UPRA). AIDA XIV Jornadas sobre Producción Animal, Tomo I, 344-346.
- Palacín I, Yániz JL, Fantova E, Blasco ME, Quintín-Casorrán FJ, Sevilla-Mur E, Santolaria P (2012) Factors affecting fertility after cervical insemination with cooled semen in meat sheep. *Anim Reprod Sci* 132: 139–144.
- Palacios C, Abecia JA (2015) Meteorological variables affect fertility rate after intrauterine artificial insemination in sheep in a seasonal-dependent manner: a 7-year study. *Int J Biometeorol* 59: 585–592
- Santolaria P, Yániz J, Fantova E, Vicente-Fiel S, Palacín I (2014) Climate factors affecting fertility after cervical insemination during the first months of the breeding season in Rasa Aragonesa ewes. *Int J Biometeorol* 58: 1651-1655
- Taylor DB, Schneider DA, Brown WY, Price IR, Trotter MG, Lamb DW, Hinch GN (2011) GPS observation of shelter utilisation by Merino ewes. *Anim Prod Sci* 51: 724–737
- Tejedor MT, Monteagudo LV, Laviña A, Macías A (2016) Factores ambientales que influyen en el éxito de la inseminación artificial en la raza ovina Rasa Aragonesa. *Arch. Zootec.* 65 (251): 321-325.

#### **PAGINAS WEB CONSULTADAS**

Climate-data Santa Cilia <http://es.climate-data.org/location/98869/>

MAGRAMA razas de Ganado

[http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/autoctona-fomento/ovino/rasa-aragonesa/usuarios\\_sistema.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/autoctona-fomento/ovino/rasa-aragonesa/usuarios_sistema.aspx)

Santa Cilia Ayuntamiento

<http://www.santacilia.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.20/idmenu.1046/chk.c2793157771037d25f841ae0f76238be.html>

Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR)  
<http://eportal.magrama.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>