



# MEMORIA CIENTÍFICO-TÉCNICA DEL PROYECTO

## PROYECTO DE I+D

*\*Las extensiones deberán limitarse a las que se indican en cada página tipo de letra Arial 12 pt. Página se entiende como una cara.*

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: JUAN BUSQUÉ MARCOS**

**TÍTULO DEL PROYECTO: ESTRATEGIAS PARA FRENAR LA MATORRALIZACIÓN Y FOMENTAR LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO EN LA MONTAÑA CANTÁBRICA Y GALLEGA**

**PROJECT TITLE: GRAZING STRATEGIES IN CANTABRIAN AND GALICIAN MOUNTAIN RANGELANDS TO REDUCE SHRUB ENCROACHMENT AND IMPROVE LIVESTOCK PRODUCTION**

### **1. RESUMEN DE LA PROPUESTA:**

(Debe ser breve y preciso, exponiendo sólo los aspectos más relevantes y los objetivos propuestos) (Máximo 1 página)

Los sistemas pastorales basados en una ganadería diversa, con razas autóctonas y una cultura rural muy arraigada, han sido tradicionalmente la principal forma de aprovechar un recurso abundante, pero disperso y difícil, como es la media montaña cantábrica y gallega. Esos sistemas tradicionales están hoy prácticamente desaparecidos, habiendo sido sustituidos por otros menos complejos (principalmente vacas nodrizas), poco exigentes en mano de obra, poco productivos, fuertemente subvencionados y muy dependientes de la demanda de un fuerte sector de cebo intensivo. Esta simplificación ha conducido a un aprovechamiento muy ineficiente de los pastos permanentes, resultando en una creciente matorralización por plantas como los tojos (*Ulex spp.*) o el helecho (*Pteridium aquilinum*). A su vez, esto se traduce en incendios más extensos e intensos, y pérdida en la provisión de otros importantes servicios ecosistémicos (SE) como biodiversidad, fertilidad del suelo, secuestro de carbono, producción de alimentos de calidad o cultura. Para frenar esta tendencia, resulta urgente retomar la gestión forestal-pastoral de estos espacios, implementando nuevos sistemas productivos más sostenibles en la generación de SE.

Sin embargo, como se puso en evidencia en estudios recientes (Acción Complementaria (2015) y Grupo Focal de la Asociación Europea de Innovación (2015)), existen aún importantes lagunas de conocimiento sobre la generación de SE de muchos sistemas pastorales y de regeneración de pastos potencialmente interesantes para retomar esta gestión. Este proyecto tiene el claro objetivo de aportar, tanto desde el punto de vista experimental como de la modelización dinámica, soluciones científicas a muchas de las incertidumbres existentes, y ponerlas a disposición de los agentes implicados como herramientas de apoyo a la toma de decisiones para la gestión pastoral de estos espacios. El proyecto coordinado integra todos los equipos de investigación que trabajan con ganado en pastoreo controlado en la montaña cantábrica-gallega. Estos equipos (CIFA, CIAM y SERIDA), así como el CTC especialista en calidad de carne, ensayarán, con una metodología común de cuantificación de varios SE, sistemas de producción animal y de mejora de pastos de interés en sus regiones, apoyándose en razas autóctonas de las



cuatro especies de ganado tradicionales (vacuno, ovino, caprino y equino). Los resultados obtenidos, y otros previos, se integrarán en un modelo de simulación ya existente para evaluar el interés de múltiples escenarios pastorales aplicables a proyectos de gestión de montes representativos.

## **SUMMARY:** (Max. 1 página)

Grazing Livestock systems (GLS) based on diverse animal herds (species and breeds) and an ancestral pastoral culture has been the most common way of exploiting a vast but also heterogeneous and harsh territory, such as the Cantabrian and Galician mountains of northern Spain. These traditional systems are almost extinguished and replaced by others less complex (mainly suckler cattle), low in labour and productivity, highly subsidized and very dependent on the demand by a strong sector of intensive calf fattening. This simplification has led to an inefficient utilization of semi-natural permanent grasslands leading to a strong shrub encroachment dynamics of plant species such as gorse (*Ulex* spp.) and bracken (*Pteridium aquilinum*). Vast and intensive wildfires and loss in the provision of other important Ecosystem Services (ES; biodiversity, soil fertility, carbon sequestration, quality food production or culture) are the ultimate consequences. To halt this trend it is imperative to regain sound silvopastoral management plans, implementing new and more sustainable GLS regarding their effect in key ES provisioning.

However, two recent studies (INIA AC project -2015- and European Innovation Partnership Focus Group on profitability of permanent pastures -2016-) identified important gaps of knowledge regarding the provision of ES of some hill grazing management practices and grassland restoration options, which are felt as interesting mountain land use alternatives. Based on experimental research and dynamic modelling, this project aims to provide scientific solutions to many of the existing uncertainties, making them available to the main stakeholders as decision support tools for silvopastoral management. The coordinated project integrates all the scientific teams working with grazing livestock under controlled conditions in the Cantabrian-Galician mountains. These teams (CIFA, CIAM and SERIDA) together with another specialist in meat quality (CTC) will test different animal production and pasture improvement systems of interest in the different areas. In all cases a common methodology to quantify and compare the provision of several ES will be used. There is also a strong shared interest in the valorization of GLS based on local autochthonous breeds of the four traditional livestock species. The results obtained together with previous ones will be integrated in an existing simulation model in order to evaluate in representative mountains the interest for land use planning of GLS scenarios.



## 2. INTRODUCCIÓN:

### 2.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN PROYECTOS ANTERIORES: (máximo 2 páginas; 2 páginas más por subproyecto en el caso de proyectos coordinados.)

Citar los proyectos en los que ha participado el equipo investigador que han precedido al actual; con la misma temática, y consignar en cada uno de ellos la información científica generada (artículos en revistas científicas, artículos de divulgación, libros, comunicaciones, obtenciones, patentes, otros), con especial mención a los avances científicos obtenidos con cada uno de ellos.

#### Subproyecto 1: CIFA

##### PROYECTOS:

- ❖ Alternativas de producción de terneros con razas rústicas: rendimientos productivos, manejo de las canales y diferenciación del producto, sostenibilidad económica y oportunidades de mercado INIA RTA 2012-00084-C03. 2013-2017. IP: Emma Serrano. Participantes del equipo: Ibán Vázquez, Luis Calderón
- ❖ Estudio de la incidencia de teratogénesis en vacuno asociada al pastoreo en los Picos de Europa. INIA RTA2009-00129. 2009-2011. IP: Juan Busqué. Participantes del equipo: Manuel Mora
- ❖ Calidad de la carne y de la grasa del ganado bovino tudanco y monchino, razas autóctonas de Cantabria. Efectos del sistema de manejo y edad de sacrificio. INIA RTA 2007-00003-00-00. 2007-2010. IP: Emma Serrano. Participantes del equipo: Luis Calderón
- ❖ El papel de la agricultura en los procesos de desarrollo y diferenciación de los territorios rurales españoles. AGL 2005-07827-C03\_02. 2005-2008. I.P: Edelmiro López. Participantes del equipo: Ibán Vázquez
- ❖ Desarrollo de modelos para la valoración de la capacidad de carga y la dinámica del paisaje de ecosistemas de montaña de vocación silvopastoral. INIA RTA2005-160-C02. 2005-2007. IP: Juan Busqué. Participantes del equipo: Manuel Mora
- ❖ Effets de la nature du fourrage et de la quantité d'aliments concentrés sur les caractéristiques tissulaires et de la viande de jeunes bovins allaités (veau blanc et rosé de 5 à 10 mois). Premiers éléments pour évaluer la mise en place de marqueurs de l'alimentation dans le jeune âge. INRA-OFFIVAL-Institut d'élevage. 2004-2006. Participantes del equipo: Emma Serrano
- ❖ Determinación de las causas y selección de un sistema de control sostenible de la invasión de pastos de montaña por la lecherina (*Euphorbia polygalifolia*). INIA RTA02-027. IP: Benito Fernández. Participantes del equipo: Juan Busqué
- ❖ Tipificación, cartografía y evaluación de los pastos españoles. INIA OT00-037-C17-06. IP Benito Fernández. Participantes del equipo: Juan Busqué

##### ARTÍCULOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS:

o



- García A.I., Vázquez, I., Sineiro, F. y Pérez, M. 2015. Farm diversification strategies in Northwestern Spain: Factors affecting transitional pathways. *Land Use Policy* 49, 413-425
- M.J. Humada, C. Sañudo y E. Serrano. 2014 Chemical composition, vitamin E content, lipid oxidation, color and cooking losses in meat from Tudanca bulls finished on semi-extensive or intensive systems and slaughtered at 12 or 14 months. *Meat Science* 96: 908-915
- Busqué, J. 2014. De la investigación a la práctica: herramientas para gestionar la ganadería de montaña y los pastos comunales de Cantabria dentro de la Política Agraria Común. *Pastos* 44: 6-43.
- Vázquez I., Sineiro F. y García A. 2014. Trayectorias de crecimiento de las explotaciones agrarias en la cornisa cantábrica. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 14 (2): 49-80.
- Sineiro F., Vázquez, I. y García, A.I. 2014. Mountain Family farms in Galicia, Spain: Challenges and Strategies. *Mountain Research and Development* 34(4), 375-385.
- M.J. Humada, C. Sañudo, C. Cimadevilla y E. Serrano. 2013 Efecto del sistema de producción y la edad de sacrificio sobre parámetros productivos, calidad de la canal y rendimiento económico de la producción de terneros y añojos de raza Tudanca. *ITEA- Información Técnica Económica Agraria* 109, 183-200
- Bedia, J. y Busqué, J. 2013. Productivity, grazing utilisation, forage quality and primary production controls of alpine *Nardus stricta* grasslands in Northern Spain. *Grass and Forage Science* 68, 297-312.
- Sineiro F., Lorenzana R. y Vázquez I. 2013. Situación actual y cambios previstos en la estructura y en el sistema productivo de las explotaciones de leche en Galicia. *Pastos* 42 (1): 67-92.
- Humada M.J., Serrano E., Sañudo C., Rolland D.C. y Dugan M.E.R. 2012. Production system and slaughter age effects on intramuscular fatty acids from young Tudanca bulls. *Meat Science* 90: 678-685.
- Vázquez I., Marey M., Sineiro F., Lorenzana R., García A. y Pérez M. 2012. Caracterización productiva y relaciones con el territorio de las explotaciones de bovino en Galicia. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 233: 69-99.
- Bedia, J., Busqué, J. y Gutiérrez, J.M. 2011. Predicting plant species distribution across an alpine rangeland in northern Spain. A comparison of probabilistic methods. *Applied Vegetation Science* 14: 415-432.
- Serrano E., Cornu A., Kondjoyan N., Agabriel J. y Micol D. 2011. Traceability of grass feeding in beef: terpenes, 2,3-octanediona and skatole accumulation in adipose tissue of young bulls. *Animal* 5: 641-649.
- Busqué, J., Martín, M., Cabellos, B. y Muzquiz, M. 2010. Phenological changes in the concentration of alkaloids of *Carex brevicollis* in an alpine rangeland. *Journal of Chemical Ecology* 36: 1244-1254.
- Serrano E., Pradel P., Jailler R., Dubroeuq H., Bauchart D., Hocquette J-F., Listrat A., Agabriel J. y Micol D. 2007. Young Salers suckling bull production: effect of the type of diet on performances, carcass and muscle characteristics and meat quality. *Animal* 1: 1068-1079.



- Serrano E., Prache S., Chauveau-Duriot B., Agabriel J. y Micol D. 2006. Traceability of grass-feeding in young beef using carotenoid pigments in plasma and adipose tissue. *Animal Science* 82, 909-918.
- Mora M.J., Hervás G., Mantecón A.R., Busqué J. y Frutos, P. 2006. Ruminal degradation of mountain pastures infested by *Euphorbia polygalifolia* in cattle and sheep: effect of previous grazing in invaded areas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2153-2160.
- Serrano E., Lavín P., Giráldez F.J., Bernués A. y Mantecón A.R. 2004. Classification variables of cattle farms in the mountains of León, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2: 504-511.
- Serrano E., Giráldez F.J., Lavín P., Bernués A. y Mantecón A.R. 2004. The identification of homogeneous groups of cattle farms in the mountains of León, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2: 512-523.

