



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



Unión Europea

Fondo Europeo de  
Desarrollo Regional

## **PLAN ESPECÍFICO PARA TERUEL**

### **JORNADA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

**4 de mayo de 2011, Teruel – Edificio Banco de España**

**PROYECTO N°: PET2007-0004**

**ENTIDAD:**

**TITULO DEL PROYECTO: Optimización del peso al sacrificio y calidad de la carne de la raza  
Cartera**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: María del Mar Campo Arribas**

## RESUMEN

La raza Cartera es una raza catalogada en peligro de extinción, localizada en el Maestrazgo turolense. A pesar del importante papel que juega en aspectos de tipo socio económico y de mantenimiento del medio, se hace necesario estudiar la calidad del producto que ofertan los ganaderos, como aspecto clave en la supervivencia de dicha raza, preparándola para los retos de un próximo futuro.

Los **objetivos** iniciales de este trabajo fueron:

- Estudiar el peso óptimo de sacrificio en una raza ovina local aragonesa ubicada en Teruel, como es la raza Cartera, y su comparación, en cada peso, con otros productos ovinos ya consolidados.
- Una vez establecido el peso óptimo, estudiar la variabilidad existente entre distintas ganaderías que ofertan el mismo producto, pero a partir de sistemas productivos distintos.

Sin embargo, debido a la reducción presupuestaria, fue inviable cumplir el primero de los objetivos, comparar la raza Cartera a distintos pesos de sacrificio con otros productos existentes en el mercado, como son el lechal, el Ternasco de Aragón IGP o el merino. Por ello, y debido a la fuerte crisis que afecta actualmente al sector ovino y que provoca la desaparición progresiva de ganaderos, se ha centrado la investigación en el estudio de la variabilidad del producto que se oferta de raza Cartera, procedente de sistemas puramente intensivos o con presencia de la trashumancia en alguna de sus fases, característicos de la producción de esta raza, en comparación con un producto tradicional pero ya consolidado en Aragón, y en Teruel en particular, como es el Ternasco de Aragón IGP. Sobre estos animales, se planteó el estudio de la calidad de la canal y de la carne, **inédito** en esta raza, con especial hincapié en la aceptabilidad de la misma por parte del consumidor.

Con este objetivo, se han estudiado tres lotes de animales criados en cebadero correspondientes a tres tratamientos diferentes de los cuales, dos de ellos estuvieron compuestos por animales de raza Cartera procedentes de sistemas en los que las madres practican (extensivo) o no (intensivo) la trashumancia. El tercer lote fueron animales de la IGP Ternasco de Aragón. Todos los animales del mismo lote fueron sacrificados a la vez, pero en semanas diferentes para cada uno de los lotes:

- Intensivo: 15 animales
- Extensivo: 15 animales
- Ternasco de Aragón IGP: 15 animales

Los animales de Ternasco de Aragón (TA) IGP se obtuvieron directamente a través del Grupo Pastores, mientras que los animales de raza Cartera, en ambos casos, fueron sacrificados en el matadero que Cárnicas González poseía en Monreal del Campo (Teruel). Se eligieron machos a los que se les realizó controles de crecimiento hasta alcanzar los 23 kg de peso vivo, aproximadamente. Las canales se faenaron según la normativa establecida. A la 24 h tras el sacrificio, se transportaron al laboratorio de la Unidad de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, donde se obtuvo:

- Peso canal fría
- Morfología de la canal, por medio de medidas zoométricas.
- Conformación y engrasamiento de la canal por patrones fotográficos

- Extracción de la espalda izquierda, envasada y congelada hasta su disección posterior con el fin de obtener una aproximación de la composición tisular de la canal.
- Muestreo del músculo *longissimus dorsi* izquierdo y derecho, envasado al vacío y mantenido a 4º C hasta alcanzar 4 días de maduración para los análisis laboratoriales posteriores.
- Extracción de las dos piernas, envasado, conservación a 4º C hasta los 4 días de maduración y congelación para ser probadas por 30 familias turolenses en un test de consumidores en el hogar. Dichas familias cocinaron las piernas al horno de forma habitual cada familia y de la misma manera para todos los tratamientos. Se realizó un test para el cocinero y otro para cada uno de los comensales que participaron en el estudio.

Los análisis laboratoriales realizados han sido:

- pH tras 4 días de maduración
- Color del músculo por espectroreflectometría.
- Textura con un texturómetro INSTRON 4301 con la célula de Warner-Braztler.
- Perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular.
- Análisis sensorial mediante panel entrenado.
- Análisis de consumidores en sala. Las pruebas se realizaron en las instalaciones de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza,
- Análisis de consumidores en hogar. Un total de 30 familias turolenses, divididas entre la zona de Monreal del Campo y del Maestrazgo turolense (fundamentalmente en Fortanete), valoraron una pierna de cada uno de los tratamientos en tres semanas consecutivas.

A pesar de la intención de conseguir pesos homogéneos de sacrificio, los animales del sistema extensivo presentaron un mayor peso de canal fría que el resto de grupos, y una mayor variabilidad del peso, por lo que se han covariado el resto de medidas de la canal por dicho peso, para reducir las diferencias debidas al tamaño de los animales. Aunque no han aparecido diferencias en la longitud de la pierna entre los tipos estudiados, la longitud externa de la canal ha sido superior en los animales de raza Cartera del tipo extensivo que en el TA IGP y en los animales de raza Cartera de tipo intensivo. El tipo intensivo es el que ha mostrado la menor profundidad de tórax, perímetro de grupa y anchura de grupa, pero por el contrario, ha mostrado la mayor anchura de tórax. Estas diferencias entre los dos tipos de raza Cartera pueden mostrar la variabilidad existente en la raza debida al uso de sementales con características diferentes. Por otra parte, no se han observado diferencias significativas en el estado de engrasamiento ni en la conformación de las canales, muy semejantes a las del TA IGP, pudiendo calificarse como canales poco engrasadas y con poca conformación carnicera, típica de canales ligeras. Sin embargo, la raza Cartera mostró una mayor compacidad de la canal que el TA IGP, aunque éste tuviese una mayor compacidad de la pierna que el tipo extensivo debido a la menor longitud de la misma. La adaptación de las madres y sementales a la trashumancia en el tipo extensivo puede haber seleccionado animales más andadores y, por lo tanto, con mayor longitud de las extremidades que les permitan acceder al alimento y aguantar el ejercicio en campo abierto.

En cuanto a la composición tisular, los animales del tipo TA IGP son los que mayor porcentaje de músculo han presentado, diferentes de los animales de raza Cartera. Sin embargo, a pesar de no existir diferencias en el engrasamiento intermuscular ni preescapular, los animales del tipo extensivo son los que mayor porcentaje de grasa total han mostrado, debido a su mayor engrasamiento a nivel subcutáneo. Ese mayor

engrasamiento ha producido una menor importancia relativa del hueso en el tipo extensivo que en el intensivo.

En cuanto a las características instrumentales de la calidad de la carne, se observaron diferencias en el pH, mayor en las canales de TA IGP, aunque los valores fueron inferiores a 6.0, normales en la especie ovina, que es una de las que presenta menores problemas en esta variable por su baja susceptibilidad al estrés. Esta significación hallada pudo deberse a la influencia del matadero en el que se sacrificaron los animales, más pequeño y con un manejo más familiar e individualizado en el caso de los animales de raza Cartera. En cuanto al color, a pesar de no haber diferencias en la luminosidad ni en el índice de rojo de la carne, se observó un mayor índice de amarillo en el TA IGP, lo que se tradujo en un mayor tono y una mayor saturación del color que en los animales de raza Cartera. Estas diferencias se pueden originar por motivos raciales o por las diferentes materias primas que entran a formar parte de la dieta de los animales, puesto que los valores de los dos tipos de raza Cartera son muy similares y geográficamente, se encuentran muy distantes de Zaragoza capital, que es donde se sacrificó el TA IGP. En cuanto a los parámetros de textura, y a pesar que el TA IGP ha resultado claramente con valores más elevados, lo que implicaría una mayor dureza de la carne, no ha habido diferencias significativas debido a la variabilidad de los resultados.

No se han observado diferencias significativas en el porcentaje de grasa intramuscular, muy semejante en todos los tipos estudiados, en torno al 2.2 %. Esta escasez de significación era esperable debido a la homogeneidad en la edad y en el peso al sacrificio de todos los animales, puesto que un aumento en la edad y en el peso se traduciría en un aumento en la cantidad de grasa intramuscular, a igualdad de sistema productivo.

Sin embargo, en relación con la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular, sí se han observado diferencias en algunos ácidos grasos individuales. De especial relevancia es la mayor proporción de ácido palmítico (C16:0) observado en el TA IGP respecto a los otros dos grupos ( $p < 0.01$ ), que ha provocado una menor proporción de ácido oleico (C18:1 *n*-9;  $p < 0.001$ ), lo cual se ha traducido en una grasa más saturada (Tabla 6), especialmente diferente de los animales de raza Cartera en sistema intensivo, que son los que han mostrado una grasa más insaturada debido a los mayores niveles de ácido oleico observados. Los menores porcentajes de C18:1 en el TA IGP se han correspondido con el mayor porcentaje de ácido linoleico (C18:2 *n*-6). A pesar de las diferencias existentes en C18:2 *n*-6, con menores niveles en el grupo de Cartera extensivo, todos ellos son elevados y representativos de una alimentación basada en cereales. El grupo de Cartera de tipo extensivo ha mostrado niveles más elevados de ácido linoleico conjugado (CLA,  $p < 0.001$ ). Éste es un ácido con efectos beneficiosos para la salud humana, que se desarrolla sobre todo en animales rumiantes. Quizás el mayor peso de sacrificio de los animales de tipo extensivo haya influido en su mayor presencia, por tener el rumen más desarrollado. Las diferencias observadas en el conjunto de ácidos grasos *n*-3, donde el grupo intensivo ha tenido mayores porcentajes que los otros dos tipos estudiados, ha influido en la menor relación *n*-6/*n*-3 ( $p < 0.01$ ), índice relacionado positivamente con la prevención de enfermedades cardiovasculares. Todos los grupos estudiados tuvieron valores bajos próximos a 4, que es el límite superior recomendado, aunque el grupo de Cartera intensivo es el que mejor índice presentó.

A nivel sensorial, no se han observado diferencias significativas entre los tipos analizados en descriptores de olor. Sin embargo, los animales de raza Cartera en sistema extensivo han sido marcadamente más tiernos ( $p < 0.001$ ) y jugosos ( $p < 0.01$ ) y menos fibrosos ( $p < 0.001$ ) que el resto de animales estudiados. Aunque los animales del tipo intensivo tuvieron un mayor flavor a cordero, los del tipo extensivo tuvieron

mayor flavor a grasa, quizás debido a la influencia del aumento del peso en la percepción sensorial, aunque no hubo diferencias significativas en el engrasamiento intramuscular. Aunque a los panelistas les gustó más la carne de los animales de tipo extensivo, no existieron diferencias significativas con los otros tipos analizados.

Los resultados de la encuesta previa, que se realizó a los consumidores, muestran que la carne de ovino es consumida de forma habitual por la mayoría de ellos, puesto que el 61.7 % la consume, al menos, una vez a la semana. Esto se corresponde con el consumo medio por habitante en Aragón, que es de los mayores de España, en torno a los 6 kg/habitante/año. Aunque el 56.7% de los consumidores manifiesta que cocina habitualmente, sólo un 47.5% participa activamente en la compra de carne ovina, porcentaje muy similar al de mujeres participantes en la encuesta, que son las que mayoritariamente realizan la compra en los hogares. El 91.7% de los consumidores manifestó que no le gustaría que la raza estuviese identificada a la hora de comprar carne de cordero, y la gran mayoría (82.5%) no pagaría más por carne procedente de una raza que estuviese en peligro de extinción. Los consumidores le dan más importancia a la procedencia que al peligro de extinción, puesto que un 68.3 % sí pagaría más por carne procedente de Aragón, frente a un 29.2 % que no lo haría.

En cuanto a la preferencia de consumo, la mayoría de los consumidores (41.2%) prefieren los animales de 2-3 meses de edad, que coincide con el tipo mayoritario de consumo en Aragón. Un 22.6 % de consumidores mostraron sus preferencias por animales de menos de 1 mes de edad, lo que se correspondería con el consumo de animales lechales. Existe un 13% de consumidores que muestran preferencias por animales de más de 5 meses de edad, cuyo consumo es minoritario en España.

Sin embargo, se observa un desconocimiento de los sistemas de producción de ovino por parte de los consumidores. La mayoría (51.3%) prefiere el consumo de cordero alimentado con leche, mientras que un 33.3 % lo hace por el alimentado con hierba. Esto contradice la preferencia de consumo de un animal de 2-3 meses de edad, que en los sistemas más comunes nunca utilizan hierba y, además, los animales se destetan con un mes o mes y medio de edad, aproximadamente. A su vez, aunque el cereal sea una parte muy importante del pienso o del concentrado, que se pueden considerar sinónimos, existe una clara imagen negativa de los mismos, puesto que sólo un 10.3% de los consumidores prefieren el cordero alimentado con cereal, frente al 4.4% que lo hace con pienso y sólo un 1.7% que se decantaría por el concentrado.

Tras la encuesta, los consumidores zaragozanos valoraron la aceptabilidad de la carne en una cata a ciegas. Claramente se observa como los consumidores prefirieron la carne de animales de raza Cartera del tipo extensivo frente a los tipos intensivo o TA IGP ( $p < 0.001$ ), valoración que se repitió tanto en la aceptabilidad de la terneza como del sabor, aunque en todas ellas las puntuaciones hayan sido positivas y superiores a 4.5 (por encima del punto medio de la escala). Esta mayor aceptabilidad coincide con la mayor terneza y jugosidad mostradas por estos animales en la valoración por parte del panel entrenado.

Los consumidores en el hogar sí detectaron diferencias entre tratamientos para la mayoría de variables analizada, coincidiendo con las aceptabilidades observadas por los consumidores de Zaragoza, a pesar de que el tipo de cocinado y el corte empleado fuesen distintos, puesto que en Teruel se cocinó la pierna asada con aceite y sal, y en Zaragoza se usó el *Longissimus dorsi* sin ningún aditivo y al grill. Así, se observa una tendencia ( $p < 0.1$ ) a una mayor aceptabilidad del tipo extensivo frente a los otros dos tipos estudiados, aunque no hubo diferencias significativas en el sabor de las muestras, quizás porque los

aditivos empleados durante el cocinado lo hayan enmascarado. Coincidiendo con la valoración del panel entrenado, el tipo extensivo ha sido mejor valorado en terneza ( $p<0.01$ ) y en jugosidad ( $p<0.05$ ) que los otros dos tipos, siendo mejor puntuado en relación a otros asados, aunque las notas observadas han sido, en todo caso, positivas para los tres tipos analizados, y por encima de la nota media de la escala.

En las condiciones de este trabajo, y con el material animal y metodologías empleadas, se plantean las siguientes conclusiones:

- La raza Cartera presenta unas características de canal similares a las del TA IGP a igualdad de peso, aunque se observa una variabilidad en dichas características según la orientación productiva de la explotación, con mayores longitudes en los animales del sistema extensivo.
- Aunque la composición tisular de los animales ha sido similar, el tipo extensivo ha presentado mayor proporción de grasa debido a un mayor peso al sacrificio de los mismos.
- El TA IGP presenta una carne con mayor índice de amarillo, tono y saturación, quizás debidas a diferencias raciales o de las materias primas que entran a formar parte de la ración.
- Aunque los niveles de grasa intramuscular han sido muy similares en los tres tipos analizados, el TA IGP muestra una grasa más saturada, el tipo extensivo con mayor proporción de CLA y el tipo intensivo con una relación ácidos grasos  $n-6/n-3$  más baja.
- La carne del tipo extensivo ha resultado marcadamente más tierna y jugosa y con mayor flavor a grasa que los otros dos tipos.
- El presente estudio pone en evidencia la falta de información del consumidor sobre aspectos claves de la producción de carne de cordero, que se pueden malinterpretar a través de un marketing engañoso.
- En general, y aunque toda la carne ha sido valorada de forma positiva, los consumidores han preferido la carne de raza Cartera, sobre todo del tipo extensivo, a la del resto de tipos analizados, aunque existe un grupo importante de consumidores que es incapaz de detectar diferencias entre ningún tipo ovino analizado.
- Los datos obtenidos permiten concluir que la raza Cartera se explota en condiciones que garantizan la calidad del cordero que produce, el cual podría equipararse, al peso de sacrificio de ternasco, con el Ternasco de Aragón IGP.

	<p>MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN</p>	 <p>INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria</p>
<p>Cofinanciado con el:</p>  <p>FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL</p>		<p><b>Subdirección General de Prospectiva y Coordinación de Programas</b></p>

**“PLAN DE ACTUACIÓN ESPECÍFICO DE TERUEL”**

**ENTIDAD: CITA de Aragón**

<p><b>PROYECTO Nº: PET2007-05-C03- 01 (SUPROYECTO 1)</b></p> <p><b>TÍTULO DEL PROYECTO: “CARACTERIZACIÓN ZOTÉCNICA, GENÉTICA Y CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE LA POBLACIÓN BOVINA SERRANA DE TERUEL”</b></p>
--

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Albina Sanz Pascua	Contratada	CITA de Aragón
--------------------	------------	----------------

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

Pere Alberti	Funcionario	CITA de Aragón
Alberto Bernués Jal	Contratado indefinido	CITA de Aragón
Javier Álvarez Rodríguez	Becario	CITA de Aragón
Isabel Blasco	Contratada	CITA de Aragón
Ana M <sup>a</sup> Olaizola Tolosana	Funcionario	Facultad de Veterinaria de Zaragoza
Francisco Abril Galve	Funcionario	Diputación General de Aragón
Javier Marín Marco	Funcionario	Diputación General de Aragón

## RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES MÁS DESTACADAS DE LA INVESTIGACIÓN

La raza Serrana de Teruel constituye una variante de las razas bovinas que se desarrollaron en las serranías del Sistema Central. Tanto por su ubicación como por su sistema de explotación, puede considerarse representativa de la primitiva agrupación Serrana. Se trata de una población muy rústica y adaptada a las duras condiciones de montaña seca, utilizada tanto para la producción de carne y piel como para el trabajo rural. En la segunda mitad de siglo XX, la raza fue cruzada con otras más selectas, presentando una evolución censal claramente regresiva.

En el año 2000 se iniciaron las labores de caracterización y conservación con 60 individuos. El interés en su conservación se tradujo en la constitución de la Asociación de Ganaderos de Raza Serrana de Teruel (ASERNA), la creación de los núcleos de conservación *in situ* (por la Diputación Provincial de Teruel, en Cedrillas) y *ex situ* (por Diputación General de Aragón (CENSYRA, CTA), en Movera), y la consecución de un proyecto dentro del Plan específico para Teruel, financiado por el INIA. En este proyecto se ha desarrollado un programa de preservación de la raza, y paralelamente se ha llevado a cabo su caracterización zootécnica y genética, el estudio de su potencial productivo, así como un análisis prospectivo de la cadena de valor de la carne de Serrana de Teruel. Se resumen a continuación los resultados obtenidos en estos dos últimos objetivos señalados.

### OBJETIVO 3 DEL PROYECTO: Estudio de la calidad de la canal y de la carne de la Serrana de Teruel

Para evaluar la potencialidad productiva de la raza como base para la obtención de productos susceptibles de acogerse a distintivos de calidad diferenciados, se utilizaron 20 terneros machos de raza Serrana de Teruel, adquiridos a la Asociación de ganaderos ASERNA y trasladados al CITA de Aragón. Los terneros se sometieron a un cebo convencional con pienso y paja a voluntad desde su destete (4,7 meses, 148 kg PV) hasta alcanzar la edad objetivo al sacrificio, excepto entre los 15 y 20 meses de edad, en que añojos y cebones recibieron ensilado de cebada a voluntad y un suplemento de 3 kg concentrado/animal/día. Se estudió la calidad de la canal y de la carne de las categorías comerciales de ternero, añojo y cebón (según el R.D. 75/2009), con edades a sacrificio de 12, 22 y 22 meses, y PV de 470, 720 y 660 kg, respectivamente. La castración quirúrgica en los terneros destinados a la producción de cebón se realizó a los 9 meses de edad.

Se registró el peso semanal de los terneros, así como el espesor de la grasa dorsal medida mediante ultrasonidos (Aloka SSD-900, 7.5 MHz) sobre la 13ª costilla de los animales. Se tomaron muestras semanales de sangre para determinar los niveles de diversas hormonas y metabolitos. Tras el sacrificio, se registró el peso de las canales calientes. Tras 24 horas de oreo a 4°C, se realizó la clasificación subjetiva de las canales (Reglamento CEE 1026/91), registrando su grado de conformación (escala 1-18) y engrasamiento (escala 1-15). Se realizó el despiece de la media canal izquierda, y se determinó la composición comercial por el porcentaje de carne de las categorías extra, 1ª, 2ª y 3ª. A continuación, se estudió la composición tisular en porcentaje sobre la canal de carne comercializable, grasa de recorte y hueso. Se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* (5ª a 11ª costilla) para realizar el análisis instrumental de la carne. Se midió el pH en el músculo a la altura de la 10ª costilla y la dureza instrumental del músculo a tres tiempos de maduración (1, 7 y 14 días) en un aparato Instron con una sonda Warner-Bratzler. Las diferencias entre categorías se estudiaron mediante análisis de varianza.

El primer año de vida, la ganancia de peso de los terneros fue de 1.5 kg/día; el segundo año, fue superior en añojos que en cebones (1.1 vs. 0.9 kg/día), como consecuencia de la castración. Las canales de los animales enteros presentaron mayores valores en rendimiento y conformación, e inferior grado de engrasamiento que las procedentes del lote de cebones, confirmando que la castración favoreció la deposición de grasa intramuscular.

La grasa subcutánea de los terneros (12 m) fue más luminosa y blanca que la de añojos y cebones (22 m). En la evolución del color de la carne envasada en film permeable al oxígeno se apreció que la carne de añojos fue la más pálida, ya que tuvo menor croma y mayor claridad y tono que la carne de las otras categorías. La carne de añojo (22 m) fue roja, determinada por su menor claridad y menor tono, mientras que el cebón (22 m) presentó una carne con un color rojo más vivo debido a su mayor croma. Se deduce que su vida útil, envasada y cubierta en film, estaría entre 5 y 8 días. La dureza instrumental de la carne de ternero y añojo disminuyó con el tiempo de maduración, mientras que, sorprendentemente, la carne de cebón fue la menos dura en los tres tiempos estudiados (1, 7 y 14 d), y permaneció estable.

La valoración de la calidad sensorial de la carne de las tres categorías estudiadas se vio afectada por el tiempo de maduración (1, 7 y 14 d), ya que aumentaron significativamente las notas de terneza y aceptación global, y disminuyó la puntuación de fibrosidad, no afectando a las notas de olor o flavor de la carne. La carne de añojo fue la mejor valorada por su mayor terneza, jugosidad, aceptación global y menor fibrosidad. La carne de cebón fue la peor valorada por su menor terneza, jugosidad, aceptación global, mayor fibrosidad, olor a vacuno y a rancio. La carne de ternero presentó valores intermedios entre las dos carnes

anteriores. Cabe destacar que la valoración sensorial de los atributos ligados a la textura (terneza y fibrosidad) de estas carnes dio resultados totalmente dispares a los obtenidos en la valoración instrumental realizada con el equipo Instron. Quizá los pocos efectivos de la raza puedan estar condicionando de alguna manera los incoherentes resultados obtenidos y por ello, para confirmar los resultados, se evidencia la necesidad de seguir estudiando la calidad de la carne de esta raza.

De estos resultados se puede concluir que la raza Serrana de Teruel se encuadraría dentro del grupo de razas rústicas bovinas españolas. Esta raza produce una carne de color rojo, que envasada en film se conserva hasta los 8 días. Es una carne que necesita un tiempo de maduración largo, en torno a 14 días. Estos estudios abren alternativas de producción como el cebón, susceptibles de acogerse a distintivos de calidad diferenciada, que podrían suponer un incentivo para la explotación de la Serrana de Teruel frente a otras razas, lo que garantizaría su conservación a largo plazo.

#### **OBJETIVO 4 DEL PROYECTO: Prospección de la cadena de valor de la carne y el mercado actual**

Las producciones ganaderas en general, y la producción de vacuno de carne en particular, se encuentran sometidas en la actualidad a una compleja situación debida, entre otras razones, al incremento de los precios de las materias primas y de la energía. Así mismo, otros factores como la saturación de los mercados, la concentración de la distribución, el estancamiento del consumo, la demanda cada vez más fragmentada y menos consistente, entre otros, generan un entorno crecientemente competitivo para la producción de vacuno de carne. Desde una perspectiva empresarial, la diferenciación del producto mediante una marca de calidad constituye una de las estrategias básicas de marketing. Desde la perspectiva del consumidor, la presencia de una marca de calidad es una de las señales de calidad más importantes para evaluar la calidad de la carne en el momento de la compra. En este marco conceptual, se realizó un análisis prospectivo, según la opinión de expertos, de una nueva carne de vacuno con denominación de calidad, llamada "Serrana de Teruel".

Dado el reducido censo de animales y las condiciones de trabajo, la información utilizada se recogió mediante el método Delphi, un proceso sistemático e iterativo encaminado hacia la obtención de opiniones anónimas de un grupo de expertos. Se seleccionó un panel de 47 expertos del área geográfica de influencia de la raza (Teruel, Zaragoza y Valencia). Los expertos se agruparon en 4 tipos de operadores: 1. producción (ganaderos), 2. industria (mataderos, mayoristas y minoristas), 3. consumo (restaurantes, críticos de cocina y asociaciones de consumidores) y 4. administración.

Para medir las opiniones se utilizó una escala de Likert (de 1 totalmente en desacuerdo a 5 totalmente de acuerdo) y se realizaron dos rondas de cuestionarios, siendo 38 finalmente los expertos que respondieron en las dos rondas. Para el análisis de la información obtenida se calcularon indicadores estadísticos descriptivos como la mediana, la media ponderada según el grado de conocimiento manifestado por cada experto y la desviación típica.

El cuestionario utilizado recogía información sobre i) condicionantes del **sistema de producción**, ii) atributos de **calidad de la carne** de vacuno, iii) atributos de calidad de la carne valorados por los **consumidores**, y iv) mejores estrategias de **marketing**. De las opiniones del grupo de expertos se extraen como factores más importantes a tener en cuenta en la creación de un producto cárnico nuevo son i) el uso de pastos como factor de producción, ii) la maduración de la carne y la alimentación que recibe el animal, iii) la confianza en el carnicero, y iv) el establecimiento de una denominación de calidad como estrategia de marketing, respectivamente.

Sin embargo, uno de los problemas frecuentemente mencionados para explicar la falta de confianza de los consumidores en los productos cárnicos es la divergencia entre las distintas formas de entender la calidad entre diversos actores u operadores de la cadena, lo que conduce a fallos en la transmisión de información entre éstos y los consumidores. Este trabajo se centró también en describir diferencias significativas entre las opiniones de los diversos operadores, que se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, en cada una de las dos rondas del cuestionario.

Los diversos operadores han mostrado opiniones claramente diferentes en relación con la conveniencia de reducir los costes de **producción** mediante una mayor extensificación, considerado importante por productores y administración, pero menos por la restauración y el consumo, y sobre todo por los operadores de la industria. La dificultad de acceso de infraestructuras solo es percibida como importante por los productores. Como factores que influyen en la **calidad de la carne**, existen diferencias para el periodo de cebo y la conformación de la canal, siendo valorados como muy importantes por los productores, y en el caso de la conformación, poco importantes por los operadores de la industria. La castración de los animales está valorada por la administración, producción e industria, pero es poco importante para el consumo. Al contrario ocurre con el manejo de los animales en el matadero, sobre el que los consumidores muestran mayor preocupación. Las opiniones de los atributos más valorados por los **consumidores** difieren en el tema de la certificación de calidad, menos importante para la industria y la administración, y en la existencia de una alimentación animal sin transgénicos, más valorado por productores y sobre todo restauradores y

consumidores. Con respecto a las estrategias de **marketing** para hacer frente a los problemas del sector, la diferenciación mediante una marca de calidad es globalmente el factor más importante, sin embargo, no es así percibido por los operadores intermediarios de la cadena (mataderos, mayoristas y minoristas). Todos estos aspectos se deben tener en cuenta para mejorar la comunicación entre los diferentes eslabones de la cadena de valor de la carne.

## INFORMACIÓN GENERADA

- Albertí P., Ripoll G., Blasco I., Álvarez-Rodríguez J., Campo M. M., Kara S., Sanz A. (2011). Calidad de la carne de terneros, añojos y cebones de raza Serrana de Teruel. XIV Jornadas sobre producción animal AIDA (ISBN-). 3 págs.
- Albertí P., Sañudo C., Panea B., Ripoll G., Olleta J.L., Campo M.M., Joy M., Casasús I., Sanz A., Blanco M. (2010). Tipificación de las principales denominaciones de venta de carne de vacuno del mercado español. Eurocarne 184: 83-96.
- Bernués A., Olaizola A., Blasco I., Sanz A. (2011). Perspectivas de la carne de calidad diferenciada de vacuno "Serrana de Teruel": 2. Divergencias entre operadores. XIV Jornadas sobre producción animal AIDA (ISBN-). 3 págs.
- Bernués A., Olaizola A., Blasco I., Sanz A. (enviado). Perspectivas de la carne de calidad diferenciada de vacuno "Serrana de Teruel". ITEA INFORMACION TECNICA ECONOMICA AGRARIA.
- Olaizola A., Bernués A., Blasco I., Sanz A. (2011). A novel quality denomination for beef: strategies, limits and differences between stakeholders. Book of Abstracts No. 17 (2011), 62nd Annual Meeting of European Association for Animal Production. Stavanger, Norway. 29 August – 2 September 2011. Ed. Wageningen Academic Publishers.
- Olaizola A., Bernués A., Blasco I., Sanz A. (2011). Perspectivas de la carne de calidad diferenciada de vacuno "Serrana de Teruel": 1. Estrategias y condicionantes. XIV Jornadas sobre producción animal AIDA (ISBN-). 3 págs.
- Sanz A. (2009). Caracterización, conservación y mejora de razas aragonesas de ganado. Portal de internet "Aragón Investiga" (<http://www.aragoninvestiga.org/investigacion/temas.asp>).
- Sanz A. (2009). Conservación, mejora y estudio del ganado aragonés. El Periódico de Aragón (I+DEAR, Suplemento de divulgación científica, tecnológica y de investigación). 2 de abril de 2009.
- Sanz A. (2009). La labor del Gobierno de Aragón en la caracterización, conservación y mejora de razas aragonesas de ganado. Europa Agraria 111 (Abril 2009): 40-41.
- Sanz A., Albertí P., Blasco I., Ripoll G., Álvarez-Rodríguez J. (2011). The effect of castration at 10 months of age on growth physiology of Serrana de Teruel cattle breed. Book of Abstracts No. 17 (2011), 62nd Annual Meeting of European Association for Animal Production. Stavanger, Norway. 29 August – 2 September 2011. Ed. Wageningen Academic Publishers.
- Sanz A., Albertí P., Blasco I., Ripoll G., Álvarez-Rodríguez J., Bernués A., Olaizola A., Zaragoza P., Rodellar C., Sanz A., Martín-Burriel I., Picot A., Congost s., Abril F., Vigil E., (2010). Beef quality differentiation in the framework of Serrana de Teruel endangered breed conservation programme. Book of Abstracts No. 16 (2010), 61th Annual Meeting of European Association for Animal Production. Heraklion, Greece, 23-27 August 2010. Ed. Wageningen Academic Publishers, 104.
- Sanz A., Casasús I., Calvo J. H., Alabart J. L., Joy M., Vijil E. (2009). Caracterización, conservación y mejora de razas aragonesas de ganado. Surcos de Aragón 113: 25-29.
- Sanz A., Ripoll G., Blasco I., Álvarez-Rodríguez J., Albertí P. (2011). Potencial productivo de la raza bovina Serrana de Teruel. Resultados preliminares. Archivos de Zootecnia 60: 4 págs.
- Sanz A., Ripoll G., Blasco I., Álvarez-Rodríguez J., Albertí P. (2011). Rendimiento comercial de las categorías ternero, añojo y cebón de la raza bovina Serrana de Teruel. XIV Jornadas sobre producción animal AIDA (ISBN-). 3 págs.
- Sanz A., Ripoll G., Blasco I., Álvarez-Rodríguez J., Kara S., Albertí P. (2010). Potencialidad productiva de la Serrana de Teruel, raza bovina en peligro de extinción. VII Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales. Ponencias, Comunicaciones. P. 60.

## Difusión a través de Jornadas técnicas, seminarios, ferias, medios de comunicación, etc.

- Abril F. (2008). "Presente y futuro de la raza Serrana de Teruel". Jornadas provinciales de Razas Autóctonas de Aragón. Feria de Mosqueruela, 7/09/2009.
- Marín J. (2008). ASERNA y la raza Serrana de Teruel. Jornadas sobre razas autóctonas, Facultad de veterinaria de Zaragoza.
- Novella J.A. (2008). La raza Serrana de Teruel. Encuentro de asociaciones de razas autóctonas aragonesas. Feria de Sariñena. 19-21/09/2008.
- Sanz A. (2009). Jornada Técnica de la Asociación de Ganaderos ASERNA "Caracterización zootécnica, genética y calidad de la canal y de la carne de la población bovina Serrana de Teruel". Presentación de los resultados obtenidos en el proyecto INIA PET2007-05-C3. Cedrillas (Teruel), 22 Septiembre 2009.
- Sanz A. (2010). Presentación de actividades emprendidas con la vaca Serrana de Teruel. Ponencia de la Feria de Cedrillas (Teruel), 3 Octubre 2010.
- Degustación de 1.500 pinchos de carne de la raza bovina Serrana de Teruel, en el marco de la fiesta de las Bodas de Isabel de Segura, Teruel, 20 Febrero 2010.
- Visita a la explotación de raza Serrana de Teruel y Degustación de carne, para los diputados de la Comisión de Desarrollo Rural y portavoces de la Diputación Provincial de Teruel, Asociación de ganaderos de la raza (ASERNA) y medios de comunicación (TV y prensa), Finca de El Rebollar, Cedrillas (Teruel), 25 Febrero 2010.
- ASERNA participa de forma habitual con EXPOSICIÓN de animales en las ferias de Castellote, Mosqueruela, Sariñena, Cantavieja, Orihuela del Tremedal, Cedrillas, Mora de Rubielos, FIMA (Zaragoza), etc.
- El proyecto PET2007-05-C03-01 se ha difundido en **prensa** (ABC (Suplemento ZHT), Europa Agraria, Heraldo de Aragón (Tercer Milenio), El Periódico de Aragón (I+DEAR) El Periódico de Teruel, Gastro Aragón, etc.), internet (Europa Press, Cuniticias, Eurocarne, Qué.es, wikio.es, etc.), **radio** (Radio Nacional de España, Cadena SER, Aragón Radio, etc.) y **televisión** ("Tempero" de Aragón TV\_27/09/2010, Informativos de Aragón TV 2009, 2010, etc.).

	<p>MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN</p>	 <p>Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria</p>
<p>Cofinanciado con el:</p> 		<p><b>Subdirección General de Prospectiva y Coordinación de Programas</b></p>

**“PLAN DE ACTUACIÓN ESPECÍFICO DE TERUEL”**

**ENTIDAD: CENTRO DE TRANSFERENCIA AGROALIMENTARIA. DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN**

**PROYECTO Nº: PET2007-05-C03-02 (SUBPROYECTO 2)**

**TÍTULO DEL PROYECTO: “CARACTERIZACIÓN ZOOTÉCNICA, GENÉTICA Y CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE LA POBLACIÓN BOVINA SERRANA DE TERUEL”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

EDUARDO VIJIL MAESO

**EQUIPO PARTICIPANTE:**

SALVADOR CONGOST

MERCEDES HERNÁNDEZ

ANA I. PICOT

FRANCISCO J. QUINTÍN

EDIVIA SEVILLA

## **RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SUBPROYECTO 2: ESTUDIO POBLACIONAL Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y ZOOMÉTRICA DE LA RAZA SERRANA DE TERUEL**

### **OBJETIVO 1 DEL PROYECTO: Descripción y análisis de la población bovina Serrana de Teruel, considerando su estructura poblacional**

Se han recopilado los datos, hasta el 30-VI-09, de los 207 animales (172 hembras y 35 machos) que en mayor grado responden al estándar racial provisional establecido para la raza y que se mantienen en las explotaciones de ASERNA y el núcleo ex situ del ATPSyRA. Para el estudio de los animales in situ se han utilizado los datos contenidos en la base de datos RIIA, contrastados con los contenidos en los Libros de Explotación respectivos; los datos correspondientes a los animales mantenidos ex situ proceden de las fichas individualizadas respectivas, recopiladas en la base de datos SERRANA establecida al efecto.

En los animales mantenidos ex situ, se han determinado para las vacas y terneros los pesos corporales al parto y a los 30 y 60 días posteriores mediante una balanza electrónica. La cantidad de leche producida en los 30 y 60 días post-parto se ha calculado por el método de doble pesada y los porcentajes de grasa y proteína con un analizador automático. Los cálculos estadísticos se han realizado con el paquete Stat-View.

Del total de las 172 hembras estudiadas, el 80,25% tiene una edad inferior a 6 años (por el contrario, sólo el 4,83% supera los 15), porcentaje que se eleva al 98,00% en el caso de los machos y ello como consecuencia de la exigencia contenida en el plan de conservación de mantener a todos los sujetos que presenten las características fanerópticas y morfoestructurales de la raza y sin alteraciones genéticas que impidan o dificulten su reproducción, hasta alcanzar un mínimo de 2 partos, en el caso de las hembras, y 2 años en el caso de los machos, para garantizar la obtención de dosis seminales con destino al Banco de Germoplasma, todo ello para asegurar:

- el mantenimiento de la raza y del suficiente número de reproductores como para aplicar criterios estrictos de selección morfoestructural sobre su descendencia destinada a la reposición.
- el disponer del número suficiente de reproductores como para evitar un nivel de consanguinidad que pudiera comprometer la supervivencia de la raza.

En consonancia con la distribución etaria, el 60,43% de las hembras son nulíparas, frente al 11,05% de las mismas que tienen el carácter de primíparas y el 28,48% de multigestas, siendo pertinente señalar que sólo 8 (4,66%) de los animales estudiados tienen documentados 6 o más partos.

El primer alumbramiento se produce a los  $33,04 \pm 9,19$  meses. Ulteriormente, el intervalo entre los sucesivos partos se sitúa en  $14,84 \pm 5,02$  meses, sin variaciones significativas entre los órdenes respectivos ni entre los 2 núcleos poblacionales existentes.

En lo que concierne a la distribución de los partos a lo largo del año, los animales in situ presentan una irregular distribución, con una significativa concentración en primavera (56,71%) y con un mínimo en otoño (8,54%). Por el contrario, en los animales mantenidos ex situ, la distribución es mucho más regular, con valores similares en primavera, verano e invierno (33,33%, 30,95% y 28,57%, respectivamente), aún cuando también es en otoño cuando menor número de ellos se constata (7,14%). Esa misma disparidad se mantiene cuando se considera la distribución mensual, con máximos –para los animales in situ- en Mayo (29,88%) y Febrero-Marzo (35,72% -para los animales mantenidos ex situ-).

En los machos (n = 9), la circunferencia escrotal experimenta un rápido crecimiento pasando de los 20,00 ± 1,78 cm a los 6 meses de edad a los 39,01 ± 2,17 cm a los 36 meses y estableciendo una correlación significativa (p < 0,05) tanto con la edad (r = 0,79) como con el peso vivo de los animales (r = 0,83). La edad media de obtención de eyaculados aptos para la elaboración de dosis seminales es de 20,40 ± 3,28 meses. Las características medias de los eyaculados obtenidos (n = 90) se sitúan en:

	Volumen	Concentración	% formas anormales	% espermatozoides vivos
Media	5,28	882,00	9,80	85,00
DS	0,90	20,94	1,64	3,32

En los animales mantenidos ex situ, el peso medio al nacimiento (n = 42) se sitúa en 37,90 ± 4,64 kg, sin variaciones significativas en relación con el sexo de los nacidos (♂ = 38,22 ± 4,91; ♀ = 37,81 ± 4,72). Los pesos de las vacas y de los terneros, alimentados éstos exclusivamente con leche materna hasta los 60 días post-parto, evolucionan sin que se constaten diferencias significativas en función del sexo de los terneros cuyo peso, en los tres períodos estudiados, establece una correlación significativa (p<0,05) con el peso (r = 0,83), el número de parto (r = 0,79) y la edad (r = 0,74) de la madre. Los crecimientos reseñados para los terneros, implican una GMD global con valores que oscilan de 0,738 a 0,762 kgrs sin que, tampoco en este caso, se establezcan diferencias significativas en función del sexo de los animales ni del período considerado.