#### COMUNICACIONES A CONGRESOS:

- Vázquez I., García E. y García A.I. 2017. Situación actual y evolución de las explotaciones con bovino en España durante las tres últimas décadas: el caso de la Cornisa Cantábrica. En: J. Bartolomé et al. (eds). *Renaturalización vs. Ruralización*. S.E.E.P. 198-203. Barcelona.
- Vázquez I., Olaizola A.M., Resano H. Serrano E., Gómez F. y Domínguez M. 2016. Perspectivas del cebo de terneros de la raza Tudanca en Cantabria: aplicación del método Delphi. En: A.A. Marta-Costa et al. (eds) *Razas Autóctonas no Espacio Ibérico: Un recurso sustentavel*, pp 108-116. Vila Real (Portugal): U. de Tras os Montes e Alto Douro.
- Vázquez I., Olaizola A.M., Resano H., López, L. y Serrano E. 2016. La producción de carne de raza Tudanca en Cantabria desde la perspectiva de los ganaderos y otros eslabones de la cadena de valor. En: M.D. Báez et al. (eds). *Innovación sostenible en Pastos: hacia una agricultura de respuesta al cambio climático*. S.E.E.P. 301-308. Lugo- A Coruña.
- Vázquez I., Olaizola A.M., Resano H. y Serrano E. 2016. Producción de carne de vacuno de la raza Tudanca en Cantabria bajo un sistema alternativo de cebo: perspectivas de productores y consumidores. En: L. Madureira et al. (eds). *Smart and Inclusive Development in Rural Areas*. Book of proceedings of the 11th Iberian Conference on Rural Studies, pp 373-380. Vila Real (Portugal).
- Busqué J., Rodríguez J.R. y Maestro G. 2016. Field validation of an automatic coefficient of pasture eligibility in mountain areas. *Options Méditerranéenes*. Series A. 116, 39-44.

#### Subproyecto 2: CIAM

##### PROYECTOS

- ❖ Efecto del nivel de inclusión del bagazo de uva tinta como suplemento de la dieta de terneros sobre la calidad organoléptica, nutricional y en la vida comercial de la carne de Ternera Suprema. RTA2014-00082-C03-01. 2015-2018. IP Teresa Moreno López. Participantes del equipo: Santiago Crecente.



- ❖ Efecto del cruce con Burguete en los parámetros de crecimiento del potro gallego alimentado en base a pasto. Influencia de la edad de sacrificio. RTA2012-00090-C03-03. 2013-2015. IP Antonio González/Santiago Crecente.
- ❖ Efecto do cruce, sistema de manexo, sexo, dose de acabado e idade de sacrificio sobre a calidade da canal e da carne de poldro galego. Estudo da vida útil. PGIDIT10MRU004CT. 2010-2013. IP José Manuel Lorenzo Rogríguez. Participantes del equipo: Santiago Crecente.
- ❖ Estudo da eficiencia produtiva e o desenvolvemento con poldros integrados nun sistema de monte en Galiza. FEADER2007/03. 2007-2009. IP Teresa Moreno López. Participantes del equipo: Santiago Crecente.
- ❖ Aplicación de los métodos genético-estadísticos y técnicas moleculares para optimizar los programas de selección y conservación de las razas bovinas de Galicia. PGIDIT03RAG018E. 2003-2006. IP Alejandro Fernández Fernández. Participantes del equipo: Manuel López Luaces.
- ❖ Producción de carne de vacuno joven con las razas Rubia Gallega, Holstein-Frisian y su cruce. SC97-080. 1997-2000. IP Lorenzo Monserrat Bermejo. Participantes del equipo: Manuel López Luaces.

#### ARTÍCULOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS

- Domínguez R., Pateiro M., Crecente S., Ruíz M., Sarriés M.V. y Lorenzo J.M. 2017. Effect of lindseed supplementation and slaughter age on meat quality of grazing crossbred Galician x Burguete foals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.8466.
- Domínguez R., Crecente S., Borrajo P., Agregán R. y Lorenzo J.M. 2015. Effect of slaughter age on foal carcass traits and meat quality. *Animal* 9(10), 1713-20
- Lorenzo J.M., Crecente S., Franco D., Sarriés M.V. y Gómez M. 2014. The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. *Animal* 7, 1-10.
- Flores-Calvete G., Valladares-Alonso J., Pereira-Crespo S., Díaz-Díaz N., Díaz-Díaz D., Resch-Zafra C., Fernández-Lorenzo B., Dagnac T., Crecente-Campo S. y Salvatierra-Rico J.A. 2014. Rate of progress to flowering in annual species of genus *Trifolium* grown for silage in Galicia (NW of Spain) as affected by sowing date. *Options Méditerranéennes* 109.
- Franco D., Crecente S., Vázquez J.A., Gómez M. y Lorenzo J.M. 2013. Effect of cross breeding and amount of finishing diet on growth parameters, carcass and meat composition of foals slaughtered at 15 months of age. *Meat Science* 93, 547-556.
- Franco D., Rodríguez E., Purriños L., Crecente S., Bermúdez R. y Lorenzo J.M. 2011. Meat quality of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science* 88, 292-298.
- Luaces M.L., Calvo C., Fernández B., Fernández A., Viana J.L. y Sánchez L. 2008. Ecuaciones predictoras de la composición tisular en canales de corderos de raza Gallega. *Archivos de Zootecnia* 57, 3-14.



- Luaces M.L., Calvo C., Fernández B., Fernández A., Viana J.L. y Sánchez L. 2007. Alometría de los tejidos en corderos de raza ovina Gallega. *ITEA* 103, 83-94.
- Luaces M.L., Calvo C., Fernández A., Viana J.L., Fernández B. y Sánchez L. 2007. Estudio de las piezas comerciales y su desarrollo en canales de corderos de la raza ovina Gallega. *Archivos de Zootecnia* 56, 157-168.
- Luaces M.L., Calvo C., Fernández B., Fernández A., Viana J.L. y Sánchez L. 2007. Composición tisular de los corderos de raza Gallega. *Archivos de Zootecnia*. 56, 275-286.
- Sánchez L., Fernández B., López M. y Sánchez B. 2000. Caracterización racial y orientaciones productivas de la raza Ovina Gallega. *Archivos de Zootecnia* 49, 167-174.
- Fernández B., Lopez M., Calvo C. y Sánchez L. 1998. Rendimientos y alometría del quinto cuarto en corderos de raza Gallega. *Buiatría Española* 8, 7-24.

#### COMUNICACIONES A CONGRESOS:

- Crecente S., Calvo C., Díaz N. y Díaz D. 2017. Efecto de la edad de sacrificio en la canal y en la composición química de la carne de machos castrados de raza frisona. XVII Jornadas sobre Producción Animal. Libro de Actas.
- Moreno T., García-Fontán M.C., Alonso-Abraldes R., Domínguez R. y Crecente S. 2017. Calidad nutricional de la carne de ternera suprema por efecto de los diferentes niveles de inclusión del bagazo de uva tinta como suplemento en su dieta. XVII Jornadas sobre Producción Animal. Libro de Actas.
- Sarriés M.V., Lorenzo J.M., Crecente S., Díaz N., Ruíz M., Franco D., Beriain J.M., Domínguez R., Insausti K., Agregán R. y Purroy A. 2016. Carcass characteristics and growth parameters of foals slaughtered at 13 months of age. EAAP.
- Crecente S., Franco D. y Lorenzo J.M. 2013. Efecto del cruce y del acabado en el crecimiento de potros acabados a 18 meses. XV Jornadas sobre Producción Animal. Libro de actas, Tomo I, 180-182.
- Crecente S., Franco D., Lorenzo J.M. y Díaz N. 2012. Efecto do cruce e da dose de penso no acabado de poldros quincenos en pastoreo. IV Congreso de Agroecoloxía e Agricultura ecolóxica en Galicia. Publicación: *Iniciativas agroecolóxicas innovadoras para a transformación dos espazos rurais*. 973-988.
- Crecente S., Moreno T., Castro M.P. y Díaz N. 2010. Producción de carne de poldro nun sistema de monte en Galicia. III Congreso de Agroecoloxía e Agricultura ecolóxica en Galicia. Libro de comunicaciones: 127-142.

#### ARTÍCULOS EN REVISTAS DE DIVULGACIÓN

- Crecente S. 2017. Producción de carne de vacuno mayor en Galicia. Parte I y II. [www.campogalego.com](http://www.campogalego.com)
- López M., Fernández C., Calvo C. y Fouz R. 2016. Estudio sobre el cruzamiento industrial y su aplicación práctica en ganaderías de leche. *Afriga*, 123: 76-82.



- Crecente S., Díaz D. y Díaz N. 2015. Sistemas productivos de carne de vacún basados en pastos e forraxes. *Cooperación*, 125: 22-35.
- Díaz N., Díaz D., Crecente S. y Flores G. 2012. Valor agronómico das variedades comerciais de gramíneas e leguminosas. Actualización 2011. *Afriga*, 100: 83-96.

### **Subproyecto 3: SERIDA**

#### **PROYECTOS**

- ❖ Respuestas productivas, parasitosis y sostenibilidad de diferentes tipos de rebaños de rumiantes en brezales-tojales parcialmente mejorados en zonas desfavorecidas. INIA RTA2012-00112-C02-00. 2013-2016. IP: Koldo Osoro
- ❖ Producción de carne de buey joven de razas asturianas integrando la gestión sostenible de prados de valle y pastos naturales de montaña". INIA RTA2011-00122-00-00. 2011-2014. IP: Rafael Celaya
- ❖ Conducta de pastoreo y respuestas productivas del vacuno y equino cuando son manejados en brezales con diferente disponibilidad de superficie de pradera, e impacto en la flora y fauna". INIA RTA2010-00136-00-00. 2010-2013. IP: Koldo Osoro
- ❖ Respuestas productivas y parasitosis del caprino y caballo bajo diferentes prácticas de manejo del pastoreo y disponibilidades de vegetación en áreas marginales de brezal-tojal. INIA RTA2009-00130-C02-00. 2009-2012. IP: Rafael Celaya Aguirre
- ❖ Estudio de estrategias de manejo en pastoreo del brezal-tojal para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción animal e incrementar la biodiversidad. CICYT-AGL-2003-05342. 2003-2006. IP: Koldo Osoro Otaduy
- ❖ Sistemas alternativos de producción de rumiantes en pastoreo para aquellas explotaciones de vacuno lechero de la Cornisa Cantábrica que se acojan al abandono. CICYT AGL 2000-0503. 2001-2003. IP: Pedro Castro Alonso. Participantes del equipo: Koldo Osoro
- ❖ Integrating foraging attributes of domestic livestock breeds into sustainable systems for grassland biodiversity and wider countryside benefits. UE QLRT-1999-30130 /QLK5-CT-2001-30130 (renovación). 2001-2005. IP: Andrew Rook, Koldo Osoro (SP de Asturias)
- ❖ Efecto antihelmíntico y nutricional del brezo en el ganado caprino bajo diferentes estrategias de manejo. INIA RTA2007-00098-C03-01. 2007-2009. IP: Koldo Osoro Otaduy

#### **ARTÍCULOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS**

- López López C., Ferreira L.M.M., García U., Moreno-Gonzalo J., Rodrigues M.A.M., Osoro K., Ferre I. y Celaya R. 2017. Diet selection and performance of horses grazing on different heathland types. *Animal*, doi: 10.1017/S1751731117000465.
- Osoro K., Ferreira L.M.M., García U., Martínez A. y Celaya R. 2017. Forage intake, digestibility and performance of cattle, horses, sheep and goats grazing together on an improved heathland. *Animal Production Science*, 57, 102-109.



- Ferreira L.M.M., Hervás G., Belenguer A., Celaya R., Rodrigues M.A.M., García U., Frutos P. y Osoro K. 2017. Comparison of feed intake, digestion and rumen function among domestic ruminant species grazing in upland vegetation communities. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101: doi: 10.1111/jpn.12474
- Ferreira L.M.M., Celaya R., Benavides R., Jáuregui B.M., García U., Santos A.S., Rosa García R., Rodrigues M.A.M. y Osoro K. 2013. Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. *Livestock Science* 155, 373-383.
- Rosa García R., Fraser M.D., Celaya R., Ferreira L.M.M., García U. y Osoro K. 2013. Grazing land management and biodiversity in the Atlantic European heathlands: a review. *Agroforestry Systems* 87, 19-43.
- Osoro K., Ferreira L.M.M., García U., Jáuregui B.M., Martínez A., Rosa García R. y Celaya R. 2013. Diet selection and performance of sheep and goats grazing on different heathland vegetation types. *Small Ruminant Research* 109, 119-127.
- Rosa García R., Celaya R., García U. y Osoro K. 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research* 107, 49-64.
- Celaya R., Ferreira L.M.M., García U., Rosa García R. y Osoro K. 2011. Diet selection and performance of cattle and horses grazing in heathlands. *Animal* 5, 1467-1473.
- Martínez A., Aldai N., Celaya R. y Osoro K. 2010. Effect of breed body size and the muscular hypertrophy gene in the production and carcass traits of concentrate-finished yearling bulls. *Journal of Animal Science* 88, 1229-1239.
- Rosa García R., Ocharán F. J., García U., Osoro K. y Celaya R. 2010. Arthropod fauna on grassland-heathland associations under different grazing managements with domestic ruminants. *Comptes Rendus Biologies* 333, 226-234.
- Benavides R., Celaya R., Ferreira L.M.M., Jáuregui B.M., García U. y Osoro K. 2009. Grazing behaviour of domestic ruminants according to flock type and subsequent vegetation changes on partially improved heathlands. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7, 417-430.
- Rosa García R., Jáuregui B.M., García U., Osoro K. y Celaya R. 2009. Effects of livestock breed and grazing pressure on ground-dwelling arthropods in Cantabrian heathlands. *Ecological Entomology* 34, 466-475.
- Osoro K., Celaya R., Moreno-Gonzalo J., Ferreira L.M.M., García U., Frutos P., Ortega-Mora L.M. y Ferre I. 2009. Effects of stocking rate and heather supplementation on gastrointestinal nematode infections and host performance in naturally-infected Cashmere goats. *Rangeland Ecology and Management* 62, 127-135.
- Celaya R., Benavides R., García U., Ferreira L.M.M., Ferre I., Martínez A., Ortega-Mora L.M. y Osoro K. 2008. Grazing behaviour and performance of lactating suckler cows, ewes and goats on partially improved heathlands. *Animal* 2, 1818-1831.
- Celaya R., Martínez A. y Osoro K. 2007. Vegetation dynamics in Cantabrian heathlands associated with improved pasture areas under single or mixed grazing by sheep and goats. *Small Ruminant Research* 72, 165-177.



- Jáuregui B.M., Celaya R., García U. y Osoro K. 2007. Vegetation dynamics in burnt heather-gorse shrublands under different grazing management with sheep and goats. *Agroforestry Systems* 70, 103-111.
- Osoro K., Mateos-Sanz A., Frutos P. García U., Ortega-Mora L.M., Ferreira L.M.M., Celaya R. y Ferre I. 2007. Anthelmintic and nutritional effects of heather supplementation on Cashmere goats grazing perennial ryegrass-white clover pastures. *Journal of Animal Science* 85, 861-870.
- Celaya R., Oliván M. Ferreira L.M.M., Martínez A., García U. y Osoro K. 2007. Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathlands areas. *Livestock Science* 106, 271-281.
- Aldai N., Murray B.E., Oliván M., Martínez A., Troy D.J., Osoro K. y Nájera A.I. 2006. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Science* 72, 486-495.
- Rook A.J., Dumont B., Isselstein J., Osoro K., WallisDeVries M.F., Parente G. y Mills J. 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures. A review. *Biological Conservation* 119, 137-150.

#### **Subproyecto 4: CTC**

##### **PROYECTOS**

- ❖ Incremento de la vida útil y calidad de los productos derivados del ciervo y desarrollo de nuevos productos (INCYDEN). RTC-2016-5327-2. IP: Jose Manuel Lorenzo. Participantes del equipo: Laura Purriños
- ❖ Identificación de biomarcadores de estrés en distintas razas autóctonas de vacuno asociados con la calidad de la carne. INIA RTA2014-00034-C04-02. 2013-2016. IP: Daniel Franco.
- ❖ Mejora de la calidad de la carne de ternera mediante suplementación de la dieta con subproductos del sector vitivinícola, y evaluación de su efecto medioambiental. RTA2014-00082-C03-01. 2013-2016. IP: Teresa Moreno. Participantes del equipo: Mirian Pateiro
- ❖ Caracterización y detección objetiva de defectos de textura en jamón curado mediante tecnologías no destructivas. Desarrollo y evaluación de medidas correctoras. INIA RTA2013-00030-C03-03. IP: Laura Purriños.
- ❖ Influencia del cruce con burguete en los parámetros productivos y características de la canal y carne del potro gallego. Maduración y vida comercial de la carne. INIA RTA2012-00090-C03-01. 2012-2014. IP: José Manuel Lorenzo. Participantes del equipo: Daniel Franco y Ruben Dominguez
- ❖ Caracterización de la canal y la carne de dos razas bovinas de Galicia en peligro de extinción. INIA RTA2008-00115. 2008-2011. IP: Daniel Franco. Participantes del equipo: Laura Purriños
- ❖ Efecto de la suplementación de semillas oleaginosas en la dieta animal sobre el contenido en CLA en la carne de terneros de raza Rubia Gallega. INIA RTA2006-00133. 2006-2009. IP: Daniel Franco.



## ARTÍCULOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS

- Lorenzo J.M., Guedes C.M., Agregán R., Sarriés M.V., Franco D. y Silva S.R. 2017. Prediction of foal carcass composition and wholesale cut yields by using video image analysis. *Animal*. doi: 10.1017/S1751731117001537
- Domínguez R., Pateiro M., Crecente S., Ruíz M., Sarriés M.V. y Lorenzo J.M. 2017. Effect of linseed supplementation and slaughter age on meat quality of grazing crossbred Galician x Burguete foals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. doi: 10.1002/jsfa.8466.
- Domínguez R., Borrajo, P. y Lorenzo, JM. 2015. The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 61-67.
- Domínguez R., Crecente S., Borrajo P., Agregán R. y Lorenzo J.M. 2015. Effect of slaughter age on foal carcass traits and meat quality. *Animal* 9, 1713-1720
- Lorenzo J.M., Fonseca S., Gómez M. y Domínguez R. 2015. Influence of the salting time on physico-chemical parameters, lipolysis and proteolysis of dry-cured foal "cecina". *LWT-Food Science and Technology* 60, 332-338
- Lorenzo J.M., Cittadini A., Munekata P.E. y Domínguez R. 2015. Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods. *Meat Science* 208, 50-54
- Domínguez R., Borrajo P. y Lorenzo J.M. 2015. The effect of cooking methods on nutritional value of foal meat. *Journal of Food Composition and Analysis* 43, 61-67
- Franco D., Mato A, Salgado F.J., Lopez-Pedrouso M., Carrera M., Bravo S., Parrado M., Gallardo J.M. y Zapata C. 2015. Tackling proteome changes in cattle longissimus thoracis muscle under short-term stress prior to slaughter. *Journal of Proteomics* 122, 73-85
- Lorenzo J.M., Sarriés M.V., Tateo A., Polidori P., Franco D. y Lanza M. 2014. Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: A review. *Meat Science* 96, 1478-1488
- Franco D. y Lorenzo J.M. 2014. Effect of muscle and intensity of finishing diet on meat quality of foals slaughtered at 15 months. *Meat Science* 96, 327-334
- Lorenzo J.M., Crecente S., Franco D., Sarriés M.V. y Gómez M. 2014. The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. *Animal* 8, 494-503
- González L., Moreno T., Bispo E., Dugan M,E., y Franco D.. 2013. Effect of supplementing different oils: Linseed, sunflower and soybean, on animal performance, carcass characteristics, meat quality and fatty acid profile of veal from Rubia Gallega calves. *Meat Science* 96, 829–836
- Pateiro, M., Lorenzo J.M., Diaz S., Gende J.A., Fernandez M., Gonzalez J., Garcia L., Rial F.J. y Franco D. 2013. Meat quality of veal: discriminatory ability of weaning status. *Spanish Journal of Agricultural Research* 21,1044-1056
- Lorenzo J.M., Pateiro M. y Franco D. 2013. Influence of muscle type on physicochemical and sensory properties of foal meat. *Meat Science* 94, 77-83



- Lorenzo J.M. y Pateiro M. 2013. Influence of type of muscles on nutritional value of foal meat. *Meat Science* 93, 630-638
- Franco D., Gonzalez L., Bispo E., Latorre A., Moreno T., Sineiro J., Sanchez M. y Nuñez M.J. 2011. Effects of calf diet, antioxidants, packaging type and storage time on beef steak storage. *Meat Science* 90, 871–880
- Bispo, E., Moreno T., Latorre A., Gonzalez L., Herradon P.G., Franco D. y Monserrat L. 2010. Effect of weaning status on lipids of Galician Blond veal: Total fatty acids and 18:1 cis and trans isomers. *Meat Science*. 86, 357-363
- Bispo E., Monserrat L., Gonzalez L., Franco D. y Moreno T. 2010. Effect of weaning status on animal performance and meat quality of Rubia Gallega. *Meat Science* 86, 832–838
- Franco D., Bispo E., Gonzalez L., Vazquez J.A. y Moreno T. 2009. Effect of finishing and ageing time on meat quality attributes from holstein-fresian cull cows. *Meat Science* 83, 484-491



## 2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO: (máximo 2 páginas)

Origen, problema que se pretende resolver, importancia económica y social del mismo. Adecuación a las líneas estratégicas.

El pastoreo de pastos permanentes es una de las actividades principales en las zonas de montaña de España y Europa (Huygue et al, 2014; Osoro et al, 2015). La capacidad del tipo tradicional de ganado involucrado -vacuno, equino, caprino y ovino de razas locales adaptadas- de aprovechar de forma eficiente la vegetación herbácea y leñosa de áreas dispersas y de difícil topografía, creó en el pasado paisajes abiertos y en mosaico de alto valor natural por su gran biodiversidad (Luick et al, 2012). Además, se trata de un territorio donde la ganadería extensiva es la única opción viable de producir alimentos, al contrario de los sistemas ganaderos intensivos, donde buena parte de las materias primas utilizadas en su alimentación son también comestibles para el ser humano (Wilkinson, 2011; Peyraud y Peeters, 2016). La evolución desde hace décadas hacia el abandono, los cambios de especies o razas de ganado y de formas de realizar el pastoreo, han conducido a una evolución marcada de la mayoría de estos paisajes de montaña, con descensos en la superficie de pastos herbáceos, aumentos de la vegetación leñosa y simplificación de los mosaicos (Plieninger et al, 2006).

Este fenómeno, que en el caso de los arbustos es comúnmente conocido como *matorralización*, tiene importantes consecuencias negativas en la provisión de servicios ecosistémicos, como son la producción de alimentos de calidad diferenciable tanto por sus características organolépticas como por el modelo de producción, el mantenimiento de paisajes agrarios atractivos y pueblos y culturas vivas, la conservación de la biodiversidad, la regulación del cambio climático por el secuestro de carbono, o la reducción del riesgo de incendios forestales, entre otros (Cooper et al, 2009). Este último servicio es especialmente problemático en la montaña atlántica del norte de España, con una estadística de incendios forestales, tanto en número de incendios como en superficie incendiada, que la sitúan como una de las zonas más afectadas del país y de la UE (Ezquerro y Rey, 2011, PEPLIF, 2017).

Aun así, la vertiente atlántica de la Cordillera Cantábrica mantiene todavía una actividad ganadera y pastoral alta, si se compara con la vertiente sur de esta cordillera, o con otras montañas españolas (Lasanta et al, 2005; Álvarez et al, 2016). A pesar de tener un número alto de ganaderías familiares y de reses de ganado vacuno y equino, la ganadería extensiva de montaña del norte de España es muy poco rentable si solo se considera su economía de mercado. No es difícil encontrar explotaciones donde el balance entre costes de la explotación e ingresos derivados de su actividad, principalmente venta de animales, sean negativos. En la gran mayoría de casos, son los pagos de la Política Agraria Común (PAC) los que permiten la subsistencia de estos sistemas ganaderos (Intxaurrendieta et al. 2012), y el futuro sobre la cuantía de estos pagos en el horizonte de 2020 es incierto.