## **OBJETIVO 2 DEL PROYECTO: Caracterización de la población desde el punto de vista faneróptico, morfológico y morfoestructural**

Los animales sometidos, por apreciación visual, al estudio de los atributos y variables fanerópticas (35 en total) recomendados para la confección de los estándares raciales han sido 59 (55♀ + 4 ♂) adultos (> 36 meses de edad), pertenecientes tanto a las ganaderías de ASERNA como al núcleo que se mantiene en el ATPSyRA y considerados por la Asociación de Criadores como netamente representativos de la raza. En paralelo, sobre un total de 65♀, se han realizado un total de 15 medidas y se han calculado un total de 11 índices/relaciones zoométricas, con el fin de determinar tanto la homogeneidad (a través de los coeficientes de variación que presentan) como el grado de armonía (a partir de la matriz de coeficientes de correlación entre las medidas constatadas) de los animales estudiados. En concreto, las medidas obtenidas son: Alzadas a la cruz (ALC), a la grupa (ALG) y al hueco subesternal (AHS); Diámetros longitudinal (DL), bicostal (DB) y dorso-esternal (DE); Anchuras de la cabeza (AC), de hombros (AH) y de la grupa (AG); Longitudes de la cabeza (LC), de la cara (LCA), del cráneo (LCR) y de la grupa (LG); Perímetros torácico (PT) y de la caña (PC). A partir de las mismas, los índices calculados son: corporal (IC), de proporcionalidad (IP), pectoral (IPC), torácico (IT), dátilo-torácico (ID-T), de desarrollo torácico (DT), cefálico (ICF) y pelviano (IPV) y las relaciones corporal (RC), ALC/AHS y LC/LCA.

I. Caracterización faneróptica y morfológica. Atendiendo a las frecuencias más altas constatadas en las distintas variables observadas, la descripción de la raza se resume en: **perfil** recto; **cuernos** en gancho, de sección circular y de tamaño mediano-grande, ortoceros, de pala blanca y pitones negros; **orejas** grandes, horizontales con pilosidad interna abundante; **cuello** de mediana longitud; **papada** continua; **vientre** y **línea dorsolumbar** rectos; **grupa** ligeramente inclinada; **nalga** recta; **cola** que supera las corvas, de **borla** grande; **capa**

mayoritariamente castaña, con **listón y orla blanca**. En todos los casos, se constata una alta correlación ( $p < 0,05$ ) entre el color de la capa y la del pitón ( $r = 0,707$ ), la pigmentación de las mucosas ( $r = 0,691$ ) y la presencia de ojo de perdiz ( $r = 0,520$ ). A su vez, la coloración del pitón se relaciona significativamente con la pigmentación de las mucosas ( $r = 0,726$ ) y de las pezuñas ( $r = 0,588$ ).

II. Caracterización morfoestructural. De las medidas e índices corporales obtenidos se infiere, y a la vista del valor del IP (113,00), que se trata de animales sublongilíneos, relativamente cerca de tierra (ALC/AHS = 2,17), de gran desarrollo torácico (DT = 139,28), definido más por su profundidad que por su anchura (IT = 65,00), con una tendencia netamente ascendente hacia la grupa de la línea dorso-lumbar, consecuencia de una alzada a la grupa superior a la de la cruz (134,00 vs 129,00).

III. Armonía del modelo morfoestructural. Los coeficientes de correlación de Pearson que presentan las distintas variables estudiadas y que, en su conjunto, arrojan un grado de armonía medio-alto (64,84% de los coeficientes significativos,  $p < 0,05$ ), reforzado por el carácter positivo de las correlaciones establecidas, salvo en lo que respecta a las longitudes de cara y cráneo, que resultan contrapuestas. Especial interés reviste el alto número ( $\geq 9$ ) de correlaciones significativas con el resto de las variables que alcanzan valores tan definitorios como son ALC, ALG, DL, DE, DB, LC, AG, LG y PT.

#### **PUBLICACIONES:**

- Vijil E., Hernández M., Pastor F., Picot A., Quintín F.J., Sevilla E., Abril F., Sanz A. (2009). La raza bovina Serrana de Teruel: caracterización faneróptica, morfológica y morfoestructural. Archivos de zootecnia 58 Supl.1: 517-520.
- Vijil E., Pastor F., Hernández M., Picot A., Quintín F.J., Sevilla E., Sanz A., Abril F. (2008). La raza bovina Serrana de Teruel: caracterización faneróptica, morfológica y morfoestructural. VI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais (SPREGA-SERGA 2008), Lisboa (Portugal), 18-20/09/2008. Pág. 38.
- Vijil E., Picot A., Hernández M., Pastor F., Quintín F.J., Sevilla E., Abril F., Sanz A. (2009). La raza bovina Serrana de Teruel: estructura poblacional, características reproductivas y maternas. Archivos de zootecnia 58 Supl.1: 509-512.
- Vijil E., Picot A., Hernández M., Pastor F., Quintín F.J., Sevilla E., Sanz A., Abril F. (2008). La raza bovina Serrana de Teruel: estructura poblacional, características reproductivas y maternas. VI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais (SPREGA-SERGA 2008), Lisboa (Portugal), 18-20/09/2008. Pág. 29.

**PRESENTACIÓN DE LA RAZA.** Se han exhibido ejemplares de la raza, con el fin de darla a conocer entre los ganaderos en las Ferias de Ganado celebradas en:

- Castellote
- Mosqueruela
- Orihuela del Tremedal
- Sariñena
- Cedrillas
- Salamanca
- Zaragoza (FIMA)

**ELABORACIÓN DEL ESTÁNDAR RACIAL Y DE LA REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA DEL LIBRO GENEALÓGICO.** En colaboración directa con la Asociación de Ganaderos de la raza (ASERNA) se ha elaborado y remitido al Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón, para su publicación oficial, el estándar racial y la reglamentación específica del Libro Genealógico de la raza que, en los momentos actuales, se encuentra sometido a información pública.

	<p>MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN</p>	 <p>Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria</p>
<p>Cofinanciado con el:</p> 		<p><i>Subdirección General de Prospectiva y Coordinación de Programas</i></p>

**“PLAN DE ACTUACIÓN ESPECÍFICO DE TERUEL”**

**ENTIDAD: UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

**PROYECTO Nº: PET2007-05-C03- 03 (SUBPROYECTO 3)**

**TÍTULO DEL PROYECTO: “CARACTERIZACIÓN ZOOTÉCNICA, GENÉTICA Y CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE LA POBLACIÓN BOVINA SERRANA DE TERUEL”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Pilar Zaragoza Fernández

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

Clementina Rodellar Penella

Rosario Osta Pinzolas

Inmaculada Martín-Burriel

Arianne Sanz Fernández

## **OBJETIVO 5 DEL PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GENÉTICA**

La raza Serrana de Teruel se incluye en la actualización del Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España mediante la orden APA/3628/2007, de 5 de diciembre de 2007.

La raza Serrana de Teruel procede del *Bos Taurus Primigenius*, de perfil recto o subcóncavo en frontal y supranasales, siendo animales de formas recogidas, brevilíneas o acortadas.

Destaca por su rusticidad, adaptándose a un medio difícil, aprovechando escasos recursos pastables en zonas de dura climatología, siendo en el pasado un aporte esencial para las labores agrícolas del campo aragonés, fundamentalmente en las Sierras de Teruel.

Su relativamente baja productividad ha motivado la incorporación de razas más seleccionadas y eficientes, que han conducido a la realización de cruzamientos sin control poniendo en peligro la pureza de la raza. Consecuencia de dichos cruzamientos es que el censo de animales considerados con mayor grado de pureza es muy escaso lo que podría derivar en un plazo corto de tiempo en un aumento de la consanguinidad de dichos animales.

En este momento no existe información acerca de la variabilidad genética de la raza por lo que en el presente Proyecto nos propusimos contribuir al mantenimiento de la raza tratando de caracterizar genéticamente la raza Serrana de Teruel y estableciendo sus relaciones filogenéticas con poblaciones del mismo tronco, así como con otras razas explotadas en España.

### **OBJETIVOS PLANTEADOS**

Los objetivos que nos planteamos alcanzar con el desarrollo del presente Proyecto fueron:

Objetivo 1. Caracterización genética de las distintas poblaciones de Serrana de Teruel

Objetivo 2. Diferenciación genética de la población Serrana de Teruel a diferentes niveles:

- a.- Entre diferentes poblaciones de Serrana de Teruel
- b.- Entre la población Serrana de Teruel y las razas Serrana Negra, Avileña-Negra Ibérica, Pajuna y Albera.
- c.- Entre las razas del Apartado b) y otras razas del territorio español

### **ACTIVIDADES REALIZADAS**

Se han analizado en todas las muestras un total de 30 microsatélites estandarizados internacionalmente:

- 142 muestras de raza Serrana de Teruel de dos orígenes diferentes.
- 222 animales pertenecientes a cuatro razas Avileña-Negra Ibérica (40), Serrana Negra (52), Pajuna (50) y Albera (80).

Se ha estudiado la variabilidad genética y caracterizado genéticamente las diferentes razas incluidas en el Proyecto.

Se ha comparado la raza Serrana de Teruel con las razas Avileña-Negra Ibérica, Serrana Negra, Pajuna y Albera.

Se ha comparado la raza Serrana de Teruel con diferentes razas españolas: Betizu, Parda de Montaña, Bruna de los Pirineos, Mallorquina, Menorquina, Casta Navarra, Toro de lidia Pirenaica y Monchina.

Se ha construido por primera vez el Banco de DNA de la raza Serrana de Teruel conservando cada una de las muestras en el Banco de DNA de LAGENBIO para posibles futuros estudios.

### **PRINCIPALES LOGROS ALCANZADOS**

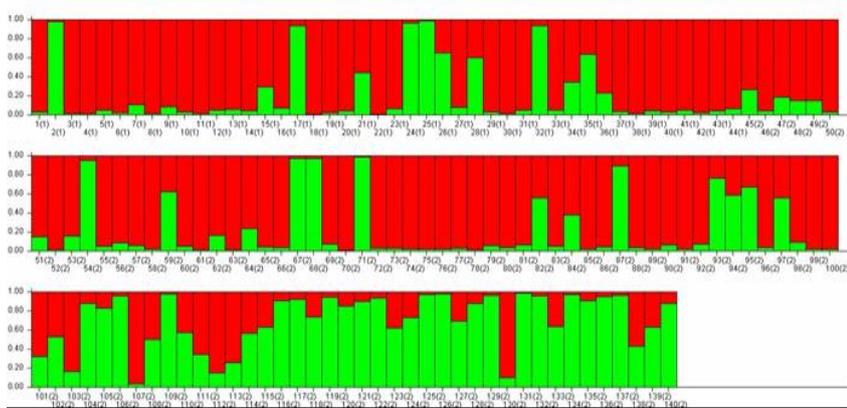
Los estudios de diversidad genética nos indican la riqueza genética de esta población, diversidad a la que han podido contribuir los cruces conocidos de este bovino con otras poblaciones a lo largo de su historia.

En principio no se observa consanguinidad, si bien el porcentaje de loci en desequilibrio podría ser consecuencia de una subdivisión en poblaciones.

En todas las poblaciones estudiadas se aprecia una elevada variabilidad con valores altos de heterocigosidades.

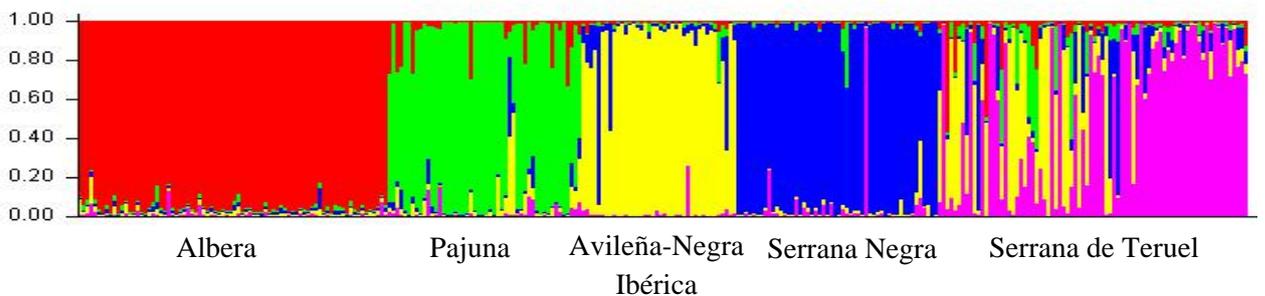
Población	Nº Individuos	H <sub>F</sub> (SD)	H <sub>O</sub> (SD)	No Alelos(SD)	Nº loci en desequilibrio.
Albera	80	0,657(0,032)	0,623(0,014)	5,73(1,91)	5
Pajuna	50	0,703(0,021)	0,675(0,013)	6,86(2,22)	6
Avileña-Negra Ibérica	40	0,708(0,022)	0,658(0,014)	6,07(2,17)	4
Serrana Negra	52	0,642(0,029)	0,631(0,013)	5,03(1,40)	1
Serrana Teruel	80	0,685(0,024)	0,674(0,01)	6,79(2,18)	4

La posible subdivisión en poblaciones se ha analizado mediante el programa STRUCTURE. Se ha obtenido que el valor más probable de K, o subpoblaciones dentro de la población Serrana de Teruel es de 2. Se observa una diferencia importante entre dos grupos de animales. El Grupo 1 (en rojo), más numeroso, tiene una procedencia variada, mientras que los animales de la Subpoblación 2 (en verde) son los provenientes del Censyra de Zaragoza.

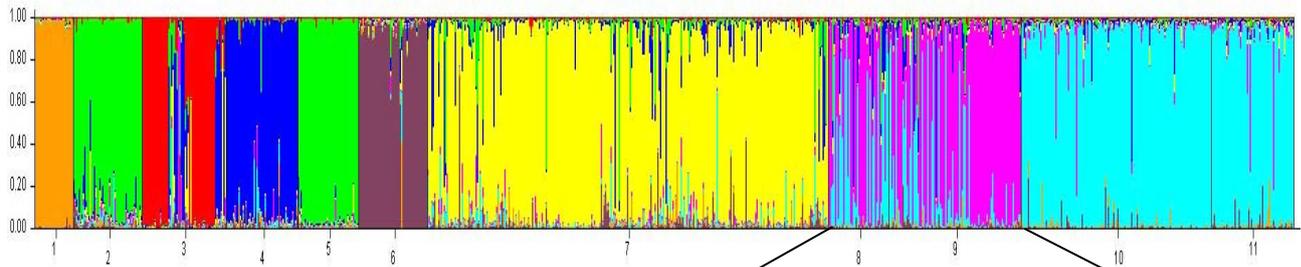


Se analizó la estructura de las poblaciones estudiadas utilizando el programa STRUCTURE, mencionado anteriormente, utilizando el modelo de mezcla de poblaciones con frecuencias alélicas correlacionadas entre poblaciones. Para cada K se realizaron 10 repeticiones utilizando un período de quemado de 10000 repeticiones y otras 100000 repeticiones en el método MCMC (Monte Carlo de cadenas de Markov) antes de recopilar resultados.

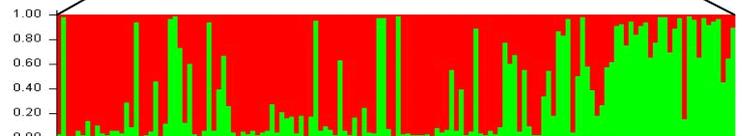
Para K5, si bien cada población aparece en un cluster separado, la Serrana de Teruel sigue mostrando un elevado mestizaje con Avileña mayoritariamente, aunque también algunos individuos con Serrana Negra o alguno con Pajuna.



Cuando se ha analizado la raza Serrana de Teruel (Subpoblaciones 8 y 9) comparada con otras 9 razas bovinas españolas, se observa la gran heterogeneidad de individuos de ésta población (Figura siguiente). Detectándose claramente lo ya comentado, 2 subpoblaciones con una mayor homogeneidad en la segunda de ellas.



1. Mallorquina
2. Casta Navarra
3. Betizu
4. Pirenaica
5. Toro de Lidia
6. Menorquina
7. Monchina
- 8 y 9. Serrana de Teruel
10. Parda de Montaña
11. Bruna de los Pirineos



**Serrana de Teruel**

Tanto el análisis de estructura como el estudio de distancias genéticas con estas razas mostró cercanía genética entre la población Serrana de Teruel y poblaciones de montaña. Los resultados obtenidos coinciden con los datos históricos de esta población, poniéndose de manifiesto la posible influencia de razas de montaña (como la Parda de Montaña) en la población actual Serrana de Teruel. En cualquier caso, cabe destacar que la población Serrana de Teruel se diferencia genéticamente del resto de las razas incluidas en el estudio.

## INFORMACIÓN GENERADA

- Avellanet R., Martín-Burriel I., Sanz A. Rodellar C., Osta R., Pons A., Pulgserver G., Seguí R., Alabart J.L., Folch J., Sanz A., Crespo M.J., Arquello S., Chomón N., Reta M., Zaragoza P. (2008). Biodiversity studies of ruminant Mediterranean species through DNA molecular markers. *Options Méditerranéennes* 78: 65-70
- Martín-Burriel I., Rodellar C., Lenstra J.A., Sanz A., Osta R., Reta M., de Argüello S., Sanz A., Zaragoza P. (2007). Genetic diversity and relationships of endangered Spanish cattle breeds. *Journal of Heredity* 98: 687-691.
- Martín-Burriel, I, Rodellar C, Cañon J, Cortés O., Dunner S, Landil V, Martínez A, Gama LT, Ginja C, Penedo MCT, Sanz A, Zaragoza P, Delgado JV. (2011). Genetic diversity, structure and breed relationships in Iberian cattle. *Journal of Animal Sciences* 89: 893-906.
- Sanz A., Cons C., Martín-Burriel I., Rodellar C., Osta R., Macarulla J.M, Sanz A., Zaragoza P. (2008). Caracterización genética de poblaciones bovinas de Parda de Montaña, comparación con otras razas bovinas autóctonas españolas. VI Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales (SPREGA-SERGA 2008), Publicación: Actas del congreso (Resumo das comunicações), 76.
- Sanz A., de Blas I., Zaragoza P., Martín-Burriel I., Casasús I., Sanz A., Revilla R., Rodellar C. (2008). Molecular markers as guarantee of bovine meat traceability. *Options Méditerranéennes* 78: 319-323.
- Sanz A., Martín-Burriel I., Rodellar C., Osta R., Sanz A., Abril F., Zaragoza P. (2007). Caracterización genética de la población bovina Serrana Negra de Teruel. *Archivos de Zootecnia*. 56 (Sup. 1): 461-465.
- Sanz A., Martín-Burriel I., Rodellar C., Osta R., Sanz A., Abril F., Zaragoza P. (2007). Caracterización genética de la población bovina Serrana Negra de Teruel. *Archivos de Zootecnia* 56 (Sup. 1): 461-465.
- Sanz A., Martín-Burriel I., Rodellar C., Osta R., Sanz A., Abril P., Zaragoza P. (2006). Caracterización genética de la población bovina Serrana Negra de Teruel en peligro de extinción. V Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales; III Reunión de la Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais (Reunión SERGA-SPREGA/IGA); Annual Meeting of the International Goat Association. La Palma (Islas Canarias, España), 4-7/10/2006. Libro de Resúmenes del Congreso, 88-89.
- Sanz, A., Rodellar, C.; Martín-Burriel, I.; Sanz, A.; Cons, C.; Abril, F.; Azor, P.J.; Piedrafita, J.; Vijil, E.; Zaragoza, P. (2010). Estructura y relaciones genéticas de la raza bovina Serrana de Teruel con razas explotadas en España. (Poster). VII Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales. Ponencias, Comunicaciones. P. 87.
- Sanz, A; Rodellar, C; Martín-Burriel, I; Sanz, A; Cons, C; Abril, F; Azor, P.J; Piedrafita, J; Vijil, E. y Zaragoza, P. (2011). Estructura y relaciones genéticas de la raza bovina Serrana de Teruel con razas explotadas en España. *Archivos de Zootecnia* 60(3).

**PROYECTO PET2007-0006-C03-01**

**TITULO DEL PROYECTO:** Diversificación de producciones como alternativa de sostenibilidad de las explotaciones de raza La Ojinegra de Teruel

**ENTIDAD:** CITA

**EQUIPO PARTICIPANTE:**

**Investigador principal:** Margalida Joy Torrens

**Personal investigador:** Begoña Panea Doblado, Alberto Bernués Jal, Isabel Casasús Pueyo, Azucena Gracia Royo.

**Becario:** Raimon Ripoll Bosch y Gabriela Zeballos

**Contratados:** Isabel Blasco (control producción), Guillermo Ripoll (calidad canal y carne), Tiziana de Magistris (consumidores)

## INTRODUCCION

El proyecto se inició como respuesta a la inquietud de los ganaderos por buscar una vía de conservar y mejorar la raza adaptada al territorio. A ello va ligado la búsqueda de unas características diferenciales de sus productos, concurriendo en los mercados mediante mecanismos diversos que aseguren al consumidor una “calidad diferenciada” capaz de ser reconocida y valorada. Este camino implica conocer la raza, su entorno y encontrar aquellos sistemas de producción que mejor los potencien, adaptando los procesos productivos a la obtención de tipos comerciales acordes con las características de la raza y que sean capaces de despertar una fidelización en el consumidor.

Conservar vivas las razas locales en estas condiciones supone, paralelamente, asegurar la supervivencia de las explotaciones, mantener el medio ambiente y la sostenibilidad global del sistema productivo. En este contexto, la raza Ojinegra supone un importante recurso genético turolense, con un importante papel económico, social y medioambiental en la comarca del Maestrazgo y otras zonas colindantes. Perfectamente adaptada a un territorio duro y extremo, la raza se ha mantenido gracias al trabajo de los 57 ganaderos que integran AGROJI, Asociación que ha impulsado los trabajos de recuperación, conservación y mejora de la raza. Pese a estar integrada en la IGP “Ternasco de Aragón”, el pequeño formato de esta raza y sus bajos crecimientos condicionan la adaptación de sus productos a las características solicitadas por el mercado y los reglamentos técnicos, situación que motivó el cruzamiento sistemático con otras razas.

Los objetivos del proyecto son:

- 1.-Caracterizar los sistemas productivos de las explotaciones de ganado Ojinegro de Teruel, así como su entorno económico. **“Caracterización de los sistemas productivos”**.
- 2.-Determinar la potencialidad de la raza Ojinegra de Teruel para la producción de carne (ganancia media de los corderos) y los factores que la limitan y condicionan. **“Potencialidad para la producción de carne”**.
- 3.-Establecer y tipificar, en los diversos sistemas productivos detectados, los posibles tipos comerciales a producir. **“Calidad de canal y carne”**.
- 4.-Establecer las posibilidades comerciales de los tipos producidos y las posibles estrategias de comercialización. **“Percepción, actitudes y aceptación del consumidor hacia la carne de cordero Ojinegro de Teruel”**.

## DESARROLLO DEL PROYECTO:

Objetivo 1. **Caracterización de los sistemas productivos**

### *Material y métodos*

Para recopilar la información se elaboró una encuesta estructurada y se realizó una entrevista directa a los titulares de las explotaciones. Se recogieron datos de: la estructura familiar y la mano de obra; la dimensión de la explotación, las infraestructuras y el uso de la tierra; el tamaño y estructura del rebaño, el manejo reproductivo y de alimentación, y los índices técnicos; el balance económico anual; algunos

indicadores de dinámica y continuidad de la explotación y de opinión. De un total de 41 ganaderos integrantes de la asociación ganadera AGROJI, se realizaron 35 encuestas. De éstas, 5 fueron desestimadas por falta de información y se analizaron las 30 explotaciones restantes (73% del total).

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y técnicas estadísticas multivariantes (Análisis de Componentes Principales y Análisis de Conglomerados o Cluster).

### *Resultados*

En promedio, las explotaciones tienen una superficie agraria útil (SAU) de 174 ha, de las cuales 78 ha son cultivos agrícolas. 26 explotaciones usan pastos comunales. En promedio, el 65% de las necesidades energéticas de los animales procede de recursos pastables. El 73% de las explotaciones son mixtas (venden productos agrícolas y ganaderos) y el 33% obtiene ingresos de fuera de la explotación. De los ingresos totales de la explotación, el 47.7% corresponde a subvenciones. El tamaño de rebaño promedio es de 544 ovejas. El número de corderos nacidos por oveja y año es de 1.09, mientras que el número de vendidos es de 0.83. La edad media de los ganaderos es de 47.5 años y en ningún caso hay hijos en edad laboral con intención de seguir con la actividad ganadera. El nivel de satisfacción en el trabajo fue valorado con un 8.7 sobre 10.

En el Análisis de Componentes Principales, excluidas variables estructurales, se obtuvieron 3 factores que explican el 74% de la varianza total; estos identificaron aspectos de **autosuficiencia, productividad y orientación productiva**

### *Previsión*

Este estudio forma parte de una tesis doctoral y que está previsto que finalice en septiembre de 2012.

Se ha escrito el artículo: *Integrated sustainability assessment of Mediterranean sheep farms with diverse degree of intensification* por Ripoll-Bosch, R., Díez-Unquera, B., Ruiz, R., Villalba, D., Molina, E., Joy, M., Olaizola, A., Bernués, A. Dicho artículo ha sido enviado a la revista *Agricultural Systems* y se está evaluando

## **Objetivo 2. *Potencialidad para la producción de carne***

### **2.1. Control de explotaciones de raza Ojinegra**

#### *Material y métodos*

Los datos se obtuvieron mediante controles periódicos en 8 explotaciones representativas e integrantes de AGROJI, desde finales de 2007 y a lo largo de 2008. De un total de 4364 ovejas se obtuvieron 9545 registros de peso vivo (PV) y condición corporal (CC) al parto (p) y destete (d): 2556 PVp, 2120 PVd, 2662 CCp y 2207 CCd. Se calculó: la variación (v) de PV y CC durante el periodo de lactación. Se conocía: la edad de la oveja, el tipo de parto (simple/doble), la época de parto (invierno, primavera, verano, otoño) y la explotación (n=8). En cuanto a los corderos, se realizaron un total de 15835 pesadas: 6333 sirvieron para determinar el peso vivo al nacimiento (PVnac), mientras que el resto se realizaron a lo largo del período

de cría de los corderos y hasta abandonar la explotación, para conocer su potencial de crecimiento (ganancia media diaria; GMD).

### *Resultados*

El PV y la CC al parto, al destete y su variación durante la lactación estuvo influido por la edad de la oveja y la época de parto y la explotación ( $p < 0,05$ ), mientras que el tipo de parto sólo influyó en la CC.

En cuanto a los corderos, el peso vivo al nacimiento (PVnac) fue 3,5 kg y la ganancia media diaria (GMD) de 168 g/día. Tanto el PVnac como GMD vinieron determinados por los factores: sexo del cordero, tipo de parto, condición corporal de la oveja al parto, edad de la oveja al parto ( $p < 0,05$ ). El factor época de parto sólo influyó en la GMD. El factor explotación también fue determinante, explicando un 29.8% de la variación entre los resultados obtenidos para el PVnac (pesos medios desde 3,89 a 3,23 kg según explotación) y un 21,9% de la GMD (desde 188 a 143 g/día).

El factor ganadería juega un papel primordial en el análisis de los rendimientos y por tanto debe considerarse en el diseño de ensayos de caracterización productiva de las razas. Dos motivos principales podrían explicar la heterogeneidad existente entre explotaciones: 1) el manejo técnico del rebaño; 2) una gran variabilidad genética propia de la raza por falta de un esquema selección definido.

### **2.2. Control de producción de leche y crecimiento de los corderos en explotación comercial y en condiciones experimentales:**

El primer control se llevó a cabo en la localidad de Molinos. En él se valoró el crecimiento de los corderos así como la producción y calidad de la leche con un manejo comúnmente utilizado. Los animales permanecían estabulados y se les ofrecía diariamente 1 kg de concentrado/oveja y paja a voluntad. El segundo ensayo se realizó en condiciones experimentales en las que se valoraba el efecto de la alimentación basada en heno de forraje y la suplementación con concentrado sobre la ingestión, la producción de leche y los crecimientos de los corderos.

Los resultados mostraron que en la explotación comercial la producción media de leche hasta los 45 días de vida fue de media 814g con una variación del 47%. En condiciones experimentales la producción media fue de 1074 g y un CV del 34.6%. Los contenidos en grasa bruta fueron 5.57 y 6.20 % y el de proteína bruta de 4.67 y 4.71 % respectivamente para los dos estudios. Estas producciones se reflejaron en los crecimientos de los corderos, con  $129 \pm 0.40$  y  $169 \pm 12.5$  g/d.

### *Previsión:*

Este estudio forma parte de una tesis doctoral y que está previsto que finalice en septiembre de 2012. Se prevé la publicación de un artículo científico en una revista internacional indexada (principios de 2012) Se han presentado cuatro comunicaciones, dos de ellas internacionales:

*Blasco I., Picazo R., Ripoll R., Congost S., Bernués A. Casasús I., Revilla R., Joy M. 2009. Estudio de los parámetros productivos de ovejas Ojinegras de Teruel según la época de parto (Resultados preliminares). AIDA (2009), XIII Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 412-414 (ISBN: 978-84- 613-2311-1).*

Ripoll-Bosch, R., Álvarez-Rodríguez, J., Blasco, I. and Joy, M. 2010. Influence of body condition at lambing on milk yield and quality and growth of suckling lambs in Ojinegra sheep breed. Annual Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP). Book of Abstracts nº (ISBN 978- 90-8686-152-1) Página: 183

Diéz-Unquera, B., Ripoll-Bosch, R., Ruiz, R., Villalba, D., Molina E., Joy M., Olaizola, A., Bernués, A. Indicators of sustainability in pasture-based livestock systems. 11 Biennial Mediterranean Symposium: animal farming and environment interactions in Mediterranean regions. Ponencia invitada. EAAP Publications, Zadar, Croacia. 27-29 Octubre 2010

Ripoll-Bosch, R., Villalba, D., Blasco, I., Casasús, I., S. Congost, F. Faló, R. Revilla, Joy, M. 2011. Factores que afectan a la variabilidad de peso y de condición corporal al parto y al destete de ovejas de raza ojinegra en condiciones productivas. AIDA, XIV Jornadas sobre Producción Animal, 17-18 Mayo, 2011. Zaragoza.

### Objetivo 3: **Calidad de canal y carne**

#### *Material y métodos*

Se sacrificaron 64 lechales procedentes de 4 explotaciones (16 animales por explotación), la mitad de ellos machos y la otra mitad hembras, con el objetivo de valorar el efecto de la edad en el grado de madurez de las canales, especialmente del grado de engrasamiento. Los lechales pesaban entre 9 y 12 kg en vivo, y la edad fue de menos de 45 días. Se registraron datos sobre calidad de la canal y de la carne.

También se estudió el efecto de la raza sobre la calidad sensorial de lechales de raza ojinegra de Teruel: comparación con la IGP "Lechazo de Castilla". Para el presente estudio se utilizaron 12 corderos machos animales de la raza Ojinegra de Teruel.

#### *Resultados*

Se observó una gran variabilidad entre explotaciones en la mayoría de parámetros estudiados. El peso vivo al sacrificio osciló entre 10.4 y 10.8 kg ( $P>0.05$ ), la edad al sacrificio entre 33.9 y 47.5 días ( $P<0.001$ ) y el grado de engrasamiento entre 1+ y 2 ( $P<0.001$ ). En cuanto a la composición en AG de la grasa intramuscular destacar que los grupos de AG relacionados con la salud humana estaban significativamente afectados por la explotación (CLA, Vaccenico, AGPI<sub>n6</sub>, AGPI<sub>n3</sub>) En cuanto al sensorial se observó que las características sensoriales fueron muy similares a las observadas en el lechazo de Castilla y León lo que permite concluir que el cordero lechal de raza Ojinegra de Teruel podría ser un producto bien aceptado por los consumidores.

#### *Previsión:*

Se ha realizado una comunicación en relación a este objetivo

B. Panea, G. Ripoll, R. Ripoll-Bosch, I. Blasco, F. Faló, M. Joy. 2011. Calidad sensorial de lechales de raza Ojinegra de Teruel: comparación con la IGP "Lechazo de Castilla". AIDA, XIV Jornadas sobre Producción Animal, 17-18 Mayo, 2011. Zaragoza.

Se está realizando una publicación a nivel nacional de la caracterización de la canal y de la carne así como de los parámetros productivos. Se prevé que a mitades de 2011 estará enviada.

#### Objetivo 4: **Percepción, actitudes y aceptación del consumidor hacia la carne de cordero Ojinegro de Teruel**

##### *Material y métodos*

Se ha llevado a cabo una entrevista personal a 399 consumidores en Zaragoza. El cuestionario diseñado consta de los siguientes bloques de preguntas: *i)* hábitos de consumo de carne de ternasco y lechal; *ii)* percepción de los atributos de la carne de cordero; *iii)* actitudes hacia la carne de cordero de la raza Ojinegra de Teruel; *iv)* intención de compra de la carne de cordero de la raza Ojinegra de Teruel; *v)* experimento de elección (donde los entrevistados deben elegir varias veces entre diferentes bandejas de costillas y chuletas, tanto de cordero como de lechal de la raza Ojinegra de Teruel y de otra raza sin identificar); y *vi)* características personales y socio-demográficas de los entrevistados. Esta encuesta se llevó a cabo en julio de 2009.

Para saber la disposición a pagar de los consumidores por la carne de cordero y lechal de la raza Ojinegra de Teruel, se realizaron subastas experimentales para simular un mercado real. Esta subasta se llevó a cabo en los meses de mayo y junio de 2009 a un total de 244 consumidores de carne de cordero en la ciudad de Zaragoza. Para estas subastas se contó con la colaboración de diferentes asociaciones de consumidores (Torre Ramona, etc.), centros cívicos de diferentes barrios así como de la Escuela Oficial de Idiomas en las que se reclutaron a los consumidores y se utilizaron sus instalaciones para llevar a cabo las sesiones.

##### *Resultados*

Los principales resultados se muestran brevemente a continuación:

Sólo un 12,5% de los encuestados ha oído hablar de la carne de cordero de la raza Ojinegra de Teruel. Los consumidores consideran en mayor medida que la carne de cordero de la raza Ojinegra de Teruel tiene una calidad superior. El 79% de los encuestados afirman que si o probablemente si comprarían carne de cordero de la raza Ojinegra de Teruel. Sin embargo, sólo el 23,3% y el 23,8% de los encuestados afirman que si o probablemente si comprarían carne de cordero de la raza Ojinegra de Teruel si no la encontrasen en su lugar de compra habitual o tuviese un precio superior.

De la subasta experimental se desprende que los consumidores están dispuestos a pagar un 19% más por una carne de cordero con la etiqueta "Ojinegra de Teruel" y un 11% más por una carne de lechal con la etiqueta "Ojinegra de Teruel" que por la carne sin estas etiquetas.

Se han escrito por el momento tres artículos: *Competitiveness effects in Experimental Auctions*" por T. de Magistris; R. Nayga y A. Gracia enviado a la European Review of Agricultural Economics. *"Importance of social influence in consumers' willingness to pay for local food: are there gender differences?"* por T. de Magistris; R. Nayga y A. Gracia enviado a Agribusiness y *"Consumer's valuation of local foods: the case of Spanish lamb meat"* por A. Gracia, T. de Magistris y R. Nayga enviada a Food Policy. Las tres se encuentran en proceso de evaluación.

**PROYECTO: PET2007-006-C03-03**

**TITULO: LA DIVERSIFICACIÓN DE PRODUCCIONES COMO ALTERNATIVA A LA SOSTENIBILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES DE RAZA OJINEGRA.**

**ENTIDAD:** Asociación AGROJI (Asociación de ganaderos de raza Ojinegra de Teruel)

**EQUIPO PARTICIPANTE:**

**Investigador principal:** Alberto Bernués Jal.

**Personal investigador:** Rosa Picazo, Fidel Falo, Araceli Andrés, Sergio Soler, Babel Gracia.

**Ganaderías Colaboradoras:** Agropecuarias Soler Molés S.L., Alfredo Lázaro Alquezar, Carmelo Belles Belles, Carlos Belles Belles, Jesús Pradas Gracia, José Antonio García Tena, José Luis Gascón Asensio, Juan Carlos Zaera Raluy, Luis García Carceller, Santiago García Tena.

## **Objetivos:**

1. Caracterización de los sistemas productivos: Caracterizar los sistemas productivos de las explotaciones de ganado Ojinegro de Teruel, así como su entorno económico.
2. Potencialidad para la producción de carne: Determinar la potencialidad de la raza Ojinegra de Teruel para la producción de carne (ganancia media de los corderos) y los factores que la limitan y condicionan.
3. Calidad de canal y carne: Establecer y tipificar, en los diversos sistemas productivos detectados, los posibles tipos comerciales a producir.
4. Percepción, actitudes y aceptación del consumidor hacia la carne de cordero Ojinegro de Teruel: Establecer las posibilidades comerciales de los tipos producidos y las posibles estrategias de comercialización

## **Introducción:**

La asociación de ganaderos se constituyó en el año 1.999, con el objetivo primordial de fomentar y mejorar la raza. Durante los primeros años 1999/2000 de trabajo se elaboró un censo, un estudio morfoestructural de los animales, de producciones y de la tipología de las explotaciones (entre otras acciones). No obstante el objetivo final de la asociación de criadores es optimizar las explotaciones ganaderas, en este caso la producción de cordero, bien en su número: mejora en prolificidad, bien en su calidad: obtención de corderos pascuales, de ternascos o de lechales.

Se colaboraba con el Centro de Transferencia Agraria del gobierno de Aragón en el control de producciones lo que permitió la discusión de una posible mejora de las explotaciones. Inicialmente se llevó a cabo un programa de mejora de la prolificidad. Sin embargo las características de las explotaciones hicieron valorar la posibilidad de obtener lechales ojinegros frente a ternascos cuanto menos en determinados momentos del año así como, corderos de mayor peso, pascuales, pero para ello se necesitaba estudiar, el crecimiento de los corderos hasta su venta, y el interés del consumidor por este tipo de producto.

Ambas opciones precisaban de personal altamente cualificado y de recursos que la asociación carecía, motivo por el que se solicitó apoyo técnico al equipo del CITA (Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón), liderado por el fallecido Dr. Rafael Delfa y apoyo económico de INIA a través de los planes especiales de Teruel.

Tras la obtención del proyecto se inició el control de producciones para determinar **la potencialidad de la raza Ojinegra de Teruel para la producción de carne (ganancia media de los corderos) y los factores que la limitan y condicionan**. Se inició la dinámica de pesadas, el intercambio de información entre ganadero y asociación-CITA, estudio de la información en programa de gestión y envío al genetista para su valoración. A partir de los datos estudiados se intenta valorar los posibles problemas de manejo dentro de las parideras así como proponer posibles soluciones.

Para ello se eligieron explotaciones representativas de cada comarca, abarcando los diferentes ecosistemas, tipo de manejo, alimentación, sistemas de paridera de modo que obtengamos un panorama lo más amplio y exacto de los diferentes sistemas de producción en los que se explota la Raza Ojinegra en

la provincia de Teruel. Un total de 12 explotaciones en 6 municipios repartidos en 4 comarcas de la provincia de Teruel con un censo en conjunto de 7416 hembras reproductoras.

1.- La asociación colaboró en actividades a nivel de la explotación:

- **Sincronización de partos.**

- **Estudio de la capacidad lechera.**

- **Pesadas de corderos (Nacimiento, cada quince días hasta destete):** La primera pesada es realizada por el ganadero con una báscula de mano en el momento de la colocación de la identificación temporal del cordero. En este momento, lo más próximo al parto posible, se identifica al cordero relacionándolo con la identificación de la madre, ya sea manualmente o de forma informatizada con el lector de mano; y se le pesa. A partir de este momento se pesan quincenalmente para observar su crecimiento hasta el destete.

- **Pesadas y valoración corporal en ovejas (Nacimiento y desdete):** sistemáticamente se controlaba el peso y la condición corporal de las ovejas (madres) en los días próximos tras el parto y en el destete del cordero.

- **Recogida de los datos de la paridera:** Se solicita los datos que ha recogido el ganadero durante la paridera (fecha nacimiento, identificación cordero, identificación madre y peso cordero al nacimiento) proporcionando el original a AGROJI quedándose la copia.

- **Realización de encuestas para el estudio socioeconómico de la explotación.**

Dado que los controles de pesadas es un trabajo muy costoso, por lo que a partir de la paridera de primavera de 2008 se procede a realizar solamente dos pesadas de los corderos al nacimiento por parte del ganadero y al destete por parte de los técnicos de la asociación. El número total de animales controlados ha sido de 22295 corderos con peso al nacimiento y destete.

2.- La Asociación colaboró en actividades en la oficina

Descarga de los datos de la paridera en el programa de gestión de datos GIGA.

Manejo de la base de datos para su posterior estudio

Estudio de los problemas durante la paridera (abortos, trastornos digestivos y respiratorios) si los hubiere, valoración con los técnicos.

Comunicación del ganadero de resultados: se realizaron una serie de reuniones en las que se entregaba el resumen después de la paridera con los datos obtenidos,

Valoración y exposición de los resultados globales por parte de los técnicos de CITA.

3.- La asociación colaboró en la organización de **charlas Informativas.**

El **25 de marzo de 2008**, en Molinos se realiza una primera charla valorando los primeros resultados estando presentes los investigadores Ricardo Revilla, Margarita Joy, Isabel Blasco y Salvador Congost, los técnicos de AGROJI y los ganaderos participantes en el proyecto. En la presentación, preparada por el

técnico de CITA Dña. Isabel Blasco, se muestran los resultados de la primera paridera estudiada, correspondiente a los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2007; y enero de 2008.

### **Estudio sobre la producción de lechal Retos y Soluciones.**

Día de celebración: 20 de junio de 2009

Impartida por: Dña. Isabel Blasco (Investigadora del CITA).

Objetivos: Valorar la GMD (Ganancia Media Diaria) de los corderos.

- Valorar la capacidad de la raza Ojinegra para producir lechales.
- Incidir sobre los puntos que se deben mejorar en las explotaciones.
- Informar de las primeras conclusiones obtenidas de la caracterización de los sistemas reproductivos de la raza Ojinegra (encuestas a todos los socios de AGROJI).
- Informar de los primeros resultados de la experiencia con el rebaño piloto”: La producción lechera de la raza Ojinegra.

**El 12 de noviembre 2010**, en molinos se realizó una charla impartida por D. Fidel Faló Técnico de la Asociación, dentro del 7º Seminario Internacional de la FAO-CIHEAM Network on Sheep and Goats, sobre la sostenibilidad económica, social y medioambiental de la raza ojinegra de Teruel.

**4. Participación en Congresos:** Participación de la junta directiva de la asociación en la FERIA NACIONAL DE GANADO CHURRO del 14/16 marzo de 2008. La importancia de esta feria reside que se realiza in vivo valoraciones de lechales así como la muestra de producto final y elaborados (patés, medias canales,...etc)

**5. Valoración del producto final: lechales ojinegros:** El restaurante de la ciudad de Teruel “LA TIERRETA” se ha implicado en la jornada de degustación exponiendo unos menús creativos con alimentos de la tierra en torno a la estrella principal, el lechal ojinegro. Alimentos tradicionales y cocina de diseño para sacar el máximo sabor de la tierra.

El desarrollo de las marcas de calidad en carnes frescas, y la demanda de productos locales por parte de ciertos sectores de consumidores, ha llevado a AGROJI a través de un proyecto INIA, a realizar estudios para la tipificación del lechal ojinegro y para valorar la posibilidad de desarrollar una marca de calidad diferenciada. Este producto consiste en un cordero lechal de raza Ojinegra, sacrificado con una edad hasta 45 días y entre 9 y 12 Kg. de peso, muy adecuado para hostelería.

AGROJI organizó en el restaurante “La Tierreta” de Teruel una cata de lechal ojinegro con el objetivo de contribuir a la promoción y conocimiento en el sector hostelero de un producto local de gran calidad.

Todas estas acciones van en caminadas a favorecer la creación de circuitos cortos de comercialización, en este caso ganadero-hostelero, la integración de los distintos sectores económicos y a fortalecer la identidad territorial.

Asistiendo diversas personalidades de la administración, cocineros, veterinarios, ganaderos y críticos expertos en alimentación.

Durante los años 2009 y 2010 se ha degustado carne de lechal Ojinegro dentro de las ferias ganaderas más importantes de la Provincia de Teruel que son Cantavieja y Cedrillas.

## **6. Publicaciones**

Centro Aragonés de información Rural Europea, La Ganadería, Europa y el Medio Rural.  
Experiencias innovadoras en el maestrazgo. La Raza Ojinegra de Teruel, una raza con futuro.

## **7. Conclusiones:**

1. Cambio en el esquema de mejora genética de la raza ojinegra de Teruel, de prolificidad a velocidad de crecimiento.
2. Puesta en marcha de una comercialización en común de las producciones de los ganaderos de la raza ojinegra de Teruel.
3. Aprobación de un etiquetado facultativo de la carne fresca de cordero de la raza ojinegra de Teruel.
4. Solicitud de reconocimiento de Marca de Calidad C´alial de la carne de cordero lechal ante el Gobierno de Aragón.
5. Construcción de una sala de despiece para la venta de las producciones de los ganaderos de la raza ojinegra de Teruel.

**Entidad coordinadora: Consejo Regulador de la  
Indicación Geográfica Protegida Ternasco de Aragón**

**PROYECTO PET2007-007-C08-00**

**Proyecto "PET 2007-007-C08-01": Difusión de la mejora genética conseguida en el programa de  
selección genética de Carnes Oviaragón en las ganaderías de raza aragonesa en Teruel**

**PROYECTO: PET2007-07-C08-01**

**TITULO: Difusión de la Mejora Genética conseguida en el programa de selección Genética de CarnesOviaragon en  
las ganaderías de Rasa-Aragonesa en Teruel**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL : Antonio Oliván Gascón**

**ENTIDAD SOLICITANTE: Cooperativa Pastores Oviaragón**

**CENTRO: Zaragoza y Teruel**

#### **EQUIPO INVESTIGADOR**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Antonio Oliván Gascón

Carnes Oviaragón S.C.L (Zaragoza)

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

Alberto Roche Simón  
Eugenia Blasco Puchades  
Miguel Buñuel Martin  
Javier Moreno Vizarraga  
Ana Isabel Galeote Bastida

UPRA-GRUPO PASTORES  
UPRA-GRUPO PASTORES  
Carnes Oviaragón S.C.L (Zaragoza)  
Carnes Oviaragón S.C.L (Teruel)  
UPRA-GRUPO PASTORES

## OBJETIVOS, PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto de difusión de la mejora genética obtenida en el programa de selección genética de Carnes Oviaragon tenía como objetivo transmitir a las ganaderías de esta Cooperativa ubicadas en la provincia de Teruel los genes y estructuras genéticas responsables de incremento de la prolificidad alcanzado en toda la Comunidad Autónoma. Así, este subproyecto se ha centrado en difundir dicha mejora genética ya sea por herencia poligénica ó por herencia del gen FecX<sup>R</sup> (ROA).

Las actividades prioritarias del Proyecto durante las tres anualidades han sido:

**1) Entrega, entrenamiento y testaje de machos mejorantes** en el Centro de Inseminación de la Diputación Provincial de Teruel (DPTE):

La detección del gen de gran efecto supuso un cambio radical en la estrategia de difusión, primando la utilización de machos portadores para seleccionar la reposición de los rebaños. Por este motivo se decidió que todos los sementales donantes de semen incorporados al Centro de Inseminación Artificial Ovina (CIAR "El Chantre") propiedad de la Diputación Provincial de Teruel fueran portadores del gen FecX<sup>R</sup> (ROA).

El ATPSYRA de Zaragoza ayudó a cubrir la demanda de solicitudes de inseminaciones durante el primer año hasta ponerse en marcha el CIAR. También el ATPSYRA por una mejor logística ha cubierto solicitudes de ganaderías turolenses más próximas a Zaragoza. De tal modo que el número de machos donantes disponibles en los Centros ha respondido a la demanda de solicitudes de inseminaciones.

**2) Inseminaciones** en los rebaños de la provincia de Teruel incluidos en el programa de selección genética:

Debido a la proximidad del Centro de Inseminación y la mayoría de las explotaciones desde el principio se optó por realizar las inseminaciones artificiales con semen fresco y obtenido pocas horas antes de su utilización.

**3) Actividades organizadas** para la difusión a nivel de criadores y de Técnicos veterinarios.

Se ha ido estableciendo un esquema de calendario más o menos predeterminado para cada año en las distintas áreas (Formación ganaderos, formación Equipo Técnico Veterinario, Ferias...) con un número de horas y de asistentes muy similar entre años.

**4) Difusión de la mejora en prolificidad a través de la venta de sementales con selección Poligénica y venta de reproductoras selectas.**

El Centro de Recría de Monegrillo selecciona e incorpora corderos de Rasa Aragonesa de explotaciones pertenecientes a UPRA con larga trayectoria en el Esquema de Mejora Genética. Estos machos poseen genotipos de resistencia frente a Scrapie (Grupos: R1, R2 y R3) y garantías sanitarias respecto a Brucelosis, paratuberculosis, parasitosis y prevención de enterotoxemias y virus de la Lengua Azul. Después del

control sanitario, morfológico e identificación electrónica son distribuidos a ganaderías turolenses interesadas en comprar animales de alto valor.

Se ha observado un aumento de la demanda tanto en machos como en corderas a lo largo de los tres años lo que implica un mayor interés y una mayor difusión entre los ganaderos.

Podemos concluir que a lo largo de todo el Proyecto se ha favorecido la difusión de genes para incrementar la prolificidad de ovejas productoras de raza Rasa Aragonesa en rebaños de la provincia de Teruel. A pesar de estar en cifras inferiores a las estimadas en la presentación del Proyecto se ha observado un incremento de todas las actividades desarrolladas, especialmente en la tercera anualidad.

#### *RESULTADOS PREVIOS ALCANZADOS EN EL PROYECTO*

**Entrega, entrenamiento y testaje de machos mejorantes** en el Centro de Inseminación de la Diputación Provincial de Teruel (DPTE):

Durante todo el Proyecto se entregaron 18 sementales. Al finalizar la tercera anualidad el inventario de machos disponibles era de nueve sementales portadores del gen ROA, los cuales superaron la fase de entrenamiento y pasaron a la fase de donación de semen cumpliendo el protocolo. Otros nueve machos entregados se desestimaron para la recolecta de semen por motivos varios, tres de ellos se incorporaron a una ganadería de UPRA para cubriciones naturales controladas. A lo largo de todo el Proyecto gracias al Centro de Inseminación de Teruel se han proporcionado a UPRA 2088 dosis seminales siendo empleadas 1890.

**Inseminaciones** en los rebaños de la provincia de Teruel incluidos en el programa de selección genética:

Desde el comienzo del Proyecto hasta septiembre de 2010 se inseminaron en la provincia de Teruel un total de 7959 ovejas con **machos mejorantes** (tanto portadores del alelo ROA como por herencia Poligénica ubicados en los centros de Zaragoza y de Teruel):

Para transmitir mejora en la prolificidad debido a la herencia del **Gen Mayor (Alelo ROA)** han sido utilizados: 4954 ovejas y 18 sementales.

Para transmitir mejora en la prolificidad debido a la **herencia Poligénica** han sido utilizados: 3005 ovejas y 46 sementales.

De 2413 ovejas inseminadas en la primera anualidad y 2365 en la segunda anualidad se ha aumentado a 3181 en el último año.

Los resultados de fertilidad y prolificidad medias de dichas inseminaciones son 44% y 1,49 respectivamente. Estos resultados en fertilidad son inferiores a la media general de todo el Programa de Mejora UPRA que se sitúa alrededor del 50%, tal vez sea debido a que son las primeras inseminaciones artificiales en ganaderías de nueva incorporación sin experiencia en dicha técnica reproductiva y en las que el manejo de los animales inseminados es mejorable.

Según el XVII Catálogo de Reproductores de la población de Carnes-Oviaragon (Abril 2010) hay 934 ovejas (hijas de inseminación) con calidad genética en Teruel. De estas 934 ovejas, 610 son portadoras del alelo ROA. Así, se ha aumentado a 610 ovejas ROA en 25 explotaciones respecto a 144 y 12 respectivamente, del año anterior. Son ovejas adultas de aproximadamente dos años con al menos un parto registrado hasta diciembre de 2009. A estos datos habría que sumar las corderas y primaras portadoras nacidas de las inseminaciones realizadas en los años 2009 y 2010 que no se han considerado por no tener partos registrados todavía. El próximo Catálogo de Reproductores de la población de Carnes-Oviaragon (nº XVIII) está previsto para junio de 2011 en el cual ya estarán incorporados dichos datos.

No tenemos la cifra exacta pero en cada una de estas explotaciones hay corderos hijos de inseminación que se quedan para sementales. Éstos al igual que los sementales comprados procedentes de ganaderías con alto valor genético de selección poligénica transfieren con eficiencia la mejora genética por tener gran capacidad de dejar descendencia.

Difusión de la mejora en prolificidad a través de la **venta de sementales** con selección Poligénica y **venta de reproductoras selectas**.

A lo largo de los años del Proyecto se han distribuido en 103 explotaciones un total de 293 sementales. La incorporación de estos machos que reúnen las características deseadas desde el punto de vista morfológico se traduce en un aumento importante en la homogenización del Ternasco de Aragón.

Durante el Proyecto también se ha realizado difusión de la mejora en prolificidad en 37 explotaciones a través de la venta de 957 corderas reproductoras procedentes de explotaciones que trabajan en mejora genética desde hace años.

#### *PATENTES, OBTENCIONES Y OTROS TÍTULOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL*

El procedimiento de mejora que supone la incorporación del alelo FecX<sup>R</sup> está registrado en la Oficina Española de Patentes y Marcas (Patente nº 200703168/8), siendo el CITA de Aragón, el INIA y Oviaragón SCL los propietarios de la patente. La empresa explotadora es Carne Oviaragón SCL.

#### **CIRCUNSTANCIAS QUE HAN LIMITADO EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

##### **1. De carácter científico.**

En función de los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto el objetivo se cambio radicalmente, pasando de una difusión a base a un carácter poligenico a uno basado en la simple transmisión de un gen.

##### **2. De gestión.**

Durante este Proyecto se ha logrado la incorporación del nuevo programa informático de gestión de partos GIO (Gestión Individual Ovino) en la central de datos de UPRA. Durante el año 2010 se ha ido

actualizando la información integral del control de producción recogido por los ganaderos en sus explotaciones. La implantación de este programa de gestión ha supuesto un relativo retraso en la introducción de datos y ha sido necesario un esfuerzo extra del equipo Técnico durante los meses de transición. También ha sido esencial la identificación electrónica de todos los animales pertenecientes al Libro Genealógico, lo que ha supuesto una actividad más en las ganaderías de nueva incorporación en UPRA de la provincia de Teruel.

**PET2007-007-C08-02**

**TÍTULO: ESTUDIO QUÍMICO, FRESCO Y COCINADO, DEL TERNASCO DE ARAGÓN**

**ENTIDAD SOLICITANTE: Universidad de Zaragoza**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: Carlos Sañudo Astiz**

**EQUIPO INVESTIGADOR: María del Mar Campo Arribas**  
José Luis Olleta Castañar  
Julia Pomed Aedo  
Marta Barahona Marco  
Ana Guerrero Barrado  
Paula Monge Aisa  
Erica Muela Garrido  
Virginia Celia Resconi

## INTRODUCCION

En la coyuntura actual, dentro del Sector Cárnico en general y del Subsector Ovino en particular, se necesita de actuaciones eficaces que ayuden a estabilizarlos y corrijan su dependencia de las primas y ayudas comunitarias. Alguna de ellas debería ir encaminada a analizar las cualidades reales del producto, en especial bajo el punto de vista dietético, dentro de la situación actual del conocimiento, y potenciar la difusión de los resultados obtenidos.

Existe una gran desinformación sobre las cualidades reales de la carne de ovino (ternasco), de su composición y de su importancia dentro de una dieta saludable y equilibrada. Por lo tanto, es necesario trabajar y profundizar en esta línea de investigación.

## OBJETIVOS

- 1.- Analizar la composición de la carne cruda de Ternasco de Aragón (TA) en un corte comercial (pierna deshuesada).
- 2.- Analizar su composición tras diversos sistemas de cocinado tradicionales (asado, plancha y guisado).
- 3.- Desarrollar tablas dietéticas, promocionar modelos culinarios saludables y difundir la información al consumidor y a los profesionales de la alimentación, nutrición y dietética (médicos dietistas, nutrólogos, cocineros, amas de casa, carniceros, etc.).

## MATERIAL Y METODOLOGIA

Se utilizaron 30 animales que estaban dentro de la Indicación Geográfica Protegida “Ternasco de Aragón”, sacrificados en condiciones comerciales en MercaZaragoza.

Se obtuvieron las piernas sobre las que se analizó su composición química en fresco -piernas izquierdas- y tras 3 tipos de cocinado -10 piernas derechas en cada tipo-. Las piernas fueron preparadas según la referencia de “Producto de Cuarta Gama” de Pastores Grupo Cooperativo: deshuesadas, sin jarrete (músculos flexores y extensores preferentemente) y con una limpieza de grasa mínima.

En la Escuela de Hostelería Superior de Aragón se lanzó un concurso de recetas dentro de tres grupos de preparación: asado, frito y guisado. De las casi 100 recetas participantes se seleccionó una de cada modalidad de cocinado, que fueron adaptadas a las necesidades de la industria del catering. Las recetas fueron:

Plancha: las piernas, chuleteadas en filetes de 0.5 cm de espesor, se cocinaron sobre una plancha de placa industrial precalentada a 200º C y preengrasada (aceite de oliva de 0.4º). Las chuletas fueron saladas, alcanzándose una temperatura final de cocinado de 70-77º C.

Asado: las piernas, marcadas, se cocinaron en horno precalentado a 180º C, añadiendo como condimentos sal y vino blanco durante, aproximadamente, 1.30 horas.

Guisado: las piernas, cortadas en cubos de unos 3 centímetros de lado, cubiertas de agua en recipientes de acero calentados al fuego intenso hasta el comienzo del hervido, en este momento se incluye el aliño

(vino, almendra picada y aceite), y se pasan a una fuente de calor con temperatura fija de 190-200° C. Todo el proceso duró un tiempo de 1.15 horas. La temperatura final de las muestras fue de 80° C.

Una vez cocinadas, cada una de las piernas fueron secadas y limpiadas en superficie, homogeneizadas y envasadas al vacío y congeladas hasta el momento del análisis

Se realizaron análisis químicos de grasa, proteína, humedad, cenizas, perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases, vitaminas, oligoelementos y niveles de colesterol.

## RESULTADOS TECNICOS

Los resultados indican que el contenido en grasa de la pierna cruda es más elevado que los valores que normalmente se manejan (en torno a 2,5% para animales de tipo ternasco criados en sistemas intensivos), debido a que normalmente se utiliza un único músculo (el m. longissimus dorsi) mientras que la pierna no sólo incluye varios músculos, sino también la grasa subcutánea e intermuscular. También se ha observado la importancia que tiene el cocinado sobre el contenido en grasa, puesto que implica un aumento porcentual considerable, fundamentalmente debido al aumento en materia seca de la muestra cocinada. En nuestro caso, el guisado aumentó considerablemente el contenido graso, debido posiblemente a la adición de almendras en su receta, que tienen una elevada composición en este nutriente, los valores hallados variaron entre el 9 (fresco) y el 15 % (guisado).

El método de cocinado afectó significativamente sólo a los porcentajes de C15:0, C15:1, C16:0, C16:1, C18:1 *n*-9, C18:2 *n*-6, C20:0, CLA y C22:0 del total de 29 ácidos grasos analizados. Excepto en el C20:0, el resto de ácidos grasos tuvieron niveles similares en asado y plancha, lo cual puede ser indicativo de que el uso de un método de cocinado seco a elevada temperatura alteraría la composición de la grasa de manera similar, independientemente de la duración de dicho cocinado.

Las mayores diferencias aparecieron en los porcentajes de ácido palmítico, oleico y linoleico. Los tratamientos culinarios de larga duración favorecerían la pérdida de grasa saturada, por lo que el porcentaje en C16:0 fue muy inferior en guisado que en plancha o asado. En cambio, el porcentaje de ácido oleico y linoleico fue muy superior, reflejo del alto contenido en estos ácidos grasos en las almendras utilizadas en el guisado. Esto se tradujo en un mayor porcentaje de grasa monoinsaturada y especialmente poliinsaturada en el guisado respecto al resto de métodos culinarios.

El cocinado afectó en menor medida a los ácidos grasos *n*-3 que la resto de poliinsaturados, quizás debido a su mayor papel estructural en la célula. Como consecuencia, el guisado presentó una relación *n*-6/*n*-3 mucho más elevada de las recomendaciones en términos de salud, aunque el cociente PUFA/SAT fue más bajo y más cercano a los deseables 0.4 que el resto de cocinados. El guisado también mostró mejor relación entre ácidos grasos no hipercolesterolémicos e hipercolesterolémicos, así como en el índice aterogénico y trombogénico, en relación al producto crudo y al resto de cocinados analizados.

Igualmente, se analizaron los niveles de colesterol. Apreciándose como el cocinado no los modificó, existiendo una tendencia a ser más altos en la carne cocinada que en la fresca.

En cuanto al contenido en minerales, en concreto de hierro y zinc, el hecho de cocinar la carne ha afectado en mayor medida su contenido que el tipo de cocinado. Se ha observado una relación

aproximada de 2:1 de Zn/Fe, con un alto contenido de Fe y, especialmente, de Zn, mineral cuyas necesidades en la ingesta diaria quedarían cubiertas con el consumo de carne de cordero. El contenido en Fe no ha sido diferente entre asado, guisado o plancha, aunque se ha incrementado respecto al contenido de la carne fresca, lo que puede estar ligado al aumento en materia seca de la muestra tras el cocinado. El contenido de Zn también se ha incrementado en carne cocinada respecto a la fresca.

El contenido en vitaminas está dentro de los valores normales. El cocinado, especialmente el guisado, actuó concentrando su cantidad en la carne. Por otra parte se puede decir que el hecho de cocinar es más importante que el tipo de cocinado aplicado.

Al expresar los resultados sobre Materia Seca se observa como el tipo de cocinado es más importante que el hecho de cocinar o no sobre el contenido en grasa y cenizas, las diferencias no son tan manifiestas en el caso del Zn y están a favor del hecho de cocinar en las vitaminas. El asado disminuiría, sobre materia seca, el contenido de grasa, colesterol y hierro de forma significativa. En el guisado sería más bajo el porcentaje de cenizas y de Zn, y aumentaría la importancia relativa de vitamina E y colesterol.

## **OTROS RESULTADOS**

Se han puesto a punto diversas metodologías, especialmente con las relacionadas con la extracción de minerales y vitaminas en nuestro Laboratorio.

Se han estrechado los lazos de colaboración con el grupo científico de Nutrición de la Escuela de Enfermería, con los que se ha trabajado en este proyecto coordinado y con los que se espera seguir trabajando en convocatorias futuras. Con ellos se ha publicado un artículo de carácter divulgativo en una revista de elevada difusión y se han enviado comunicaciones a Jornadas y Congresos Nacionales e Internacionales, y artículos a revistas científicas con índice de impacto.

Igualmente, se ha contactado con los diversos organismos y personas que pudiesen colaborar en algunos de los análisis del proyecto. Indicamos el INTA de Teruel el Laboratorio de Diagnóstico General de Barcelona y el Servicio Central de Análisis de la Universidad de Zaragoza. La colaboración con el grupo Pastores y con el Consejo Regulador del Ternasco de Aragón ha sido fundamental en la gestión del proyecto y difusión de resultados.

Se ha informado sobre los resultados de este proyecto al sector cárnico: carniceros, ganaderos, técnicos y científicos del ovino (reunión sectorial en la Cooperativa OVISO, Interprofesional de la Carne Ovina, Gremio de Carniceros) e incluso a otros subsectores, como el bovino (INVAC), y a la clase médica. En todos los casos, hemos apreciado un indudable interés y la manifestación expresa de la necesidad de seguir trabajando en esta línea, como medio de aumentar la información real de la calidad nutricional de NUESTRAS carnes. Por último, a través de notas de prensa, promociones y publicidad se ha llegado al consumidor.

Por otra parte, la elevada cantidad de becarios e instituciones, que han colaborado en su realización, ha supuesto un elevado bagaje formativo en la realización y puesta a punto de metodologías analíticas, en la comprensión y análisis de los resultados obtenidos y, sobre todo, en la comprensión de su significación práctica.

Hasta el momento no se han publicado resultados del proyecto en revista científicas, esperamos, como en otros proyectos, poderlo hacer en el futuro, e informar al INIA y a los posibles interesados de forma puntual, de todo ello. No obstante, como ya se ha comentado se han publicado trabajos en revistas de divulgación, prensa, folletos, páginas webs y en las actas de diversos Congresos:

#### **Artículos en revistas de divulgación:**

- Campo, M.M., Santaliestra, A., Lara, P., Fleta, J., Sañudo, C. y Moreno, L. (2008). El cordero en la dieta Española. *Alimentación Nutrición y Salud*, 15-2: 54-59.
- Nota informativa "Ternasco de Aragón: identifícalo para estar en forma". *Abogados & Actualidad. Revista Aragonesa de Abogacía*, Número 4, páginas 78-81.
- Nota informativa "Nuestro ternasco, cardiosaludable". *Gastro nómadas*.
- Invierno 2009. "El Ternasco de Aragón, entre las carnes más sanas". *Pastores grupo cooperativo*, Nº 16.
- Invierno 2009. "Ternasco de Aragón cardiosaludable". *Pastores grupo cooperativo*, Nº 18.

#### **Artículos en periódicos/páginas webs:**

- 9 de Febrero 2010. "Ternasco de Aragón. Bueno para la salud". *Heraldo de Aragón*.
- 25 de Abril 2010. "Campaña para difundir cualidades nutricionales Ternasco Aragón en España". *ABC*.  
<http://www.abc.es/agencias/noticia.asp?noticia=360675>
- 27 de Abril 2010. "Las virtudes del cordero aragonés". *Heraldo de Aragón*.  
[http://www.heraldo.es/noticias/aragon/el\\_ternasco\\_aragon\\_tan\\_saludable\\_como\\_pollo.html](http://www.heraldo.es/noticias/aragon/el_ternasco_aragon_tan_saludable_como_pollo.html)
- 27 de Abril 2010. "Ternasco para todos". *Qué!*. Disponible en la página web:  
<http://www.que.es/zaragoza/201004272052-ternasco-para-todos.html>
- 28 de Abril 2010. "El Ternasco de Aragón, una carne tan "saludable" como el pollo". *Diario del AltoAragón*. <http://www.diariodelaltoaragon.es/NoticiasImprimir.aspx?Id=627167>
- 28 de Abril 2010. "Carnicerías de toda España informarán sobre las virtudes del Ternasco de Aragón". *Heraldo de Aragón*.
- 28 de Abril 2010. "Campaña sobre las virtudes del ternasco". *El Periódico de Aragón*.
- 28 de Abril 2010. "Cualidades del Ternasco de Aragón". *Seguridad Alimentaria*.  
[http://www.infoalimentacion.com/noticias/2010/4/3650\\_cualidades\\_ternasco\\_aragon.asp](http://www.infoalimentacion.com/noticias/2010/4/3650_cualidades_ternasco_aragon.asp)
- 4 de Junio 2010. "Garantía de calidad y seguridad de un producto cardiosaludable". *Diario del AltoAragón*. <http://www.diariodelaltoaragon.es/NoticiasDetalle.aspx?Id=633582>

#### **Presentaciones en Congresos:**

- M.I. Mesana, A. Santaliestra-Pasías, M. Barahona, L.A. Moreno. 2010. Body composition changes and lipid profile in young people consuming Ternasco de Aragón or chicken. ICoMST, Jeju, Corea del Sur
- Campo, M.M., Barahona, M., Muela, E., Resconi, V., Olleta, J.L., Oiliván, A., Sañudo, C. 2010. Influence of cooking method on mineral and vitamin B composition of edible lamb. ICoMST, Jeju, Corea del Sur.
- Carlos Sañudo. Mesa redonda: ¿Cómo podemos vender más y mejor? 2010. Diálogos del ovino. Zaragoza
- M.M. Campo y M.I. Mesana. 2010. La composición del ternasco de Aragón, cualidades dietéticas y su influencia en la salud humana. IES "Pon Aragón en tu Mesa". Miralbueno, Zaragoza.

- V. C. Resconi y M.I. Mesana. 2010. La composición del ternasco de Aragón, cualidades dietéticas y su influencia en la salud humana. Jornadas lúdico-informativas en el parque de interpretación “La borda de Pastores”. Ayés. Huesca.
- M:M. Campo y M.I. Mesana. 2010. La composición del ternasco de Aragón, cualidades dietéticas y su influencia en la salud humana. OCAS Jornadas Técnicas para Veterinarios. Zaragoza.
- M.M. Campo y M.I. Mesana. 2009. La composición del ternasco de Aragón, cualidades dietéticas y su influencia en la salud humana. 31º Congreso Nacional de la Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria. Zaragoza
- M.M. Campo, V.C. Resconi, E. Muela, A. Olivan, C. Sañudo. 2009. Influence of cooking method on the fatty acid composition of edible lamb. International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST) Copenhagen, Dinamarca
- Sañudo, C., Campo, M.M., Cerra, Y., Muela, E., Olleta, J.L., Pérez, P., Robles, J., Olivan, A. 2009. Chemical composition in raw and cooked lamb. 60th EEAP Meeting. Barcelona
- Sañudo, C., Campo, M.M., Lara, P., Muela, E., Olleta, J.L., Pardos, J., Resconi, V., Moreno, L., Fleta, J., Santaliestra, A., Oliván, A., Robles, J., Pérez, P., Cerra, Y., Aguilar, P., Calomarde, M.D., Gurri, J., Supervía, I. 2008. La composición química del ternasco de Aragón, influencia del tipo de cocinado y posibles implicaciones con la salud del consumidor.

#### **Comunicaciones en televisión y radio:**

- 27 de Abril 2010. “El ternasco de Aragón, cardiosaludable”. Noticias Aragón. Disponible en la página web:  
- <http://www.rtve.es/mediateca/videos/20100427/noticias-aragon-27-04-2010/755769>.
- 27 de Abril 2010. “Un estudio refleja que el Ternasco de Aragón es un alimento ideal para una dieta equilibrada”. Aragón Radio. Disponible en la web:  
<http://www.aragonradio.es/index.php/mod.noticias/mem.detalle/idnoticia.37315/recategoria.1037/idm.enu.39/chk.f9ba5e73a7d73b860095d75b3c32f680.html>
- 27 de Abril 2010. “Más de un millar de supermercados y tiendas promocionarán el ternasco”. COPE. Disponible en la web: <http://www.cope.es/local/27-04-10--mas-un-millar-supermercados-tiendas-promocionaran-ternasco-163309-2>

#### **Otros:**

- Nota de Prensa. “El ternasco de Aragón es un alimento cardiosaludable que puede formar parte de una dieta sana, variada y equilibrada” (22 de Octubre 2009)
- Compromiso del Consejo Regulador de la I.G.P. Ternasco de Aragón de la puesta en marcha de la campaña de divulgación de los resultados de este proyecto.
- Folleto informativo “¿Por qué consumir Ternasco de Aragón con regularidad?”
- Folleto informativo “La composición del Ternasco de Aragón, sus cualidades dietéticas y su influencia en la salud humana”
- Publicidad en [www.ternascodearagon.es](http://www.ternascodearagon.es)

**Entidad coordinadora: Consejo Regulador de la  
Indicación Geográfica Protegida Ternasco de Aragón**

**Proyecto PET2007-007-C08-03: La composición del Ternasco de Aragón, cualidades dietéticas y su  
influencia en la salud humana**

Con el objetivo de valorar el efecto de la carne de ternasco y la carne de pollo en el perfil lipídico y estatus de vitaminas y minerales de adolescentes de 16 a 25 años, se ha realizado un estudio, randomizado y cruzado. La población ha estado constituida por jóvenes de 16 a 25 años, considerados normales, sin enfermedades crónicas, patologías endocrinológicas o relacionadas con la nutrición. Los jóvenes se han reclutado en tres instituciones en la cual pernoctan y consumen al menos el desayuno y la comida del mediodía. Se trata de centros dependientes del Gobierno de Aragón, en la ciudad de Teruel y Zaragoza. En este estudio han intervenido 50 adolescentes que se han dividido en dos grupos asignados al azar. La secuencia de consumo de cada grupo también ha sido asignada al azar: cuando uno de los grupos consumía ternasco, el otro consumía pollo, y viceversa. En el estudio se ha elegido un colectivo institucionalizado, ya que esto garantiza el aporte de ternasco y pollo en tres ocasiones por semana y que las piezas consumidas y el cocinado son los mismos en todos los individuos y de características similares para los dos tipos de carne. La primera etapa ha tenido una duración de 8 semanas. El “periodo de limpieza” se ha establecido en 5 semanas, coincidiendo con el período vacacional de Semana Santa, donde la dieta fue “libre”. La segunda etapa del estudio ha tenido una duración de 8 semanas.

Las dos dietas han sido libres y han tenido las mismas características, pero con la diferencia de que en una se ha ingerido ternasco y en la otra pollo, en tres ocasiones a la semana, siendo el modo de preparación y la pieza a proponer, equivalente en cada caso. El cocinado se ha realizado de manera estandarizada en la misma institución donde comen todos los jóvenes.

El *estudio clínico* se ha realizado al inicio y al final de cada etapa, coincidiendo con las extracciones de sangre, y ha consistido en:

- Una encuesta dietética informatizada de 24 horas. Los investigadores han visitado por sorpresa a mitad de cada etapa el comedor de la institución, a fin de controlar la adherencia a la intervención, realizando por sorpresa otra encuesta dietética informatizada de 24 horas.
- Una encuesta de actividad física.
- Toma de la tensión arterial.
- En la valoración de la composición corporal se han tomado las siguientes medidas: peso, talla, pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, muslo frontal y pierna medial) y perímetros (brazo relajado, brazo contraído, cintura, cadera y muslo proximal). A partir de los datos obtenidos, se ha calculado el índice de masa corporal (IMC) y el porcentaje de grasa corporal.
- Para la valoración de los parámetros biológicos se han obtenido muestras de sangre al principio y al final de cada período.

Los resultados del estudio no son extrapolables a la población general, pero pueden considerarse esclarecedores del efecto del consumo de este tipo de carne, dado el buen control de las distintas variables, que se puede ejercer en un colectivo de este tipo.

## **RESULTADOS**

A continuación se presentan los resultados finales obtenidos en el estudio.

En lo que se refiere al perfil lipídico, los cambios producidos en los niveles de colesterol total en plasma, en los niveles de HDL colesterol en plasma y en los niveles de LDL colesterol en plasma no son significativos estadísticamente de uno a otro grupo. En cambio, los niveles de triglicéridos disminuyeron de manera significativa ( $p < 0.05$ ) después del consumo de *Ternasco de Aragón*, con respecto al grupo que consumió pollo. En cuanto al resto de factores de riesgo cardiovascular, hemos visto que la insulina disminuyó de manera significativa ( $p < 0.05$ ) en el grupo que consumió *Ternasco de Aragón*. Los cambios producidos en el índice de masa corporal y en la suma de los seis pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular, suprailíaco, muslo anterior y pantorrilla) no son significativos estadísticamente de uno a otro grupo, aunque el pliegue cutáneo suprailíaco y el perímetro de cintura disminuyeron de manera significativa ( $p < 0.05$ ) en el grupo que consumió *Ternasco de Aragón*.

Como conclusión, podemos decir que estos hallazgos demuestran que el consumo regular de Ternasco de Aragón puede formar parte de una dieta sana, variada y equilibrada, ya que sus efectos sobre los factores de riesgo cardiovascular y sobre la composición corporal son tan favorables como los observados con el consumo habitual de carne de pollo.

Se adjuntan las tablas con los principales resultados:

**Tabla 1. Composición corporal: antes y después de las dos intervenciones (se han juntado ambos grupos ya que el orden de intervención no afecta a los resultados finales)\***

	Grupo Pollo (50)			Grupo Ternasco de Aragón (50)		
	Antes	Después	Cambio	Antes	Después	Cambio
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23.15 ± 3.57	23.25 ± 3.61	0.08 ± 0.51	23.16 ± 3.56	23.20 ± 3.65	0.04 ± 0.47
Pliegues cutáneos (mm)						
Bíceps	7.71 ± 3.26	8.16 ± 3.54	0.44 ± 1.49	7.81 ± 3.95	8.04 ± 3.89	0.22 ± 1.53
Tríceps	14.35 ± 6.06	14.95 ± 6.38	0.60 ± 2.63	14.89 ± 6.89	15.19 ± 6.53	0.30 ± 3.29
Subescapular	12.53 ± 4.47	13.32 ± 5.89	0.78 ± 3.04	13.00 ± 6.25	12.91 ± 5.53	-0.08 ± 3.30
Suprailíaco	12.26 ± 6.22	12.90 ± 6.14	0.64 ± 1.95	12.81 ± 6.30	12.77 ± 6.42	-0.03 ± 1.91**
Muslo	20.52 ± 7.47	21.66 ± 7.84	1.01 ± 2.40	20.85 ± 7.41	21.24 ± 7.69	0.75 ± 2.54
Pantorrilla	15.33 ± 6,47	15.41 ± 6,37	0.49 ± 3.28	14.89 ± 5.71	15.73 ± 6.57	0.63 ± 2.69
∑ 6 pliegues	80.10 ± 26.57	85.47 ± 28.93	4.07 ± 6.09	84.24 ± 31.42	84.18 ± 28.77	2.43 ± 7.10
Circunferencias (cm)						
Brazo	28.00 ± 3.29	28.14 ± 3.25	0.14 ± 0.76	28.05 ± 3.20	27.98 ± 3.17	-0.07 ± 0.75
Bíceps	29.25 ± 3.72	29.34 ± 3.58	0.08 ± 0.80	29.30 ± 3.56	29.18 ± 3.63	-0.11 ± 0.81
Cintura	79.29 ± 8.74	79.85 ± 8.82	0.55 ± 3.20	80.26 ± 8.60	79.34 ± 8.67	-0.92 ± 2.85**
Cadera	97.49 ± 7.34	97.70 ± 7.16	0.21 ± 1.98	97.57 ± 7.38	97.72 ± 7.40	0.14 ± 2.13
Muslo proximal	56.88 ± 5.08	56.43 ± 4.83	-0.45 ± 1.76	56.94 ± 5.07	56.72 ± 4.97	-0.22 ± 1.63

\*Datos presentados como media ± desviación estándar

\*\* p < 0.05

IMC, índice de masa corporal

∑ 6 pliegues, suma de los seis pliegues

**Tabla 2. Parámetros de riesgo cardiovascular: antes y después de las dos intervenciones (se han juntado ambos grupos ya que el orden de intervención no afecta a los resultados finales)\***

	Grupo Pollo (50)			Grupo Ternasco de Aragón (50)		
	Antes	Después	Cambio	Antes	Después	Cambio
Colesterol total (mg/dL)	163.76 ± 29.45	166.92 ± 37.19	2.08 ± 19.26	164.82 ± 33.10	162.55 ± 31.67	0.31 ± 21.77
Triglicéridos (mg/dL)	72.30 ± 36.40	75.98 ± 52.76	4.23 ± 43.22	77.68 ± 32.54	67.45 ± 32.71	-8.85 ± 20.43**
HDL colesterol (mg/dL)	49.52 ± 12.81	49.24 ± 12.24	-0.59 ± 8.89	48.39 ± 13.38	49.06 ± 12.57	1.91 ± 8.31
LDL colesterol (mg/dL)	93.94 ± 26.04	96.14 ± 29.25	1.53 ± 16.91	99.24 ± 27.19	92.71 ± 27.19	-3.93 ± 15.43
CT/HDL	3.50 ± 1.06	3.53 ± 0.94	0.01 ± 0.56	3.65 ± 1.09	3.52 ± 1.11	-0.10 ± 0.60
Presión arterial sistólica	119.75 ± 13.80	119.29 ± 14.10	-0.45 ± 8.15	120.19 ± 13.84	119.35 ± 11.48	-0.80 ± 9.59
Presión arterial diastólica	69.25 ± 7.08	70.35 ± 7.12	1.10 ± 7.91	70.39 ± 6.66	70.49 ± 7.81	0.10 ± 8.68
Frecuencia cardíaca	75.16 ± 11.40	76.98 ± 13.28	1.82 ± 11.33	73.28 ± 11.53	74.80 ± 12.15	1.52 ± 11.92
Glucosa (mg/dL)	78.44 ± 6.16	79.70 ± 7.36	1.61 ± 5.78	79.84 ± 7.35	79.27 ± 8.80	-0.63 ± 7.19
Insulina (uU/mL)	7.67 ± 3.62	8.38 ± 5.80	0.80 ± 5.52	8.49 ± 3.89	7.06 ± 3.19	-1.23 ± 3.89**

\*Datos presentados como media ± desviación estándar, \*\* p < 0.05

HDL, Lipoproteínas de alta densidad, LDL, Lipoproteínas de baja densidad, CT/HDL, Colesterol total/lipoproteínas de alta densidad

Todas las actividades se han desarrollado conjuntamente con Ternasco de Aragón, el Hospital "Obispo Polanco" de Teruel, la Escuela Superior de Hostelería de Aragón y el INTA

**Proyecto PET2007-007-C08-04: Aumento de la productividad y de la homogeneización del ternasco en las ganaderías de Teruel. Producción de machos hiperprolíficos y resistentes al scrapie**

**Investigador Principal: José Folch Pera**

**Investigadores: José Luis Alabart Alvarez  
Jorge Hugo Calvo Lacosta  
José Ignacio Martí**

**Becarios: Albert Martínez Royo  
Belén Lahoz Crespo**

**Técnico: Elías Echegoyen Pérez  
Pilar Sánchez Ruiz**

## **Aumento de la productividad y de la homogeneización del ternasco en las ganaderías de Teruel. Producción de machos hiperprolíficos y resistentes al scrapie**

### **Objetivos**

Objetivo general del Proyecto es aumentar la productividad y la homogeneización del Ternasco de Aragón. El objetivo del presente subproyecto es aumentar la rentabilidad de las explotaciones de Teruel produciendo machos de Rasa Aragonesa resistentes al scrapie y prolíficos, para su divulgación por IA.