El viraje de la PAC a partir de 2003 hacia el desacoplamiento de los pagos por animales y el pago ligado a la superficie gestionada de pastos por las explotaciones, experimentó en la última reforma de 2015 un fuerte ajuste del concepto "pasto permanente" (Reglamento 1307/2013, artículo 4.1.h), que finalmente se tradujo en España en la aplicación del Coeficiente de Admisibilidad de Pastos (CAP; Busqué et al. 2016). Muchas de las zonas



matorralizadas de montaña experimentaron descensos muy acusados en su superficie elegible para los pagos de la PAC, lo que redujo significativamente su valor económico, llegándose en muchos casos a no declararse, por tanto también a no controlarse su estado por parte de la administración, facilitándose el riesgo de abandono, o el uso incontrolado del fuego para su recuperación (PGEP, 2015).

Mientras que la normativa europea de la PAC restringe la superficie de pastos elegible para sus pagos en las zonas fuertemente matorralizadas, no es habitual encontrar, como contrapartida, ejemplos de apoyo a la gestión de estos pastos para mejorar su elegibilidad, pero también su productividad real y su provisión de otros importantes servicios ecosistémicos. Incluso, al ser las zonas de pastoreo de la montaña cantábrica mayoritariamente áreas forestales, también, por legislación nacional (Ley 43/2003 de Montes), tienen la obligación de contar con instrumentos de gestión. Sin embargo, la redacción y aplicación de estos instrumentos de gestión en montes de vocación pastoral chocan con importantes lagunas de conocimiento técnico que reducen su viabilidad.

Muchas de estas lagunas de conocimiento se pusieron de relieve en una reciente Acción Complementaria de INIA promovida por el Grupo de trabajo en pastos de montaña del norte peninsular (Osoro 2015, Busqué et al, 2016), considerando tanto la falta de conocimientos científicos referentes a la productividad, comportamiento y calidad de los productos animales obtenidos en muchos sistemas pastorales, como a las alternativas viables de mejora de pastos y a la valoración de ciertos servicios ecosistémicos de soporte y regulación. Similares resultados, a escala europea se señalaron en un grupo focal de la Asociación de Innovación Europea de Agricultura (EIP-Agri) sobre rentabilidad de los pastos permanentes (Osoro et al, 2015).

Con este proyecto se pretende contribuir a resolver, mediante la experimentación en distintas localizaciones representativas de la media montaña atlántica del norte de España, las lagunas de conocimiento más relevantes sobre los sistemas pastorales considerados más viables desde el punto de vista económico y social y con mayor proyección en la provisión de otros servicios ecosistémicos. Todas la regiones, desde Galicia a Cantabria, comparten las mismas especies animales domésticas y las plantas arbustivas más abundantes y representativas de la región biogeográfica atlántica (tojo –*Ulex gallii*- y brezos –*Erica* spp.-), pero a su vez presentan suficiente variabilidad en otras condiciones físicas, biológicas y sociales para hacer recomendable plantear y experimentar distintas orientaciones y soluciones a las problemáticas específicas existentes. El uso de los resultados experimentales del proyecto y de trabajos científicos previos, permitirán también mejorar la capacidad predictiva de un modelo de simulación del funcionamiento de sistemas pastorales de montaña (Busqué, 2014), con el objetivo final de servir de herramienta de apoyo a la toma de decisiones en planes e instrumentos de gestión pastoral de montes concretos.

Las líneas prioritarias de I+D+I abarcadas explícitamente en este proyecto son la 1 (mejora de la gestión y uso de suelos agrario y forestal), la 3 (prevención y gestión de incendios forestales), la 5 (adaptación de los sistemas productivos al cambio climático, mitigación y preservación de la biodiversidad), y la 9 (sostenibilidad de las explotaciones ganaderas de producción extensiva).



### 2.3 ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA: (máximo 3 páginas)

Investigaciones previas y su relación con la bibliografía consultada. Posibles solapamientos y/o coordinación con otros equipos españoles o extranjeros no participantes en el proyecto.

#### **Introducción: matorralización y prevención de incendios forestales**

La excesiva matorralización de buena parte de la montaña cantábrica y gallega se pone de manifiesto tanto por la exclusión de cantidades importantes de superficies elegible para ayudas de la PAC por la aplicación del Coeficiente de Admisibilidad de Pastos (CAP, Busqué et al, 2016), como en informes sintéticos recientes de expertos (Informe Final del Focus Group (FG) "**Profitability in Permanent Grasslands**"; Osoro et al 2015; Peeters y Osoro 2016). Esto se traduce en una incidencia muy alta de incendios forestales (Mosquera y Rigueiro, 2009), cada vez más extensos e intensos (paradoja de la extinción; Arilla et al, 2005), con las consiguientes pérdidas de suelo (Fernández et al, 2005) y de biodiversidad.

Los cambios en los sistemas pastorales de los montes cantábricos y gallegos de las últimas décadas, con una simplificación hacia el pastoreo libre de vacuno de razas cárnicas, seguido de lejos por el equino, es la principal explicación de su elevada matorralización (Zorita y Osoro 1995; Busqué et al, 2005). La matorralización se intenta contrarrestar ilegalmente con el fuego y legalmente con desbroces subvencionados por las administraciones, pero la recuperación del matorral, especialmente del tojo (*Ulex*), suele ser muy rápida por falta de un pastoreo efectivo (Gómez et al, 2011). Hay unanimidad entre técnicos y científicos que la mejor prevención contra los incendios forestales en este tipo de montes, quizás la única viable desde el punto de vista económico y social a largo plazo, pasa por activar la gestión silvopastoral sostenible e integral del territorio (Varela et al, 2008), valorizando tanto los alimentos obtenidos con bajo coste de oportunidad (Wilkinson, 2011) como otros servicios ecosistémicos menos tangibles pero igual de importantes y valorados por la sociedad (Rodríguez-Ortega et al, 2016).

#### **Métodos de mejora de pastos y control mecánico de la matorralización**

Los dos tipos de vegetación forestal arbustiva que han experimentado un mayor incremento con el abandono y los cambios en los sistemas ganaderos extensivos de la montaña cantábrica y gallega han sido los helechales y los tojales-brezales dominados por *Ulex gallii* y *U. europaeus* (p.ej. ambos suponen más de 60.000 has en Cantabria, un 11% de la región; Busqué et al, 2015). Pese a su abundancia y la inversión de los PDR regionales en su recuperación a pastos, existe muy poca literatura científica en el área de estudio sobre la efectividad de distintos métodos de transformación de tojales-brezales, como desbroces (Gómez et al, 2011) y quemas prescritas (Fernández et al, 2009), y menos aún combinadas con pastoreo controlado (Jáuregui et al, 2007). En el caso de los helechales, la literatura científica nacional es antigua y escasa (Sineiro, 1982). A nivel europeo la información es más abundante, especialmente del Reino Unido (Stokes et al, 2003; Marrs y Watt, 2006). La actual prohibición a nivel de UE de la utilización del herbicida Asulam en helechales, deja las opciones viables para los dos tipos de vegetación en cortes o desbroces, seguidos o no de otras actuaciones (enmiendas, fertilización, resiembras y pastoreo) para favorecer la competencia de las herbáceas sobre los matorrales y el helecho. La necesidad de estudiar la efectividad de estas actuaciones en nuestra media montaña es alta principalmente por 3 razones: mejorar el rendimiento ganadero, mejorar la provisión de otros servicios ecosistémicos, y rentabilizar el dinero público invertido.

#### **Sistemas pastorales viables adaptados al uso de vegetación leñosa**



Las superficies infrautilizadas de monte requieren de su integración en sistemas de producción animal con diferentes estrategias de manejo y aprovechamiento en pastoreo. Es necesario considerar los componentes y especies vegetales que conforman su biomasa disponible, al objeto de establecer el tipo de rebaño (monoespecífico o mixto) y la estrategia de aprovechamiento más adecuada. En los últimos dos decenios se ha avanzado mucho en el conocimiento del comportamiento animal en pastoreo de mosaicos de vegetación de montaña (Rook et al 2004; Ferreira et al 2013), de los rendimientos animales de las diferentes especies domésticas (Celaya et al 2008; Osoro et al 2017), y de sus efectos sobre la biodiversidad (Rosa García et al, 2013). Sin embargo, aún existen bastantes lagunas de conocimiento, tal como se puso de relieve en la Acción Complementaria AC2014-00049 (Osoro et al, 2015; Busqué et al, 2016). Se sabe aún poco de la variación en las respuestas del pastoreo a variaciones biogeográficas del agroecosistema (los experimentos de pastoreo han estado concentrados en muy pocas localidades). También se han analizado sólo unas pocas razas autóctonas, habiendo aún muchas sin demasiado conocimiento sobre su comportamiento y eficiencia en pastoreo. Una última línea aún con poca información es la referente a manejos de pastoreo dirigido alternativos al pastoreo continuo, siendo de potencial interés ensayar otras opciones: cargas ganaderas, pastoreo secuencial vs. mixto, estacionalidad del pastoreo, uso de suplementos y atrayentes para promover el ramoneo, tratamientos sanitarios, etc.

### **Calidad diferenciada de los productos animales**

El término “calidad de carne” abarca además de cualidades organolépticas, otras como efecto sobre la salud, origen, impacto ambiental, bienestar animal, etc. Así, p.ej., se conoce bien el efecto positivo de la alimentación basada en pasto sobre los niveles de ácidos grasos beneficiosos para la salud (Noci et al, 2005; Moreno et al, 2007; Lorenzo et al, 2010). El interés por consumir productos de sistemas ambientalmente sostenibles hace muy interesante la investigación en biomarcadores del producto (vitaminas, compuestos volátiles o minerales) que permitan identificar el tipo de animal (p.ej. razas autóctonas) y la dieta que consumieron (p.ej. pastos leñosos). Aunque es una línea de investigación activa (Lorenzo et al, 2014), aún hay poca información para las razas y sistemas productivos basados en monte, objeto de este proyecto (Franco et al, 2011a; Franco et al, 2011b).

Para carnes de animales adultos, como las de algunos sistemas productivos a experimentar en el proyecto (bueyes), alcanzar una terneza adecuada es fundamental. La maduración de la carne a temperatura de refrigeración, envasada o no al vacío, es un método conocido y relativamente eficaz para disminuir la dureza de la carne (Davey y Gilbert, 1969). Las propiedades oxidantes del ozono y su utilidad como inactivador de microorganismos en frutas y setas son bien conocidas (Escriche et al., 2001). Su empleo como purificador del aire en las cámaras de maduración para reducir la carga microbiana podría ser de gran interés para la industria en carnes como la de buey con periodos largos de maduración, pero existe aún falta de información sobre las consecuencias de su uso.

### **Servicios ecosistémicos (SE) de regulación y soporte: valoración e integración**

De la gran cantidad de SE que cualquier ecosistema provee (MEA, 2005), para este proyecto se han escogido aquellos (1) más conocidos científica y técnicamente, (2) más sensibles a corto-medio plazo a cambios en el uso pastoral, (3) que puedan medirse en campo de forma precisa, y (4) que sus valores se puedan traducir a valores económicos con una metodología biofísica (Rodríguez-Ortega et al, 2014). Así, además de la



producción animal y forrajera (SE de aprovisionamiento), se medirán la biodiversidad (suelo y vegetación y fauna invertebrada; SE de soporte), la fertilidad, el secuestro de carbono del suelo y la reducción del riesgo a incendios forestales (SE de regulación). Las mediciones se basarán en buena parte en metodologías próximas (Mijangos et al, 2016), así como la integración de varios SE en índices sencillos (p.ej. herramienta NAIA; Batalla et al., 2014), que podrían servir de base para una mejor valoración y traducción económica de la provisión de SE.

A pesar de años de investigación sobre SE, no existe un consenso sobre su valoración económica y esta se considera difícil e incierta (Costanza et al., 1997; Simpson et al, 2016). La valoración de bienes de no mercado, debe ser implícita y explícita (Costanza et al, 2014), siendo habituales técnicas basadas en preferencias humanas y en el enfoque de utilidad económica (metodología biofísica) (De Groot et al., 2002).