### **Actividades realizadas**

#### *1. Producción de machos hiperprolíficos por transferencia de embriones (TE)*

Se decidió producir un número de machos elevado a través de la TE por ser el método reproductivo más adecuado desde el punto de vista sanitario. Por otro lado, sería muy difícil producir los machos por reproducción natural ya que cuando se ha determinado que una oveja es prolífica, tiene una edad avanzada y no da tiempo a producir un número importante de descendientes.

Con el fin de aumentar la eficacia, se decidió poner a punto el diagnóstico del sexo y del genotipo de resistencia a scrapie en los embriones, antes de implantarlos. Para ello se aspiraban células embrionarias utilizando un micromanipulador y un CLONE X Y adquirido con financiación de este Proyecto. La determinación del sexo se realizó mediante detección del polimorfismo del gen de la amelogenina (AMEL) o un fragmento repetido de ADN en el cromosoma Y (Nº de acceso U65982). Los resultados han sido:

- El sexaje se hace en menos de 4 horas, lo que permite la transferencia de embriones en fresco.
- La exactitud es casi del 100%, incluso utilizando una sola célula
- La supervivencia de los embriones transferidos después de la biopsia:
  - Supervivencia de embriones sexados y congelados: 34.5 %
  - Ídem de embriones sexados y frescos: 40.5 %
  - Ídem de embriones no sexados: 55.8 %
  - Supervivencia de los embriones transferidos en fresco después de la extracción de células por el XY Clone: 75.0%

En 2009-2010, se iniciaron los estudios de congelación de embriones obtenidos por MOET después de ser biopsiados para determinar el sexo y para determinar la resistencia al scrapie. Los primeros corderos nacieron en octubre de 2010. La eficiencia de la técnica es todavía baja

#### *2. Producción de machos con el gen BMP15, destinados a Teruel*

Durante el desarrollo del Proyecto se localizó en la oveja Rasa Aragonesa una variante génica que aumenta la prolificidad cuando se encuentra en heterocigosis. (Genotipo ROA) pero que provoca esterilidad en homocigosis. Se trata de una mutación asociada al cromosoma X, por lo que se consideró que era más eficaz producir estos machos mediante inseminación artificial en las ganaderías. La estrategia que se siguió para su difusión en Teruel fue:

- Introducir machos ROA en el Centro de IA de TERUEL, para la divulgación por inseminación en las ganaderías de Teruel.
- Diagnosticar la presencia de este gen en los machos de las ganaderías de Teruel y adquirir estos animales para evitar su uso descontrolado.
- Aumentar la información a los ganaderos para el uso de este genotipo, con el fin de impedir la creación de animales estériles.
- Acelerar mediante MOET la producción de machos prolíficos no ROA, cuya prolificidad está bajo control poligénico.

De esta forma, la producción de machos prolíficos por transferencia de embriones se orientó en dos líneas:

- a) Machos para el programa de selección poligénica de Oviaragón.
- b) Machos prolíficos ROA.- En este caso, se producen por MOET utilizando semen de machos del Centro de Inseminación, resistentes a Scrapie (ARR/ARR) y alto valor morfológico. Con ello, los machos que se producen tienen un valor añadido. La producción de machos ha exigido:
  - Localizar las hembras más productivas del programa de selección, de valor morfológico alto y negativas a salmonelosis, paratuberculosis, maedi, brucelosis.
  - Superovulación, obtención y transferencia de los embriones a receptoras del CITA. Congelación de los embriones sobrantes.
  - Control de partos. Los machos nacidos se entrenan a la recogida de semen por vagina artificial. Se integran en los centros de IA de Teruel y/o de Zaragoza los machos que reúnen las siguientes condiciones: Que superen los controles morfológicos (aproximadamente el 50% de los machos nacidos);- Libres de toda enfermedad infecciosa; con al menos un alelo ARR de resistencia a scrapie.

Grado de cumplimiento: Se han entregado a los centros de IA de Teruel y/o de Zaragoza, un número de machos más que suficiente para desarrollar los programas de selección, tanto poligénico como ROA. El número de animales entregados (o en entrenamiento) al final del proyecto era

▪ Hembras.....	52
▪ Machos.....	38

### 3. Identificación genética de los descendientes de animales ROA

Las ovejas portadoras del alelo ROA son estériles, por lo que ha sido preciso establecer un programa e identificación genética de la presencia del gen, en las ganaderías. Este análisis se ha realizado en el CITA utilizando el panel de microsatélites aconsejado por la FAO para estudios de biodiversidad y paternidad. En 2009-10 se han realizado 6000 determinaciones genéticas de ROA. Aproximadamente un 30% de las cuales corresponden a ganaderías de Teruel

Se estableció en el Parque científico –tecnológico de AULA DEI un servicio público para determinaciones de la presencia del alelo ROA en las ovejas, al que tienen acceso todos los ganaderos de Teruel. Se ha realizado un acuerdo con Oviaragón para la financiación de los análisis de ganaderos pertenecientes a UPRA

4. Participación en la divulgación de la inseminación artificial en las ganaderías con semen fresco o congelado por vía intrauterina (IAU)

El objetivo era divulgar a gran escala el semen de los machos hiperprolíficos mediante la IAU, lo que permitiría congelar el semen, y ahorrar dosis seminales (hasta 10 veces), manteniendo una buena fertilidad. Se puso a punto la técnica, pero la IAU no ha sido aceptada por parte de los ganaderos, a pesar de las muchas ventajas que ofrece. Por otro lado, el desarrollo del Centro de IA de Teruel, ha permitido cubrir parte de las necesidades de los ganaderos de esta Provincia mediante el uso de semen fresco.

5. Colaboración en la creación de un CENTRO DE DEMOSTRACIÓN en la Finca El Chantre de la Diputación Provincial de Teruel.

Este Centro pretende ser un escaparate de las mejoras técnicas, reproductivas, genéticas y de gestión de pastos que sirvan de modelo a los ganaderos de la provincia. Los ganaderos de Teruel tienen acceso, entre otras cosas, a la información sobre el uso de los machos prolíficos y la utilización de la variante génica ROA. Para ello,

- Se realizó en el marco del Grupo Consolidado de Investigación Aplicada: "Mejora de la Producción Ovina"
- Se ha realizado un día de puertas abiertas en otoño de 2007 y primavera de 2010.
- Se ha elaborado un libro divulgativo explicativo del uso de estas nuevas tecnologías, que se reparte gratuitamente

### **Conclusiones obtenidas con respecto a los objetivos planteados**

El Proyecto ha permitido la producción de machos hiperprolíficos suficientes para desarrollar el Programa de selección por prolificidad. Los ganaderos de Teruel tienen acceso semen de machos prolíficos poligénicos o a semen de machos ROA, localizados en los Centros de IA de Zaragoza o de Teruel. Tiene a su servicio un laboratorio público para genotipar sus animales, con el fin de introducir un número de ovejas conveniente de la variante ROA. Las consecuencias de aprovechar estos animales, ha sido estudiado y está valorado. En general, las ganaderías que están sometidas al Programa de selección y además tienen cierto porcentaje de ovejas ROA (mas de 5%), pueden duplicar la rentabilidad. Ahora está en funcionamiento en El Chantre (DPT) un centro de demostración donde informarse sobre el uso de las razas prolíficas; los planes recomendados sanitarios y reproductivos y la estrategia de pastoreo eléctrico con la utilización de cereales a diente y de forrajeras resistentes a la sequía y al frío, entre otras mejoras técnicas.

### **Publicaciones**

▪ **Artículos científicos**

Dervishi E., Martínez-Royo A., Sánchez P., Alabart J.L., Cocero M.J., Folch J., Calvo J.H. (2008). Reliability of sex determination in ovine embryos using amelogenin gene (AMEL). *Theriogenology*, 70(2): 241-247.

Folch J; Alabart JL; Martínez-Royo A; Echegoyen E; Cocero MJ; Jurado JJ; Bodin L; Calvo JH (2008). Effects of a mutation in Bone Morphogenetic Protein 15 gene (BMP15) on natural ovulation rate and on the response to superovulatory FSH treatment in Rasa Aragonesa ewes. *Reproduction in Domestic Animals* 43(3) :76

Cocero MJ, Alabart JL, Hammami S, Marti JI, Lahoz B, Sánchez P., Echegoyen E., Beckers J.F. And Folch J. "The Efficiency of In vitro Ovine Embryo Production Using an Undefined or a Defined Maturation Medium is Determined by the Source of the Oocyte". *Reproduction in Domestic Animals*, 2010. doi: 10.1111/j.1439-0531.2010.01690.x

- **Comunicaciones a Congresos, Reuniones, Simposios**

- **Sobre sexaje y diagnóstico preimplantacional de embriones aplicado a la mejora genética**

Dervishi E., Martínez- Royo A., Sánchez P., Alabart J.L., Cocero M.J., Folch J., Calvo J.H. (2007). Diagnóstico genético preimplantacional en embriones vitrificados: sexaje de embriones y genotipado del gen de resistencia al scrapie. Resultados preliminares. *ITEA, Vol. Extra 28(1)*: 60-62.

Dervishi E., Martínez-Royo A., Sánchez P., Alabart J.L., Folch J., Calvo J.H. (2007). Diagnóstico genético preimplantacional en ovino: sexaje de embriones y genotipado del gen de resistencia al Scrapie. *XXXVI Congreso de la Sociedad Española de Genética*. León 18-21 de Septiembre, p. 287.

Alabart J.L., Dervishi E., Cocero M.J., Sánchez P., Echegoyen E., Martínez-Royo A., Calvo J.H., Folch J. (2007). Sexing of ovine embryos within a MOET selection program. *23rd Scientific Meeting of the E.E.T.A.* Alghero, Sardinia, 7th-8th September, p. 122.

Folch J., Cocero M.J., Marti J.I., Lahoz B., Olivera J., Ramon J., Roche A., Dervishi E., Calvo J., Echegoyen E., Sánchez P., Alabart J.L. (2009) "Ten years of embryo transfer applied to a selection Program for prolificacy in sheep". 60th annual meeting of the European federation of animal science (Barcelona, Spain, . Wageningen Academic Pub, Book of abstracts, p.275

Folch, J., Lahoz, B., Alabart, J.L. (2010) "Researches in progress in reproductive physiology to increase the efficiency of sheep production". 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Heraklion (Crete), 23-27 of August 2010.

- **Sobre la divulgación del gen ROA**

Lahoz B., Alabart J.L., Echegoyen E., Sánchez P., Calvo J.H., Martínez-Royo A., Jurado J.J., Fantova E., Folch J. (2009).-"Efecto del alelo *FecX<sup>R</sup>* del gen BMP15 sobre la tasa de ovulación y la prolificidad en ovejas Rasa Aragonesa". XIII Jornadas Sobre Producción Animal AIDA. M. Joy Et Al. (Eds.). AIDA, : 678-680

Lahoz B., Blasco M.E., Sevilla E., Folch J., Roche A., Quintin F.J., Martínez-Royo A., Galeote A.I., Calvo J.H., Fantova E., Jurado J.J., Alabart J.L. (2009) "Fertility of select Rasa aragonesa rams carrying or not the *Fecx<sup>R</sup>* allele of BMP15 gene when used in artificial insemination". Wageningen Academic Pub. Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Barcelona, : 278

Lahoz B., Alabart J.L., Martí J.I., Echegoyen E., Calvo J.H., Martínez-Royo A., Vijil E. Y Folch J. (2009) "¿Es necesario reducir la dosis de eCG en corderas prolíficas portadoras del alelo *FecX<sup>R</sup>* (ROA)?: Efecto de dos dosis diferentes sobre la fertilidad y prolificidad". XXXIV Congreso nacional de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Barbastro (Huesca). Actas del congreso: p. 351-355

Alabart, J.L.; Martínez-Royo, A.; Lahoz, B.; Calvo, J.H.; Martí, J.I.; Jurado, J.J.; Vijil, E.; Fantova, E. Y Folch, J. (2009) "Fertilidad y prolificidad de las ovejas portadoras o no portadoras del alelo *FecX<sup>R</sup>* inseminadas en las ganaderías de UPRA-Grupo Pastores". XXXIV Congreso nacional de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Barbastro (Huesca). Actas del congreso: p. 387-392

- **Artículos de divulgación**

Folch J., Alabart J.L., Echevoyen E., Martí J.I., Pilar Sanchez, Fantova E., Roche A. (2007). Manejo reproductivo de la oveja Rasa Aragonesa en un sistema de tres partos cada dos años. En: Producción de ovino de carne en medio semiárido.- Grupo Consolidado de Investigación Aplicada "Mejora de la Producción Ovina"-Ed .- Gobierno de Aragón, pp. 71-101.

Lahoz B., Alabart J.L., Folch J., Calvo J.H., Martínez-Royo A., Fantova E.Y Equipo De Veterinarios De Upra-Grupo Pastores. (2010) "Genes mayores para el incremento de la prolificidad". Revista Albéitar, nº 136 p. 20-21

Folch J., Jurado J.J., Calvo J.H., Martínez-Royo A., Alabart J.L., Lahoz B., Fantova E. Y Equipo De Veterinarios De Upra Grupo Pastores. (2010) "Cómo mejorar la prolificidad de las ganaderías de ovino de carne mediante el programa de divulgación de la variante génica Rasa Oviaragón (ROA)". Revista Pequeños Rumiantes, nº11, p. 17-20

- **Libros de divulgación**

JL. Alabart, D. Andueza, R. Castaño, I. Delgado, E. Echevoyen, E. Fantova, E. Feliz de Vargas, J. Folch, Itziar Garitano, JJ. Jurado, Eloisa Langa, JI. Martí, F. Muñoz, L. Pardos, A. Roche, Pilar Sánchez. (2007, 2008).- Producción de ovino de carne en medio semiárido.- Grupo Consolidado de Investigación Aplicada "Mejora de la Producción Ovina"- Ed: Gobierno de Aragón, 102 páginas.

**PET2007-007-C08-C05**

**TITULO: Difusión de la mejora genética conseguida en el programa de selección genética de CarnesOviaragon en las ganaderías de Rasa Aragonesa en Teruel**

**PERSONAL INVESTIGADOR**

**Investigador principal del Proyecto:**

**Juan Jose Jurado García** - Subdirección general de Investigación (INIA)

**Investigadores:**

**Magdalena Serrano Noreña** - Subdirección General de Investigación (INIA)

## **ANTECEDENTES**

El programa de Mejora Genética en Ganado ovino de raza Rasa-Aragonesa para incrementar la prolificidad en un parto que lleva a cabo la empresa Carnes-Oviaragon S.C.L., fue iniciado en 1994. Se ha financiado en el pasado mediante proyectos CDTI, en los que el INIA ha participado siempre.

El objetivo de selección que se estableció fue aumentar la productividad numérica por oveja adulta desde 1,3 (valor medio de la población en el año 1997) hasta 1,5 en un plazo de 10 años. El criterio de selección elegido fue la prolificidad por parto de las ovejas adultas.

El programa de selección está basado en la predicción del valor genético de los reproductores en un grupo de rebaños colaboradores (núcleo de selección) los cuales están conectados mediante machos de referencia e Inseminación Artificial (IA). Las hijas de estos machos, además de conectar rebaños, son usadas para la prueba de descendencia de sus padres.

La información utilizada para la selección está basada en un control de producciones que lleva a cabo el propio ganadero en su explotación y en él que se registra sistemáticamente el número de corderos por parto de cada oveja, así como las circunstancias que rodearon dicho parto. La genealogía materna de cada oveja reproductora la proporciona el ganadero y la paterna procede de los machos de IA (cualquier otra paternidad no es admitida).

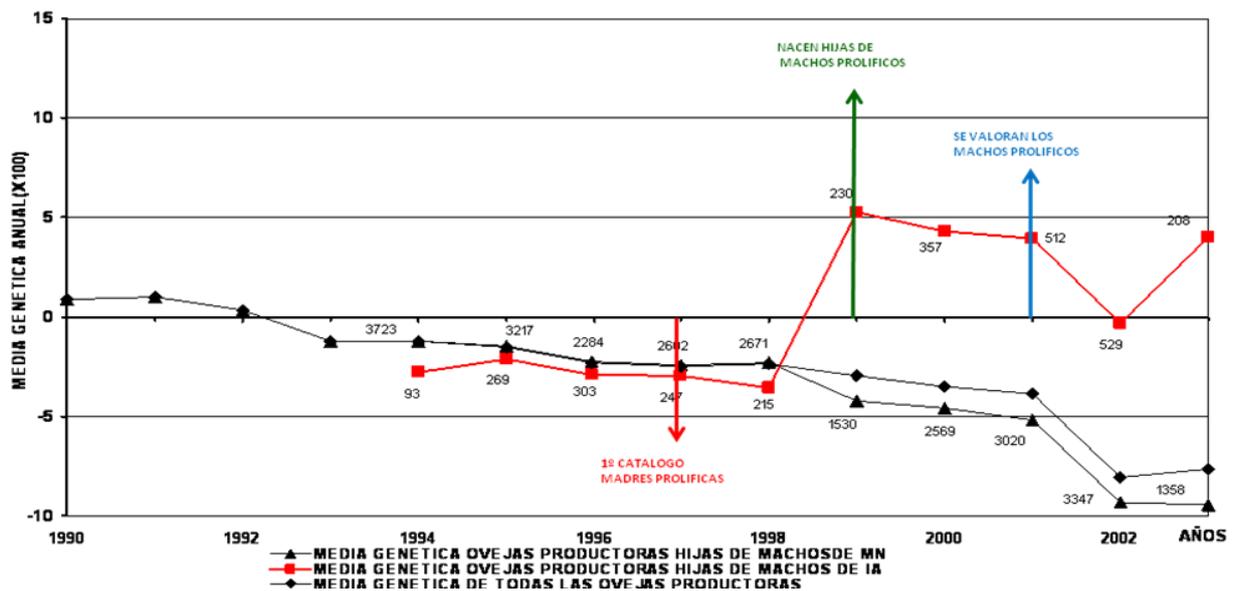
Periódicamente se procede a realizar la valoración genética de todos los reproductores, usándose para ello la metodología BLUP Modelo animal con medidas repetidas. El modelo utilizado incluye como efectos fijos la interacción triple rebaño-año-época de parto, número de parto, intervalo entre partos y el modo de cubrición (natural o artificial), y como efectos aleatorios el genotipo del animal y el efecto permanente. Los parámetros genéticos utilizados son: heredabilidad 0,05 y repetibilidad de 0,10. Los resultados de la valoración genética se publican en un documento de trabajo (catalogo de reproductores) que es el instrumento básico del programa de selección, de modo que todas las decisiones de selección se fundamentan en su contenido. Se incluye una gran cantidad de información que permite llevar el control de la población, así como un catalogo de machos, otro de las 500 mejores madres de futuros sementales, y un documento que permiten controlar la consanguinidad y evitar los apareamientos entre individuos consanguíneos.

Los candidatos a futuros sementales se consiguen inseminando las mejores ovejas de la población con los sementales de mayor mérito genético. Esto se lleva a cabo en un rebaño especial de ovejas con elevado valor genético (CITA de Aragón) mediante súperovulación e IA. Los embriones conseguidos se sexan y se implantan en ovejas nodrizas. Los machos nacidos sufren varias cribas en función de su morfología y adecuación al prototipo racial. Por último ingresan con seis meses de edad en un centro de inseminación artificial para ser entrenados para eyacular en vagina artificial (CERSYRA de Movera, Zaragoza). Al cumplir un año se preparan dosis seminales para inseminar ovejas en los distintos rebaños del núcleo de

selección. Una vez nacidas estas hijas y tengan sus primeros partos, se obtiene el valor genético de sus padres. Al mismo tiempo se valoran todas las ovejas con información propia o genealógica. Los sementales son declarados mejorantes, positivos o negativos. Los primeros constituyen el grupo de machos hiperprolíficos del programa y son los padres de los futuros sementales con dosis seminales de ellos se inseminan hembras de los rebaños del núcleo para obtener machos de monta natural. Los machos positivos se usan en los rebaños con el mismo propósito de obtener el recría de machos y hembras. Los machos negativos se venden. Los ganaderos del núcleo reciben información sobre la calidad genética de sus ovejas para obtener el recría a partir de los machos mejorantes.

Anualmente se procede a valorar los resultados del programa, estimándose las tendencias genéticas de diversas categorías de animales. En la figura adjunta se presenta la correspondiente a ovejas con padres conocido, con padre desconocido y todas conjuntamente (junto a cada punto aparece adjunto el número de animales que lo integra) correspondiente al año 2006

**FIGURA 1.- EVOLUCION DE LAS MEDIAS GENETICAS ANUALES DE OVEJAS PRODUCTORAS HIJAS DE PADRE CONOCIDO, DESCONOCIDO Y TODAS EN REBAÑOS CONECTADOS**



## DETECCION DE UN GEN DE GRAN EFECTO PARA PROLIFICIDAD EN LA POBLACION

El hecho más importante conseguido en el programa de mejora genética de la población ovina de CarnesOviaragon ha sido la detección de un gen de gran efecto para la prolificidad. Los resultados que condujeron a esta detección y posterior identificación se resumen a continuación (Jurado y Calvo, 2007):

- a) Una excesiva respuesta a la selección no esperable para un carácter tan poco heredable ( $h^2 = 0,049$ , Espinosa y Jurado, 1998). En la figura 1 se presenta la tendencia genética obtenida para las hijas con padre conocido (hijas de IA) y las de padre desconocido.

Los 15 sementales (con valor genético medio (VGM) de +9,71) padres de las ovejas nacidas en 1999 (230) fueron a su vez hijos de padres desconocidos y madres con elevado valor genético (14º Catalogo de Reproductores, 1997). Las 230 ovejas tuvieron un VGM de +5,2. De estas 122 tuvieron un VGM de +12,6 y sus padres de +23,3 y las otras 110 lo tuvieron negativo (-3,0) y sus padres -5,4. En los dos casos las madres tuvieron un VGM próximo a 0. El valor fenotípico medio (VPM) en primer parto de las 122 fue de 1,34 y el de las 110 fue de 1,13. Las 230 ovejas tienen ahora 1202 partos y un VPM de 1,50. Las 122 ovejas tienen actualmente 643 partos y un VPM de 1,63 mientras que las 110 tiene ahora 559 partos y su VPM es de 1,36. Parece al menos llamativo, que se obtenga una respuesta a la selección elevada y que se establezcan diferencias genéticas sustanciales entre hijas de machos cuyo único merito genético es el tener madres selectas y padres desconocidos, teniendo en cuenta que se trata de un carácter muy poco heredable

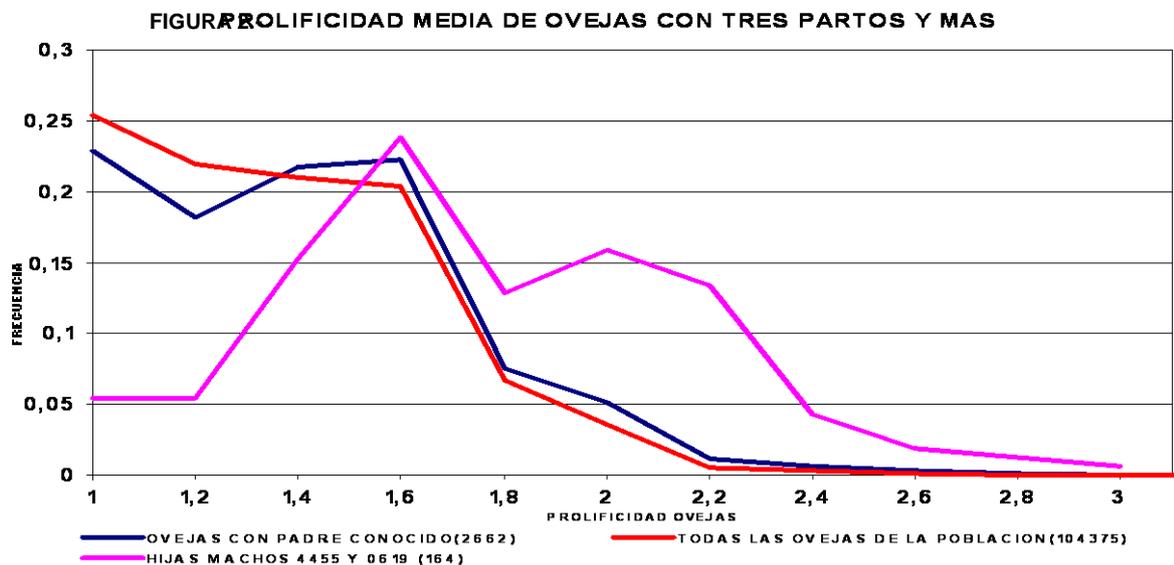
- b) Frecuencia de partos múltiples en las hijas de dos sementales (4455 y 619) muy diferentes de la de los otros. En la tabla adjunta se presenta las frecuencias de partos para las hijas de estos dos machos, junto a las de un hermano del primero y las de dos hijos del 4455 y 4456, así como la prolificidad media de la población. Destaca notablemente la alta prolificidad de ambos sementales (1,686 y 1,644) frente a la de la población (1,338), así como que entre ambos medio hermanos de madre (4455 y 4456) se observen tantas diferencias. Las hijas de ambos hermanos también son diferentes.

RELACION DE SEMENTALES E HIJOS CON INFORMACION GENETICA Y FENOTIPICA DE LA PROLIFICIDAD DE SUS HIJAS															
IDENT. SEMENTAL	V.G.	INFORMACION HIJAS				PORCENTAJE DE PARTOS				PADRE		MADRE			
		NH	NC	NP	PROLF	S	D	T	C	IDENTF.	V.G.	IDENT.	V.G.	NP	PROLF
4455	52,56	394	1465	869	1,686	41,4	48,9	9,3	0,3			Z20603188	40,5	3	3,66
619	38,10	101	526	320	1,644	47,1	43,1	8,1	1,2	4630	14.51	Z09890725	24,5	9	2,11
4456	-5,27	208	828	614	1,349	67,1	31,1	1,6	0,2			Z20603188	40,5	3	3,66
2 HIJOS DE 4455	8,15	85	300	227	1,319	69,2	29,5	1,2	0,0	4455	52,56				1,2
2 HIJOS DE 4456	- 5,2	109	214	171	1,215	79,3	20,1	9,4	0,2	4456	-5,27				5,6
POBLACION		176023			1,338	67,9	30,4	1,5	0,1						

V.G.- Valor genetico del animal    NH.- Numero de hijas    NC.- Numero de corderos    NP.- Numero de partos    PROLF.- Prolificidad

S.- Partos simples    D.- Partos dobles    T.- Partos triples    C.- Partos cuádruples    IDENT.- Identificación animal

- c) La distribución de frecuencias de la prolificidad de las hijas de estos dos machos difiere claramente de la del resto de machos. En la figura 2 se presenta las distribuciones de frecuencias de las ovejas con tres ó más partos en toda la población (104375 animales), en las ovejas con padre conocido (2662) y en las hijas de los machos 4455 y 619 (164). Es manifiesta la diferente distribución en el caso de las hijas de los machos objeto de nuestra atención, presentando dos picos (en 1,6 y 2) que sugieren la existencia de una causa de gran efecto en la determinación genética de la prolificidad en esta población. Aunque en un principio se pensó que podría tratarse de un gen autosómico de gran efecto que estaría en heterocigosis en ambos machos, posteriormente se identificó con un gen situado en el cromosoma X tal como se describe en el apartado siguiente, siendo el segundo pico irrelevante.



## CARACTERÍSTICAS DEL GEN

La identificación del gen de gran efecto fue llevada a cabo por Martínez-Royo y colaboradores en 2008. Se trataba de un nuevo alelo del gen BMP15 que consiste en una delección de 17 nucleótidos que incrementa la prolificidad de ovejas en la raza Rasa-Aragonesa. En la secuencia proteica se observó que la delección supone un cambio en la pauta de lectura de la proteína y la aparición de un codón de stop prematuro en la región de la preproteína. De esta forma, la interrupción de la síntesis proteica antes de la secuencia aminocídica que va a dar lugar a la proteína activa, tiene como consecuencia que no hay proteína funcional de BMP15 en el ovario. Aunque en el gen BMP15 se han detectado hasta la fecha 5 alelos, esta mutación no había sido descrita y por lo tanto se trata de un nuevo alelo del gen. Este nuevo alelo ha sido denominado FecX<sup>R</sup> y como ROA (Rasa OviAragón) en el terreno comercial.

El gen BMP15 está situado en el cromosoma X. Los machos hemicogóticos para el alelo FecX<sup>R</sup> presentan un fenotipo normal para características reproductivas y productivas, transmitiendo siempre a sus hijas el alelo con ventaja reproductiva. Las hembras homocigóticas para el alelo FecX<sup>R</sup> son estériles, mientras que las heterocigotas son más prolíficas que las homocigóticas para alelo salvaje, que tendrán una prolificidad acorde con la media de la raza.

## DIFUSION DEL GEN EN LA POBLACION

Con el fin de que toda la población de CarnesOviaragón se beneficie de este gen, se está propagando entre los diferentes rebaños interesados mediante Inseminación Artificial. Las recomendaciones a los ganaderos son:

- a) No tener machos portadores pues su cruce con hembras portadoras puede dar lugar a hijas estériles.
- b) Tener toda sus ovejas heterocigotas, pues son las fértiles y prolíficas.
- c) Cuando haya que renovar las hembras hacerlo por IA con machos prolíficos suministrados por la cooperativa y genotipar para elegir ovejas heterocigotas y machos no portadores.

Con fecha 31 de Marzo de 2011 se cuenta con 48 machos portadores del gen y productores de semen. Hay 5207 ovejas vivas que son asimismo portadoras. Entre el 1 de octubre de 2009 y el 30 de septiembre de 2010 se han inseminado 7074 ovejas con semen de machos portadores.

#### **BIBLIOGRAFIA**

**Jurado JJ. y Calvo, JH., 2007.-** ¿Un gen de gran efecto para prolificidad en raza Rasa-Aragonesa?. XII Jornadas sobre producción animal. Zaragoza. ITEA 28:504-506.

**Jurado JJ. 2007.-** XV Catalogo de reproductores de raza Rasa-Aragonesa. Junio de 2007.

**Martinez- Royo, A., Jurado, J.J., Smulders, J.P. , Martí, J.I., Alabart, J.L., Roche, A. , Fantova E., Bodin L., Mulsant P., Serrano, M. , Folch, J. , Calvo, J.H., 2008.-** A Deletion in *Bone Morphogenetic Protein 15 Gene (BMP15)* causes Sterility and increased Prolificacy in Rasa-Aragonesa Sheep. *Animal genetics*, 39,294-297.

**ENTIDAD: DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TERUEL**

**PROYECTO Nº: PET2007-007-C08-06**

**TÍTULO DEL PROYECTO: “DIFUSIÓN DE LA MEJORA GENÉTICA CONSEGUIDA EN EL PROGRAMA DE SELECCIÓN GENÉTICA DE CARNES OVIARAGÓN EN LAS GANADERÍAS DE RASA ARAGONESA EN TERUEL”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

Itziar Garitano Iriondo

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

Elifio Feliz-de-Vargas Pastor

## **ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

Desde los años 80 la Diputación Provincial de Teruel inició un Programa de Mejora Genética en ganado ovino de raza rasa aragonesa, en función de dos parámetros fundamentales: por **morfología** atendiendo a criterios del estándar racial y por **criterios de productividad**, como por ejemplo, la prolificidad.

Este Programa se lleva realizando al amparo del Libro Genealógico de la Raza Rasa Aragonesa y en coordinación con las dos entidades Gestoras del mismo (**ANGRA y UPRA**). En el mismo participan el propio **Núcleo de Selección de Raza Aragonesa** de la Diputación Provincial así como **39** ganaderías colaboradoras más de la provincia acogidas al Programa de Mejora Ovina 2009-2011. De estas explotaciones se seleccionan corderos con alta calificación morfológica, nacidos de hembras prolíficas, para ser trasladados al Depósito de Sementales de la Diputación de Teruel y ofertarse a otros ganaderos.

Tras un proceso largo de investigaciones durante años llevadas a cabo por el **INIA**, el **CITA**, el **ATPSYRA** y la **Cooperativa Carnes Oviaragón** fue descubierta la presencia de un alelo en un gen mayor asociado a un incremento de la tasa de ovulación y por tanto, a una mejora de los índices de prolificidad. Este alelo del gen BMP15 fue denominado y patentado como **alelo ROA** (Rasa Oviaragón). Así pues, se ha descubierto que esta nueva variante génica natural (ligada al cromosoma X) produce, en heterocigosis, un incremento de la prolificidad de 0.58 corderos/parto/oveja. Esto supone un incremento del beneficio en el margen económico bruto de una explotación, por lo que Carnes Oviaragón, S.C.L. incorporó al Centro de Inseminación de la Diputación Provincial de Teruel, con el objeto de incrementar el nº de ganaderías beneficiarias de este hallazgo acelerándose así en el tiempo la obtención de resultados.

Así pues, como objetivos de este proyecto se presentan:

**1.-Difundir** en las explotaciones de la provincia las características genéticas derivadas del cruce de sus ganados con machos (ROA).

**2.-Impulsar** el funcionamiento del Centro de Inseminación Artificial Ovina de la Diputación Provincial de Teruel, dándose a conocer como eslabón integrante del Esquema de Selección de la UPRA así como por su oferta de reproductores de raza aragonesa de selección poligénica a través de su Depósito de Sementales

**3.- Servir de apoyo** al Centro de Inseminación Artificial del ATPSYRA en Zaragoza. puesto que, debido a la gran dispersión geográfica de las explotaciones ovinas de la provincia de Teruel pertenecientes a sendos esquemas de Selección de UPRA (variedad ROA) y de ANGRA (selección poligénica y variante Gen Santa Eulalia) junto a la distancia que las separaba del centro de inseminación ATPSYRA, reducía las posibilidades de éxito en los programas de inseminación con semen fresco.

**4.-Mantener** la opción de la mejora genética por vía poligénica, mediante la oferta de sementales de alto valor morfológico y genético (sin la variante ROA) en el Depósito de Sementales o por la producción de dosis seminales de machos con estas características en el CIAR "El Chantre".

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

**Animales , Manejo sanitario y Alimentación**

- A) **Depósito de Sementales** :se incorporan corderos de 3-4 meses de vida procedentes de las ganaderías inscritas en el “**Programa de Mejora Genética Ovina para la Raza Rasa Aragonesa**” de la Diputación Provincial de Teruel. Se seleccionan estos animales por los técnicos de los Servicios Agropecuarios de la Diputación, atendiendo a su calificación morfológica y al valor genético de sus madres. Sólo se admiten machos con genotipos resistentes a Scrapie (grupos de riesgo R1, R2 o R3). Una vez realizada la calificación morfológica y la identificación electrónica, se ponen a disposición de los ganaderos de la provincia garantizándoles unas adecuadas condiciones sanitarias.
- B) **Centro de Inseminación Artificial Ovina**: La selección de sementales para el CIAR, corre a cargo de las Asociaciones Gestoras del Libro Genealógico de la Raza, incorporándose animales mejorantes o en prueba. Antes de incorporarse al CIAR se exige que los animales sean sometidos a **chequeos serológicos** frente a **Brucelosis, Visna-Maedi, Paratuberculosis, Agalaxia**, (R.D. 1941/2004, de 27 de septiembre, por el que se establecen las normas de policía sanitaria que regulan los intercambios intracomunitarios y las importaciones de terceros países de animales de las especies ovina y caprina). Además se realiza serología frente a la **Enfermedad de Border** repitiendo dichas serologías anualmente.

Una vez dentro, tanto los machos del Depósito de sementales como los del Centro de Inseminación son desparasitados interna y externamente así como vacunados frente a la enfermedad de la “Basquilla”o Enterotoxemia.

En el CIAR se lleva a cabo el entrenamiento de los machos, la recolecta y elaboración de dosis seminales, y se facilita la distribución de las mismas reduciendo en lo posible el tiempo transcurrido entre la elaboración de las dosis y la aplicación en las hembras, con el objeto de mejorar los índices de fertilidad.

Las **instalaciones** cuentan con las siguientes dependencias e instrumental:

- **4 corrales** interiores y 4 exteriores ( 3 para albergar a los sementales y 1 para las ovejas de recela.
- una **sala** para el **entrenamiento** de los sementales y la extracción del semen con foso de recogida.
- **estufa** para mantenimiento de las **vaginas artificiales** a temperatura adecuada.
- una **sala para limpieza y desinfección** de vaginas artificiales
- un **laboratorio** con todo su instrumental necesario: estufa de esterilización, espectrofotómetro, baño termostático, placas calefactoras, microscopio, micropipetas, ordenador, impresora, etc.....

Todos los machos son alimentados con **pienso** granulado en régimen restringido **especial para sementales**, con una composición de 16,10% de proteína bruta, 8,10 % de Fibra Bruta y 3% de grasa bruta , 0,23 % de sodio y 8% de ceniza bruta elaborado a partir de cebada,,trigo, maíz cáscara de arroz, harina de soja, cáscara de arroz, alimento de gluten de maíz, etc.

En cuanto a la **metodología**, durante los dos primeros años era más subjetiva a la hora de hacer una valoración de la calidad seminal del morueco ya que la motilidad masal e individual se medía según el criterio visual del técnico a través del microscopio.

Sin embargo, la concentración espermática así como el número de dosis obtenidas se calculaba con más exactitud por el método de la **espectrofotometría**; técnica que mide la luz monocromática absorbida por los espermatozoides. De este modo, la densidad óptica de la muestra es comparada

frente a una curva estándar patrón previamente validada, y permitía, así, conocer el número de espermatozoides y por tanto, su concentración.

A pesar del buen funcionamiento del protocolo establecido anteriormente a la hora de realizar una contrastación seminal y, gracias a la aportación económica del INIA se decidió adquirir un **Sistema de Análisis Espermático y de Cálculo de Dosis** más sofisticado basado en un Programa Informático que mediante la digitalización de una imagen de una muestra de semen, permite determinar, a tiempo real y en la misma captura, la motilidad de cada espermatozoide así como su progresividad. También determina la concentración del eyaculado y las formas anormales presentes en la muestra detectando, tanto gotas citoplasmáticas distales y proximales como colas en látigo de cada uno de los espermatozoides analizados por captura de imagen. De este modo, se elaboran dosis de forma más segura y objetiva mejorando así la calidad de las mismas ya que se contabiliza la concentración de espermatozoides útiles (normales y móviles progresivos) despreciándose aquellos con morfología defectuosa, movilidad no progresiva, etc.

Así pues, en la actualidad se elaboran dosis de 0,25 ml con semen fresco (no congelado) con una cantidad media de entre 350 y 400 millones de espermatozoides útiles por dosis, no totales, con lo cual se ha mejorado notablemente en la calidad y por tanto en la viabilidad de las dosis suministradas.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

**1.- Incorporación y entrenamiento de machos** : A lo largo de los 3 años de duración del Proyecto se han incorporado un total de 59 machos de raza Rasa Aragonesa, **18** de ellos con la variante génica natural **ROA**.

Del total de machos ROA, 6 fueron retirados por no superar la fase de entrenamiento debido a falta de libido, problemas físicos, o ingreso en el CIAR a edades muy avanzadas para iniciar el entrenamiento (3 ó más años) y los otros 3 se destinaron a una explotación asociada a UPRA en la que se utilizan para cubrición natural siguiendo un control muy riguroso en los cruzamientos bajo la supervisión de los Servicios técnicos de la UPRA para así, evitar los cruzamientos que puedan transmitir el alelo en homocigosis. Del total de machos rasos y tras su entrenamiento y elaboración de sus dosis seminales causaron baja en el CIAR 26 animales (6 por muerte, 13 se llevaron al Centro de Inseminación de ATPSYRA de Zaragoza y 7 ingresaron en otras explotaciones para realizar montas dirigidas.

En la actualidad el CIAR “El Chantre” cuenta con **9 machos ROA de UPRA**, todos ellos productores de dosis seminales.

**2.- Producción de dosis seminales:** La primera anualidad de este subproyecto se dedicó al entrenamiento de los machos y la puesta en funcionamiento del CIAR, iniciándose la distribución de dosis en octubre de 2008. En el periodo de duración de este subproyecto hasta el 1 de Septiembre de 2010 se han elaborado **10.344 dosis seminales**, de las cuales se **han aplicado 8.759** en 90 ganaderías diferentes (55 en Teruel, 22 en Zaragoza, 11 en Huesca y 2 a otras CC.AA.).

Del total de dosis elaboradas, 2.088 corresponden a machos con la variante génica **ROA** propiedad de **UPRA-CARNES OVIARAGÓN** de las que realmente se han aplicado 1.890 dosis repartidas en 40 peticiones . Una vez finalizado el periodo de vigencia del Plan Específico para Teruel se **han aplicado por**

**UPRA**( hasta la fecha del 7 de Abril de 2011) otras **340 dosis** habiéndose elaborado **390 dosis más**. Además, se prevé se vayan a incrementar las solicitudes, sobre todo, entre los meses de mayo y agosto, según antecedentes de otros años.

Según datos aportados por los Servicios técnicos de la UPRA los índices medios de fertilidad y de prolificidad de las inseminaciones realizadas con machos ROA son del **44 %** y del **1,49** respectivamente.

La distribución del total de las dosis entregadas y aplicadas figura en la siguiente tabla desglosándose las procedentes de sementales hiperprolíficos ROA :

AÑO	SELECCIÓN ROA (UPRA-CARNES OVIARAGÓN)		OTRAS DOSIS DE RASA ARAGONESA (POLIGÉNICA Y GSE)	
	Dosis Producidas	Dosis Empleadas	Dosis Producidas	Dosis Empleadas
2008	0	0	978	816
2009	1.050	945	4.324	3.650
2010 (HASTA 01/09/10)	1.038	945	2.954	2.403

**3.- Distribución de machos desde el Depósito de sementales de DPT:** Dentro de la selección poligénica, además de las inseminaciones realizadas, se han distribuido **224 corderos** a más de **80 ganaderías** desde el “Depósito de Sementales” de la Diputación de Teruel. Estos corderos procedían de la propia explotación de la Diputación de Teruel o de ganaderías participantes en el Programa de Mejora Genética para la Raza Rasa Aragonesa promovido por la Diputación.

**4.- Divulgación de los Proyectos de Investigación de Mejora Genética:** con fecha 21 de Mayo de 2009, se celebró en la Masía “El Chantre”, de la Diputación Provincial de Teruel, una Jornada de Puertas Abiertas para los ganaderos interesados en conocer el Proyecto “Producción de Ovino de Carne en Zonas Semiáridas”, promovido por el “Grupo Consolidado de Investigación Aplicada sobre Producción de Ovino de Carne- Gobierno de Aragón”, que cuenta con las fincas y el ganado de raza aragonesa de la Diputación de Teruel como Centro de Demostración.

También se realizó una visita programada por OVIARAGÓN de cerca de 30 ganaderos con el objeto de divulgar los proyectos de investigación financiados por el INIA en el marco del Plan Específico para Teruel que se están desarrollando en las instalaciones de los Servicios Agropecuarios ; entre ellos, el de la Difusión del alelo ROA en ovino de carne y el de la difusión de la Mejora en ovino lechero.

## **CONCLUSIONES**

✓ En cuanto al grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto vemos una mejoría con respecto al primer año de trabajo, ya que se ha **incrementado el número de inseminaciones** que se han realizado, partiendo de **945 dosis** explotaciones en el **año 2009** a **1035** inseminaciones practicadas durante el ejercicio **2010**. Existe un **mayor grado de concienciación** del ganadero de la eficacia de la I.A como herramienta clave en la difusión de la variante génica ROA y a la larga en la mejora de su rentabilidad.

- ✓ Gracias al apoyo prestado por el INIA, el CIAR de la Diputación Provincial de Teruel ha **mejorado** su metodología puesto que se han **mejorado las técnicas de Análisis espermático** optimizando así la calidad y cantidad de semen lo cual incrementa los índices de fertilidad. No obstante, existen otros factores que influyen en la fertilidad así como en la tasa de ovulación que quizás sería conveniente vigilar en adelante ya que los índices medios podrían haber sido mejores. Tales son: la condición corporal de cada oveja, un manejo adecuado, calidad seminal, mantenimiento de las dosis y aplicación de las mismas, etc...
- ✓ Se desconocen por ahora los datos relativos a las reposiciones obtenidas de estas inseminaciones así como de los datos productivos de algunas de ellas por lo que, en adelante, sería interesante que UPRA proporcionara esa información al CIAR "El CHANTRE" para su análisis y control. Sí podemos indicar que en el Núcleo de Selección de raza aragonesa de la Diputación provincial se disponen de 40 ovejas con la variante ROA de las que 2 lo son por vía materna.
- ✓ Dado el buen funcionamiento del CIAR y el incremento de pedidos de dosis seminales por parte de las Asociaciones UPRA, ANGRA, la Asociación de Productores de Leche y Queso, AGROJI y ANGORCA se hace necesaria la adquisición de **más reproductores** para así dar un mejor servicio y ampliar, de este modo, la difusión de la mejora genética por toda la comunidad Autónoma. No obstante, la capacidad del Centro de Inseminación se ve muy limitada por lo que sería interesante en un futuro **ampliar nuestras instalaciones** para poder albergar más animales.

**Universidad de Zaragoza**

**PROYECTO: PET2007-007-C08-08**

**Título: Análisis de la eficacia del plan de comunicación comercial**

**Investigadora Principal: Pilar Urquizu Samper.**

Este tipo de estudio centrado en la evaluación de la eficacia de las acciones de comunicación, se justifica por la necesidad de proporcionar -a través de las acciones de comunicación- utilidades de tipo emocional y de tipo social que generen valor para el público objetivo (Nomen, 2005), provocando de este modo efectos positivos en sus creencias, actitudes y comportamiento hacia el Ternasco de Aragón y sus diferentes variedades; lo que permite optimizar la inversión realizada.

Por tanto, para su desarrollo es preciso analizar previamente las motivaciones del consumidor a la hora de adquirir y consumir este tipo de productos y los atributos determinantes de la elección. A esta actividad se enfocó la primera anualidad del subproyecto que, a través de una metodología de carácter cuantitativo –entrevistas personales en puntos de venta de Aragón y el País Vasco-, evaluó tanto la carne de cordero como productos de quinta gama elaborados a través de Ternasco de Aragón.

Los resultados de este análisis mostraron que un elevado porcentaje del público objetivo de los mercados aragonés y vasco adquiere carne de cordero, dos tercios del total de la muestra analizada, observándose una gran dispersión en relación a la periodicidad de compra siendo mucho más reducida en el País Vasco con frecuencias de compra mensuales o superiores.

Se comprobó que son aspectos asociados a los atributos intrínsecos de calidad objetiva de este tipo de productos (el producto no gusta y se prefieren otro tipo de carnes) los que explican la no adquisición de carne de cordero; lo que muestra la imposibilidad de incrementar a través de acciones de comunicación el volumen de demandantes de este tipo de productos.

Los atributos más determinantes a la hora de adquirir este tipo de carne eran el color y la calidad y las partes de cordero preferidas las costillas o chuletillas y, en mucha menor medida, la pierna y la paletilla o espalda. Respecto a las opciones para cocinarlo en casa, el asado era la forma preferida, seguido por la preparación mediante fritura.

El estudio mostró la relevancia de la recomendación directa del carnicero o del dependiente especializado en la decisión de compra de la carne, aspecto que resaltaba la necesidad de desarrollar acciones de comunicación en el punto de venta que den a conocer el producto, resalten sus características distintivas y estimulen la actividad de prescripción del Ternasco de Aragón.

En el caso de los productos de quinta gama se constató la dificultad de introducir este tipo de productos en el mercado a pesar de las positivas valoraciones que realizaban las personas que los habían adquirido o probado (las valoraciones medias de los tres productos superaban los 7,5 puntos sobre 10). Así se detectó que, a pesar de la adecuada relación calidad-precio, de la facilidad de preparación y de la buena apariencia externa, la preferencia de los consumidores por preparar la carne de cordero ellos mismos, seleccionando la carne y el resto de ingredientes y acompañamientos, constituía el principal problema al que se enfrentaba su comercialización y comunicación.

La necesidad de modificar actitudes y comportamientos de los consumidores a través del plan de comunicación determinó que en el segundo año se decidiera profundizar en las percepciones, evaluaciones, actitudes y comportamientos a través de metodologías de carácter cualitativo -entrevistas en profundidad y grupos de discusión-. Con ellas también se testaron productos de Ternasco de Aragón

frescos, semielaborados, de cuarta gama y de quinta gama y se evaluaron los elementos de carácter comunicativo asociados al producto (envases y etiquetas), el valor comunicativo de la Denominación de Origen y diferentes acciones *bellow the line* realizadas en el punto de venta.

En este segundo año se excluyó el mercado aragonés y se analizaron tres zonas de España, Cataluña (Barcelona), norte de España (Bilbao) y zona sur (Málaga). El público objetivo del estudio fue tanto los vendedores de carne de las carnicerías tradicionales como los consumidores de carne de cordero. Para analizar a los primeros, de gran relevancia por su carácter prescriptor, se utilizaron entrevistas en profundidad; para estudiar a los segundos, se utilizaron entrevistas en profundidad dirigidas a los consumidores mayores de 55 años y grupos de discusión en los que participaron los consumidores menores de 55 años.

Los carniceros entrevistados destacaron su relevante papel como prescriptores de piezas de carne económicas frescas, tiernas y sabrosas. Ellos perciben que los principales compradores de los productos preparados son las personas jóvenes que adquieren estos productos por su escaso interés por la cocina (al menos durante la semana y en el “día a día”) y por la falta de tiempo para preparar la comida. Consideran que la venta de productos cárnicos preparados es una tendencia al alza y reconocen que la incorporación de productos preparados es una realidad y una oportunidad actual para ampliar el mercado y captar a los consumidores más jóvenes.

Con respecto a la certificación de calidad, podemos destacar que, en general, el canal de venta tradicional no la percibe como un aspecto que asegure la calidad de la carne en términos sensoriales como son el sabor y la ternura. Así, los carniceros afirman que el abastecimiento de carne no se basa en certificaciones de calidad, sino en la apariencia física de la canal y la confianza en el proveedor habitual; y no está dispuesto a pagar el sobreprecio de las carnes con certificación de calidad. La mayoría de los carniceros consideran que sus clientes habituales no valoran las certificaciones de calidad, ya que su compra depende en mayor medida del precio y de la confianza en la persona que les atiende. Asimismo, argumentan que el mayor precio de la carne certificada genera, en ocasiones, una actitud de rechazo ante este tipo de carne y, por lo tanto, en una no compra.

Las entrevistas en profundidad a los consumidores mayores de 55 años resaltaron el alto grado de estacionalidad del consumo de cordero (se consume especialmente en Navidades y verano) y que la mayoría de ellos no conocen el Ternasco de Aragón y no lo han comprado nunca. Así solo lo conocen aquellos encuestados que lo han comido en Aragón, siendo su valoración muy positiva ya que consideran la carne muy sabrosa y tierna.

Estos consumidores, a pesar de que perciben que la carne certificada es de mayor calidad, no están dispuestos a pagar más dinero por una carne certificada y solo la adquieren cuando el precio es atractivo. Presentan un elevado rechazo a la carne preparada que consideran más cara y menos saludable, consideran que el precio del cordero es caro y el 20% de ellos rechaza la compra en bandejas ya que prefiere que un carnicero le prepare el producto.

Los grupos de discusión permitieron determinar que, aunque prefieren la carne al corte, los consumidores más jóvenes compran carne envasada en el supermercado, y que la decisión de comprar una determinada carne depende del precio, la apariencia física de la carne en la bandeja y la facilidad para

cocinarlo. Para ellos la apariencia física significa que la carne sea apetecible, y esto depende del color, la cantidad de grasa, el corte y la colocación de los filetes en la bandeja. El precio elevado del cordero hace que perciban esta carne como propia de momentos especiales y por lo tanto se consume de manera ocasional. En este sentido, se repite la idea de que es una carne poco rentable ya que supone un gasto muy elevado en proporción a la cantidad de carne dado su precio/kg.

El término Ternasco de Aragón no se conoce y el análisis de percepciones y actitudes determina que los mensajes de comunicación se deben centrar en resaltar que es cordero lechal.

Estos consumidores fueron invitados a valorar distintos tipos de productos de Ternasco de Aragón tanto en cuanto a su contenido como a la presentación en la bandeja, el envase y el etiquetado. Así se valoraron muy positivamente innovaciones en producto (como la preparación tipo Pinchos) pero no los productos de quinta gama. La presentación en envases fue positiva siempre y cuando tuviera buen aspecto la carne y se viera bien en el envasado (incluyendo cuarta gama), es decir, que la etiqueta –aun conteniendo todos los elementos informativos necesarios- no obstaculice el visionado del producto.

En relación a las acciones de comunicación en el punto de venta, los consumidores reconocen que no se fijan en los carteles de la sección carnicería del supermercado porque realizan una compra rápida, de este modo afirman haber visto tan sólo carteles de ofertas y promociones, siendo estos los únicos que han llamado su atención y que se recuerdan de color rojo y amarillo. En cuanto a los carteles de comunicación de Cordero Eroski Natur testados en los grupos de discusión, la imagen del plato de cordero y el sello de Eroski Natur son los elementos que han llamado la atención de los participantes, siendo la información adicional poco atractiva al tratarse de mensajes con mucha letra. A pesar de esto último, se prefieren los mensajes en la esquina inferior izquierda y con letra de color negro ya que se distinguen mejor que los de color blanco y resaltan más al estar separados.

La fotografía del plato es valorada positivamente ya que se considera una imagen de costillas y ensalada que resulta muy apetecible; aunque se percibe demasiada cantidad de lechuga en comparación con la cantidad de carne. En este sentido, en concreto en Bilbao se sugiere la posibilidad de añadir un pimiento rojo que haría el plato más apetitoso. Se ha planteado la posibilidad de ofrecer un folleto informativo sobre el ternasco de Aragón en el punto de venta, lo que ha tenido una gran acogida entre los consumidores.

Por su parte, el folleto informativo Eroski (en pruebas) testado ha sido valorado positivamente ya que la información que contiene se considera muy interesante. Así, el dibujo esquemático que muestra las distintas partes del animal que se corresponden con cada pieza de carne es el elemento que más llama la atención de los consumidores ya que éstos presentan un gran interés por esta información. Los consumidores encontraron que el folleto es mejorable en cuanto al contenido ya que prefieren que haya alguna explicación de cómo preparar la carne de cordero o alguna receta.

En el último año se han establecido dos líneas de actuación: la valoración de una nueva referencia el Ternasco de Aragón congelado y de las acciones de comunicación desarrolladas en el punto de venta para darlo a conocer, reducir los riesgos percibidos por el consumidor y facilitar la decisión de compra de este nuevo producto; y la introducción de nuevos productos en el canal de hostelería y restauración.

Para valorar la nueva referencia de Ternasco Congelado, que se introdujo a través de una prueba de mercado en dos supermercados situados en (Cantabria) y Tarrasa (Barcelona), se decidió utilizar una metodología cuantitativa, la encuesta, y encuestar a los clientes de estos establecimientos en dos periodos de tiempo (al principio de la prueba y al final de la prueba de mercado).

En el segundo caso se pretendía, a través una metodología de carácter cualitativo, evaluar el grado de satisfacción de los jefes de cocina de restaurantes aragoneses y sus equipos con siete referencias de altas prestaciones en cocina y muy saludables y establecer las acciones de comunicación más adecuadas para facilitar la introducción del producto en el canal de hostelería. La selección de los establecimientos se ha realizado en función del prestigio del jefe de cocina y de su carácter de prescriptor para los clientes y el resto de establecimientos de nuestra Comunidad. Estos criterios de selección se han considerado de gran relevancia para facilitar la introducción de estas nuevas referencias; no obstante se asume que, al utilizar el canal de hostelería y restauración para introducir estas nuevas referencias, el proceso de difusión va a ser muy lento y esta primera fase va a ser especialmente larga.

Los resultados obtenidos los presentamos para los dos estudios realizados: canal de distribución y canal de hostelería y restauración

### **Canal Distribución: Estudio Cuantitativo a Compradores en el punto de venta**

Durante la prueba de mercado se utilizaron los siguientes instrumentos de comunicación en el punto de venta: un congelador rotulado con Pastores que contenía el Ternasco de Aragón congelado; cartelería del producto, folletos sobre el Ternasco de Aragón Congelado y las etiquetas del producto con una información exhaustiva sobre el mismo.

Para conocer y valorar el papel de estos instrumentos para dar a conocer el producto y estimular su adquisición se les preguntó a los clientes de los dos establecimientos si conocían la existencia del producto, que instrumento de comunicación del producto habían visto y cuál de ellos les había llamado más la atención.

El análisis de la primera cuestión mostró que más de la mitad de los encuestados (64%) vieron el producto congelado de la marca Pastores. Respecto a los instrumentos de comunicación, en términos generales, lo que más recordaban las personas que habían pasado por la sección de congelados, fue precisamente la existencia de un congelador con ternasco (41,3%), convirtiéndose éste en un importante elemento de comunicación que ha servido para llamar la atención de gran parte de los clientes. No obstante, es importante destacar que casi una tercera parte de los encuestados, no habían visto nada relacionado con el ternasco: ni el congelador, ni el etiquetado, ni el producto.

Al pedirle al encuestado que reseñase el elemento que más le hubiese llamado la atención, de nuevo aparece el congelador con ternasco en casi un tercio de las ocasiones. El segundo lugar fue ocupado por la cartelería de este tipo de producto. Sin embargo, debe señalarse que un cuarto de los entrevistados no destacaron nada de esa sección.

Estos resultados nos muestran la gran utilidad del congelador rotulado con la marca de la empresa para facilitar el conocimiento y la introducción del Ternasco de Aragón congelado en el mercado, observándose la existencia de una correlación entre el porcentaje de clientes impactados por el

congelador y el grado de conocimiento del producto. Los resultados también muestran la importancia de la cartelería, el segundo instrumento mejor valorado por los clientes. No obstante es preciso destacar la existencia de un porcentaje elevado de consumidores que no recuerdan ningún elemento de comunicación y que por tanto no destacan nada que les haya llamado la atención en la sección de congelados, por tanto es necesario combinar el congelador rotulado y la cartelería con otros elementos que capten más la atención del consumidor en el punto de venta, como pueden ser las animaciones en el punto de venta y los concursos en el establecimiento, instrumentos que suelen ser muy adecuados para facilitar el conocimiento y, especialmente, la primera adquisición de este tipo de productos.

En relación a la adquisición del producto es preciso destacar que un 45% de las personas entrevistadas no habían adquirido Ternasco de Aragón congelado. Al profundizar sobre los motivos que habían provocado el rechazo del producto es preciso destacar que el desconocimiento del mismo ha sido el principal motivo que explica su no adquisición y el precio es el segundo motivo de no compra. El resto de motivos planteados no se han considerado relevantes por la muestra estudiada lo que nos muestra que no existen actitudes negativas ante el Ternasco Congelado.

Todas las personas que compraron el producto lo consumieron y la valoración que éstos otorgaron a los diferentes atributos del producto (sabor, comodidad precio, satisfacción de la familia) fue muy positiva, obteniendo en todos ellos calificaciones por encima de 8 puntos sobre 10.

Asimismo es preciso destacar que todas las personas que compraron-consumieron el producto, manifestaron su intención de volver a comprarlo. Este resultado refleja la altísima satisfacción existente con el producto y vuelve a reflejar la necesidad de combinar el congelador rotulado con el producto y la cartelería con acciones de comunicación en el punto de venta que incrementen el conocimiento y estimulen la primera adquisición de Ternasco de Aragón congelado.

### **Canal Hostelería: Estudio Cualitativo a Jefes de Cocina**

Los resultados de este estudio han sido muy satisfactorios. Todos los entrevistados han valorado muy bien las características de la carne (salud, calidad y novedad) y destacan especialmente su textura; las presentaciones creadas para el canal hostelería; los cortes de la carne, y el interés y atractivo para ellos y sus clientes.

Las diferentes referencias probadas les han gustado. Entre ellas sobresale el solomillo, los medallones y el lomo. Esta última referencia les ha impresionado como corte y es con la que han probado más elaboraciones diferentes.

Las piezas han sido preparadas por la mayoría de los entrevistados a la plancha con acompañamiento de diversas salsas. No obstante varios de ellos han comentado que han realizado otras preparaciones como empanados usando frutos secos, carpaccio, asados, guisado, milhojas y tapas.

En relación a los precios que estarían dispuestos a pagar por las referencias se ha observado que en cuatro de ellas (entrecorte, medallones, lomo y churrasco) el precio que abonarían es muy similar a su precio de venta, mientras que en las otras tres referencias (solomillo, chuleta y filete de pierna) estarían dispuestos a pagar un precio inferior al establecido por Pastores.

Respecto a la adquisición de estas referencias la mayoría estaría dispuesta a comprarlas o recomendar su compra ya que aprecian su calidad y piensa que con ellas podría sacar rendimiento en su establecimiento. Las referencias con mayor disposición a la compra son el solomillo, los medallones, el lomo y el churrasco. Con respecto al solomillo es preciso destacar que al ser una referencia escasa algunos señalaron la posibilidad que se produjera rotura de stock si ellos empiezan a introducirlo en la carta, banquetes y menús de degustación.

Estas positivas opiniones de los entrevistados y su relevancia como prescriptores nos reflejan las buenas posibilidades que tienen estas referencias en el canal de hostelería y restauración. Por ello se recomienda dar a conocer estas referencias a través de degustaciones y semanas gastronómicas y estimular la adquisición de estas referencias a través de la entrega de muestras de productos y de recetario para profesionales.

**TITULO DEL PROYECTO: DESARROLLO INTEGRAL DE LA TRUFICULTURA DE TERUEL**

**ENTIDAD: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN**

**PROYECTO Nº: PET2007-013-C07-01**

**TÍTULO DEL SUBPROYECTO: "INVENTARIO DE LOS HONGOS MICORRÍDICOS COMPETIDORES Y CONTAMINANTES DE LAS PLANTACIONES DE TRUFA NEGRA, EN LAS COMARCAS PRODUCTORAS TUROLENSES. EVOLUCIÓN DEL ESTATUS MICORRÍDICO DE LAS TRUFERAS EN FUNCIÓN DE ACTUACIONES EXTERNAS."**

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

**Investigador Principal:** Carlos F. Palazón Español, Dr. Ingeniero Agrónomo, CITA de Aragón

**Investigadores:**

Ana M<sup>a</sup> de Miguel Velasco, Dra. Ciencias Biológicas, Universidad de Navarra

Juan José Barriuso Vargas, Dr. Ciencias Biológicas, Universidad de Zaragoza

Raimundo Sáez García Falces, Ingeniero Técnico Agrícola, ITGA de Navarra

Sergio Sánchez Durán, Ingeniero Agrónomo, CITA de Aragón

María Martín Santafé, Ingeniera de Montes, CITA de Aragón

M<sup>a</sup> Begoña González Armada, Lic. Ciencias Biológicas, Universidad de Navarra

**Objetivos 1 y 2.-** Determinar el estado de la micorrización de parcelas truferas turolenses, productoras o no, de diferentes edades, situación geográfica, origen de planta y características del suelo. Estudio detallado del cortejo micorrízico de los árboles productores y no productores de trufa negra.

Hasta el momento, se han realizado 6 muestreos de raíces en las 48 encinas de 24 parcelas, la mitad productoras de trufa negra y la otra mitad no productoras, que a su vez pertenecen a tres grupos de edad: hasta 6 años, entre 6 y 10 y más de 10, con 16 árboles en cada grupo.

Cuatro de los muestreos se han realizado mediante la búsqueda de las raíces de las encinas y la extracción de un fragmento de las mismas que comprendiese entre 200 y 400 ápices radicales (“método tradicional”). Los otros dos se han hecho extrayendo cilindros de suelo de 4 x 20 cm, pero ha sido necesario hacer un sobremuestreo en algunos de ellos para realizar una puesta a punto del método.

Este último método incorpora las siguientes mejoras:

- Mayor información, ya que los datos numéricos de presencia de ectomicorrizas en cada muestra son absolutos y pueden referirse al volumen de suelo extraído y por lo tanto extrapolarse al resto del árbol, además de obtener un mayor número de morfotipos por árbol muestreado. Si bien, debe indicarse que los morfotipos “extra” que este método es capaz de hallar, son minoritarios y de escasa relevancia práctica. Por ejemplo, el *Tuber melanosporum* se localizó en 42 de los 48 árboles empleando ambos métodos de muestreo.
- Mayor precisión en cuanto al punto de muestreo, ya que la búsqueda de raíces (“método tradicional”), aunque siempre comienza en un punto concreto del suelo (en el límite de la proyección de la copa), puede terminar en un radio de medio metro respecto al mismo.
- Menor daño al árbol por rotura de raíces.

Tras el análisis de las muestras tomadas por el “método tradicional”, se ha generado el siguiente catálogo de las ectomicorrizas presentes en las plantaciones truferas turolenses, ordenadas según la posición taxonómica del hongo que las forma:

**Phylum Ascomycota**

Orden *Pezizales*  
 Familia *Pyronemataceae*  
***Trichophaea woolhopeia***  
***Sphaerosporella brunnea***

Familia *Tuberaceae*  
**Morfotipo *Tuber* (Manto tipo L)**  
**Morfotipo *Tuber* (Manto tipo M)**  
***Tuber brumale***  
***Tuber melanosporum***  
***Tuber aestivum***

Clase *Dothideomycetes*  
***Cenococcum geophilum***

**Phylum Basidiomycota**

Orden *Boletales*  
 Familia *Sclerodermataceae*  
**Morfotipo *Scleroderma***  
***Pisolithus arhizus***

Familia *Diplocystidiaceae*  
***Astraeus hygrometricus***

Orden *Agaricales*  
 Familia *Strophariaceae*  
**Morfotipo *Hebeloma***

Familia *Cortinariaceae*  
**Morfotipo *Cortinarius***

Orden *Russulales*

Familia *Russulaceae*

**Morfotipo *Russula***

Orden *Thelephorales*

Familia *Thelephoraceae*

***Tomentella* Morfotipo *stuposa***

**Morfotipo *Tomentella***

***Tomentella galzinii***

***Quercirhiza squamosa***

En cuanto a la frecuencia de aparición de cada uno de los morfotipos micorrícicos anteriormente expuestos debe indicarse que el hongo inoculado, *Tuber melanosporum*, se encuentra presente en un altísimo porcentaje de los árboles muestreados (88%), siendo el de más frecuente aparición en el estudio. Este hecho, aunque totalmente lógico, prueba el gran potencial para el desarrollo de este cultivo en la provincia de Teruel.

El segundo tipo más frecuente (38%) es el anteriormente conocido como Tipo AD, posteriormente descrito y nombrado como *Quercirhiza quadratum* y que recientemente, mediante estudios de biología molecular, ha sido por fin identificado como formado por el hongo *Trichophaea woolhopeia*, una pironematacea semejante a *Sphaerosporella brunnea*.

La taxonomía de ectomicorrizas es una ciencia reciente, que carece de claves de identificación como las que podemos encontrar en plantas u hongos. Por ello, en nuestro trabajo, se han detectado una gran cantidad de morfotipos que no han podido ser identificados, pudiendo llegar únicamente a nivel de familia o incluso sólo de *phyllum*. Algunos de ellos, los que han aparecido con mayor frecuencia o fueron encontrados en trabajos anteriores, como el Morfotipo 2 (De Román, 2003), están siendo analizados por técnicas de biología molecular, para lograr la identificación del hongo que los forma.

La presencia de morfotipos pertenecientes a la familia *Thelephoraceae* es muy alta: Tipo *Tomentella* (19%), Tipo *Thelephoraceae* (17%), *Quercirhiza squamosa* (15%), *Tomentella galzinii* (6%), *Tomentella* tipo *stuposa* (2%). Este hecho es relativamente frecuente en este tipo de estudios, si bien sus carpóforos no suelen encontrarse en las plantaciones en las mismas proporciones, quizás porque la fructificación de la mayor parte de ellos se realiza sobre madera muerta y ésta suele ser retirada de las plantaciones por el agricultor.

Sorprende el hallazgo de micorrizas de *Sphaerosporella brunnea* en dos árboles de más de 10 años ya que se trata de un hongo pionero más propio de invernaderos, por lo que, en posteriores trabajos, deberá investigarse la posible causa de su aparición.

También ha sido extraño localizar micorrizas de *Cenococcum geophilum*, hongo muy frecuente en encinares maduros, lo cual prueba la entrada de raíces de un bosque adyacente en la plantación o un error en la selección de la parcela por parte del truficultor.

Cuando se compara el cortejo micorrícico de *Tuber melanosporum* de las encinas productoras de trufa negra con el de las no productoras, se puede observar que:

- El número de morfotipos ectomicorrícicos encontrados en los árboles no productores (22) es mayor que en los productores (14), lo cual es normal teniendo en cuenta que *Tuber melanosporum* necesita acumular una gran cantidad de micelio en el suelo para producir las trufas.
- *Tuber melanosporum* aparece en el 100% de los árboles productores, lo cual es totalmente lógico, pero también en el 75% de los no productores. Cabe destacar dos truferas de una de estas parcelas no productoras que poseen únicamente micorrizas de *Tuber melanosporum*, quemados evidentes y una edad avanzada, siendo una gran incógnita la causa de la ausencia de fructificación en los mismos.
- *Trichophaea woolhopeia* (presente en el 29% de los productores y en el 46% de los no productores) y *Tuber brumale* (17% y 25% respectivamente), parecen ser simplemente hongos competidores, no capaces de desplazar a *Tuber melanosporum* de las raíces de los árboles ya que, aún siendo más frecuentes en árboles no productores, su aparición en los productores sigue mostrando valores importantes.
- *Tuber aestivum* se encontró en un mayor porcentaje de árboles productores (17%) que de no productores (4%). Lejos de considerar a este hongo, a la luz de estos datos, un promotor de la fructificación de *Tuber melanosporum*, debe indicarse que al menos no parece ser capaz de comprometer la producción de trufa negra, lo cual se confirma por el gran número de árboles de otras plantaciones en los que se obtienen ambas trufas.
- No se ha localizado ningún morfotipo exclusivo de los árboles productores de trufa que pudiera beneficiar o inducir la formación de carpóforos de *Tuber melanosporum*.
- En líneas generales parece que ninguno de los morfotipos encontrados es capaz de desplazar a las micorrizas de *Tuber melanosporum* de las raíces, al menos los morfotipos más frecuentes en plantaciones truferas, lo que confirma la alta potencialidad de los suelos turolenses para la producción de trufa.

Al separar los resultados obtenidos en los tres grupos de edad, se puede concluir que:

- Homólogamente al caso anterior, los árboles de mayor edad acumulan mayor diversidad de hongos en las raíces. En encinas menores de 6 años aparecieron 7 morfotipos, en las de 6 a 10 años 12 y en las de más de 10 años 20 morfotipos. Este resultado es muy lógico teniendo en cuenta que los hongos nativos del suelo de la plantación tienen más oportunidades de asociarse a las encinas conforme pasan los años. La enorme cantidad de morfotipos no identificados que se han encontrado en los árboles del tercer grupo de edad y lo poco frecuentes que han sido en las otras dos edades, ayudan a validar también la hipótesis anterior.
- *Tuber aestivum* parece ser un competidor más frecuente en árboles jóvenes, ya que está presente en el 25% de los del primer grupo de edad, en el 6% de los segundo y no se encontró en los del tercero. Al contrario sucedió con *Tuber brumale*: 0%, 6% y 57% respectivamente y *Pisolithus arhizus*: 0%, 6% y 31%.

**Objetivo 3.-** Caracterización de los hábitats de los quemados de las plantas truferas, estableciendo la posible influencia de las especies vegetales asociadas, presentes en los mismos, sobre la producción.

Los estudios realizados no han conseguido localizar ninguna planta que ejerza influencia sobre el desarrollo de los quemados ni sobre la producción trufera. Por ello, se ha realizado una recopilación de

los datos obtenidos en tres estudios: Martegoute (2002), realizado en Francia, Granetti y Bencivenga (1988 y 1990), en Italia y González et al. (2010) en España. Este último es un trabajo exhaustivo en el que se incluye un listado de las especies exclusivas del quemado de *Tuber melanosporum* y por lo tanto indicadoras de buena aptitud trufera y correcto desarrollo del cultivo, muchas de ellas presentes en plantaciones de Teruel.

En rasgos generales la flora de los quemados es terófito, ya que necesita completar su ciclo rápidamente debido a las condiciones hostiles del quemado en el que se encuentra, adaptando su ciclo vital al de la trufa, pasando en forma de semilla las fases en las que el micelio de la trufa es más activo. Aunque la presencia de plantas arbustivas, como el tomillo, o incluso los enebros, es bastante común y no causan ningún efecto competidor sobre la producción trufera ya que forman únicamente endomicorrizas, existe no obstante la opinión, entre gran parte de los recolectores de trufa, de que estas citadas plantas promueven el desarrollo de trufas, principalmente porque proporcionan algo de sombra y una zona húmeda en veranos secos. De hecho, algunos truficultores las plantan intencionadamente en sus parcelas.

Se ha confirmado que la especie *Desmazeria rigida* es resistente al efecto alelopático del micelio de *Tuber melanosporum* y, por lo tanto, indicadora de suelos con buenas condiciones para el desarrollo de la trufa negra. Esta planta está incluida en una larga lista de especies presentes en los quemados, recopilada en los trabajos del proyecto y que por su extensión no se incluye en este informe.

**Objetivo 4.-** Desarrollo de bioensayos con las tierras pertenecientes a distintas áreas de las parcelas cultivadas productoras: zonas de quemado, zonas externas al quemado y zonas productoras naturales.

Los resultados obtenidos en las parcelas cultivadas no productoras de trufa han sido en cierto modo los esperados, ya que las enormes colonizaciones por hongos pioneros obtenidas en las plantas no han permitido en ningún caso la correcta instalación de *Tuber melanosporum*, confirmándose así su escasa aptitud trufera. Sin embargo el suelo de alguna de las plantaciones productoras de trufa negra tampoco ha proporcionado una información positiva sobre las micorrizas de *Tuber melanosporum* teóricamente presentes. Por este motivo se realizó un estudio paralelo en una única plantación trufera, con el mismo tipo de suelo y con tres zonas bien diferenciadas en cuanto a su aptitud. Esperamos que, al término del proyecto, este trabajo ayude a la interpretación de los datos obtenidos en éste y en el resto de los bioensayos así como en otros que se realicen para evaluar la aptitud de cualquier plantación trufera.

En cuanto a la diversidad de hongos detectados mediante este método de empleo de plantas trampa, debe indicarse que en alguno de los bioensayos analizados hasta el momento aparecen morfotipos “nuevos” que no se encontraron en los análisis de las raíces de las mismas plantaciones, y que además no han conseguido identificarse, por lo que también están siendo analizados por técnicas moleculares.

En la mayor parte de los casos sólo se ha conseguido localizar un morfotipo por parcela, lo cual se debe a las diferencias entre velocidades de crecimiento y capacidades de colonización de hábitat vacíos entre las diferentes especies presentes en el suelo problema. Es decir, la mayor parte de hongos presentes, como *Trichophaea woolhopeia*, *Tuber brumale*, y algún morfotipo desconocido, pueden considerarse como pioneros de la invasión radicular de las encinas antes de su micorrización por *Tuber melanosporum*.

**Objetivo 5.-** Identificación de carpóforos hipogeos y epigeos que fructifican en las plantaciones.

Los resultados obtenidos en el objetivo 5 se han visto mermados por la escasa información aportada por los propietarios de las plantaciones. Aún así, se ha generado un listado de los hongos observados en algunas de ellas, en la que se puede observar que en muchos casos no se corresponden con los morfotipos micorrícicos detectados en las mismas. Por ejemplo, la ausencia de fructificaciones de hongos teleforoides, como se señaló anteriormente, no se corresponde con la gran presencia que éstos tienen a nivel radical. Y, al contrario, se recolectaron carpóforos de *Melanogaster variegatus* en dos muestreos de una misma plantación y sus ectomicorrizas no aparecieron en las muestras.

Los carpóforos recolectados, por orden de frecuencia de aparición, corresponden a las siguientes especies:

<i>Tuber melanosporum</i>	<i>Peziza</i> sp.
<i>Pisolithus arhizus</i>	<i>Amanita ovoidea</i>
<i>Scleroderma verrucosum</i>	<i>Morchella conica</i> *
<i>Tuber rufum</i>	<i>Marasmius collinus</i> *
<i>Tricholoma</i> sp.	<i>Volvariella speciosa</i> *
<i>Xerocomus</i> sp.	

(\*) Especies saprofitas.

**TITULO DEL PROYECTO: DESARROLLO INTEGRAL DE LA TRUFICULTURA DE TERUEL**

**ENTIDAD: CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA**

**PROYECTO Nº: PET2007-013-C07-02**

**TÍTULO DEL SUBPROYECTO: “Análisis y estudio de los factores bióticos y abióticos que afectan al establecimiento de plantaciones y a la producción y la calidad de la trufa negra en Teruel”**

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

**Investigador Principal:** Carlos Colinas González, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)

**Investigadores:**

Antoni Olivera Ruestes, (CTFC)

José Antonio Bonet Lledós, (CTFC)

Christine R. Fischer, (CTFC)

Juan Martínez de Aragón Remírez de Esparza, (CTFC)

Daniel Lesan Oliach, (CTFC)

Alfredo Inchusta Cascajero, becario (CTFC)

## **CONCLUSIONES RESPECTO A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

Las siguientes conclusiones son preliminares ya que los datos aún se encuentran en proceso de análisis.

### **Objetivo 1. Efecto del riego sobre la productividad y la calidad de la trufa negra en las plantaciones en producción**

Finalizada la puesta a punto de los sistemas de riego de microaspersión en cuatro parcelas del sur de la provincia de Teruel se procedió al control de la humedad del suelo mediante un conjunto de sondas y a la ejecución de los riegos según dichos controles. Durante tres campañas se procedió al control de la producción de trufa.

El máximo número de riegos anuales fue de cuatro y fueron aplicados para mantener las unidades experimentales en valores de potencial hídrico bajo control mediante sondas. El tratamiento de máximo estrés hídrico coincidió con el control en el que no se aplicó ningún riego y en el que se observaron valores inferiores a los -2.500 Kpa. En los meses de junio, julio, agosto y septiembre, fue posible establecer tratamientos con riego de alta frecuencia, frecuentes, poco frecuentes y sin riego que se correspondieron para la campaña 2010 en valores de potencial por encima de -100 kPa, -500, -1000 y por debajo de -1000 kPa respectivamente. Un tratamiento de riego consistió en la aplicación un volumen de entre 25 y 30 mm/m<sup>2</sup> de agua con microaspersor a 1,5 m alrededor del tronco.

El efecto de los tratamientos se observó sobre la producción de trufa. Los tratamientos de riego se realizaron durante los años 2009 y 2010. La producción de trufa se registró para las campañas 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011.

Durante la campaña de riego del 2009 se observaron ciertas discordancias entre las lecturas de potenciales hídricos de los suelos y los riegos acordados con los colaboradores (Figura 1). La falta de certeza en la corrección de la aplicación de dichos tratamientos nos limitó el estudio para la campaña de producción de trufa 2009-2010.

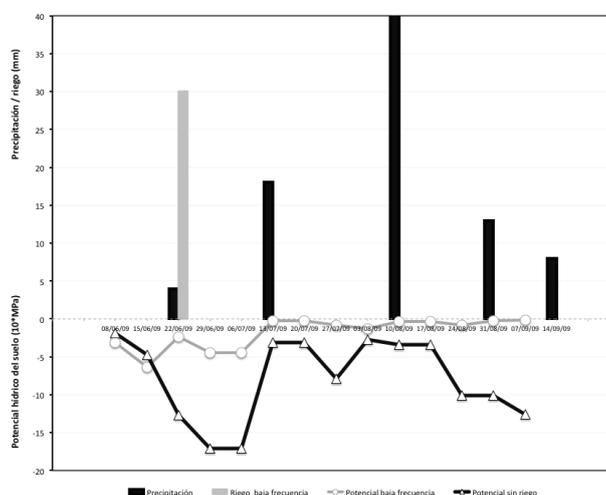


Figura 1. Ejemplo de falta de acuerdo entre los valores de potencial hídrico del suelo para un tratamiento de riego y el testigo sin ningún riego.

Durante la campaña 2009-2010, el número de trufas máximo recolectadas en un solo árbol varió entre un máximo de 22 y un mínimo de 0. Algunos de los árboles de la experiencia no produjeron ninguna trufa. Del total de 264 árboles estudiados, el 42% y el 36% produjeron trufa en las campañas 2008-2009 y 2009-2010 respectivamente. Un 17% y un 11% de los árboles produjeron trufa únicamente en la campaña 2008-2009 y 2009-2010 respectivamente. Los árboles que fueron productores durante las dos campañas representaron el 26% de total (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los árboles del estudio según la productividad en las dos campañas

	Número de árboles en los que se recolectó trufa	Porcentaje respecto del total de árboles de la experiencia
Producen trufa las dos campañas	68	26
Solo producen la campaña 2008-2009	44	17
Solo producen la campaña 2009-2010	28	11
No produjeron trufa en ninguna de las dos campañas	124	47

Durante la campaña de riego del 2010 hubo lluvias frecuentes en verano que mantuvieron la humedad del suelo fuera de valores extremos de potencial hídrico. En la mayoría de las parcelas de estudio los datos de potencial hídrico fueron coherentes con los tratamientos propuestos a los colaboradores (Fig. 2). Los tratamientos ejecutados tuvieron un marcado efecto sobre la producción de trufa. El riego de alta frecuencia afectó negativamente a la producción. Los resultados confirman algunas observaciones previas sobre la necesidad de un suave estrés hídrico para el correcto desarrollo de las fructificaciones de *T. melanosporum* (Figura 3). En nuestro estudio, un periodo corto de valores de potencial hídrico que alcancen los -1000 kPa es mucho más favorable que riegos frecuentes con potenciales durante el verano por encima de -150 KPa.