### **Modelización del pastoreo en montaña**

La variedad de ensayos contemplados en el proyecto permite responder a las necesidades de información técnica regionales. Sin embargo, la no-replicación de la mayoría de los ensayos en las distintas localizaciones podría juzgarse inadecuado en una visión científica ortodoxa. Un camino eficiente para poder aprovechar todos los nuevos conocimientos adquiridos, es utilizarlos en la construcción, adaptación o mejora de modelos de simulación pensados para funcionar en el ámbito biogeográfico y agroecológico de la zona a estudiar (Haefner, 1996). La modelización de los ecosistemas pastorales complejos que nos ocupa debe considerar la diversidad física, biológica y de manejo existentes (Weisberg et al, 2008). Así, es necesario considerar explícitamente el espacio y tiempo en la dinámica de los componentes suelo-vegetación-herbívoros. El modelo PUERTO (Busqué, 2014) contempla estos requisitos, habiendo sido utilizado ya para simular sistemas pastorales similares a los recogidos en este proyecto. Sin embargo, PUERTO aún asume valores aproximados para ciertos parámetros del suelo, la vegetación y los animales, al no disponer de información científica sobre sus valores. El estudio de estos parámetros en el proyecto, y/o los resultados experimentales obtenidos para ciertas variables de estado del modelo (p.ej. pesos de los animales o biomasa forrajera) serán de gran utilidad para su calibración y validación (objetivo 2.1), y por tanto para su posterior aplicación en casos reales (2.2).

### **Posibles solapamientos y/o coordinación con otros equipos**

Se ha integrado en el proyecto la mayor parte de los equipos con experiencia e infraestructura para trabajar en opciones de mejora de pastos y pastoreo de la media montaña de la España húmeda. Se contactó con el equipo de ganadería de NEIKER e INTIA (Navarra) y otros grupos relacionados (HAZI, EHU/UPV), pero no disponían de EJC. La AC2014-00049, donde participaron todos los socios de este proyecto, facilitó la integración. De cara a reforzar la operatividad del proyecto, se decidió acotarlo a la cornisa cantábrica y Galicia, dejando fuera otros grupos como los de Pirineos (IPE-CSIC, CITA, UNIZAR, Uni. Lleida, CTFC), también participantes en la AC2014-00049, y que estarán permanentemente informados del desarrollo del proyecto que se plantea. Por su parte, algunos de los socios de este proyecto participan en proyectos financiados por sus PDR regionales, en forma de diversos Grupos Operativos. Finalmente, en la temática del presente proyecto los equipos solicitantes han participado en proyectos y grupos de trabajo europeos (IGER, TEAGASC, INRA) con los que siguen manteniendo relaciones profesionales activas.



### **3. OBJETIVOS DEL PROYECTO:** (máximo 2 páginas, que describa el objetivo de la totalidad del proyecto, incluyendo a los subproyectos)

Enumerar brevemente y describir con claridad, precisión y de manera realista (es decir, acorde con la duración prevista del proyecto) los objetivos concretos que se persiguen, los cuales deben adecuarse a las Líneas Prioritarias para 2017 del INIA derivadas del Plan Estatal De I+D+I 2013-2016

El objetivo del proyecto es mejorar e integrar el conocimiento científico de aspectos relacionados con la mejora de pastos y la gestión del pastoreo en áreas de la media montaña atlántica del norte de España con graves problemas de gestión, matorralización, incendios forestales, erosión del suelo y abandono de la ganadería extensiva. Se pretende ofrecer a los actores implicados -propietarios, gestores y ganaderos- herramientas para elegir las opciones más adecuadas de gestión pastoral en cada monte, considerando sus peculiaridades físicas, biológicas y sociales, y buscando mejorar la productividad animal y la provisión de otros servicios ecosistémicos (SE) clave de regulación y soporte: reducir los incendios, aumentar la biodiversidad y mejorar la fertilidad y la capacidad de secuestro de carbono de los suelos.

Es fundamental que el proyecto sea coordinado entre los principales centros de investigación agraria trabajando en ganadería extensiva y pastoreo en la montaña cantábrica y gallega, ya que permite recoger la variabilidad de condiciones existentes, maximizar la eficiencia en el uso de los recursos humanos y materiales de cada región, y reforzar el trabajo conjunto del Grupo de pastos de montaña, tras el paso dado con la Acción Complementaria AC2014-00049.

El objetivo general descrito se traduce en dos objetivos: (1) el desarrollo de experimentos de campo para resolver lagunas de conocimiento, y (2) su aplicación a la gestión real. El siguiente esquema muestra la estructura del proyecto desde esos dos objetivos hasta las acciones concretas que se llevarán a cabo en los distintos subproyectos (SP):

#### **1. Desarrollo de opciones innovadoras de interés pastoral para mejorar la provisión de SE de los montes**

- 1.1. Diseño y puesta en marcha de experimentos controlados en cada localización
  - 1.1.1. Transformación directa de vegetación leñosa con o sin pastoreo controlado
    - 1.1.1.1. *Helechales y tojales (SP1)*
    - 1.1.1.2. *Helechales y matorrales mixtos (SP2)*
  - 1.1.2. Implementación de sistemas de pastoreo innovadores
    - 1.1.2.1. *Tudancas+cría y diferente suplementación-pasto mejorado y ovino-caprino (SP1)*
    - 1.1.2.2. *Bueyes de rubia gallega puros o cruzados y equino y caprino gallego (SP2)*
    - 1.1.2.3. *Producción de bueyes+caprino y de ovino+caballar (SP3)*
- 1.2. Seguimiento y análisis de los SE generados en los experimentos de 1.1
  - 1.2.1. Medición continua de variables físicas de atmósfera y suelos (SP1,2,3)
  - 1.2.2. SE ligados a los animales en pastoreo
    - 1.2.2.1. *Rendimiento: variación de peso, condición corporal y eficiencia reproductiva (SP1,2,3)*



- 1.2.2.2. *Conducta de pastoreo (SP1,3)*
- 1.2.3. SE ligados al producto animal (SP4)
  - 1.2.3.1. *Rendimiento y calidad de la canal*
  - 1.2.3.2. *Características organolépticas, físico-químicas y nutricionales de la carne*
  - 1.2.3.3. *Vida útil de carne de diferentes especies y sistemas de producción*
  - 1.2.3.4. *Optimización de las condiciones de maduración de vacuno mayor*
- 1.2.4. SE ligados al pasto y suelo (SP1,2,3)
  - 1.2.4.1. *Productividad y calidad nutritiva del pasto herbáceo*
  - 1.2.4.2. *Biomasa acumulada y Coeficiente de Admisibilidad de Pastos.*
  - 1.2.4.3. *Biodiversidad*
  - 1.2.4.4. *Fertilidad del suelo mediante parámetros químicos y biológicos*
  - 1.2.4.5. *Secuestro de carbono en el suelo*

## **2. Aplicación de los resultados experimentales en herramientas de gestión pastoral**

- 2.1. Calibración y validación del modelo de simulación PUERTO (SP1)
- 2.2. Simulación con PUERTO de escenarios múltiples de mejora de pastos y sistemas de pastoreo para montes de referencia SP1,2,3)
- 2.3. Estimación de los valores de los SE de regulación y soporte para los escenarios simulados, valoración económica y optimización para la selección de opciones (SP1)

Cada uno de los epígrafes anteriores son desarrollados en el siguiente apartado de metodología (4.1).

Los objetivos del proyecto se adecúan a las siguientes líneas prioritarias (retos) de investigación para 2017 del Plan Estatal de I+D+I orientada a los retos de la sociedad específicos a los recursos naturales:1, 3, 5 y 9.

Dada la importancia que tiene la experimentación en el proyecto, y que ésta se reparte entre todas las CCAA participantes, la gestión administrativa hace conveniente que cada subproyecto corresponda a la actividad realizada por cada centro de investigación en y sobre el entorno de su finca experimental:

- Subproyecto 1: Jerrizuela (más 2.1 y 2.3). CIFA.
- Subproyecto 2: Marco da Curra. CIAM.
- Subproyecto 3: Illano. SERIDA.
- Subproyecto 4: 1.2.3. CTC.

La coordinación del proyecto se facilitará con reuniones semestrales en las distintas CCAA con el objeto de verificar el cumplimiento del calendario del proyecto y promover el trabajo conjunto.



## 4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO:

### 4.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

Se toma como referencia el esquema de objetivos definido en el apartado 3 (Objetivos).

#### 1.1. Experimentos de mejora de pastos y pastoreo

Los experimentos se realizarán dentro y/o en el entorno de fincas experimentales con ganado propio gestionadas por los grupos de los subproyectos (SP) 1 a 3.

##### 1.1.1. Transformación de zonas matorralizadas

Estos experimentos se realizarán integrados o no a los experimentos de 1.1.2 sobre sistemas de pastoreo. En los experimentos no integrados, si hay pastoreo, corresponderá normalmente al habitual del monte o la finca experimental de que se trate. SERIDA (SP3) no realizará experimentos concretos, pero se analizarán los resultados de su larga trayectoria experimental en la finca de Illano, comparando pastoreo en zonas desbrozadas o no.

##### 1.1.1.1. Mejora de helechales y tojales en el entorno de la finca La Jerrizuela (SP1)

Ensayo 1. Mejora de helechales a pasto. No integrado en 1.1.2.1.

Helechales del M.U.P. nº 359 de Cantabria, propiedad de la J.V. de Coa de Buelna. Tras un primer corte/desbroce de toda la superficie experimental de helechal en la primavera del primer año y posible encalado si el pH es inferior a 5, se realizarán 3 tratamientos:

- **FR:** Fertilización + Resiembra. 2 niveles: No; Sí.
- **C:** Cortes en los años 1 y 2. 3 niveles: 0 cortes; 1 corte; 2 cortes anuales.
- **P:** Pastoreo con yeguas para pisoteo de brotes de helecho. 2 niveles: No; Sí.

La **FR** se realizará en otoño del año 1. Los **C** se realizarán cuando el 75% de los brotes se encuentren en un estado fenológico determinado. El **P** se realizará en primavera cuando el 75% de los brotes se encuentre en un estado fenológico determinado (menos desarrollado que el de C). Las yeguas se mantendrán en la parcela hasta que se verifique el pisoteo del 75% de los brotes en control, suplementándose con forraje si fuera necesario.

El diseño será en parcelas partidas (split-plot), con 4 bloques (**B**, repeticiones; parcelas más grandes), el tratamiento **P**, anidado a **B**, el tratamiento **FR** anidado a **P** y finalmente el tratamiento **C** anidado a **FR**. El número total de unidades experimentales será 48(4x2x2x3), con una superficie por unidad de 400 m<sup>2</sup>.

Ensayo 2. Transformación de tojales a pastos no mejorados. Integrado en 1.1.2.1.

Este experimento contempla un solo tratamiento con tres opciones (desbroce; quema prescrita; ninguna actuación), repetidas en un mínimo de 9 bloques, de los cuales un mínimo de 3 estarán incluidos en cada opción del diseño de 1.1.2.1. Las unidades experimentales donde se realizarán las mediciones (1.2) tendrán una superficie mínima de 400m<sup>2</sup>.

##### 1.1.1.2 Helechales y matorrales mixtos en la finca de Marco da Curra (SP2)

Ensayo 1. Helechales. Un tratamiento: Frecuencia de desbroce de helechal, con 4 niveles:

- 1 desbroce a mediados de junio
- 2 desbroces a mediados de junio y a mediados de agosto
- 3 desbroces a mediados de mayo, mediados de julio y mediados de septiembre
- Sin desbroce.

Se realizarán 4 repeticiones por nivel (16 unidades experimentales de 400m<sup>2</sup>).



**Ensayo 2.** Zonas donde desaparezcan los helechos (ensayo 1) en los años 1 y 2, se planteará en el año 3 un ensayo de mejora del pasto. Un tratamiento con 4 niveles:

- Sin actuación.
- Encalado y abonado
- Encalado, abonado y resiembra con *Holcus lanatus* + *Lotus corniculatus*
- Encalado, abonado y resiembra con *Lolium perenne*+*Trifolium repens*

Se realizarán 4 repeticiones por nivel (16 unidades experimentales de 400 m<sup>2</sup>).