El número de trufas por árbol siguió la misma tendencia que la producción por lo que el peso medio de la trufa no se vio afectado por los tratamientos, siendo para esta campaña de 135 g.

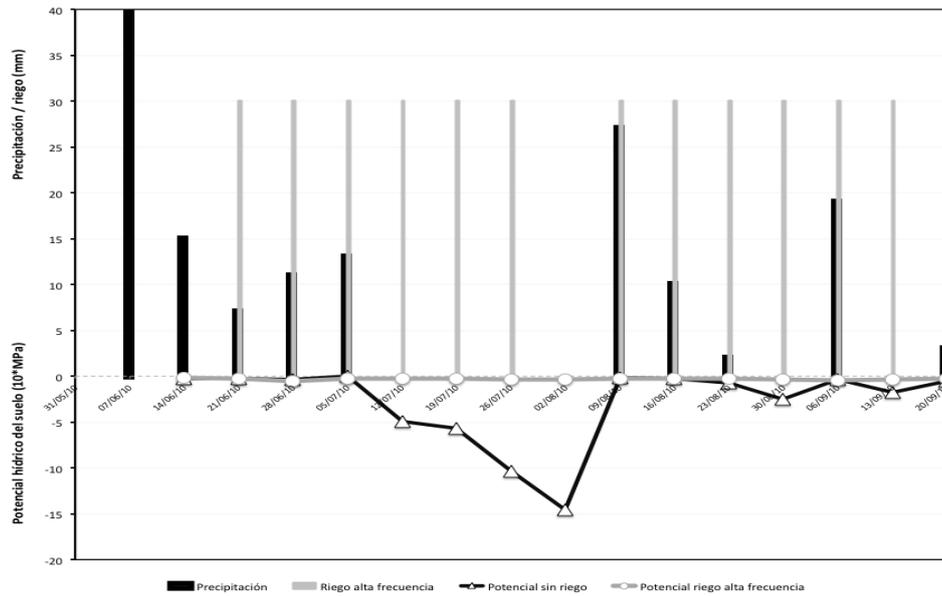


Figura 2. Ejemplo de relación entre la precipitación y el riego y los valores de potencial hídrico del suelo registrados.

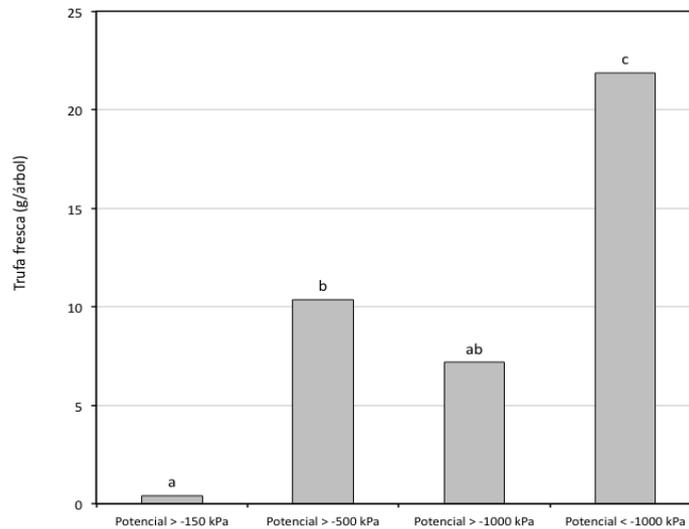


Figura 3. Relación entre la producción de trufa negra recolectada por árbol y los potenciales hídricos mínimos alcanzados.

## Objetivo 2. Impacto del laboreo sobre la producción de trufa negra en las plantaciones en producción

Los tratamientos de laboreo en primavera fueron aplicados durante dos años, pero no hubo resultados porque las parcelas proporcionadas para este estudio no produjeron ninguna trufa durante la duración del estudio.

### **Objetivo 3. Efecto de la textura del suelo sobre el desarrollo miceliar en parcelas en producción**

El estudio planteado contempló la preparación de 5 tratamientos más un testigo sin perturbar que se realizaron en el suelo a 1 m del tronco de 18 árboles truferos con presencia de quemado pero sin observación de producción de trufa.

Los tratamientos consistieron en diluciones de la arcilla y la materia orgánica presente en el suelo mediante el añadido de arena. Cada tratamiento consistió en la extracción de un volumen de suelo que fue reemplazado por la mezcla del mismo suelo con la arena y insertado dentro de una bolsa fabricada de malla de fibra de vidrio de 1 mm de luz y 25 cm de largo por 6 cm de diámetro. De esta forma el volumen para cada tratamiento fue constante. El suelo de partida contenía un 23% de arena. Los tratamientos resultaron en contenidos de arena de 80, 65, 50, y 35 % para los tratamientos Textura 1, Textura 2, Textura 3 y Textura 4, respectivamente. El tratamiento 5 es suelo del mismo quemado extraído, puesto en la bolsa y vuelto a introducir, y Textura 6 es un cilindro de las mismas dimensiones de suelo sin perturbar que se extrae al final del estudio como control.

Los tratamientos se instalaron en abril de 2009 después de finalizar la campaña de producción de trufa del 2008-2009, y las extracciones de las muestras de suelo se realizaron en noviembre de 2009, abril del 2010 y abril de 2011.

#### **CONTENIDO DE MICELIO EN EL SUELO**

Al cabo de seis meses de la realización de los tratamientos en las truferas, el suelo sin perturbar presentó la mayor abundancia de micelio de trufa negra. El tratamiento con el mismo suelo extraído y puesto de nuevo en las bolsas de malla indicó que la perturbación del suelo representa un efecto negativo muy relevante para *T. melanosporum*. Al cabo de un año la abundancia de micelio en el suelo sin perturbar es inferior a la observada en el primer periodo. Este hecho puede ser debido a la propia evolución del ciclo anual del hongo. En este segundo periodo, sin embargo, se observa que los tratamientos con mayor presencia de arena aún presentan valores inferiores al suelo sin perturbar.

Los análisis de contenido de micelio en las muestras extraídas en abril de 2001 aún no están analizadas.

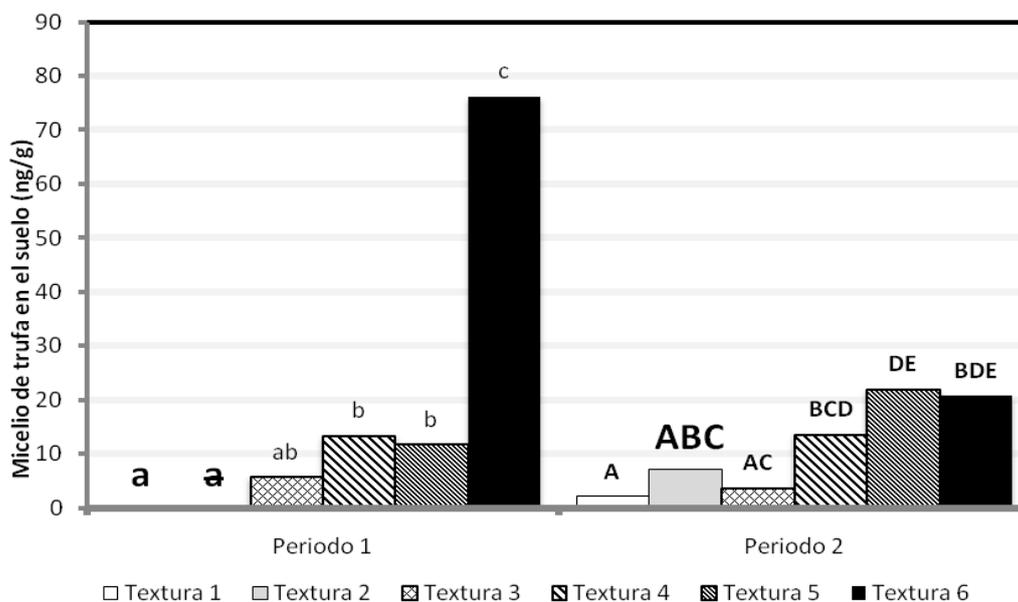


Figura 4. Micelio de *T. melanosporum* presente en el suelo

### LA TEXTURA DEL SUELO COMO ATRACTOR DE RAÍCES Y MICELIO

La presencia de raíces de *Quercus ilex* no se vio afectada por los tratamientos realizados aunque si que fue relevante la colonización de las bolsas entre la primera observación y la segunda. Mientras en la primera observación la no presencia de raíces fue 6,5 veces mayor, en la segunda observación las bolsas que no presentaron raíces fue tan solo 1,5 veces mayor.

No se observó ninguna relación entre la presencia de raíces en las bolsas y el contenido de micelio de *T. melanosporum* en ninguno de los dos periodos.

### TIPOLOGÍA DE LAS TRUFERAS DEL ESTUDIO

Tabla #. Características de las trufas estudiadas en los dos periodos de observación

	Noviembre 2009	Abril 2010	Significación
Altura de los huéspedes (cm)	288	309	0,101
Perímetro del tronco (mm)	32,2	34,5	0,615
Diámetro del quemado (cm)	230	240	0,479
Abundancia de micelio de <i>T. melanosporum</i>	80,3	22,9	0,004
Contenido de humedad del suelo (%)	14,3	18,6	0,43

#### Objetivo 4. El riego como herramienta para favorecer la precocidad productiva en las plantaciones de trufa negra

Los tratamientos de riego se aplicaron durante dos años. No hay resultados de este estudio porque en las parcelas cedidas para él no ha habido producción de trufa durante la duración del estudio.

#### Objetivo 5. Colonización del suelo por el micelio de *Tuber melanosporum* y su relación con la edad de la planta huésped y la producción de esporocarpos

A lo largo de un ciclo anual se muestreo truferas con producción de trufa y truferas sin producción pero con presencia de área de quemado. Se determinaron las cantidades de micelio por gramo de suelo.

No se observó ninguna tendencia clara respecto a la evolución del micelio a lo largo del año.

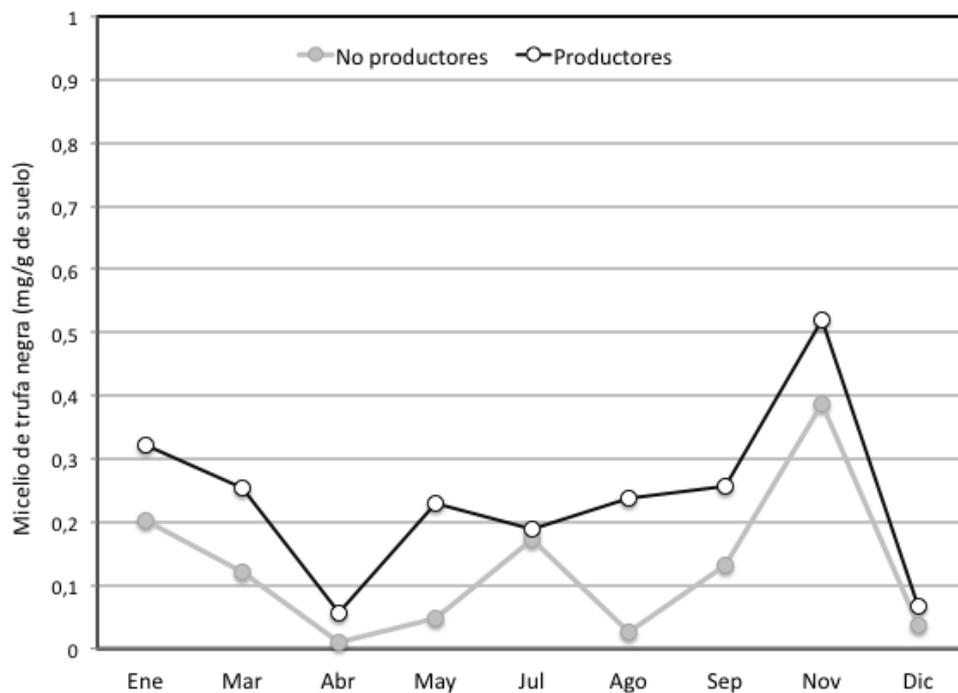


Figura 5. Micelio de *T. melanosporum* presente en el suelo a lo largo del año para árboles con producción y árboles con presencia de quemados pero todavía sin producir.

El estudio del efecto de la edad sobre la cantidad de micelio en el suelo se llevó a cabo en plantaciones ente 3 y 20 años. Las muestras están tomadas y su análisis está planificado para la primavera de 2011.

**TITULO DEL PROYECTO: DESARROLLO INTEGRAL DE LA TRUFICULTURA DE TERUEL**  
**ENTIDAD: UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

<p><b>PROYECTO Nº: PET2007-13-C07-03</b> <b>TÍTULO DEL SUBPROYECTO: “DESARROLLO DE MÉTODOS DE LUCHA PARA EL CONTROL DE PARÁSITOS, PATÓGENOS Y CONTAMINANTES, TANTO DE LA TRUFA NEGRA COMO DE SUS HUÉSPEDES.”</b></p>
--

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

**Investigador Principal:** Juan J. Barriuso Vargas, Dr. CC Biológicas, Univ. Zaragoza

**Investigadores:**

Carlos Fernández Palazón Español. Dr. Ingeniero Agrónomo, CITA de Aragón

Milagros Coca Abia. Dra. Biología, CITA de Aragón

José Rafael Esteban Durán. Dr. Ingeniero Agrónomo, INIA Madrid

Mario Honrubia García. Dr. Biología, Univ. Murcia

Maria Asuncion Morte Gomez. Dra. Biología, Univ. Murcia

Almudena Gutierrez Abbad. Dra. Biología, Univ. Murcia

Ernesto Pérez Collazos. Dr. Biología, Univ. Zaragoza

María Bergua Vidal. Lda. Biología, Univ. Zaragoza

### Objetivos generales:

1. Establecimiento de un inventario con los principales patógenos, parásitos y contaminantes de la pareja simbiote *Tuber melanosporum- Quercus ilex*.
  - 1.1 Identificar los principales hongos fitopatógenos presentes en el sistema radical de las plantas simbiotes.
  - 1.2. Identificar los principales parásitos del hongo simbiote, particularmente de los esporocarpos de *T. melanosporum*.
  - 1.3. Identificar los principales contaminantes de las plantas simbiotes, en su fase viverista.
  - 1.4. Identificar los principales competidores de *T. melanosporum* presentes en el sistema radical de las truferas cultivadas.
2. Epidemiología y ciclos biológicos de los organismos implicados.
  - 2.1 Caracterización de los factores iniciadores de la enfermedad. Influencia de la temperatura y humedad. Estudio de la interacción huésped-patógeno.
  - 2.2 Caracterización del ciclo biológico de los insectos que parasitan los ascocarpos de *T. melanosporum*.
3. Desarrollo de métodos de control.
  - 3.1 Desarrollo de métodos de control, mediante lucha química.
  - 3.2 Desarrollo de métodos de control, mediante lucha biológica.
  - 3.3 Desarrollo de métodos de control, mediante técnicas de confusión sexual.

### Otros objetivos específicos:

Ensayar diferentes medios de cultivo, según la bibliografía previa, y optimizar aquel en donde mejor crezca el micelio de *T. melanosporum* mediante la presencia de extractos de raíces de posibles plantas hospedantes (*Quercus ilex*, *Q. coccifera*, etc.).

- 4.2. Estudiar cómo afecta la presencia de hongos competidores al crecimiento in vitro de *T. melanosporum*, mediante co-cultivos en placa de Petri de dichos hongos. Dichos hongos competidores serán aislados, en colaboración con el resto de investigadores de este y otros subproyectos, tanto de carpóforos como de sus micorrizas.
- 4.3. Ensayo de diferentes cepas de bacterias del suelo, aisladas de suelo de las zonas de estudio, que sean capaces de estimular el crecimiento de *T. melanosporum* frente a sus competidores.
- 4.4. Cultivo de micelio de *T. melanosporum* en biorreactor, para su producción en masa.

En este subproyecto se ha conseguido la identificación y tratamiento de los problemas fitopatológicos en la fase de vivero, se ratifican como las patologías más importantes y habituales la presencia de ectomicorrizas de *Sphaerosporella brunnea* en las raíces de las plantas y sobre todo las infecciones de *Rhizoctonia* spp. Tanto *Sphaerosporella brunnea* como *Rhizoctonia* sp. binucleada han sido aislados a partir de material vegetal de varios viveros comerciales considerando que ambos están correctamente identificados, estos términos aparecen en los informes de años anteriores. Se han vuelto a aislar varias veces estos hongos de diversos viveros y de la misma manera la identificación molecular definitiva de *Rhizoctonia* spp. ha resultado ser una *Rhizoctonia* sp. binucleada. Se ha demostrado igualmente la gran virulencia de esta cepa y nos encontramos en fase de determinar la capacidad de su uso como un hongo coadyuvante a la micorrización con ectomicorrizas. El continuo aislamiento de este hongo, identificado como *Rhizoctonia* sp. binucleada de los cultivos axénicos de ectomicorrizas hace sospechar que su presencia no es fruto del azar ni exclusivamente del poder patogénico de este hongo sino de una

interrelación más profunda entre ellos, situación que es habitual en otros sistemas micorrícicos como las ectomicorrizas y micorrizas orquidiáceas. En este aspecto se han ideado unos ensayos encaminados a la determinación de esta constante presencia de ambos huéspedes: ectomicorrizas y *Rhizoctonia* de los que estamos esperando los resultados.

Los aislados obtenidos del hongo competidor formador de ectomicorrizas, *Sphaerosporella brunnea* se han utilizado en esta última campaña para la inoculación de plantas de vivero obtenidas en nuestro invernadero con objeto de comprobar el efecto de varias formas de control así como de comprobar la agresividad de estos aislados. Obteniéndose los resultados siguientes: Del hongo *Sphaerosporella brunnea* se obtuvo su forma anamórfica *Dichobotris brunnea* de varias formas de cultivo, se poseen en estos momentos de varias colonias procedentes de cultivos monospóricos y también de cultivo de micelio de carpóforos de *Sphaerosporella brunnea*. *Sphaerosporella brunnea* (*Dichobotris brunnea*), ha resultado ser un hongo homotálico, ya que los cultivos monospóricos obtenidos en cultivo "in vitro" con medio PDA, una vez inoculados por separado en plántulas, han formado cuerpos fructíferos en abundancia y con absoluta normalidad. Esto hace ver la importancia contaminante que se le debe dar a este organismo, en viveros comerciales.

Con los aislados de ambos hongos se continua trabajando en la puesta a punto métodos de inoculación de los mismos para recrear los ataques en condiciones controladas y en niveles homogéneos que permitan evaluar métodos de control. En cuanto a éstos, se tiene avanzado el control biológico con hongos del género *Trichoderma* aislados a partir de suelos truferos (pH alcalino). Se ha evaluando su eficacia "in vitro" contra los dos hongos mencionados y su influencia en el establecimiento de *Tuber melanosporum* en las raíces. En los dos casos la respuesta ha sido satisfactoria con un alto grado de eficiencia en los estudios "in vitro", pero en los resultados "in vivo" no podemos considerar el mismo efecto positivo.

Realizando la búsqueda de otros organismos antagonistas de este hongo micorrícico hemos encontrado varias cepas bacterianas que producen un efectivo "halo de inhibición de crecimiento" en el hongo cultivado *Dichobotris brunnea*. Se identificó mediante galerías API (sistema de identificación multipuebas de bacterias) obteniéndose la especie a la que pertenecían: *Pseudomonas luteola* (sin. *Chryseomonas luteola*). Como este organismo pertenece al grupo 2 de seguridad que recomiendo no utilizarla ya que es patógena humana, aunque no peligrosa y, aunque esto significa que es bajo, existe el riesgo derivado de ello, y estamos en fase de replanteamiento de estos bioensayos. La utilización como antagonistas de aislados de hongos del género *Trichoderma* obtenidos de suelos calizos puede ser una forma novedosa de control de hongos causantes de problemas fitopatológicos. En todo caso se están realizando coinoculaciones con ambos hongos: *Rhizoctonia solani* binucleada x *Trichoderma harzianum* y *Sphaerosporella brunnea* (en su forma anamórfica *Dichobotris brunnea*) x *Trichoderma harzianum*. Por otro lado se han realizado varios ensayos con tres diferentes cepas bacterianas, aisladas de suelo de las zonas de estudio, con el objeto de analizar la capacidad que poseen para estimular el crecimiento de *T. melanosporum* frente a sus competidores. Estas cepas pertenecen a las especies: *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida* y *P. rhizogenes*. Todas ellas han sido comparadas con aislados pedidos a la CECT con sede en la UP de Valencia.

Además se han seguido recibiendo nuevas consultas sobre problemas en plantaciones, entre los que destacan los pulgones posiblemente pertenecientes a los géneros *Myzus* y *Cinara*. También sigue siendo frecuente la aparición de síntomas producidos por ácaros eriófidios que causan pocos o ningún daño a las plantaciones, en los casos consultados se ha determinado la especie como *Eriophyes ilicis*. Es habitual la

presencia de tumores fácilmente identificados producidos por himenópteros del Género *Plagiotrochus*, éstos aparecen en las ramas y raramente causan daños de preocupación y son más espectaculares que peligrosos.

Mención aparte es que sigue manteniéndose como preocupación un poco mayor de lo habitual las infestaciones producidas por la cochinilla de las encinas (*Kermes vermilio*) aunque en este caso se han encontrado daños producidos también por la especie *K. ilicis*. Si bien suelen afectar a unas pocas encinas de la parcela y los desplazamientos de este parásito no son grandes, los árboles afectados no tardan en morir si no se actúa sobre ellos de una manera eficaz. Se ha observado que si el truficultor, habitualmente mal asesorado realiza algún tratamiento fitosanitario no adecuado (no existen productos registrados para estos fines) se produce una drástica disminución de la fauna auxiliar que es la que por el momento parece controlar esta plaga de una forma natural. En estos momentos se ha comprobado, en colaboración con el departamento de Salud de los Bosques de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, el grado de parasitismo existente en esta plaga, lo que conlleva a confirmar la ineficacia de los productos fitosanitarios y el efecto negativo de los mismos. El uso de aceites y jabones, hasta el momento está dando muy buenos resultados. Otra forma eficaz del control, todavía por confirmar en esta año 2011 es el uso del encalado de los troncos para evitarla sinergia de estos coccinélidos con las hormigas

En estos cuatro años de proyecto no han dejado de realizarse otras muchas consultas referentes a parásitos como *Zeuzera pyrina*, Himenópteros *Cinípidos*, caracoles, daños producidos por micromamíferos (ratones del género *Microtus*), caracoles de la especie *Cernuella virgata*, etc., y otras consultas de daños provocados por agentes causales todavía sin identificar. Dentro de las consultas recibidas varias de ellas correspondieron a daños producidos por estreses abióticos en dónde no se encontraron daños producidos por hongos de cuello ni chancros asociados. En estos momentos nos encontramos con la posibilidad de que el patógeno que encontremos se refiera al hongo vascular del género *Diplodia* (teleomorfo *Botryosphaeria*). Para esto estamos realizando unos ensayos de aislamiento en medio no selectivo de PDA, que esperemos concluyan este próximo año. La relación sinérgica encontrada por otros autores entre la cochinilla antes descrita (*Kermes ilicis* y *K. vermilio*) puede aclararnos alguno de los problemas derivados de estas patologías.

Por otra parte se han visitado abundantes plantaciones de diferentes edades, tanto productoras como no productoras con los mismos síntomas todavía no identificados completamente de árboles ya formados, de varios años de edad en los que parecen unos abultamientos en las ramas y tronco parecidos a tumores. Estos síntomas han derivado en algunas ocasiones en la muerte de las encinas o en la merma de su producción, según la información recabada entre los truficultores. Tenemos intención de analizar este problema en colaboración con otro laboratorio del IRTA de Cataluña por la posibilidad de que se tratara de un Fitoplasma.

Dentro del objetivo de búsqueda de parásitos de carpóforos de trufa hemos confirmado las novedades que han aparecido y que se trata de dos nuevas citas de insectos que se alimentan de trufas de invierno (*Tuber melanosporum*), hasta ahora solamente se habían descrito como insectos micófagos, se trata de la *Drosophyla funebris* y de la *Megaselia* sp., en este caso aún está por identificar la especie a la que pertenecen los ejemplares hallados. En la actualidad (abril de 2011) los ensayos realizados en evolucionarios de insectos con trufa de verano (*Tuber aestivum*) de dos zonas, la correspondiente a Sarrión (Te) y con otros ejemplares de trufa de verano de la zona de Graus (Hu) para completar el estudio, se encuentran en fase de comprobación de las especies nuevas encontradas y de la frecuencia de

presencia de las habituales. De esta forma de nuevo se han encontrado tres nuevos géneros que aparezcan de forma habitual en las trufas maduras, como son el artrópodo de la Clase Diplopoda, *Schizophyllum salulosum* y el Coleoptero *Aphodiidae Psammodyinae: Aphodius* sp. Se continuará el ensayo con nuevas trufas de invierno (*Tuber melanosporum*) para confirmar definitivamente la existencia de nuevos ejemplares y completar así su ciclo biológico concreto anual.

Dentro del objetivo de la identificación de parásitos de trufa se ha considerado como contaminantes otros posibles hongos del mismo género, *Tuber aestivum*, *T. brumale* y *T. indicum*, de esta forma se han logrado identificar mediante técnicas moleculares (PCRs) realizadas sobre plantas previamente micorrizadas con todos los hongos descritos, en este caso se han realizado dos ensayos de co-inoculaciones para comprobar el comportamiento “in vivo” de dichos hongos y así poder determinar sus micorrizas mediante técnicas de microscopía óptica, en estos momentos nos encontramos evaluando dichos ensayos.

El último objetivo por desarrollar en este informe anual se refiere a la búsqueda del desarrollo miceliar de *Tuber melanosporum* en cultivo axénico. Hasta el momento se ha conseguido la obtención de micelio de trufa identificado mediante técnicas moleculares de PCR, tanto por el equipo de Murcia del Prof. Mario Honrubia como por el nuestro. Este cultivo “in vitro” se ha realizado tanto de carpóforo como de micorrizas, se ha conseguido la obtención de repicados en nuevos medios de cultivo modificado y nos encontramos en fase de la optimización del cultivo in vitro de micelio.

**ENTIDAD: INSTITUTO UNIVERSITARIO CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRÁNEO CEAM-UMH**

**PROYECTO Nº: PET2007-013-C07-04**

**TÍTULO DEL PROYECTO: “TRUFICULTURA Y GESTIÓN FORESTAL: RECUPERACIÓN DE TRUFERAS Y APLICACIÓN DE LA TRUFICULTURA EN ÁREAS CORTAFUEGOS”**

**Equipo investigador:**

Santiago Reyna, Sergi Garcia, Sara Molina, Ricardo Forcadell, María Martín

## **Truficultura y gestión forestal: recuperación de truferas y aplicación de la truficultura en áreas cortafuegos**

La trufa negra *Tuber melanosporum* crece de manera espontánea en muchos montes de la provincia de Teruel y está sometida a aprovechamiento desde los años 1950-1960. En los montes mediterráneos de montaña es uno de los pocos recursos forestales que ha aumentado su valor en las últimas décadas. Sin embargo, en la mayoría de estos montes, no se realizan labores de conservación y mejora de la producción trufera. Los gestores forestales y los arrendatarios de la trufa normalmente no disponen de formación técnica o información científica que les ayude.

Para fomentar la producción trufera silvestre de los montes de Teruel y establecer unas bases científicas para su gestión, el proyecto propuso tres líneas de investigación:

1. Evaluación y diagnóstico de los montes truferos de titularidad pública en Teruel. Bases para su gestión.
2. Viabilidad de las plantaciones truferas en áreas cortafuegos.
3. Impacto del carboneo sobre el suelo y repercusiones sobre *T. melanosporum*.

### **1. Evaluación y diagnóstico de los montes truferos de titularidad pública en Teruel. Bases para su gestión.**

En los últimos 20 años, los arrendamientos truferos en montes públicos de Teruel han disminuido progresivamente. En la mayoría de montes públicos de Teruel ha descendido la producción trufera.

Aprovechando la experiencia previa del CEAM en gestión de truferas silvestres, se ha elegido dos montes truferos de propiedad pública y se han redactado proyectos demostrativos de mejora trufera.

En estos montes se ha constatado que los principales factores ecológicos limitantes de la producción son edáficos antes que de estructura de la vegetación. El aprovechamiento se realiza de manera no regulada ni organizada. En las últimas décadas, no se han realizado labores de mejora de las truferas.

### **2. Viabilidad de las plantaciones truferas en áreas cortafuegos.**

El cultivo de la trufa y las áreas cortafuegos son a priori compatibles, puesto que ambos usos requieren una vegetación abierta. Pero además supondría una serie de sinergias: mejorar la sostenibilidad económica de los cortafuegos, disminuir su coste de mantenimiento y favorecer la multifuncionalidad. Sin embargo, hay un factor limitante importante: los cortafuegos se sitúan sobre suelo forestal, que tienen muchas más micorrizas contaminantes que los suelos agrícolas.

Para evaluar la viabilidad técnica de las plantaciones truferas en áreas cortafuegos, se han realizado plantaciones truferas experimentales en tres zonas de interés para la defensa contra incendios. Se ha iniciado un seguimiento de la supervivencia y crecimiento de la plantación, un seguimiento de la micorrización de las plantas y un seguimiento de la vegetación silvestre.

Actualmente, las plantaciones tienen 3 años de edad. Estas parcelas experimentales requieren un plazo temporal mayor que el del actual proyecto para evaluación la formación de quemados truferos y su productividad. Por ello, se pretende incluirlas en futuros proyectos de investigación que den continuidad al seguimiento y permitan aprovechar de forma óptima los trabajos realizados hasta el momento.

Los datos recogidos hasta el momento muestran los siguientes resultados:

- A los dos años en campo, las micorrizas de *T. melanosporum* se han mantenido como dominantes en las plantas. Las raíces de estas plantas sólo se han contaminado con un 25% de especies nativas del suelo.
- A los dos años en campo, las preparaciones del suelo que se han probado no han tenido ningún efecto en las plantas con un nivel de inoculación elevado. En cambio, en las plantas con un nivel de inoculación inicial bajo, la preparación del suelo antes de la plantación sí ha afectado a las micorrizas de *T. melanosporum*.
- En una de las tres zonas de plantación, la supervivencia y el crecimiento de la plantación han sido significativamente menores. Este factor también puede limitar el éxito de la plantación. Para mitigar su efecto, podría ser útil una mejora de la calidad de la planta en vivero y/o cuidados de la plantación en campo.

### **3. Impacto del carboneo sobre el suelo y repercusiones sobre *T. melanosporum*.**

Muchos recolectores de trufa advierten que en las carboneras abandonadas era frecuente que se formaran trufas. Sin embargo, no se conocen exactamente los mecanismos ecológicos por los que esto sucede. En esta última línea de investigación se emprenden varios ensayos para caracterizar la influencia del carboneo sobre algunas propiedades del suelo y para conocer cómo afecta esto a las micorrizas de *T. melanosporum*.

Se ha analizado el potencial de inóculo ectomicorrícico de 3 suelos de antiguas carboneras. Varias décadas después de que cesara el carboneo, el suelo carboneado muestra un potencial de inóculo semejante al de los suelos testigo. Sin embargo, la composición específica de la comunidad de ectomicorrizas es diferente. Cuando se somete el suelo a un tratamiento térmico para reducir el potencial de inóculo, los hongos del suelo carboneado se muestran más resistentes.

A continuación, se ha usado el suelo de antiguas carboneras como sustrato para cultivar plantas inoculadas con *T. melanosporum*. Las tasas de inoculación de la trufa han sido más reducidas en el suelo carboneado que en los correspondientes testigos.

Para acabar, se está analizando cómo el comportamiento del suelo sigue alterado en estos suelos. Las propiedades edáficas que se están analizando son: pH, resistencia a la penetración, color y régimen térmico del suelo, cobertura vegetal y composición de la comunidad vegetal, densidad de raíces, respiración del suelo.

**TITULO DEL PROYECTO:  
DESARROLLO INTEGRAL DE LA TRUFICULTURA DE TERUEL.**

**PROYECTO Nº: PET2007-013-C07**

**ENTIDAD: Centro de Investigación Forestal de Valonsadero. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León**

**SUBPROYECTO 5: Catalogación de plantaciones truferas en Teruel. Estudio de suelos y micorrización en relación con la producción de trufa negra.**

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

**Investigador Principal:**

Fernando Martínez Peña, Dr. Ingeniero de Montes

**Investigadores:**

M<sup>ª</sup> Pilar Modrego Alcalde, Dra. en Biología.

Beatriz Águeda Hernández, Ingeniero Técnico Forestal

Teresa Águeda Cabo, Ingeniero Técnico Forestal

Rafael Alonso Ponce, Dr. Ingeniero de Montes

## PRINCIPALES HITOS ALCANZADOS

### 1. Estudio de la ecología y dasometría de parcelas seleccionadas

De acuerdo al diseño descrito en la memoria del proyecto, se han visitado 75 parcelas mayores de 10 años y, atendiendo a las condiciones concretas de las mismas, se han tomado 78 muestras. Concretamente se han extraído 156 muestras de suelo y 234 muestras de suelo-raíz para el estudio de micorrizas. Asimismo, se han tomado datos fisiográficos y biométricos de parcela y arbolado.

Las 78 muestras están repartidas de la siguiente manera en las comarcas turolenses de Gúdar-Javalambre (55), Teruel (6), y Matarraña (6), Cuencas Mineras (4), Bajo Aragón (3), Maestrazgo (3) y Calamocha (1). La situación de las parcelas queda reflejada en la Figura 1. Estas parcelas han sido cedidas al estudio por propietarios particulares.

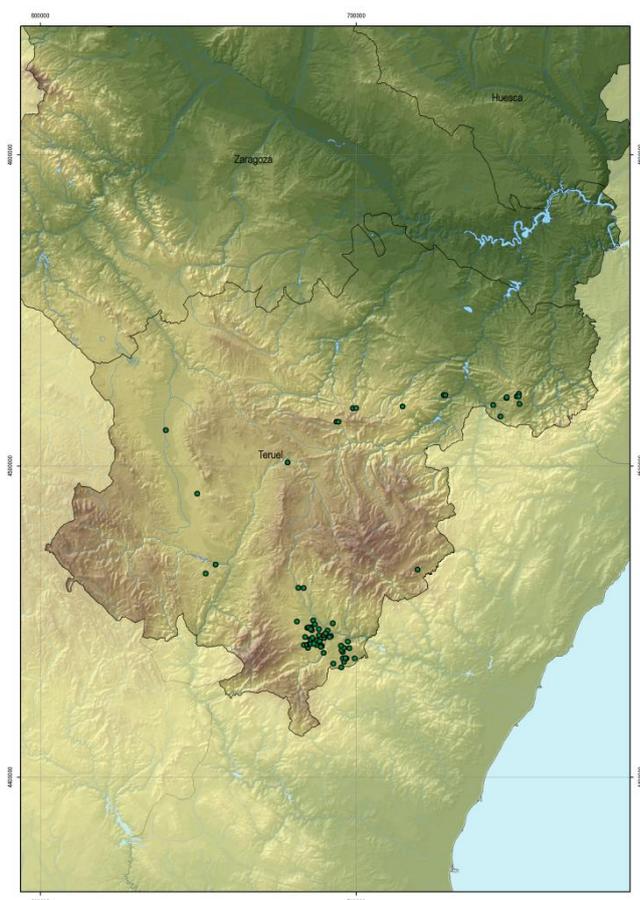


Figura 1. Mapa de situación de las parcelas de estudio.

La edad media de las parcelas de las que finalmente se han obtenido muestras es de 15,3 años, la mayor edad ha sido 24 años, las parcelas más jóvenes han sido de 10 años.

En cuanto a las características morfológicas de los árboles hospedantes, son muy variables debido a las procedencias diversas y los tratamientos a que han sido sometidas, entre ellos, la poda y las distintas intensidades de riego. Se han obtenido valores medios de 11,1 cm **de diámetro basal** y **2,6 m de altura**.

En cuanto a los tratamientos a que han sido sometidas las parcelas, destacamos tres: poda, riego y pase de cultivador. Mayoritariamente, el 90 %, de las parcelas han sido sometidos a poda de distinta intensidad, sólo el 28,2 % han sido regadas y en el 69,2 % de las mismas se ha trabajado en alguna medida el suelo.

En relación a la fisiografía, los datos obtenidos indican que la plantación trufera media de las estudiadas está situada a 973 m en el caso de las productoras, con máximo y mínimo absoluto de 1.424 y 615 m, respectivamente. En el caso de las no productoras, la altitud media ha sido de 945 m con máximo y mínimo absoluto de 1.259 y 651 m.

En cuanto a la orientación, no domina de manera clara ninguna, tanto en parcelas productoras como en no productoras, no siendo relevante este parámetro.

La pendiente media de las parcelas es del 4%, siendo inferior al 2% en más de la mitad de las mismas, dato que puede ser considerado normal dado el anterior uso agrícola de la mayoría de las parcelas.

Algo más de la mitad de las parcelas presentan pedregosidad superficial entre el 25 y el 50%, y el resto muestran porcentajes tanto mayores como menores.

La precipitación mínima estival para asegurar la producción de carpóforos es de 72 mm, cifra que se supera en todas las comarcas estudiadas. Además, hoy en día, se está generalizando el uso de sistemas de riego. Se considera que en verano, la precipitación mínima para asegurar la producción de carpóforos es 72 mm, dato que se supera en todas las comarcas estudiadas.

La temperatura media anual no supone un limitante para esta actividad, mientras que tanto la temperatura media de las mínimas del mes más frío y la media de las máximas del mes más cálido se encuentran muy por debajo y muy por encima, respectivamente, de las óptimas recomendadas: 1 °C y 24 °C.

## **2. Análisis cuantitativo de las micorrizas**

Se ha realizado la toma de 3 muestras en cada uno de los 78 puntos de estudio, con lo que se cuenta con 234 muestras para la observación de micorrizas.

Analizado el material procedente de las todas las parcelas, en el laboratorio del CIF Valonsadero (Junta de Castilla y León), de acuerdo a la metodología descrita en la memoria descriptiva del proyecto.

Se constata en estos análisis la validez del método de toma de muestras, debido a la amplia cantidad de ápices radicales por muestra.

Con respecto a los análisis de presencia/ausencia de ectomicorrizas de *T. melanosporum*, se han analizado 78 parcelas, 39 productoras de carpóforos y 39 no productoras. Únicamente no se ha detectado la presencia de estas micorrizas en 11 de las muestras analizadas, 8 de ellas correspondientes a parcelas no productoras de trufa negra.

La eficiencia del método se ha demostrado, habiéndose detectado la presencia de *T. melanosporum* en el 85,9% de las parcelas analizadas. En el 60% de los casos, las micorrizas aparecieron en la primera muestra analizada, en el 19,2 % aparecieron en la 2ª muestra analizada y sólo en el 6,4 % lo hicieron en la 3ª muestra.

Se detecta asimismo la presencia de otros hongos como *AD*, *Genea* sp., *Tomentella* sp., *Tuber aestivum* y *Tuber brumale*.

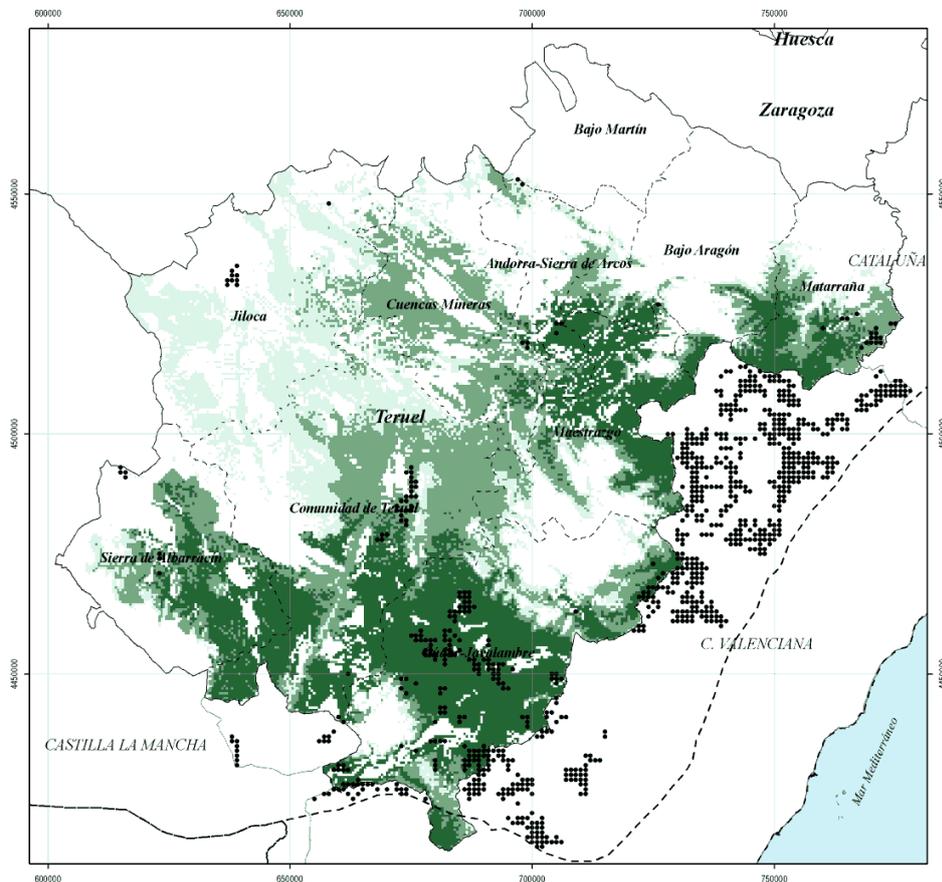
### **3. Realización de un catálogo de las plantaciones**

Se realiza un catálogo de las plantaciones visitadas. En él se incluye la información básica de la parcela, como datos biométricos del arbolado y fisiografía, además de los datos históricos aportados por el propietario, como origen de la planta, tratamientos a que ha sido sometida y estado de producción de carpóforos. Asimismo, se incorpora la información procedente del análisis de suelo y de presencia de micorrizas.

### **4. Aptitud trufera y potencialidad para la truficultura de la provincia de Teruel:**

Utilizando un método basado en la teoría de campos aplicada a la ecología, habitual para elaborar las áreas potenciales de especies forestales vegetales, se ha determinado el territorio climáticamente apto para *T. melanosporum* en la provincia Teruel. Para construir este modelo se han utilizado 924 localizaciones de la ecorregión Catalano-Aragonesa.

El modelo de potencialidad climática elaborado, completado con una corrección litológica, ha permitido identificar algo más de 8.000 km<sup>2</sup> como aptos para la recolección de la trufa negra en Teruel, casi el 55% de la provincia, de los cuales 3.000 corresponden a la clase óptima y están distribuidos por las comarcas de Gúdar-Javalambre, Comunidad de Teruel y Maestrazgo. Una segunda corrección del modelo para excluir zonas arboladas ha permitido identificar más de 4.000 km<sup>2</sup> como aptos para la instalación de plantaciones truferas, 1.150 de los cuales tienen potencialidad óptima.



Modelo de potencialidad climática. Verde oscuro: territorio óptimo; verde medio: territorio adecuado; verde claro: territorio marginal. Los puntos negros muestran las ubicaciones de trufas naturales conocidas.

## 5. Influencia de factores abióticos en la producción trufera

No se ha encontrado ninguna variable climática o fisiográfica con influencia significativa en la producción (entendida ésta como variable cualitativa, es decir, sí produce – no produce). Por otro lado, como era esperable, el riego sí tiene influencia significativa en la producción. Sin embargo, una vez eliminado el efecto de dicha variable, se descubre la influencia de otros parámetros, principalmente relativos a las **propiedades físicas del suelo**. De hecho, las variables *porcentaje de tierra fina* (TF) y *porcentaje de limo* (LIM) mostraron la mayor significancia ( $p < 0.05$  y  $p < 0.01$ , respectivamente) a la hora de explicar la entrada en producción de las plantaciones. Así, valores altos de ambas variables comprometen el éxito de la producción.

Utilizando sólo las variables para las que no se observa interacción producción-riego, y por el método de *best subset*, se llega al siguiente modelo logístico preliminar (los asteriscos indican el nivel de significación de cada parámetro estimado):

$$PR = 7.63285^{***} - 0.06028 \cdot LIM^* - 0.04470 \cdot TF^{**}$$

Utilizando la kappa de Cohen se obtiene que el valor de probabilidad óptimo para separar parcelas productoras de no productoras es 0.61. Para ese valor, la matriz de confusión es:

OBS/PRED	SÍ	NO
SÍ	29	11
NO	5	25

Así pues el error de predicción global es del 23%. Especialmente bajo es el error de predecir una parcela como productora cuando no lo es en realidad, ya que no llega al 15%.

Por último, no se ha conseguido encontrar ninguna relación significativa de las variables abióticas con la producción en sentido cuantitativo. Esto era esperable dado lo aproximada y estimativa que era la información facilitada por los propietarios.

**ENTIDAD: UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

**PROYECTO Nº: PET 2007-013-C07-06**

**TITULO DEL PROYECTO: "INCREMENTO DE LA VIDA COMERCIAL DE LA TRUFA NEGRA:  
UTILIZACIÓN DE MÉTODOS COMBINADOS. APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA SU  
CONSERVACIÓN"**

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

**Investigador Principal:** Domingo Blanco Parmo, Dr. en Veterinaria, Universidad de Zaragoza

**Personal Investigador:**

Rosa Oria Almudí, Dra. en Veterinaria, Universidad de Zaragoza

José M<sup>a</sup> Peiró Esteban, Dr. en Ciencias Químicas, Universidad de Zaragoza

Ana Cristina Sánchez Gimeno, Dra. en Veterinaria, Universidad de Zaragoza

Antonio Vercet Tormo, Dr. en Veterinaria, Universidad de Zaragoza

M<sup>a</sup> Eugenia Venturini Crespo, Dra. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Zaragoza

**Personal contratado:**

Francisco Molino Gahete, Dr. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Zaragoza

Pedro Marco Montori, Lcd. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Zaragoza

Carmen Rivera Medina, Dra. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (U.Z.), Universidad de Puerto Rico

M<sup>a</sup> de la O Rodríguez González, , Lcd. en Veterinaria, Universidad de Zaragoza

## PRINCIPALES AVANCES CONSEGUIDOS

El proyecto de investigación se ha centrado principalmente en la poscosecha de las trufas de mayor interés comercial en nuestro país: trufa negra (*Tuber melanosporum*) y trufa de verano (*Tuber aestivum*). Es impensable hablar de un **desarrollo integral de la truficultura**, si ésta se orienta exclusivamente hacia el incremento o mejora de la producción. El desarrollo debe ser extensible también hacia la poscosecha; un fruto con semejante potencial aromático y de tanto valor económico debe mimarse y cuidarse ya desde el momento preciso de su recolección, en aras a mantener de por sí su extraordinaria pero efímera calidad.

**Los primeros avances** surgen de la necesidad de definir, conocer y caracterizar desde diferentes puntos de vista la calidad de ambas especies de trufas. El estudio de estos aspectos, nos ha permitido diseñar y valorar distintas estrategias encaminadas a mantener el máximo posible la vida comercial de estos apreciados frutos en su estado fresco. Además y dada la elevada similitud genética, fisiológica, morfológica y ecológica existente entre la trufa de verano y la trufa negra, hemos podido disponer de muestras durante casi 8 meses al año y poder experimentar inicialmente con un producto mucho más barato como es la trufa de verano. Una vez seleccionado el procedimiento más apropiado para la conservación, el mismo ha sido aplicado y verificado en la trufa negra. No podemos dejar pasar la ocasión de matizar que el trabajo comparativo con las dos especies nos ha aportado aspectos muy interesantes y ha abierto la puerta de nuevas y futuras investigaciones, que no hubieran sido posibles con un estudio monoespecífico. Entre estos primeros avances destacamos:

**I.-Caracterización fisiológica:** **1º) Punto de congelación:** establecimos, sorprendentemente, que la temperatura de congelación de ambas especies de trufas era similar y **próxima a 0°C** (-1º C para trufa negra y -0,5º C para la trufa de verano). Este aspecto, creemos que es importantísimo, y que a falta de considerar más factores, determina por sí solo que la trufa negra se desarrolle “obligatoriamente” a más profundidad que la trufa de verano y que además precise producir más sustancias aromáticas, y en definitiva que huela más. **2º) Actividad respiratoria:** los resultados revelaron una **muy elevada actividad respiratoria** (45-168 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> O<sub>2</sub> en trufa de verano; 45-217 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> O<sub>2</sub> en trufa negra), significativamente superior a la encontrada en frutas y verduras y que aumenta notablemente con la temperatura (sobre todo en la trufa negra). Así pues y “como respiran tanto” la **vida útil o comercial de las trufas es tremendamente corta** y muy especialmente si se conservan a T<sup>a</sup> ambiente; era preciso y necesario reducir o ralentizar la actividad respiratoria. Para ello debíamos reducir el nivel de oxígeno en el envase (uso de atmósferas modificadas) y mantener en todo momento una T<sup>a</sup> de refrigeración lo más próxima a 0º C. La conservación bajo vacío era y es una técnica desaconsejable para las trufas frescas.

**II.- Caracterización físico-química y sensorial:** color (gleba y peridio), porcentaje de humedad, actividad de agua, pH y textura (dureza, masticabilidad, elasticidad, etc.). A diferencia del peridio, el color de la gleba en las trufas comerciales varía notablemente con el estado de madurez de las muestras. **1º)** El porcentaje de **humedad** medio encontrado es del **75%**, con niveles ligeramente inferiores en la trufa de verano. Es el menor contenido en agua de todas las setas o carpóforos comerciales. **2º)** La **actividad de agua** o cantidad de agua libre que existe en las trufas refleja valores superiores a **0.96** en todos los experimentos realizados y para ambas especies de trufas. **3º)** El **pH** encontrado en las trufas analizadas es de **6.6** para trufa negra y en torno a **6.9** para trufa de verano. Estos valores elevados de actividad de agua y el pH muy próximo a la neutralidad

hacen de las trufas alimentos **altamente susceptibles a la alteración microbiana**, susceptibilidad que aumenta exponencialmente con la presencia de larvas, daños y traumatismos.

**III.- Caracterización aromática:** era esencial para el discurrir del proyecto saber cuales eran los **verdaderos responsables, descriptores u odorantes del aroma de la trufa**, pues aunque en la bibliografía hay trabajos que relacionaban e identificaban más de 100 compuestos aromáticos, ninguno da una relación precisa de los más importantes o de los que en mayor grado contribuyen. Se iniciaron así los estudios de “olfatometría” que han determinado que el aroma de la **trufa negra** está constituido por **17 descriptores u odorantes**, seis de los cuales han sido descritos por primera vez en la bibliografía internacional. Nos encontramos con sustancias que huelen a azufre, mantequilla, champiñón, queso, cebolla, rosas, gasolina, algodón quemado, cuero, etc. En la **trufa de verano** son **14** las moléculas determinantes del aroma con un nivel de emisión de sustancias aromáticas es 100 veces inferior al de la trufa negra.

**IV.- Caracterización nutricional:** **1º)** Con escasas diferencias entre ambas especies, podemos establecer la siguiente composición en **macronutrientes** por cada 100 gramos de trufa: fibra alimentaria (10 g), proteínas (7 g), hidratos de carbono (6 g), sales minerales (1,7 g), lípidos (< 0,5 g). Son los hongos con mayor poder calórico y mayor contenido en fibra. **2º)** Entre los **micronutrientes** los más importantes son el potasio, el fósforo y el azufre y de los 8 elementos minerales valorados, 7 de ellos, curiosamente, son más abundantes en la trufa negra. **3º)** Desde el punto de vista nutricional también se valoró el **potencial antioxidante y antimicrobiano**. En relación a la actividad antioxidante, estimada por el contenido en fenoles totales, se detecta que tanto *T. aestivum* como *T. melanosporum* presentan una concentración elevada de estos compuestos con unos valores medios de 730 y 650 mg de quercetina/kg, respectivamente. Estos contenidos son del orden de los detectados en hongos epigeos como el champiñón (*Agaricus bisporus*). Referente al potencial antimicrobiano, comprobamos que el extracto de acetato de etilo de *T. aestivum* era activo frente a *Listeria monocytogenes* y que el extracto acuoso de *T. melanosporum* lo era frente a *Staphylococcus aureus*.

**V.- Caracterización sanitaria:** investigación de **microorganismos patógenos, micotoxinas y metales pesados**. **1º)** Respecto a los patógenos microbianos investigados no se ha detectado **Salmonella** en ninguna de las 40 muestras analizadas (20 de cada especie) y **Listeria monocytogenes** solo en trufa de verano y con una incidencia muy reducida (10%). Podría pensarse en un efecto de bioprotección de la enorme población de pseudomonas encontrada frente a estos patógenos bacterianos. **2º)** La micotoxina investigada fue la **ocratoxina A (OTA)**, generada por ciertas especies de mohos (*Penicillium verrucosum* y *Aspergillus ochraceus*). No había ningún estudio de micotoxinas en trufas y el Reglamento CE nº 1881/2006 que fija los límites máximos de estas sustancias en alimentos no establece contenidos máximos de OTA en trufas. De las 14 muestras analizadas (8 de trufa de verano y 6 de trufa negra), en ninguna de ellas se ha confirmado la presencia de OTA, por lo que aparentemente, la trufa no parece ser una matriz adecuada para la síntesis de dicha micotoxina. **3º)** Los metales pesados valorados han sido cadmio (Cd), plomo (Pb) y mercurio (Hg). Ninguno de ellos ha superado los límites establecidos en el Reglamento CE nº 1881/2006. El más abundante ha resultado ser el cadmio.

**VI.- Caracterización comercial:** **1º)** destacamos y aconsejamos en este sentido la **necesidad del lavado** (cepillado suave) para eliminar toda la tierra de cobertura y poder determinar así su estado y categoría comercial (Extra, A, B); hemos comprobado la eficacia de los **ultrasonidos** para incrementar el grado de limpieza en estos frutos, y muy especialmente en aquellos de formas irregulares. **2º)** También consideramos necesario el **empleo de sistemas ópticos** de aumento para valorar la presencia / ausencia de trayectos y parasitaciones de larvas de moscas y escarabajos, ácaros, nemátodos, etc. **3º)** De cara a la transparencia

comercial y para evitar fraudes, creemos del todo oportuno asignar por disposiciones legales, **nombres comunes** a cada una de las nueve especies de trufas (6 Gº *Tuber*, 3 Gº *Terfezia*) que pueden ser objeto de distribución en nuestro país.

**VII.- Caracterización microbiológica:** se efectuó analítica microbiológica de trufa negra y trufa de verano y de la tierra adyacente. Las principales conclusiones y avances han sido: **1ª)** Que ambos tipos de trufas presentan una **carga microbiana muy elevada**, superior a las 8 u.log /g (más de 100 millones de microorganismos por gramo) y que esta constituida en gran parte por bacterias del Gº *Pseudomonas*. **2ª)** Que en contra de lo señalado por la bibliografía internacional, toda esta importante población de bacterias se localiza casi exclusivamente sobre el peridio en trufas sanas. **La gleba o interior de una trufa sana está exenta de microorganismos.** **3ª)** Que la tierra que rodea las trufas presenta una menor población de microorganismos (1 millón de microorganismos por gramo) y las pseudomonas, también son la población más importante. Esto nos indica que estos microorganismos (altamente competitivos en tierras pobres como son las trufas) tienen mucho que ver con el desarrollo y crecimiento de la trufa, y que la idea clásica de la asociación o simbiosis entre árbol (**Reino Plantae**) y trufa (**Reino Fungi**) debe ser ampliada, por el momento, con otro reino, el de las bacterias (**Reino Monera**). **4ª)** Consideramos por tanto, que a la hora de establecer el potencial trufero de un determinado terreno o parcela, se tenga en cuenta además de los parámetros clásicos, las características microbiológicas del mismo, especialmente su **riqueza en pseudomonas**. **5ª)** Dada la elevada presencia de pseudomonas en las trufas y la capacidad de muchas de sus especies para crecer bajo refrigeración y alterar gran número de alimentos frescos (carnes, pescados, huevos, verduras, setas, etc.), se consideró obligada en una estrategia de conservación en fresco, la **descontaminación microbiana de las trufas**. **5ª)** Se identificaron, en aras a caracterizar la microbiota, más de **500 cepas** o microorganismos aislados (286 procedentes de *T. aestivum* y 240 de *T. melanosporum*). Salvo pequeñas diferencias la microflora asociada a ambas especies de trufas es muy similar. Los microorganismos sin duda más importantes son las pseudomonas y dentro de estas las especies pertenecientes al grupo de las fluorescentes (producen un pigmento fluorescente, la pioverdina, capaz de captar hierro de la tierra). En un segundo plano quedan las enterobacterias, mas numerosas en la trufa de verano que en la negra.

**El resto de avances conseguidos** en este proyecto de investigación, surgen de las estrategias ensayadas y orientadas a conservar, más y mejor, estos olorosos condimentos:

**VIII.- Ensayos de tolerancia:** para precisar cual es la atmósfera modificada que mejor es capaz de conservar en fresco estos alimentos realizamos un estudio de tolerancia de *Tuber aestivum* a distintas concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. El estudio demostró que una atmósfera equilibrada con un **10% CO<sub>2</sub>** y **10% O<sub>2</sub>**, ralentizaba la actividad respiratoria y alargaba significativamente la vida comercial de la trufa en fresco, si se combinaba con refrigeración a 4º C, hasta tres semanas.

**IX.- Modelado de datos experimentales:** los modelos matemáticos, teniendo en cuenta la actividad respiratoria de las trufas, nos han permitido calcular las características de permeabilidad que debe tener el plástico empleado en el envasado, para conseguir la atmósfera modificada deseada y establecida en los ensayos de tolerancia. La película plástica debe ser **microperforada** y con dos poros, para el tipo de envase empleado (barqueta plástica transparente de 250 ml + 100 cm<sup>2</sup> película plástica) y para un contenido de aprox. 50 g de trufa fresca por envase.

**X.- Ensayos descontaminantes químicos:** una vez establecida la atmósfera modificada apropiada y la película plástica que nos permitiera obtenerla, el siguiente paso fue encontrar el descontaminante óptimo. De los

procedimientos descontaminantes químicos ensayados (**lejía, agua oxigenada, ozono, etanol**) se vió que el más eficaz era la combinación de etanol al 70% aplicado durante 10 min. mediante equipo de ultrasonidos. La Tª de aplicación también es importante: tanto la desinfección con etanol, como el aclarado de las trufas, se debía efectuar bajo refrigeración. La reducción de la carga microbiana fue notable: de 100 millones de microorganismos por gramo de trufa a tan sólo 10.000. Cuando combinamos la descontaminación de trufas sanas con etanol junto con su envasado en atmósferas modificadas (películas plásticas microperforadas) y conservación a 4°C, la vida comercial alcanza las cuatro semanas.

**XI.- Ensayos descontaminantes físicos:** Fueron varios los procedimientos ensayados (**rayos ultravioletas, radiaciones ionizantes gamma y beta y altas presiones hidrostáticas**). Descartamos los rayos UVA (254 nm) por su escasa eficacia descontaminante y las altas presiones hidrostáticas (1000-4000 atmósferas de presión /5-10 min./vacío) puesto que dañaban enormemente la textura de las trufas. Las radiaciones ionizantes se emplearon no sólo con el fin de reducir el número de microorganismos (**descontaminación**), sino también para eliminar los posibles gérmenes y larvas de insectos existentes en el interior (**desinsectación**). Estas radiaciones son capaces de penetrar hasta el interior de las trufas, eliminando los agentes que las alteran. En la empresa IONISOS Ibérica (Tarancón) se sometieron a electrones acelerados y en ARAGOGAMMA (Les Franqueses del Vallés, Barcelona) a radiaciones por Cobalto radiactivo (Co-60), empleándose dosis de 1,5 kGy y 2,5 kGy. Las conclusiones son bastantes positivas dado que ambos tratamientos (radiaciones gamma y beta) y con ambas dosis, son capaces de reducir notablemente y eliminar en algunos casos la importante población microbiana que asienta sobre estos cuerpos fructíferos. Además, otro efecto colateral positivo añadido es que reducen la actividad respiratoria. En general trufas sanas, descontaminadas mediante estas radiaciones ionizantes, envasadas en atmósferas modificadas (películas plásticas microperforadas) y mantenidas bajo refrigeración a 4°C, presentan un vida comercial que fácilmente podrá superar los 30 días. En el caso de la trufa de verano incluso podría ampliarse hasta los 40 días. La pérdida de la calidad comercial se produce por crecimiento superficial de microorganismos (levaduras principalmente) o por daños texturales. En estos momentos estamos valorando instrumentalmente la influencia de estas radiaciones sobre el aroma de ambas especies de trufas. La destrucción de cualquier tipo de insecto y sus larvas sean de moscas o de escarabajos o de ácaros, es total con estos tratamientos por muy elevado que sea el nivel de parasitación.

**XII.- Establecer el método** que nos permitiera incorporar con la mayor eficacia y rendimiento posible, los componentes aromáticos de las trufas, a diferentes matrices alimentarias, especialmente aceites. Una vez que dispusimos, por los estudios de olfatometría, del patrón aromático de la trufa negra y que nos ayudaba a verificar la calidad de los productos aromatizados con la misma, elaboramos aceites trufados de cinco maneras distintas, en base a las recetas tradicionales existentes en la bibliografía, a la experiencia de nuestro equipo y a la disponibilidad de material más sofisticado (ej: molino de martillos, centrifuga refrigerada, sistema de filtración, etc.). Se emplearon además distintos tipos de aceites (oliva virgen extra, girasol, soja y maíz). La eficacia de la técnica no solo radicó en la incorporación de los aromas a la matriz alimentaria, sino que también se fundamentó en la vida útil del producto y muy especialmente en su aptitud higiosanitaria. En estos momentos estamos valorando todos estos aspectos para establecer cual es el mejor “aceite trufado” de los elaborados y poder compararlo con los existentes a nivel comercial.

**ENTIDAD: DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TERUEL**

**PROYECTO Nº: PET2007-013-C07-07**

TITULO DEL PROYECTO: "DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE LA RED EXPERIMENTAL DE TRUFICULTURA DE TERUEL"

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

**Investigador Principal:** Rogelio Castaño Marqués

**Personal Investigador:** Fernando Castellote Torres

**PROYECTO PET2007-13-C07 “DESARROLLO INTEGRAL DE LA TRUFICULTURA DE TERUEL” SUBPROYECTO PET2007-13-C07-07 “DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE LA RED EXPERIMENTAL DE TRUFICULTURA DE TERUEL”.**

La Diputación Provincial de Teruel, sabedora de la importancia de la producción y el cultivo de la trufa negra, para el desarrollo socioeconómico de amplias zonas de la provincia de Teruel, impulso a raíz de la aprobación del Plan de Actuación Específico para Teruel, el desarrollo de un proyecto de investigación adscrito al mismo, denominado “Desarrollo Integral de la Truficultura de Teruel”.

Para el adecuado desarrollo de dichos proyectos, era imprescindible una idónea selección de las parcelas de ensayo, que sirvieran de soporte físico para cuatro de los subproyectos que integran el referido proyecto de investigación. En este sentido, se considero por los investigadores responsables de los subproyectos sen cuestión, que dado el conocimiento de la Diputación Provincial de Teruel sobre la realidad de la truficultura turolense, al haber sido la principal impulsora de la misma, desde 1.983, mediante el establecimiento del “Programa de subvención al establecimiento de plantaciones truferas en la provincia de Teruel”, sería conveniente que la misma liderara uno de los subproyectos de investigación, que tuviera como finalidad el apoyo logístico al resto de subproyectos, mediante la búsqueda y selección de las plantaciones truferas necesarias para los ensayos agronómicos, el establecimiento de las redes de riego y el control de riegos y apoyo para la toma de muestras. Como consecuencia de ello, los Servicios Agropecuarios de la Diputación Provincial se ocuparon del Subproyecto número 7, denominado “Desarrollo y mantenimiento de la red experimental de truficultura en Teruel”.

Los trabajos llevados a cabo en el marco de dicho subproyecto han sido los siguientes:

Evaluación de las necesidades de parcelas de ensayo para el desarrollo de los subproyectos:

- Nº 1. “Inventario de los hongos micorrícicos competidores y contaminantes de las plantaciones de trufa negra en las comarcas productoras turolenses. Evolución del estatus micorrícico de las truferas en función de las condiciones externas.”
- Nº 2. “Análisis y estudio de los factores bióticos y abióticos que afectan al establecimiento y a la producción y la calidad de la trufa negra de Teruel “.
- Nº 3. “Desarrollo de métodos de lucha para el control de parásitos, patógenos y contaminantes, tanto en la trufa negra como en sus huéspedes”
- Nº 5. “Catalogación de plantaciones truferas en Teruel. Estudio de suelos y micorrización en relación con la producción de trufa negra.

La caracterización de los diversos factores, agroclimáticos y medioambientales, que inciden sobre la cantidad y calidad de la producción de trufa negra, a determinar por los investigadores responsables de los cuatro subproyectos citados, exigía la selección previa de un determinado número de plantaciones de ensayo de diferentes características, edades y capacidad productiva, fundamentalmente en las dos principales zonas truferas de la provincia: Gudar- Javalambre y Maestrazgo.

Dichas necesidades se concretaron en las siguientes parcelas de ensayo:

- Subproyectos 1 y 3
  - Parcelas productoras: 12 parcelas, distribuidas en cuatro por cada uno de los siguientes tramos de edad: 0-5 años; 6-10 años y mas de 10 años. En dos tipos diferentes de suelo y en dos situaciones geográficas distintas (Maestrazgo y Sierras de Gúdar – Javalambre).
  - Parcelas No productoras: 12 parcelas con los mismos criterios anteriores.
- Subproyecto 2.
  - Dos parcelas de 1,17 Has de superficie minima cada una en regadío.
  - Dos parcelas de 1,33 Has de superficie mínima cada una en seco.
  - Una parcela de nueva plantación de 1,20 Has de superficie minima en regadío.
  - Una parcela de nueva plantación de 1,50 Has de superficie minima en seco.
- Subproyecto 5.
  - 50 plantaciones mayores de 10 años en producción.
  - 50 plantaciones mayores de 10 años no productivas

Para la consecución de todas las parcelas de ensayo necesarias, durante el verano del año 2.007, los investigadores del subproyecto “Desarrollo y mantenimiento de la red experimental de truficultura de Teruel”, mantuvieron consultas, directamente y a través de la Asociación de Truficultores y Recolectores de Trufa de la provincia de Teruel, con mas de 200 truficultores realizándose las visitas técnicas necesarias para una selección previa de las plantaciones de ensayo.

A principios de 2.008, se había completado el proceso de selección de las plantaciones y parcelas de ensayo, concertándose acuerdos de colaboración por un periodo de tres años (2.008, 2.009 y 2.010), prorrogables en función de una hipotética prórroga del proyecto de investigación, con 35 truficultores de 17 localidades de tres zonas productoras de trufa de la provincia, con principal incidencia en Gúdar-Javalambre y Maestrazgo.

En virtud de lo dispuesto en los acuerdos de colaboración, los citados truficultores se comprometen a poner en disposición de los investigadores de los diferentes subproyectos, un total de 107 parcelas truferas para la toma de muestras de trufa y suelo y la realización de los ensayos necesarios a cambio de una compensación económica anual, en función de los hipotéticos perjuicios a las plantas, de 60 euros por parcela cedida para los subproyectos PET 2007-13-C07-01, PET 2007-13-C07-03 Y PET 2007-13-C07-05 y de 150 euros por parcela para la realización de los ensayos previstos en el subproyecto PET 2007-13-C07-02.

Por otra parte, el subproyecto 2 “Análisis y estudio de los factores bióticos y abióticos que afectan al establecimiento de plantaciones y a la producción y la calidad de la trufa negra de Teruel” exigía para el cumplimiento de los objetivos 1: “Efecto del riego sobre la productividad y la calidad de la trufa negra en las plantaciones en producción “ y 4 : “El riego como herramienta para favorecer la precocidad productiva en las plantaciones de trufa negra “ la reforma o implantación de redes de riego por micro aspersión, en seis parcelas, con objeto de cumplir los requisitos exigidos por el subproyecto, de equipar cada fila de micro aspersores con una llave de corte en arqueta de plástico con toma de control de presión. En este sentido, en una de las parcelas fue necesaria la sustitución de la conducción principal para reducir la pérdida de carga y el fraccionamiento de las filas de riego. En otra de las parcelas se procedió únicamente

la colocación de arquetas y llaves. Finalmente en las restantes cuatro parcelas se estableció un red de riego completa.

Para finalizar, indicaremos, que con objeto de dar apoyo en la toma de muestras y el control de riegos a los investigadores de los diferentes subproyectos, se procedió a la contratación de un operario a tiempo parcial, por periodos de 6 meses en el año 2008, 9 meses en el 2009 y 4 meses en el 2.010

**ENTIDAD:** Antonio Gómez Pajuelo. Consultores Apícolas.

**PROYECTO N°:** PET2007-012

**TÍTULO DEL PROYECTO:** “Estudio Técnico de las Mielles de Teruel”

## **MIELES DE TERUEL, COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA, BOTÁNICA Y SENSORIAL, COSECHAS 2007, 2008 Y 2009, ESTUDIO TÉCNICO.**

### **Proyecto PET2007-012, “Estudio Técnico de las Mieles de Teruel”**

Gómez Pajuelo, A.; Orantes Bermejo, F.J; Torres Fernández-Piñar, C.; y Boi, M.

\* Consultores Apícolas, [www.pajuelo.info](http://www.pajuelo.info) – [antonio@pajuelo.info](mailto:antonio@pajuelo.info)

\*\* Laboratorios Apinevada S.L. – [www.apinevada.es](http://www.apinevada.es) – [apinevada@terra.es](mailto:apinevada@terra.es)

\*\*\* Laboratorio De Botánica - Departamento Biología - Univ. Islas Baleares - [marzia\\_boi@yahoo.es](mailto:marzia_boi@yahoo.es)

### **RESUMEN**

Se han analizado 226 muestras de miel de las cosechas de 2007, 2008 y 2009 físico-químicamente, melisopalínológicamente y sensorialmente. Los resultados indican la posibilidad de defender, desde el punto de vista científico, técnico y comercial, las siguientes mieles de calidad de Teruel, que han aparecido con las siguientes frecuencias sobre el total de las muestras recolectadas en los tres años del estudio:

#### **Mieles monoflorales:**

- Miel monofloral de almendro: 8 muestras, 3,5% del total
- Miel monofloral de romero: 48 muestras, 21,2% del total
- Miel monofloral de tomillo: 39 muestras, 17,2% del total
- Miel monofloral de zarza, 9 muestras, 4,0% del total

#### **Mieles multiflorales:**

- Mieles de labiadas, que también pueden denominarse de manera que el consumidor asocie más su procedencia con el nombre, como “de matorral de plantas aromáticas”... son las procedentes de romero + salvia + tomillo, sin dominancia marcada de romero o tomillo, incluye las monoflorales altamente aromáticas de esta familia (excepto cantueso) como la de salvia, que han mostrado ser esporádicas y poco frecuentes, 29 muestras, 12,8% del total
- Mieles de leguminosas, denominables como mieles de praderas, engloba las monoflorales de esparceta y de otras leguminosas herbáceas y arbustivas, y las multiflorales de las plantas de esta familia (mijediega...). Deben diferenciarse de la amplia opción que presenta el nombre de “milflores”. 26 muestras, 11,5% del total.
- Mieles multiflorales (engloba las monoflorales esporádicas o de poca frecuencia, como cantueso, jaramago, majuelo, y las mixtas de almendro-romero, romero-pradera, tomillo-pradera...), 67 muestras, 29,6% del total.

En general estas mieles cumplen la Norma de la Miel, RD 1049/2003. Tan solo hay una excepción a tener en cuenta, el alto contenido en sacarosa de una parte importante de las muestras para 2009, año de

meteorología muy favorable. Deberá tenerse en cuenta esta singularidad e intentar que entre en las excepciones en las próximas redacciones de normativas de mieles.

Otra característica de las muestras analizadas es la poca frecuencia de presencia de elementos de mielada, lo que es típico de las mieles producidas en climas mediterráneos secos.

En base a los resultados y a las características encontradas en base al contenido polínico dominante y a las características físico químicas y sensoriales, se añaden las fichas tipo de cada tipo de miel a que se ha hecho referencia en los resultados.

#### FICHAS TÉCNICAS:

<b>MIEL DE ALMENDRO (<i>Prunus dulcis</i>)</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso; color blanco a ámbar claro. Aroma floral con un claro componente afrutado, que aumenta en el retronasal. Gusto dulce dominante, pero con claras notas ácidas de persistencia media. Cristalización fina.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5%, años de meteorología muy favorable inicialmente puede ser superior.
	Conductividad eléctrica	≤ 0,410 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder
	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)
	Color Pfund	≤ 58 mm
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ) ≥ 20%; acompañamiento de majuelo ( <i>Crataegus monogyna</i> ), estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ), jaramagos ( <i>Diplotaxis spp</i> ), mimbreras ( <i>Salix spp</i> ), y, en la mayoría de los casos, de encina ( <i>Quercus ilex</i> ), romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), tomillos ( <i>Thymus spp</i> ) y zarzas ( <i>Rubus spp</i> ).	

<b>MIEL DE ROMERO (<i>Rosmarinus officinalis</i>)</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso. Color blanco a ámbar muy claro. Aroma floral con un componente canforado, que aumenta en el retronasal. Gusto dulce dominante, con notas ácidas más o menos claras de persistencia media. Notas trigeminales agudas, sobre todo en el paladar, si hay presencia de salvia ( <i>Salvia spp</i> ). Cristalización fina si va acompañada de almendro, más gruesa en los demás casos.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5%, años de meteorología muy favorable inicialmente puede ser superior.
	Conductividad eléctrica	≤ 0,300 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder

	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)
	Color Pfund	≤ 35 mm
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) ≥ 12%; acompañamiento de almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ), estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ), jaramagos ( <i>Diplotaxis spp</i> ), pamplinas ( <i>Hypocoum spp</i> ), la presencia de esta planta puede ser considerada como una diferencia de los romeros de Teruel respecto a los de Cataluña, Levante o Andalucía), tomillos ( <i>Thymus spp</i> ), zarzas ( <i>Rubus spp</i> ) y mimbreras ( <i>Salix spp</i> ).	

<b>MIEL DE TOMILLOS (<i>Thymus spp</i>)</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso. Color blanco a ámbar. Aroma floral con un claro componente fenólico, muy persistente, que aumenta en el retronasal. Gusto dulce, con un claro componente ácido muy persistente. Notas trigeminales agudas, sobre todo en el paladar, si hay presencia de salvia ( <i>Salvia spp</i> ). Cristalización media.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5%
	Conductividad eléctrica	≤ 0,450 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder
	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)
	Color Pfund	≤ 98 mm
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Tomillos ( <i>Thymus spp</i> ) ≥ 12%; acompañamiento de estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ), jaramagos ( <i>Diplotaxis spp</i> ) y rabanillos-rucas ( <i>Brassica-Raphanus spp</i> ), romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), salvias ( <i>Salvia spp</i> ), abundantes leguminosas ( <i>Fabaceae</i> ), pamplinas ( <i>Hypocoum spp</i> ), la presencia de esta planta puede ser considerada como una diferencia de los romeros de Teruel respecto a los de Cataluña, Levante o Andalucía), almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ), zarzas ( <i>Rubus spp</i> ) y mimbreras ( <i>Salix spp</i> ).	

<b>MIEL DE ZARZAS (<i>Rubus spp</i>)</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso. Color blanco a ámbar. Aroma floral con un claro componente fenólico, muy persistente, que aumenta en el retronasal. Gusto dulce, con un claro componente ácido muy persistente. Notas trigeminales agudas, sobre todo en el paladar, si hay presencia de salvia ( <i>Salvia spp</i> ). Cristalización rápida y con tendencia a la separación de fases.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5% (en años de meteorología favorable inicialmente puede ser más alto)
	Conductividad eléctrica	≤ 0,230 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder
	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)

	Color Pfund	≤ 46 mm, notablemente más claro que las de otras zonas de España.
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Zarzas ( <i>Rubus spp</i> ) ≥ 35%; acompañamiento de estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ), romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), tomillos ( <i>Thymus spp</i> ), abundantes leguminosas ( <i>Fabaceae</i> ), frecuentemente almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ), majuelo ( <i>Crataegus spp</i> ), mimbreras ( <i>Salix spp</i> ) y pamplinas ( <i>Hypocoum spp</i> , la presencia de esta planta puede ser considerada como una diferencia de las zarzas de Teruel respecto a las de La Rioja, Galicia, etc).	

<b>MIEL DE LABIADAS (<i>Lamiaceae</i>)</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso. Color blanco a ámbar claro. Aroma floral con un componente fenólico, más o menos marcado y persistente, que aumenta en el retronasal. Gusto dulce, con notas ácidas persistentes. Notas trigeminales agudas, sobre todo en el paladar, si hay presencia de salvia ( <i>Salvia spp</i> ). Cristalización lenta, en cristales de tipo medio.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5%
	Conductividad eléctrica	≤ 0,670 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder
	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)
	Color Pfund	≤ 97 mm.
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Conjunto de labiadas ( <i>Lamiaceae</i> ) aromáticas: romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), salvias ( <i>Salvia spp</i> ), y tomillos ( <i>Thymus spp</i> ) ≥ 15%; acompañamiento de estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ), jaramagos ( <i>Diplotaxis spp</i> ), abundantes leguminosas ( <i>Fabaceae</i> ), almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ), majuelo ( <i>Crataegus spp</i> ), zarzas ( <i>Rubus spp</i> ), y mimbreras ( <i>Salix spp</i> ); pamplinas ( <i>Hypocoum spp</i> , la presencia de esta planta puede ser considerada como una diferencia de las mieles de labiadas de Teruel respecto a las de Cataluña, Levante y Andalucía).	

<b>MIEL DE PRADERA, LEGUMINOSAS (<i>Fabaceae</i>)</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso. Color blanco a ámbar. Aroma floral con ligeras notas farináceas, que aumentan en el retronasal. Gusto dulce. Cristalización rápida y en cristales de tipo medio-grueso.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5%
	Conductividad eléctrica	≤ 0,450 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder

	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)
	Color Pfund	≤ 82 mm
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Conjunto de leguminosas ( <i>Fabaceae</i> ) ≥ 38%, siendo las más frecuentes las cornicabras, cuernecillos ( <i>Lotus spp</i> ), la esparceta, pipirigallo ( <i>Onobrychis spp</i> ), la mijediega ( <i>Dorycnium pentaphyllum</i> ), los tréboles ( <i>Trifolium spp</i> ) y las tipo zulla ( <i>Hedysarum spp</i> ) ; acompañamiento de estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ), encina ( <i>Quercus ilex</i> ), jaramagos ( <i>Diplotaxis spp</i> ), romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), tomillos ( <i>Thymus spp</i> ), almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ), zarzas ( <i>Rubus spp</i> ), mimbreras ( <i>Salix spp</i> ); y pamplinas ( <i>Hypecoum spp</i> , la presencia de esta planta puede ser considerada como una diferencia de las mieles de Teruel respecto a las de otras zonas no limítrofes).	

<b>MIEL DE MILFLORES</b>		
<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:</b>	Líquido viscoso, o sólido pastoso. Color blanco a ámbar. Aroma floral con aportes de otras notas según las floraciones acompañantes: las principales serían afrutadas si hay rosáceas y fenólicas si hay labiadas, que aumentan en el retronasal. Gusto dulce, con notas ácidas si hay labiadas o rosáceas. Cristalización variable.	
<b>COMPOSICIÓN:</b>	Agua	≤ 18,5%
	Azúcares reductores	≥ 60%
	Sacarosa	≤ 5%, en años de meteorología favorable puede ser más alto inicialmente
	Conductividad eléctrica	≤ 0,670 mS/cm
	Actividad diastásica	≥ 8º escala Schinder
	Hidroximetilfurfural	≤ 40 ppm (≤ 12 ppm al cosechar)
	Color Pfund	≤ 93 mm.
<b>ESPECTRO POLÍNICO:</b>	Estepas ( <i>Cistus-Helianthemum spp</i> ); jaramagos ( <i>Diplotaxis spp</i> ) y rabanillos-rucas ( <i>Brassica-Raphanus spp</i> ); encina ( <i>Quercus ilex</i> ); romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ); tomillos ( <i>Thymus spp</i> ); leguminosas ( <i>Fabaceae</i> ) siendo las más frecuentes las cornicabras, cuernecillos ( <i>Lotus spp</i> ), la esparceta, pipirigallo ( <i>Onobrychis spp</i> ), la mijediega ( <i>Dorycnium pentaphyllum</i> ), los tréboles ( <i>Trifolium spp</i> ) y las tipo zulla ( <i>Hedysarum spp</i> ); almendro ( <i>Prunus dulcis</i> ); majuelo ( <i>Crataegus spp</i> ); zarzas ( <i>Rubus spp</i> ); y mimbreras ( <i>Salix spp</i> ).	

**ENTIDAD: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN (CITA)**

**PROYECTO Nº: PET2007-014-C05-01**

**TÍTULO DEL PROYECTO: “MEJORA INTEGRAL DEL CULTIVO DEL AZAFRÁN DEL JILOCA”**

**EQUIPO INVESTIGADOR**

JOSÉ M <sup>a</sup> ALVAREZ ALVAREZ .....	Investigador Principal
CRISTINA MALLOR GIMÉNEZ .....	Selección clonal
MARÍA L. GONZÁLEZ CASTAÑÓN .....	Aspectos biotecnológicos
MARÍA M. COCA ABIA .....	Plagas
ANA PALACIO BIELSA .....	Bacterias
MIGUEL CAMBRA ALVAREZ .....	Bacterias
MARISOL LUIS ARTEAGA .....	Virus
FERNANDO ESCRIBU PARADELL .....	Virus
CARLOS ZARAGOZA LARIOS .....	Laboreo
ALICIA CIRUJEDA RAZENBERGER .....	Laboreo
JOAQUIN AIBAR LEITE .....	Laboreo
SONSOLES FERNANDEZ-CAVADA.....	Laboreo
PEDRO ZURIAGA HERRERO.....	Laboreo

## 1.- Calidad del azafrán del Jiloca.

Parece claro, de los datos que aparecen en la Tabla 1, que el origen, y sobre todo el método de secado del azafrán, tienen una influencia decisiva en la determinación del poder colorante y el amargor del azafrán. Es decir, las condiciones ambientales en las que se produce el azafrán, y también las condiciones en que se realiza el secado de los estigmas, parecen afectar a los contenidos en crocina, picrocrocina y safranal. En particular, el secado tradicional, tal y como se efectúa en la comarca del Jiloca, tiende a favorecer los contenidos altos de crocina, y por tanto aumenta la calidad de la especia.