**Ensayo 3.** Transformación de matorral mixto. Se utilizarán parcelas en proceso de matorralización, con *Ulex*, *Erica*, *Rubus*, *Cytisus*, *Pteridium* y *Agrostis* spp. Se estudiará la combinación de desbroce y pastoreo. Dos tratamientos:

- Desbroce. 2 niveles: No; Sí
- Pastoreo. 2 niveles: equino; caprino

3 repeticiones x 2 tratamientos x 2 niveles/tratamiento = 12 unidades experimentales de aproximadamente 0,8 ha cada una. Se colocarán parcelas de exclusión al pastoreo en las zonas desbrozadas para determinar la acumulación de biomasa sin pastoreo.

### 1.1.2. Sistemas de pastoreo innovadores

Casi todos los experimentos con animales en pastoreo tienen en común tener superficie de pasto mejorado (con dominio de gramíneas y leguminosas de alto valor forrajero) y no mejorado (con tojo-brezo y gramíneas de bajo valor), aunque las proporciones puedan ser diferentes entre o intra experimentos. Todos usan también animales de razas autóctonas.

#### 1.1.2.1. Finca La Jerrizuela (SP1)

**Ensayo 1.** Tratamiento: tres tipos de rebaños en pastoreo:

**V1:** Vacas tudancas con cría (1 vaca/ha) en parcelas con 50-50% pasto mejorado-no mejorado. A partir de los 5 meses los terneros acceden a harina de cebada *ad libitum*.

**V2:** Vacas tudancas con cría (1 vaca/ha) en parcelas con 20-80% de pasto mejorado-no mejorado, y suplementación a cada vaca con 4 kg/d de concentrado. A partir de los 5 meses los terneros acceden a harina de cebada *ad libitum*.

**O/C:** Ovejas lachas y cabras pirenaicas en pastoreo mixto 50/50% y 10 cabezas/ha en parcelas con 20-80% de pasto mejorado-no mejorado

El pastoreo se iniciará en marzo y finalizará en noviembre, repitiéndose en los tres años del proyecto. La parte mejorada de pasto se aprovechará en rotación, buscando simular opciones viables de pastoreo dirigido en el monte. Los rebaños **V1-V2** serán de 12 vacas con sus crías nacidas entre noviembre y diciembre del año anterior. El rebaño de **O/C** tendrá 12 ovejas y 12 cabras con paridera en enero-febrero. Anidado a este experimento se analizarán dos opciones adicionales para las crías:

**V1-V2.** Acabado post-destete (**Ac**) vs Sacrificio directamente del pasto (**Ps**): la mitad de los terneros de los lotes V1 y V2 se sacrificarán sin destete ni acabado previo a los 10 meses de edad y la otra mitad se destetarán a los 8 meses de edad y recibirán durante 2 meses una dieta de silo de hierba y concentrado de cebo *ad libitum*.

**O/C.** Edad de sacrificio: la mitad de los corderos y cabritos se sacrificarán a los 60 días de vida (**C60**) y la otra mitad a los 120 días de vida (**C120**).

#### 1.1.2.2. Finca Marco da Curra (SP2)

**Ensayo 1.** Pastoreo rotacional en 60/40% de pasto mejorado/no mejorado. Tratamiento: dos tipos de rebaño:



**Y:** Yeguas de Pura Raza Gallega, con una carga ganadera de 1,5 yeguas por ha.

**C:** Cabras de raza Cabra Galega, con una carga ganadera de 12 cabras por ha.

Las superficies a matorral se pastorearán durante la época de mayor palatabilidad y digestibilidad (mayo-octubre). Cada año contará como una repetición. Anidado a este experimento, se analizarán opciones adicionales:

**C.** Los cabritos existentes se sacrificarán con 60, 90 y 120 días.

**Y.** Los potros existentes se sacrificarán con 9 y 15 meses de edad.

Ensayo 2. Pastos de montaña 100% mejorados. Tratamiento: dos tipos de rebaño:

**V1.** Machos castrados de raza Rubia Gallega

**V2** Machos cruzados (Rubia Gallega x Holstein-Friesian)

Los terneros rubios serán criados con sus madres hasta los 10 meses. Los cruzados se criarán con lactancia artificial, pasto y ensilado de hierba. Los terneros se castrarán con 10 meses de edad mediante cirugía. A partir de la castración el sistema productivo se basará en el pastoreo rotacional durante la estación de crecimiento del pasto. En invierno se alimentarán de ensilado de hierba y un suplemento de concentrado. 6 meses antes del sacrificio serán suplementados con 8 kg/animal/d de concentrado. Los animales se sacrificarán con 4 años de edad. Se realizará una sola repetición de cada rebaño (raza), con 10 animales/raza.

### **1.1.2.3. Finca Illano (SP3)**

Ensayo 1. Producción de buey en pastoreo mixto con cabras. Tratamiento: raza:

**AV:** Asturianos de los Valles

**AM:** Asturianos de la Montaña

Los terneros se manejarán junto a sus madres hasta el destete (6-10 meses). Al final de la primera invernada serán castrados con 8-18 meses. Se manejarán en parcelas con 25/75% de pasto mejorado/no mejorado, lo que permitirá buenos crecimientos y desarrollo durante algunos períodos, aprovechando el crecimiento compensatorio a partir del año, y también la siega de una parte de pasto mejorado para la reserva invernal. También se contará con la finca de La Mata-Grado (80 msnm) para producir cultivos forrajeros para el acabado. El rebaño de cabras permanecerá en la parcela experimental en pastoreo mixto con los bueyes, salvo en la invernada (paridera). Se dispone de 2 parcelas parcialmente mejoradas (repeticiones), de 20 ha cada una, y 14 bueyes y 98 cabras con cría por parcela.

Ensayo 2. Producción de potro y cordero. Tratamiento: 2 tipos de pastoreo con igual carga:

**PM:** mixto

**PS:** secuencial.

Dos repeticiones por tipo de pastoreo, cada una con distinto tamaño de parcela:

-Repetición 1: 2 rebaños de 75 ovejas con cría y 2 rebaños de 6 yeguas con potro.

-Repetición 2: 2 rebaños de 100 ovejas con cría y 2 rebaños de 10 yeguas con potro.

### **1.2. Mediciones de los Servicios Ecosistémicos generados en 1.1.**

Se medirán variables referentes a los animales en pastoreo, la carne producida, el clima, el suelo y la vegetación del pasto mejorado y no mejorado, siguiendo en casi todos los casos el mismo protocolo y las mismas variables en los diferentes experimentos.

#### **1.2.1. Variables físicas de referencia en atmósfera y suelos**

De no existir en la finca o alrededores, se instalarán sensores para medir de forma continua variables climáticas, al menos temperatura y precipitación. En los ensayos 1.1.2 se medirán con sensores automáticos la temperatura y humedad del suelo en el pasto mejorado.



### 1.2.2. Servicios ecosistémicos ligados a los animales en pastoreo

Se realizará un monitoreo frecuente a todos o a una muestra representativa de los animales en pastoreo de los experimentos de 1.1.2.

#### 1.2.2.1. Rendimiento: variación de peso, condición corporal y eficiencia reproductiva

- Peso vivo. Medición periódica doble, a primera hora de la mañana. La ganancia diaria por animal se estimará por regresión lineal, considerando peso y edad.
- Condición corporal. Medición a la vez que la del peso vivo en una escala de 1-5.
- Ingestión de concentrados y forrajes conservados. Por lote, semanal, por diferencia entre oferta y rechazo. Análisis químicos periódicos.
- Ingestión de leche de terneros lactantes, siguiendo Le Neindre (1973).
- Eficiencia reproductiva: intervalo parto-1<sup>er</sup> celo, intervalo entre partos.

#### 1.2.2.2. Conducta de pastoreo.

En el SP1 y SP3 se colocarán collares GPS con dispositivo pendular y sensor de temperatura a una muestra de animales de los experimentos de 1.1.2 para registrar frecuentemente su localización (cada 30´) y su actividad (cabeza arriba/abajo, cada 5´). Los datos recogidos se analizarán para estimar el uso por el ganado de cada tipo de vegetación (p.ej. pasto mejorado–no mejorado) mediante modelos mixtos con el animal como efecto aleatorio, el sistema de pastoreo como efecto fijo, y autocorrelaciones espaciales y temporales y covariables extraídas de 1.2.1, 1.2.2.1, 1.2.4.1 y 1.2.4.2. De cara a la estimación precisa de la dieta en el SP3 se empleará también la técnica de identificación de proporción de alcanos y alcoholes en heces y principales especies vegetales, según metodología descrita en Ferreira et al. (2013).

### 1.2.3. Servicios Ecosistémicos ligados al producto animal (SP4)

VARIABLES medidas en canales y carne de todos, o de una muestra representativa, de los animales de cada rebaño de los experimentos descritos en 1.1.2.

#### 1.2.3.1. Rendimiento y calidad de la canal

Los animales se sacrificarán en mataderos comerciales próximos, inmediatamente después de su llegada para minimizar el estrés. Tras concluir las operaciones de faenado, se obtendrá el peso de la canal caliente. Posteriormente se determinarán:

- Peso de grasa de canal eliminada en la línea de matanza (principal. grasa de riñonada)
- Peso de la canal caliente y fría
- Rendimiento comercial de la canal
- Clasificación de la canal (conformación y engrasamiento) según Reglamentos (CE) 1249/2008 y 1308/2013
- Medidas longitudinales de la canal
- Espesor de la grasa dorsal
- Determinación de parámetros colorimétricos
- Evolución de la temperatura y pH del músculo *Longissimus lumborum*

#### 1.2.3.2. Características organolépticas, físico-químicas y nutricionales de la carne

##### Características organolépticas

Uso de un diseño de bloques incompletos equilibrado para comparar, dentro de las especies, los diferentes sistemas productivos. La evaluación sensorial se realizará en el CTC siguiendo las normas UNE-EN ISO 8589:2010 y UNE-EN ISO 8586:2014. Se evaluarán los descriptores: Intensidad de olor característico de cada especie (vacuno,



ovino, equino) intensidad de olores anormales, flavor a hígado, flavor a rancio, flavor graso, flavor lácteo, terniza y jugosidad. Se puntuará los atributos sobre una escala no estructurada de 10 anclada en sus extremos.

#### Características físico-químicas

Se llevarán a cabo las siguientes determinaciones físico-químicas:

- pH: pH-metro portátil (Hanna), con electrodo de penetración y sonda de temperatura.
- Color: colorímetro portátil con resultados en coordenadas tricromáticas (CIE, 1976).
- Composición química: (humedad, grasa y proteína), según Normas Internacionales ISO.
- Capacidad de retención de agua: pérdidas por cocción (Honikel, 1997).
- Textura instrumental: técnica de corte o cizalla de Warner Bratzler (Bourne, 1978).

#### Características nutricionales

- Perfil de ácidos grasos: extracción (Bligh y Dyer, 1959) y metilación de la grasa (Carreau y Dubacq, 1978) e identificación cromatográfica (Lorenzo et al, 2010).
- Perfil de volátiles: compuestos terpénicos tocoferoles y carotenos.

#### **1.2.3.3. Vida útil de carne de diferentes especies y sistemas de producción**

Se elegirán piezas que se fileteara y se envasara al vacío y en atmosfera modificada para evaluar la vida útil (0-20 días) de la carne fresca. La metodología analítica se centrará en análisis de pH, color textura instrumental y sensorial y oxidación de la grasa mediante TBARS (Vyncke, 1975). Desde el punto de vista microbiológico, las muestras se dividirán en dos partes, una para análisis de la flora aerobia mesófila (ISO 4833), y otra para análisis de enterobacterias (ISO 7402). Se calculará la curva de crecimiento de los microorganismos a distintos tiempos de vida útil. También se hará un seguimiento de vitamina E (tocoferol) y de oxidación de la carne (TBARS y metamioglobina).

#### **1.2.3.4. Optimización de las condiciones de maduración de vacuno mayor**

Se usará lomo de vacuno mayor. Se estudiarán distintas opciones: condiciones de maduración (aerobias, de vacío, con ozono) y tiempo de maduración (de 7 a 49 días). Se llevarán a cabo las analíticas: pH, color, capacidad de retención de agua, textura, análisis de rancidez de las grasas (TBARS) y análisis sensorial con especial énfasis en descriptores de aroma y rancidez oxidativa.

#### **1.2.4. Servicios Ecosistémicos ligados al pasto y suelo**

VARIABLES MEDIDAS EN LOS EXPERIMENTOS DE 1.1.1 Y 1.1.2.

##### **1.2.4.1. Productividad y calidad nutritiva del pasto herbáceo mejorado**

En el pasto mejorado de los ensayos de 1.1.2 se realizará un seguimiento de su crecimiento, aprovechamiento y calidad forrajera por dos vías: medición de alturas (**H**) y corte paralelo en cuadrados excluidos y no excluidos al pastoreo (**C**). **H** se realizará mediante transectos en todas las unidades experimentales y a intervalos semanales durante la estación de crecimiento. Se tomarán 100 puntos por transecto y en cada punto se determinará la especie y altura de la hoja de planta tocada por una varilla colocada perpendicular al suelo. **C** se realizará mediante la colocación de un mínimo de 4 jaulas de exclusión por unidad experimental y una frecuencia mínima mensual de corte dentro y fuera de cada jaula. En el caso de pastoreo rotacional, se programarán los cortes a la entrada y salida de cada parcela de pastoreo, sin necesidad de jaulas de exclusión. La metodología de campo y de estimación de productividad, aprovechamiento y calidad nutritiva será la descrita en Bedia y Busqué (2013). Se analizará la relación biomasa - altura de pasto. Se



localizarán también con estaquillas cuadrados permanentes (1x1m) para mediciones repetidas sobre composición botánica (ver 1.2.4.3)

#### **1.2.4.2. Biomasa acumulada y CAP en pastos no mejorados o en transformación**

En el pasto en transformación de los ensayos de 1.1.1 y en el pasto no mejorado de los ensayos de 1.1.2 se medirá la evolución de la vegetación en un mínimo de 10 cuadrados permanentes por unidad experimental (pseudoréplicas). Estos cuadrados de 1x1m se señalarán con estaquillas, y sobre ellos, apoyados en una malla de 10x10cm, se medirá el número de frondes de helecho y la cobertura, altura y fenología de los principales grupos funcionales de plantas, en especial las leñosas (en este caso también grado de ramoneo). Estas mediciones serán mensuales para los cuadrados en pasto no mejorado y quincenales en los helechos en transformación en la estación de crecimiento. Su análisis estadístico considerará la existencia de medidas repetidas. Cuando se muestreen se tomarán también fotografías en planta de cada cuadrado y se investigará la capacidad de identificación automatizada de especies o componentes vegetales de las fotografías digitales por métodos de aprendizaje-máquina (Ustyuzhanin et al, 2017).

Se realizarán muestreos destructivos periódicos de biomasa aérea de los principales arbustos, con alturas y estructuras diferentes, para la construcción de modelos alométricos de predicción de biomasa a partir de mediciones no destructivas sencillas, de gran importancia para evaluar el grado de combustibilidad (Baeza et al, 2006). También se recolectarán muestras de brotes de dichos arbustos para análisis bromatológicos.

Tres veces al año, al inicio, mitad y final de la estación de crecimiento del pasto y en cada unidad experimental de los ensayos de 1.1.2, y en algunas repeticiones de los ensayos de 1.1.1., se calculará el Coeficiente de Admisibilidad de Pastos de los pastos previamente matorralizados usando el Índice de Pastabilidad (Busqué et al, 2016).

#### **1.2.4.3. Biodiversidad**

A nivel de ciertas unidades experimentales de los ensayos de 1.1, tanto en pastos mejorados, en transición y no mejorados, se realizarán las siguientes mediciones de biodiversidad:

- Suelo: diversidad funcional bacteriana (placas EcoBiolog) y diversidad genética de hongos y bacterias (PCR-DGGE) (Epelde et al, 2008; Mijangos et al, 2009)
- Mesofauna en suelo: diversidad de macrofauna y abundancia de lombrices mediante observación y conteo in-situ (Mijangos et al, 2016)
- Vegetación: Composición botánica (especies y cobertura) estimada según 1.2.4.1. y 1.2.4.2. Variables calculadas: riqueza específica, índice de Shannon e índice de Simpson.

Para estas mediciones se aprovecharán los cuadrados permanentes en los ensayos (ver 1.2.4.1 y 1.2.4.2) o localizaciones adyacentes cuando el muestreo sea destructivo.

#### **1.2.4.4. Fertilidad del suelo**

Al inicio y final del proyecto se medirán variables físico-químicas y biológicas del suelo para estimar el efecto de las opciones de mejora de pastos y pastoreo ensayadas sobre la fertilidad de los suelos, tanto en pastos mejorados, como en transformación o no mejorados.

Variables físico-químicas: compactación, infiltrabilidad, textura, ph, carbonatos, caliza, materia orgánica, Nitrógeno total, Relación C/N, Fósforo Olsen, Potasio extraíble, Calcio, Magnesio, Aluminio, Capacidad de Intercambio Catiónico.



Variabes biológicas: Actividades enzimáticas ( $\beta$ -glucosidasa, arilsulfatasa, fosfatasa ácida, deshidrogenasa; Epelde et al. (2009)).

Estas mediciones se realizarán juntando 4 muestras del horizonte 0-10cm localizadas adyacentes a una submuestra de cuadrados permanentes de los ensayos de 1.1.

#### **1.2.4.5. Secuestro de carbono en el suelo**

Medición de la materia orgánica particulada (MOP), que es la MO del suelo entre 0,053-2mm de tamaño. Esta fracción, que incluye detritos del suelo parcialmente descompuestos y material de las plantas, polen y otros materiales, es una estimación indirecta sencilla y fiable de la tasa de fijación carbono en el suelo. Para estimar las emisiones del suelo a la atmósfera, se medirán las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante un equipo móvil (p.ej. IRGA EGM-5 PP Systems®), y al menos una vez por estación del año en localizaciones cercanas a una submuestra representativa de cuadrados permanentes.

### **2. Aplicación de los resultados experimentales en herramientas de gestión pastoral**

Este objetivo busca aplicar los resultados experimentales obtenidos en el objetivo 1 en la gestión de montes concretos de vocación pastoral de cada región.

#### **2.1. Calibración y validación del modelo de simulación PUERTO**

Inicialmente se realizará una revisión bibliográfica extensa para mejorar la asignación de valores a los parámetros del modelo. También se interaccionará con los grupos de investigación que tengan datos de experimentos controlados de pastoreo para realizar un primer ejercicio de calibración y validación del modelo. En una segunda fase, se realizarán las mismas tareas, pero con los resultados experimentales generados en este proyecto.

#### **2.2. Simulación de escenarios múltiples de mejora de pastos y sistemas de pastoreo**

Una vez validado el modelo, en el último tercio del proyecto se simularán escenarios múltiples de pastoreo, modificando especies/razas de ganado, cargas ganaderas, tipo de pastoreo (mixto, secuencial, calendarios), proporción y tipos de pasto mejorado/no mejorado y grado de variabilidad climática. Cada zona donde se simulen los escenarios múltiples se caracterizará por valores específicos de suelos, topografía y climatología de referencia. Los resultados de las simulaciones permitirán acotar los sistemas pastorales y condiciones climáticas más sostenibles en el uso del pasto y en la producción animal.

#### **2.3. Estimación de los valores de los SE y valoración económica**

Se investigará la integración de los servicios ecosistémicos de no aprovisionamiento monitorizados (prevención de incendios, biodiversidad, calidad de producto, fertilidad del suelo y secuestro de carbono) en un único índice que permita evaluar su valor para las opciones experimentadas en 1.1. Una vez cuantificados, se procederá a su valoración económica aplicando una metodología biofísica (Rodríguez-Ortega et al, 2014). A cada bien se le asignará un valor económico (beneficio), calculado como el coste evitado con la provisión del SE. La valoración económica, a nivel de experimento, se realizará aplicando técnicas de inversiones Coste-Beneficio (Riera et al., 2016) y análisis de sensibilidad, considerando como beneficios la venta del producto y los anteriores SE de no mercado.

Además, se estudiará la forma de integrar este índice en el modelo PUERTO, de tal forma que también se pueda calcular su valor en la simulación de escenarios de 2.2. Finalmente, se analizarán las posibilidades de incluir las tareas anteriores dentro de la metodología de redacción de Instrumentos de Gestión de Montes o en los futuros Programas de Desarrollo Rural de la PAC (medidas de agroambiente y clima) a partir de 2020.



#### 4.2 PLAN DE TRABAJO Y SU CALENDARIO:

El plan de trabajo debe desglosarse en actividades o tareas, fijando los hitos que se prevé alcanzar en cada una de ellas. Indicar, para cada uno de los investigadores la participación en las actividades del proyecto. Cronograma de las mismas. (Máximo 2 páginas)

Acciones	SP 1 CIFA	SP 2 CIAM	SP 3 SERIDA	SP 4 CTC	Cronograma ejecución tareas e hitos															
					Año 1				Año 2				Año 3							
					P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I				
Reunión inicial	Todos	Todos	Todos	Todos																
1.1.1.1	1*,2,4,7,8,9																			H1H2
1.1.1.2		1*,3																		H3
1.1.2.1	1,2*,5,6,9																			H4H5
1.1.2.2		1*,2																		H6
1.1.2.3			1,2,3*																	H7H8
1.2.1**	1*,3,9	1*,4	1,2*																	H9H10
1.2.2.1**	2*,5,6	1*,2	1,2,3*																	H11
1.2.2.2**	1*,2,4		1*,4																	H12
1.2.2.3**	1*,2,4		1*,4																	H13
1.2.3.1**	2*,5,6	1*,2	2,3*	1*,2,5																H14
1.2.3.2**	2*			1*,2,4																H15
1.2.3.3**	2*			1*,3,5																H16
1.2.3.4**				1*,2,4																H17
1.2.4.1**	1,2*,4,7,9	1*,3	1,2,4*,5																	H18
1.2.4.2**	1*,3,7,8,10	1*,3	1*,2																	H19H20
1.2.4.3**	1*,3,4,8,9	1*,3	1*,4																	H21
1.2.4.4**	1*,3,4,7,9	1*,4	1*,2,4,5																	H22
1.2.4.5**	1*,3,4,8	1*,4	1,2,4*,5																	H23
2.1	1*,2,3,4																			H24
2.2	1*,3,7,8,10	1*,2	1*,3																	H25
2.3	1,2,3*,8																			H26
CR***																				H27
																				H28H29
																				H30

\* Investigador responsable

\*\*Estas acciones contemplan reuniones para definir y explicar metodología común a adoptar

\*\*\*Tarea final de elaboración de documento de conclusiones y recomendaciones

H1-H30 corresponde a los Hitos a alcanzar en el proyecto (ver apartado 5.1).



MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y  
COMPETITIVIDAD



Instituto Nacional de Investigación  
y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Equipo CIFA (SP1):** 1: J. Busqué; 2: E. Serrano; 3: I. Vázquez; 4: M. Mora; 5: L. Calderón; 6: F. Barquín; 7: B. Fernández; 8: P. Aramburu; 9: A. Redondo; 10: P. Martínez

**Equipo CIAM (SP2):** 1: S. Crecente; 2: M. López; 3: J. Castro; 4: J. Veiga

**Equipo SERIDA (SP3):** 1: R. Celaya; 2: U. García; 3: K. Osoro; 4: L. Ferreira; 5: M. Rodrigues

**Equipo CTC (SP4):** 1: L. Purriños; 2: D. Franco; 3: R. Domínguez; 4: M. Pateiro; 5: C. Bragado



## 5. PLAN DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO:

### 5.1 RESULTADOS CONCRETOS QUE SE PRETENDE OBTENER Y FECHA APROXIMADA:

Normas, procedimientos, patentes, obtenciones, publicaciones, etc. (Máximo 1 página)

Los resultados concretos que se pretenden obtener se corresponden con los hitos de las acciones establecidas en la metodología y el plan de trabajo (apartado 4.1 y cronograma). Estimación de inicio del proyecto: primavera de 2018.