Tabla 1.- Valores medios de crocina (%), de  $\Delta E_{PIC}$  y de  $E_{327}$  (estimación de los contenidos en picrocrocina y safranal, respectivamente) de azafranes con diferentes orígenes y formas de elaboración.

MUESTRA	% CROCINA*	$\Delta E_{PIC}$ *	$E_{327}$ *
Jiloca (tosado tradicional)	9,35a	6,43b	3,12ab
Jiloca (secado al aire libre)	6,80bc	5,70bc	2,22d
Jiloca (tostado en estufa)	6,30cd	7,45a	1,67
D.O. "La Mancha"	7,95bc	5,14c	3,43 <sup>a</sup>
Azafrán en polvo	5,45de	3,01d	3,23ab
D.O. "Kozoni" (Grecia)	5,11de	3,62d	3,61 <sup>a</sup>
Sin D.O. (Novelda)	4,95ef	3,53d	2,74bc
China (1.900 € / kg)	3,85f	2,83d	2,35bcd
Sin D.O. (Málaga)	2,70g	1,62e	1,96de
China (1.400 € / kg)	2,10g	1,51e	1,13e

(\*) Para cada columna las medias seguidas por letras diferentes son significativamente distintas al nivel 5%, según la prueba LSD.

## 2.- Selección clonal.

Con este fin se han llevado a cabo las siguientes actuaciones:

- Se han colectado 389 cormos de diferentes productores de azafrán en la comarca del Jiloca, seleccionándose aquellos mejores en función de su tamaño y estado sanitario, eliminándose aquellos que presentaron incidencia de mal vinoso (*Rhizoctonia violacea*). Los seleccionados se plantaron en macetas en las instalaciones del C.I.T.A.
- Durante el primer año de producción se conservaron únicamente 15 cormos que habían producido más de una flor
- Se estudió durante el segundo año la producción de flores, y de cormos hijos, de cada uno de los 15 cormos seleccionados anteriormente, y de acuerdo con los resultados, se han seleccionado finalmente 4, que podrían constituir la base de clones selectos de azafrán. Los resultados de esas 4 selecciones se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2.- Número de flores y número total de cormos hijos, número de cormos hijos con diámetro superior a 20 mm, y diámetro medio de los cormos hijos, de las cuatro selecciones estudiadas en 2009.

Nº de selección.	Nº de flores	Nº de cormos	cormos $\geq$ 20 mm	% cormos $\geq$ 20 mm	$\varnothing$ medio $\pm$ sd
2	3	24	15	62,5	17,89 $\pm$ 4,24
3	9	35	16	45,71	13,67 $\pm$ 4,42
8	2	33	21	63,63	15,01 $\pm$ 4,14
13	2	23	14	60,86	15,63 $\pm$ 4,09

### **3.-La biotecnología en la mejora del azafrán (*Crocus sativus*)**

La elección de los cormos sanos y más vigorosos para realizar las nuevas plantaciones es el factor más importante para mantener un cultivo productivo. Se necesita un proceso de multiplicación eficaz poniendo a disposición de los agricultores el material de plantación en un periodo más corto que el utilizado tradicionalmente (ciclos de tres o cuatro años). El cultivo de tejidos *in vitro* es una herramienta apropiada para lograrlo.

#### Obtención de cormos *in vitro*.

Se utilizaron cormos de 0,8 -1,0 cm de diámetro.

Se estudian tres especies: *C. sativus*, *C. cartwrightianus* "Albus" y *C. serotinus* (azafrán serrano). Los medios de cultivo utilizados contenían auxinas y citoquininas.

El material sembrado se mantuvo en oscuridad a 8-10 ° C.

#### Embriogénesis somática

- Un 3% de los ovarios sembrados y tomados de flores antes de abrir produjeron callos embriogénicos, Figura 5A
- Sólo se obtuvieron 1,5% de callos embriogénicos cuando los ovarios se tomaron de flores abiertas.

#### Multiplicación de cormos *in vitro*.

- 32 cormos, de los 130 sembrados desarrollaron cormos hijos a los tres meses de cultivo.

#### Ventajas de la micropropagación

- La técnica de micropropagación ofrece una alternativa que permitiría la producción de cormos de material seleccionado en ciclos más rápidos de 3-4 meses. El material obtenido será homogéneo y saneado desde el punto de vista fitosanitario.
- El crecimiento de callos *in vitro* ofrece la posibilidad de obtener material de *Crocus sativus* y de otros *Crocus* afines para la extracción de crocina.

#### **4.- Estudio prospectivo de los invertebrados potencialmente plagas o transmisores de enfermedades en el azafrán del Jiloca.**

##### *Artrópodos (Insectos)*

En Cerrogordo la identificación de las muestras ha revelado la presencia mayoritaria de insectos del Orden Coleoptera. Entre ellos la Familia más abundante es Curculionidae concretamente *Ceutorhynchus pulvinatus* Gyllenhal, 1837, especie citada en Zaragoza y Teruel, aunque es común en el resto de Europa, alimentándose de especies de *Sisymbrium* (Brassicaceae). Otros Órdenes como Hymenoptera y Diptera presentan abundancias similares entre sí pero muy por debajo de los Coleópteros. Por otro lado los Hemiptera y Thysanoptera son muy escasos.

Este mismo muestreo en Fuentesclaras (Jiloca), zona de secano, ha mostrado que, al igual que en el área de muestreo anterior, el Orden de insectos más abundante es Coleoptera, sin embargo las abundancias son mucho más significativas en esta zona, donde se recogen más de 350 ejemplares de este orden de insectos. El muestreo en Fuentesclaras en zona de regadío muestra una fuerte disminución de la abundancia de insectos

##### *Nematodos en hojas*

El estudio de las muestras de Fuentesclaras permite identificar la presencia de pocos individuos de *Aphelenchoides blastophthorus* considerado como endoparásito facultativo. Por otro lado en las muestras procedentes de Monreal del Campo no se detecta ningún nematodo fitoparásito, apareciendo Rhabditidos con una abundancia dentro de la normalidad.

##### Resultados del estudio del cormo

##### *Artrópodos (Ácaros)*

El estudio del cormo ha permitido identificar el ácaro *Rhizoglyphus robini* Claparède, 1869, en zonas degradadas de este tejido vegetal.

##### *Nematodos en cormo y cuello*

Se identifican:

- En Fuentesclaras: *Aphelenchoides blastophthorus* (212 individuos) y Rhabditidos (18 individuos).
- En Blancas: *Aphelenchoides blastophthorus* (6552 individuos); *Aphelenchus avenae* (17 individuos) y Rhabditidos (77 individuos).
- En Monreal del Campo: *Aphelenchoides blastophthorus* (7623 individuos) y Rhabditidos (7245 individuos).
- En Peracense: *Aphelenchoides blastophthorus* (68 individuos); Rhabditidos (12 individuos) y *Acrobelloides* sp (15 individuos).

#### **5.- Enfermedades de etiología bacteriana**

Los muestreos realizados en plantaciones de azafrán de diversas localidades de la zona del Jiloca no permitieron detectar la presencia de la bacteria fitopatógena *B. gladioli* pv. *gladioli* en los cormos analizados. Se ha observado la existencia de otras bacterias saprofitas que son consideradas como infecciones secundarias asociadas a ataques primarios de ácaros u otros organismos. En cualquier caso, el porcentaje de cormos afectados es bajo. Aunque también se han identificado otras bacterias del género *Pseudomonas*, su patogenicidad en azafrán todavía no ha podido ser determinada. Sin embargo, los

*resultados negativos obtenidos en la reacción de hipersensibilidad en plantas de tabaco y tomate no serían, en principio, compatibles con el carácter fitopatógeno de estas bacterias. Por tanto, los datos disponibles hasta el momento permitirían concluir la ausencia de bacterias fitopatógenas en las plantaciones de azafrán de la zona del Jiloca.*

#### **6.- Enfermedades virales en el cultivo de azafrán del Valle del Jiloca (Teruel)**

Los resultados obtenidos indican que el estado sanitario del cultivo de azafrán en el Valle del Jiloca es bueno, en general, en lo referente a enfermedades producidas por virus, puesto que la gran mayoría de muestras analizadas de la mayoría de las parcelas visitadas no han indicado presencia de virosis. Este buen estado sanitario puede deberse en gran medida a la todavía escasa superficie dedicada al azafrán en esta zona. Sin embargo, se ha confirmado la presencia puntual de al menos TuMV en dos parcelas, sobre azafrán en una de ellas y sobre una especie arvense en la otra, lo que indica la presencia de inóculo en la zona, que podría ocasionar mayor número de infecciones en el futuro. Será por tanto necesario extremar la vigilancia y las precauciones pertinentes en el manejo del cultivo para seguir manteniendo el buen estado sanitario en el futuro.

#### **7.- Problemática de las malas hierbas en el cultivo del azafrán en el valle del Jiloca**

Como es lógico, la mayor parte de las malas hierbas que compiten con el azafrán son de ciclo invernal. Debido al escaso crecimiento de las hojas del azafrán, este cultivo compite poco contra estas malas hierbas que, en ausencia de control, llegan a cubrir completamente el suelo. Por ello, es necesario intervenir lo antes posible después de la recolección. Algunos agricultores del valle del Jiloca realizan el desherbado a mano. Otros utilizan el motocultor con una pequeña fresadora o bien emplean una versión moderna del tradicional “ramplón”, una grada con varillas rígidas que no vibran y, por ello, es poco eficaz para realizar el desherbado.

La grada de varillas flexibles es un apero barato, cómodo y sencillo para este cultivo, ya que realiza la escarda sobre la totalidad de la parcela y no se depende tanto de una plantación meticulosa en cuanto a la alineación de las “cebollas”. En los conteos de flores realizados se apreció una mayor producción de flores tras pasar el apero de forma muy agresiva comparado con los testigos que no se desherbaron, así que fue más perjudicial la competencia de las malas hierbas que el enterrado parcial de las hojas por el apero. Esa competencia con las malas hierbas puede suponerle al azafrán una pérdida muy importante en el número de flores (de 44 al 62%). Los escardadores de dedos y de torsión realizan la escarda cerca de las filas y se deben de utilizar combinados con púas de cultivador que podrían arrancar plantas de azafrán si no se realiza un guiado adecuado del apero. Por ello, es necesario plantar los cormos del azafrán en líneas regulares para poder utilizar dichos escardadores. También se ha encontrado que estos dos aperos requieren de suelos poco compactos preferiblemente de texturas ligeras para ser eficaces.

En los ensayos realizados se ha observado que una escarda realizada poco tiempo después de la recolección de las flores puede mantener la parcela limpia de malas hierbas durante más de 60 días. La realización de un segundo pase posterior dependerá de la infestación de la parcela y de la posibilidad de llevarlo a cabo por las condiciones meteorológicas.

El control mecánico de las malas hierbas en general está fuertemente condicionado por las condiciones climáticas, ya que necesita una humedad en el suelo adecuada y que las malas hierbas se encuentren en

un tamaño pequeño. Lluvias persistentes en otoño podrían dificultar el desherbado mecánico del azafrán. No obstante, cabe tener en cuenta que no existen herbicidas autorizados en este cultivo, por lo que los agricultores no disponen de esta herramienta.

En cuanto se secan las hojas del cultivo, algunos agricultores permiten el pastoreo del mismo con ovejas. Si las malas hierbas todavía no han producido semillas viables, éste es un eficaz método de control complementario a la escarda realizada en invierno.

**ENTIDAD: Universidad Politécnica de Valencia.**

**PROYECTO Nº: PET2007-14-C05-02**

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

**”CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DEL AZAFRÁN DEL JILOCA: MEJORA DE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO Y DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

José Luis Guardiola Bárcena

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

M<sup>a</sup> de los Desamparados García Luis

Victoria Molina Romero

## OBJETIVOS

Los objetivos planteados en este subproyecto han sido los siguientes:

1. *Caracterización del azafrán del Jiloca en el contexto de la colección Española de azafrán.* Tras la recolección de cormos de azafrán de diversos orígenes de la Comarca del Jiloca y la multiplicación de las distintas muestras conseguidas se ha llevado a cabo el cultivo en condiciones uniformes junto a cultivares de azafrán de otros orígenes para estudiar la variabilidad de caracteres morfológicos, agronómicos y fenológicos.

2. *Determinar la influencia de diversos parámetros en la producción de cormos y de flores con objeto de mejorar las técnicas de cultivo.* Con esta finalidad, se han estudiado los siguientes aspectos: 1) la evolución del desarrollo del cormo a lo largo del cultivo, su tasa fotosintética y la partición de fotoasimilados, 2) la influencia del riego en la tasa fotosintética, 3) el efecto del tamaño del cormo madre en la producción de flores y en el desarrollo vegetativo, 4) cómo afecta la profundidad de siembra en la producción de flores y cormos, y 5) la influencia del medio en la producción de flores y en el posterior desarrollo de los cormos hijos.

3. *Extensión del período de floración.* Con objeto de espaciar el proceso de producción que concentra mano de obra en unos pocos días en el campo, nos planteamos tanto 1) la extensión del período de floración en campo como 2) la optimización de los parámetros de producción forzada en invernadero que permite obtener al menos 3 meses de cosecha.

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

1. *Caracterización del azafrán del Jiloca en el contexto de la colección Española de azafrán.*

Accesiones de azafrán procedentes de Teruel (7 accesiones), se han caracterizado junto con materiales procedentes de otros lugares de España y que son: 25 accesiones de Albacete, 4 de Ciudad Real, 4 de Cuenca, 4 de Toledo, 2 de Murcia, 1 de Alicante, 1 de Ibiza y 1 de La Rioja.

Se han medido caracteres relacionados con la fenología, con la producción de azafrán, con la morfología floral, con el desarrollo vegetativo y la tasa fotosintética de las hojas.

Los resultados indican la existencia de variabilidad tanto entre accesiones como dentro de una misma accesión. Un análisis de componentes principales indica que la mayor parte de la variación se debe a diferencias en el tamaño de la flor y la producción de azafrán (48%). Diferencias en precocidad, y en la longitud máxima de las hojas adultas explican el 23% de la variación. Un 10% viene, fundamentalmente, explicado por el número de hojas por gramo de cormo. Cuando utilizamos este análisis para observar las agrupaciones de cultivares en función de su procedencia, observamos que existe una gran variabilidad para las accesiones procedentes de Albacete o Cuenca y un mayor agrupamiento para aquellas de Ciudad Real, Toledo o Murcia. Las accesiones del Jiloca, con la excepción de una de ellas, también están más agrupadas que las de Albacete. Así, podríamos distinguir un grupo de accesiones de Ciudad Real con flor pequeña y producción de azafrán baja y con valores intermedios de precocidad y de longitud de hojas. Las accesiones procedentes de Toledo también constituyen un grupo con la flor algo mayor y valores elevados de precocidad y una longitud de hoja relativamente elevada. Las accesiones procedentes de

Teruel, en general, tienen un tamaño de flor y una producción de azafrán algo mayor y una gran variación para precocidad y longitud de hoja, siendo una de las entradas aquella más tardía en florecer. Las accesiones procedentes de Murcia se pueden incluir en el grupo constituido por aquellas procedentes de Teruel. Hay que señalar accesiones aisladas de gran interés, como aquella procedente de la Rioja con el mayor tamaño de flor y de azafrán, así como una accesión de Teruel, también con un tamaño de flor muy elevado, aunque algo menor que la de la Rioja. La única accesión procedente de Alicante tiene gran interés por florecer precozmente. Los materiales procedentes de Albacete y Cuenca muestran una gran dispersión, si bien los tamaños de flor no son nunca elevados.

## *2. Influencia de diversos parámetros en la producción de cormos y de flores con objeto de mejorar las técnicas de cultivo.*

### *Evolución del desarrollo del cormo de reemplazo a lo largo del cultivo. Fotosíntesis y partición de fotoasimilados. Influencia del tamaño del cormo madre*

La capacidad fotosintética de las hojas de azafrán se mantuvo constante durante el periodo de cultivo, aportando alrededor del 90% de la biomasa acumulada en los órganos de la planta. El 10% restante provino de las reservas del cormo madre.

Las hojas y raíces crecieron hasta alcanzar su máximo tamaño a mediados de Enero, coincidiendo con el periodo de movilización de la mayor parte de las reservas del cormo madre. Una vez completado el desarrollo de hojas y raíces, se inició la fase exponencial de crecimiento de los cormos de reemplazo, principales sumideros de la planta. La tasa de multiplicación de la planta de azafrán es muy elevada, ya que el peso de los cormos de reemplazo es del orden de 10 veces el peso del cormo madre. Se encontraron correlaciones positivas entre el tamaño del cormo madre y el de los sumideros de la planta. La tasa fotosintética fue menor en las plantas desarrolladas a partir de cormos de mayor tamaño, pero este efecto se vio compensado por la mayor superficie foliar de estas plantas. Ello permitió una mayor acumulación de reservas en los cormos de reemplazo

### *Influencia del tamaño del cormo inicial en el desarrollo vegetativo y en la producción de flores*

Con objeto de cuantificar, de forma precisa, la influencia de los diferentes tamaños del cormo madre en el nº de hojas y en la producción de flores, se analizó la producción en 6 tamaños de cormo diferentes y en escala continua. Los tamaños utilizados fueron: T1: 6-12 g; T2: >12-18g; T3: >18-24g; T4:>24-30g; T5: >30- 36g; T6: >36-42g.

Se observó que el nº de flores por cormo está linealmente correlacionado con el tamaño del cormo madre. Los cormos del menor tamaño ensayado no producen flor (6-12g) y para aquellos entre 12 y 18g sólo se produce flor en un 50% de los mismos. A partir del tamaño de 18-24g, todos los cormos sembrados han producido flor variando desde 1.6 para este tamaño hasta casi 6 flores/cormo para el mayor tamaño ensayado.

El porcentaje de flores producido es siempre mayor a partir de los tamaños más grandes en cualquier fecha del período de cosecha, y estos tamaños son más precoces. Entre los dos tamaños mayores se produce el 60-70% de la floración total. No existe una influencia del tamaño del cormo sobre el peso seco de azafrán por flor.

El tamaño del cormo madre no tiene influencia sobre el nº de brotes por cormo, pero afecta a la longitud máxima de las hojas que varía desde 31cm en los cormos más pequeños hasta más de 40cm en los de mayor tamaño. Asimismo, el nº de hojas también es significativamente superior en cormos más grandes, mostrando una variación entre 29 hojas por cormo en los tamaños menores hasta aprox. 50 en los tamaños de mayor diámetro. La hoja sólo es más ancha en los cormos de mayor tamaño. Una mayor superficie foliar dará lugar a una mayor producción de fotoasimilados que se transportarán a los cormos hijos, dando así una mayor producción de dichos cormos.

#### *Influencia del riego en la tasa fotosintética y en el desarrollo vegetativo y producción de flores*

Existe una elevada correlación ( $r = 0.92$ ) entre el potencial hídrico del suelo y la tasa fotosintética. La pérdida de agua en el suelo provoca una disminución del potencial hídrico, fundamentalmente del componente mátrico, lo que disminuye la disponibilidad de agua para la planta y una bajada de la tasa fotosintética debida tanto a limitaciones estomáticas que conducen a una disminución del  $\text{CO}_2$  subestomático ( $r_{A-GI} = 0.52$ ), como a limitaciones no estomáticas que suponen una disminución de la tasa de transporte electrónico ( $r_{A-ETR} = 0.68$ ). En condiciones en que existen potenciales hídricos elevados en suelo (-15KPa), puede alcanzarse una tasa fotosintética entre 25 y 30  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Para potenciales entre -100-y -150 KPa, la fijación de  $\text{CO}_2$  disminuye hasta 10-12  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . No obstante, son valores de fotosíntesis elevados para estas condiciones de fuerte estrés hídrico. Tiene especial interés el incremento en la eficiencia en el uso del agua que se produce para condiciones de estrés a partir de los -100KPa.

### *Influencia de la profundidad de siembra en la producción de flores y diferencias en producción en distintas áreas de cultivo de azafrán en la Vega del Jiloca*

La profundidad de siembra no tiene influencia sobre el nº de flores ni la longitud de las hojas desde el nivel del suelo, y no se dispone todavía de los datos sobre producción de cormos que serán tomados en junio. Este efecto se presenta tanto en zonas de regadío como de secano pero hay que destacar que en las zonas de cultivo con regadío la producción puede ser entre 4-6 veces superior.

### *3. Extensión del período de floración*

#### *Extensión del período de floración en campo*

Dada la agrupación de la floración en este cultivo en que un 30% puede concentrarse en 1-2 días llamados *días de manto*, tiene gran interés el espaciar el período de la floración en campo. Con este objetivo, se utilizaron plásticos microperforados para cubrir el cultivo en verano e ir destapándolo en 4 fechas desde Septiembre hasta finales de Octubre. Los resultados indicaron una menor acumulación de la cosecha en el cultivo cubierto que alcanza como máximo valores del 10% de la producción en un día. El nº de flores total fue similar al control, si bien las plantas procedentes de las primeras cubiertas que se destapan dan más flor y aquellas plantas que se destapan al final dan algo menos de flor. Es interesante señalar que incrementa la longitud de la flor, favoreciendo la recogida.

Asimismo, la variación en la fecha de siembra desde Junio hasta Septiembre también puede utilizarse para espaciar alrededor de 10 días la salida de la flor, si bien esto sería válido sólo para el primer año de cultivo.

#### *Optimización de los parámetros de producción forzada en invernadero*

Es posible programar la floración de los cormos en el invernadero durante varios meses, mediante el efecto combinado del momento de arrancado y la temperatura y duración de período de almacenamiento. Hay, sin embargo, dos aspectos que no han sido optimizados, la temperatura óptima de emergencia de la flor y la formación del corno de reemplazo en las condiciones de invernadero con baja irradiancia y alta densidad de siembra. Estos dos aspectos se han tratado en este proyecto.

Cormos de azafrán que habían iniciado la formación de la flor, tras 105 días de incubación a 25°C, se plantaron en bandejas con sustrato universal y arena (70:30v/v) y se incubaron en cámaras de cultivo con fotoperíodo 16/8 a las siguientes temperaturas: 13, 15, 17 y 20°C. De cada tratamiento se realizaron 3 réplicas. Se midieron las siguientes variables: Tiempo de floración (días desde la siembra hasta la emergencia de la primera flor), duración del período de floración (días desde la primera a la última flor), nº de flores por corno y producción de azafrán por flor.

Los resultados indican que la temperatura no afectó al nº de flores por corno pero sí al momento de floración que fue más rápida a 15-17°C que a temperaturas extremas. Asimismo, tiene influencia sobre el tamaño de la flor y el peso del azafrán que es más elevado a mayores temperaturas. No obstante, a 20°C muchas flores no alcanzan la anthesis y permanecen dentro de los catafilos dificultando la extracción del azafrán. Un intento de solventar este problema mediante el uso de un termoperíodo 20- 10°C resultó

ineficaz pues, aunque las flores llegaban a la antesis, su azafrán tenía un tamaño similar a aquellas que emergen a 20°C.

El crecimiento en cámaras resultó en una reducción del 90% de la capacidad fotosintética cuando se compara con plantas crecidas al aire libre. Esta pérdida es recuperada, en parte, tras el transplante a campo (alrededor del 50%) varias semanas tras el transplante. Si bien las plantas procedentes de cámaras tenían hojas de mayor tamaño, una mayor superficie foliar no compensó el descenso en la tasa fotosintética. El nº de cormos producidos en estas plantas fue mayor pero de un menor tamaño y la producción total de cormos fue menor.

**ENTIDAD: UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA**

**PROYECTO Nº:** PET2007-14-C05-03

**TÍTULO DEL PROYECTO: “TIPIFICACIÓN GENÉTICA DEL AZAFRÁN DEL JILOCA: CARACTERIZACIÓN MOLECULAR, FITOQUÍMICA Y DE RESPUESTA A PATÓGENOS”**

**IVESTIGADOR PRINCIPAL:**

José Antonio Fernández Pérez

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

Lourdes Gómez Gómez

Ángela Rubio Moraga

## **OBJETIVO 1: CARACTERIZACIÓN MOLECULAR**

Se trata de proporcionar marcadores moleculares para la caracterización del germoplasma de azafrán. La caracterización molecular del azafrán permitirá estimar el grado de diversidad genética del azafrán del Jiloca y su relación con el de otras procedencias geográficas, así como, en su caso, desarrollar marcadores genéticos que permitan diferenciarlo.

Métodos empleados:

- AFLPs: identificación selectiva de fragmentos de ADN genómico de forma aleatoria (20-70 fragmentos por reacción).
- SNPs : identificación de diferencias a nivel de un sólo nucleótido al interior de secuencias de ADN genómico (cebadores basados en secuencias de ADN complementario de genes huérfanos de *C. sativus*).

### **Patrones de AFLP**

Los AFLPs se basan en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) empleando cebadores arbitrarios que reconocen las secuencias de adaptadores ligados previamente a fragmentos del genoma. Permiten analizar el tamaño de un gran número de fragmentos del genoma de un organismo sin conocimiento previo de secuencias. Hemos incluido diferentes muestras de azafrán de la colección CROCUSBANK en los análisis de AFLP, con el fin de evaluar sus patrones de AFLP y determinar posibles “huellas dactilares” que permitan identificar azafranes de localidades (regiones) específicas. Adicionalmente, buscamos relacionar estos marcadores moleculares con otro tipo de marcadores (morfológicos, fenológicos, de producción, etc.) en correlación. Hemos obtenido 16 bandas AFLP presentes sólo en las accesiones de Teruel, que nos pueden servir de marcadores moleculares.

### **Marcadores SNPs**

Los SNPs son los marcadores moleculares más abundantes en el genoma y están ampliamente distribuidos según la especie. Se suelen encontrar en mayor abundancia en regiones no codificantes del genoma, ya que cambios en secuencias que generan proteínas pueden resultar en cambios de aminoácidos (cambios no sinónimos). Sin embargo, es necesario conocer parte de la secuencia del genoma que se desea analizar. Por este método hemos detectado un posible marcador molecular para la accesión BCU001679 cuyo origen es Blancas.

## **OBJETIVO 2. FITOQUÍMICA**

Se trata de realizar análisis químicos para biomoléculas de interés como determinantes de biodiversidad (fitotaxonomía) o aquellos metabolitos secundarios que tienen repercusión en la calidad del azafrán especie (crocinas). Se emplearon varias técnicas:

1. **Análisis por Espectrofotometría FT-IR.** Debido a su sensibilidad, la FT-IR podría ser útil para la discriminación del español azafrán originario de diferentes zonas.

2. **Análisis RAMAN.** Método sensible para la determinación de crocinas. Esta técnica es más adecuada para la clasificación de muestras de azafrán que procedían de diferentes países, en vez de las diferentes regiones en el mismo país.

### **Objetivo 3. Respuesta a patógenos**

El objetivo es caracterizar el germoplasma y encontrar resistencias genéticas frente a los patógenos de mayor incidencia en el azafrán del Jiloca. Este objetivo se está abordando en colaboración con Grupo de Investigación en Hongos Fitopatógenos del Instituto Agroforestal Mediterráneo de la Universidad Politécnica de Valencia, laboratorio de referencia en este tipo de análisis. Los primeros resultados se presentan inminentemente en la Reunión Final del Proyecto CROCUSBANK ([www.crocusbank.org](http://www.crocusbank.org)) en Valencia del 13 al 16 de Abril.

### **CONCLUSIONES**

- Dispones de medios moleculares y químicos para diferenciar genéticamente el azafrán de Teruel, aunque los trabajos encaminados a conseguir una huella dactilar genética para este zafrán deberán continuar. Estas herramientas genéticas pueden ser de ayuda en los programas de selección que se aborden, y también pueden contribuir al control de la autenticidad y pureza del azafrán de Teruel
- Mediante Espectrofotometrías FT-IR y RAMAN podemos discriminar el azafrán español del de otros países y de distintas procedencias.

**ENTIDAD: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN (CITA)**

**PROYECTO Nº: PET2007-14-C05-04**

**TÍTULO DEL PROYECTO: “ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL AZAFRÁN DE TERUEL”**

**IVESTIGADOR PRINCIPAL:**

ANA ISABEL SANJUÁN LÓPEZ

Unidad de Economía Agroalimentaria y de los Recursos Naturales - UEARN

**PERSONAL INVESTIGADOR:**

JESÚS BURILLO ALQUÉZAR. Investigador, U Recursos Forestales.

HELENA RESANO EZCARAY. Desde Mayo 2009; contratada enero-abril 2011. UEARN

DENA MARÍA CAMARENA GÓMEZ. Becaria, Noviembre 2007-Diciembre 2008. UEARN

PATRICIA SISÓ TERRAZA. Contratada, Noviembre 2009-Septiembre 2010. UEARN

**Objetivos:**

- Estudiar la situación actual del azafrán en el ámbito mundial
- Describir las características actuales de comercialización del azafrán español.
- Conocer y detallar las características de comercialización del azafrán de Teruel
- Conocer los usos, lugares de compra y percepción que tienen los consumidores de azafrán
- Conocer detalladamente la situación interna del sector del azafrán de Teruel
- Explorar las posibilidades de usos alternativos al gastronómico

**Mercados internacionales. Información secundaria recopilada en 2008-2009.**

España sigue ocupando un puesto preeminente en los mercados internacionales, gracias a un tejido empresarial fundamentalmente localizado en el Levante español, especializado en el envasado y comercialización del producto. Frente a una producción nacional de 1,3 toneladas, las importaciones ascienden a 57 toneladas, donde la mayoría se vuelve a re-exportar, cuestionando de este modo la identidad del azafrán español, que podría reforzarse mediante una Denominación de Origen (DO). Irán se ha convertido en el principal abastecedor a nivel mundial de esta especia, en tanto que España y Estados Unidos son los principales demandantes mundiales. La fuerte presencia de España en EEUU y Alemania, junto con la pujanza de los alimentos ecológicos en estos países, podría ofrecer oportunidades para la comercialización de azafrán ecológico, diferenciándose así de la oferta iraní o de sustitutivos.

**El azafrán comercializado en España. Información secundaria recogida en 2008.**

Un análisis de precios hedónicos con información recogida en los canales de distribución (in-situ y online), demuestran que el origen Jiloca no está actuando como una herramienta de diferenciación efectiva, dado que su valor implícito se sitúa por debajo de otras procedencias e incluso de su ausencia. Por el contrario, La Mancha posee un valor implícito muy superior, el cual se acentúa cuando se incorpora la DO. El envase se revela como la herramienta de diferenciación más influyente en la determinación del precio de mercado (siendo máxima en vidrio), seguida por el tipo de distribuidor (mayor en supermercados y tiendas Gourmet). Las marcas de envasadores especializados en azafrán gozan de precios implícitos superiores a otras marcas, en tanto que el precio implícito de la hebra es superior a molido.

**Entrevistas a restaurantes y tiendas Gourmet, realizadas en Zaragoza, en 2008 y 2009.**

Se entrevistó a una muestra de 26 restaurantes de 2 tenedores (error 11%) en 2008. La mayoría de restaurantes (77%) utiliza azafrán, y prefieren la hebra por motivos de seguridad y conservación. Entre ellos, la tercera parte adquiere siempre azafrán del Jiloca y se manifiesta más receptivo hacia una posible Denominación de Origen, lo que apunta hacia un elevado grado de aceptación del producto regional y su potencial de desarrollo a través de este canal. En 2008, se entrevistaron 8 tiendas especializadas que comercializan azafrán, cuatro de ellas tipo Gourmet. Este estudio se completó en 2009 con entrevistas con las tiendas que actualmente venden azafrán del Jiloca (10). Las tiendas prefieren envases de 1g y reconocen que el envase más vendido es el plástico. Se abastecen directamente del productor. La mayoría no vende en la actualidad y tampoco detectan una demanda latente hacia el producto con DO o ecológico. Por el contrario, no encuentran dificultades especiales en la venta del azafrán del Jiloca, tan sólo la poca rotación es mencionada como un inconveniente (40%).

## **Encuestas y catas con consumidores, realizadas en Zaragoza, entre Junio y Julio de 2009.**

Muestra de 208 consumidores, mayores de 18 años y habitualmente implicados en el proceso de compra de alimentos en su hogar.

Uso del Azafrán: Un 76% de los consumidores utilizan azafrán (un 72% colorante alimentario). Sin embargo, tan sólo el 22% lo hacen de forma regular (semanal o mensualmente). Los arroces siguen siendo el plato donde más se utiliza, seguido por guisos de patatas o pescados. En postres es prácticamente insignificante. No existe un segmento diferenciado de consumidores que se incline en mayor medida por el azafrán.

Actitudes: Predominan las opiniones favorables; se considera un ingrediente típico de la cocina española pero al mismo tiempo actual, no relegado a expertos, y se reconocen sus cualidades organolépticas. Sin embargo, existe la percepción por parte de una mayoría de la población de que se trata de una especia cara. Entre los consumidores efectivos de azafrán, las opiniones positivas se refuerzan y las negativas se mitigan. La opinión de que el colorante alimentario pueda actuar como un sustitutivo del azafrán está mucho más generalizada entre los no consumidores. De cara a la comercialización, sería necesario por tanto hacer mayor énfasis en las características específicas y diferenciadoras del azafrán con respecto a otros condimentos. Además, hemos observado que existe cierto desconcierto sobre sus propiedades beneficiosas para la salud, en tanto que existe cierto grado de desconfianza sobre la autenticidad de la especia. Estos aspectos deberían reforzarse en la comunicación.

Conocimiento: El 76% de los encuestados saben que se produce azafrán en Aragón, y la mayor parte de ellos puede indicar con más o menos precisión la zona concreta. Este reconocimiento es muy superior al azafrán de Castilla la Mancha (25%), en tanto que el conocimiento de su DO es todavía menor (un 13%). De cara al etiquetado del producto, la indicación del origen del azafrán es valorada como mucho más importante que el origen del envasador. Otros elementos que los consumidores consideran que sería interesante incluir en la etiqueta son: indicaciones sobre la cantidad recomendada a utilizar, modo de preparación y recetas.

Canales de distribución: La compra de especias tiene lugar fundamentalmente a través de supermercados (78%), seguidos aunque a distancia por los hipermercados (35%), y minoritariamente a través de tiendas especializadas, mercadillos o tiendas Gourmet. Internet tiene una importancia marginal como canal de venta de alimentos (sólo el 5% de los encuestados). Por el contrario, la mayoría de los encuestados ha adquirido alimentos típicos en las zonas de producción al menos una vez a lo largo del año previo a la encuesta. Se trata por tanto de un canal que goza de aceptación, especialmente entre personas de edades intermedias (menores de 55 años), con mayor nivel de estudios y renta. Asimismo, una parte importante de la población come regularmente fuera de casa por motivos de trabajo (45%) y, la mayoría, alguna vez, por ocio. Mercados locales, comedores y restaurantes, por tanto, se pueden convertir en canales alternativos a la comercialización del azafrán.

Innovación en productos: Algunos productores del Jiloca han estado experimentando con la incorporación de azafrán al queso de oveja y a la crema de chocolate, entre otros productos. Se han comercializado a una escala fundamentalmente local, y en el proyecto se ha tratado de investigar el grado de aceptabilidad (sensorial) por parte del consumidor urbano, con el fin de explorar su potencial de mercado. En general, el consumidor acepta mejor la incorporación de azafrán al queso que al chocolate. Existe, además, un

segmento potencial de consumidores que inclinan sus gustos hacia las innovaciones, fundamentalmente en queso (28%), caracterizados por estar más implicados con la cocina y alimentación, y ser menos reacios a probar alimentos nuevos. Sin embargo, en el contexto de otros quesos de calidad de Teruel actualmente comercializados, que bien incorporan especias o bien están identificados mediante algún distintivo de calidad, la aceptabilidad media del queso con azafrán es inferior.

En queso, la información proporcionada en la etiqueta, marca, origen y especia añadida, ayuda al consumidor a inferir su calidad, viéndose impulsado a mejorar su valoración sensorial. Esto, sin embargo, no ocurre con la crema de chocolate. En ambos productos, una mejora de las expectativas, derivadas de la información, contribuye significativamente a aumentar la disposición al pago, la cual, se sitúa en unos valores muy cercanos a los actuales precios de mercado. De cara a la comercialización a una escala mayor, hay que cuidar tanto los elementos extrínsecos del producto (la información en la etiqueta y su diseño, la apariencia) como su calidad intrínseca, porque en ambos productos existe un segmento de consumidores (14% en queso, 18% en crema) para el que el producto resulta peor de lo esperado y, además, no corrige su valoración tras conocer de qué producto se trata.

Experimento de elección: Se simula una decisión de compra entre un azafrán en hebras, molido, o lo comprado la última vez, ya sea azafrán o colorante alimentario. Cada alternativa de azafrán se define por: la presencia o no de una DO; certificación o no de Agricultura Ecológica; la identificación del origen (Teruel, Castilla la Mancha, Irán); y precio (tres niveles específicos para cada alternativa). Los resultados favorecen la comercialización en hebras (54% elecciones y 0.94€/0.5g de Disposición Marginal al Pago - DMP), la identificación del origen turolense (DMP=0.58€) y la consecución de una DO (DMP = 0.43€). La certificación ecológica, aunque preferida sobre la agricultura convencional, genera una DMP de menor cuantía: 0.30 €. En 2010, se realizó otro experimento del mismo tipo (muestra de 90 consumidores), con el objeto de evaluar distintos tipos de envases: plástico, cristal y cerámica. Los consumidores se inclinan en mayor medida por aquellos envases más disponibles en el mercado actualmente y con un precio inferior (plástico, 50% de las elecciones; cristal, 44%; mientras que la cerámica tan sólo ha sido elegida en un 6% de las ocasiones).

### **Entrevistas a productores, envasadores y entes de desarrollo, Comarca del Jiloca, 2009**

Se realizaron 12 entrevistas en profundidad a productores (tres son también envasadores y comercializadores), y 4 encuestas a representantes de entes locales de desarrollo. El cultivo de azafrán para la población del Jiloca posee un significado más trascendental que el valor económico de su producción. Se entiende como una seña de identidad, de cultura y de arraigo a la tradición familiar, siendo este arraigo la principal motivación para seguir cultivándolo. La irrupción en los mercados internacionales de Irán se ve como la principal amenaza. El cultivo del azafrán no se ha mecanizado y todas sus labores de campo se realizan de forma manual, necesitando la ayuda familiar en las épocas de siembra y recolección, una disponibilidad que la estructura de los hogares actuales no puede suplir, en tanto que el acceso a mano de obra externa no es rentable. Algunos productores favorecen la idea de la mecanización especialmente en aquellas tareas más intensivas en mano de obra, sin embargo, otros consideran que esto podría perjudicar la calidad, principal elemento de diferenciación y competitividad.

La creación de la Asociación de Productores del Jiloca, AZAJI, se ve, tanto desde los productores como otros agentes implicados en el desarrollo de la Comarca, como una importante fuente de apoyo (financiero, mecánico, mejora en los precios, garantía de la venta del producto), de dinamización y

revitalización del sector, lo que ha favorecido la entrada de nuevos productores y el aumento de la superficie cultivada. El principal problema de cara a su expansión, y en el que coinciden unánimemente todos los productores entrevistados, es la falta de cormos. La Para solventar esta limitación, se propone la dedicación en exclusiva de algunos terrenos y/o productores a su reproducción. De cara a la comercialización, se apoya mayoritariamente la consecución de una DO y la certificación Ecológica, si bien ven dificultades en la obtención de la primera debido a los costes asociados, y el escaso número de productores y volumen comercializado. No obstante, los productores identifican como principal debilidad la falta de una estrategia de comercialización conjunta, que permitiese un buen nivel de promoción genérica. La mayor parte de los productores se inclinan por la alimentación como principal destino para su azafrán, en tanto que no ven viable su orientación a fines terapéuticos o cosméticos, debido a la fuerte competencia de las importaciones.

#### **Usos alternativos al culinario, experimentos de laboratorio. 2008-2010.**

Se contó con muestras de azafrán proporcionadas por AZAJI. Se realizaron varias extracciones en laboratorio (Método Clevenger). Tras varias destilaciones por separado de cada una de las partes de la flor, ninguna aportó un mínimo de muestra representativa de aceite esencial. A su vez, utilizando dos técnicas distintas de secado de los estigmas (a la sombra con corriente de aire y con calor (tostado)), se obtuvieron muestras analizadas por el Instituto de Química Orgánica del CSIC. Se comprobó que los resultados no eran del todo fiables y se aconsejaba utilizar la desorción térmica. Se contactó con industrias del sector industrial de plantas aromático-medicinal en España (materia seca y aceite esencial) pero ninguna de ellas comercializa actualmente el azafrán con estos fines.