Acción	Hito	Fecha
1.1.1.1	H1- Informe resultados ensayo 1 CIFA (mejora de helechales a pasto). H2- Informe resultados ensayo 2 CIFA (transformación de tojales a pastos).	Inv. 2020
1.1.1.2	H3- Informe resultados ensayo 1 CIAM (mejora de helechales). H4- Informe resultados ensayo 2 CIAM (mejora de pasto en z. sin heleichos). H5- Informe resultados ensayo 3 CIAM (transformación matorral mixto).	Prim. 2020 Inv. 2020
1.1.2.1	H6- Informe resultados ensayo 1 CIFA (vacuno y ovino-caprino)	Inv. 2020
1.1.2.2	H7- Informe resultados ensayo 1 CIAM (yeguas y cabras). H8- Informe resultados ensayo 2 CIAM (machos Rubia Gallega y cruce).	Inv. 2020
1.1.2.3	H9- Informe resultados ensayo 1 SERIDA (Bueyes y cabras). H10- Informe resultados ensayo 2 SERIDA (Potros y cordero).	Inv. 2020
1.2.1	H11- Informe resultados climáticos y de suelos.	Inv. 2020
1.2.2.1	H12- Informe sobre características productivas y de manejo animales	Inv. 2020
1.2.2.2	H13- Determinación de la conducta del ganado en el pastoreo	Inv. 2020
1.2.3.1	H14- Informe técnico sobre características de la canal	Inv. 2020
1.2.3.2	H15- Informe técnico sobre las características organolépticas, físico-químicas y nutricionales de la carne	Inv. 2020
1.2.3.3	H16- Informe sobre la vida útil de la carne según especie y producción	Inv. 2020
1.2.3.4	H17- Informe condiciones de maduración de carne de vacuno mayor	Inv. 2020
1.2.4.1	H18- Caracterización productiva y nutritiva del pasto mejorado	Inv. 2020
1.2.4.2	H19- Determinación de la biomasa acumulada (Coeficiente admisibilidad pastos). H20- Cuantificación de la reducción riesgo incendios forestales	Inv. 2020
1.2.4.3	H21- Cuantificación de servicio ecosistémico de biodiversidad	Inv. 2020
1.2.4.4	H22- Cuantificación de servicio ecosistémico fertilidad suelo	Inv. 2020
1.2.4.5	H23- Cuantificación de servicio ecosistémico secuestro carbono	Inv. 2020
2.1	H24- Metaanálisis de valores a parámetros modelo. H25- Optimización de la herramienta de simulación (modelo Puerto)	Inv. 2018 Inv. 2020
2.2	H26- Determinación de sistemas pastorales simulados sostenibles	Inv. 2020
2.3	H27- Metaanálisis valoración económica de servicios ecosistémicos de no mercado. H28- Valoración económica de los SE y análisis inversión a nivel experimento. H29- Recomendaciones políticas actuación y gestión	Inv. 2018 Inv. 2020
CR	H30 Conclusiones y recomendaciones	Inv. 2020

La información obtenida dará lugar, además, a la publicación de trabajos en **revistas científicas internacionales**. Se estima que se podrían publicar 6 artículos en revistas como *Meat Science*, *Animal*, *Spanish Journal of Agricultural Research*, *Small Ruminant Research*, *Ecosystem Services*, *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, etc.



## 5.2 PLAN DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO:

(Máximo 1 página)

- En el **ámbito científico** la divulgación se realizará con publicaciones en las revistas citadas anteriormente.
- La **divulgación técnica** se realizará mediante:
  - la publicación de resultados en **revistas científicas** (Pastos, Archivos de Zootecnia, ITEA-Información Técnica Económica Agraria, etc.) y técnicas (Eurocarne, Producción Animal, Mundo Ganadero, etc.) en español y la participación en **congresos nacionales** (Jornadas sobre Producción Animal de AIDA; Congreso de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos; Congreso Nacional de Economía Agraria; Congreso Nacional de Estudios Rurales; Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, etc.)
  - la presentación de resultados a las **asociaciones de productores, cooperativas** y otros **agentes del sector** implicados (ver manifestaciones de apoyo al proyecto de EPOs) y la publicación de resultados en sus medios de difusión (p.e. revistas y boletines propios).
  - la presentación de resultados a los **técnicos** de las oficinas comarcales de la Consejería del área de las tres CCAA implicadas.
  - publicación de los resultados en publicaciones propias como la revista *Tecnología Agroalimentaria* del SERIDA y en la publicación on line *Información-Técnica CIFA*
- El plan de divulgación y difusión se completaría con la difusión a nivel de **productores y consumidores**:
  - presentación de resultados a los productores y público en general asistentes a las **Jornadas de Puertas Abiertas** realizadas periódicamente en las Fincas Experimentales participantes de Galicia, Asturias y Cantabria.
  - la inclusión de resultados en el material elaborado (monografías, manuales, series divulgativas, página Web) de los **Departamentos y Secciones de Transferencia** del CIFA, SERIDA y CIAM.
  - la participación en distintos tipos de **jornadas** (organizadas por asociaciones de productores y consumidores, colegios profesionales. etc.), programas locales de **radio, charlas** en institutos de formación profesional, etc.
  - participación en **cursos de formación no reglada** organizados por las consejerías del área en las tres CCAA (p.e. cursos de Incorporación a la Actividad Agraria, cursos de capacitación y especialización).



## 6. INVENTARIO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA REALIZAR EL PROYECTO:

### Subproyecto 01:

#### 1. Recursos humanos:

Equipo investigador (3 Drs. Ing. Agrónomos, 1 Dra. Veterinaria; 2 Veterinarios, 1 Ing. de Montes, 1 Ing. Agrónomo y 2 Ing. Técnico Agrícolas); personal del laboratorio de microbiología y sanidad vegetal y de análisis físico-químico del CIFA (2 licenciadas, 2 técnicas de grado superior), personal de La Jerrizuela (3 operarios de explot. ganaderas).

#### 2. Instalaciones, Equipos e Infraestructuras

- **Finca Experimental "La Jerrizuela":** Rebaño de vacuno de raza Tudanca, parcelas de pasto y siega, maquinaria para la elaboración y almacenamiento alimentos instalaciones para el manejo de animales recogida de datos experimentales
- **Laboratorio del CIFA:** Equipamiento básico de uso general y específico de microbiología y análisis físico-químico de suelos y alimentos.

### Subproyecto 02:

#### 1. Recursos humanos:

Equipo investigador (1 Dr. Ing. Agrónomo. 1 Dr. Veterinario, 1 Ing. Agrónomo y 1 Ing. T. Agrícola); personal laboral de Marco da Curra (1 capataz, 2 oficiales y 3 peones agrarios).

#### 2. Instalaciones, equipos e infraestructuras

- **Finca experimental "Marco da Curra":** Rebaños de vacuno de raza Rubia, ovino, caprino y equino, parcelas de pasto siega, maquinaria para la elaboración y almacenamiento alimentos, instalaciones para el manejo de animales experimentales.
- **Laboratorios del CIAM y Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia:** con equipamiento para analíticas de suelos, microbiología y calidad de alimentos.

### Subproyecto 03:

#### 1. Recursos humanos:

Equipo investigador (1 Dr. Biólogo, 1 Dr. Veterinario, 2 Drs. Ing. zootécnicos y 1 Ing. T. Agrícola) y personal laboral de Illano (1 capataz agroganadero, 1 oficial 1ª agrario y 4 operarios agroganaderos).

#### 2. Instalaciones, equipos e infraestructuras

- **Finca experimental de Illano:** Rebaños de vacuno de raza Asturiana de los Valles y de la Montaña, ovino, y caprino, parcelas de pasto siega, maquinaria para la elaboración y almacenamiento de alimentos, instalaciones para el manejo de animales y recogida de datos experimentales y para el almacenamiento y conservación de muestras.
- **Laboratorio del CITAB** (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro-UTAD) para los análisis bromatológicos y de alcanos-alcoholes-ácidos grasos.

### Subproyecto 04:

#### 1. Recursos humanos:

Equipo investigador (3 Drs. en Ciencia y T. de los Alimentos, 1 Dr. en C. Químicas) y un Maestro Carnicero

#### 2. Instalaciones, equipos e infraestructuras

- **Laboratorios y planta piloto del CTC:** laboratorios de físico-química, cromatografía, microbiología y análisis sensorial (Norma UNE-EN ISO 8589:2010), panel entrenado de catadores (Norma UNE-EN ISO 8586:2014) y planta piloto con las cámaras de refrigeración y sistemas de envasado y equipo de ozono necesarios para llevar a cabo el proyecto.



## 7. RELACIÓN BIBLIOGRÁFICA:

Relacionar la bibliografía realmente consultada (utilizar la extensión necesaria)

ALVAREZ J., GOMEZ A. Y LASANTA T. (2013). The use of goats grazing to restore pastures invaded by shrubs and avoid desertification: a preliminary case study in the Spanish cantabrian mountains. *Land Degradation and Development* 27: 3-13.

ARILLA E., CASTELLNOU M. Y MOLINA D. (2005). Tipologías de grandes incendios forestales: herramientas para la gestión del fuego y la dinámica forestal. IV Congreso Forestal Nacional. Zaragoza.

BAEZA M.J., RAVENTÓS J. ESCARRÉ A. Y VALLEJO V.R. (2006). Fire risk and vegetation structural dynamics in Mediterranean shrubland. *Plant Ecology* 187, 189-201.

BATALLA I., PINTO M. Y DEL HIERRO O. (2014). Aptitudes ambientales, sociales y económicas para la viabilidad sostenible de explotaciones ganaderas en el País Vasco. [Taller en BC3](#).

BEDIA, J. Y BUSQUÉ, J. (2013). Productivity, grazing utilisation, forage quality and primary production controls of alpine *Nardus stricta* grasslands in Northern Spain. *Grass and Forage Science*. 68: 297-312.

BLIGH E.G. Y DYER W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.

BOURNE M.C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology* 32, 62-66 y 77.

BUSQUÉ J., MORA M., FERNÁNDEZ N., CÁMARA M. Y FERNÁNDEZ B. (2005). Problemas y pautas para la gestión del pastoreo en los puertos de Sejos. *Locustella* 3,41-53.

BUSQUÉ J. (2014). De la investigación a la práctica: herramientas para gestionar la ganadería de montaña y los pastos comunales de Cantabria dentro de la Política Agraria Común. *Pastos* 44: 6-42.

BUSQUÉ J. MAESTRO G., SAN MARTÍN D. Y ROMILLO J. (2015). Confección de un mapa de vegetación de Cantabria de alta resolución. Memoria de Actividades del CIFA. 87-88.

BUSQUÉ J., ROSA R., CELAYA R., ALBIZUI., ALDAI N., ALDAZ J., SESMA F.J., SOLA D., OSORO K. Y OTROS DEL GPMN (2015). Integración de trabajos de investigación para la gestión sostenible de los pastos de montaña del norte peninsular. En: D. Báez et al. (eds.). *Innovación Sostenible en Pastos: hacia una agricultura de respuesta al cambio climático*. S.E.E.P. Lugo. 325-330.

BUSQUÉ J., RODRÍGUEZ J.R. Y MAESTRO G. (2016). Field validation of an automatic coefficient of pasture eligibility in mountain areas. En: I. Casasús & G. Lombardi (eds.). *Mountain pastures and livestock farming facing uncertainty: environmental, technical and socio-economic challenges*. *Options Méditerranéennes* 116: 39-44.



- CARREAU J. P. Y DUBACQ J.P. (1978). Adaptation of a macro-scale method to the microscale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts. *Journal of Chromatography* 151, 384–390.
- CELAYA R., BENAVIDES R., GARCÍA U., FERREIRA L.M.M., FERRE I., MARTÍNEZ A., ORTEGA-MORA L.M., OSORO K. (2008). Grazing behaviour and performance of lactating suckler cows, ewes and goats on partially improved heathlands. *Animal* 2 (12): 1818-1831
- CIE. (1976). *Colorimetry: official recommendations of the International Commission on Illumination*. Paris: Comisión Internationale de l'Éclairage [International Commission on Illumination], CIE No. 15 (E-1.3.1).
- COOPER T., HART K. Y BALDOCK D. (2009) The Provision of Public Goods Through Agriculture in the European Union, Informe para la DG de Agricultura y Desarrollo Rural. Institute for European Environmental Policy: Londres.
- COSTANZA R., DARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B., LIMBURG K., NAEEM S., ONEILL R.V., PARUELO J., RASKIN R.G., SUTTON P., VAN DEN BELT M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- COSTANZA R., DE GROOT R., SUTTON P., VAN DER PLOEG S., ANDERSON S.J., KUBISZEWSKI I., Y TURNER R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change* 26, 152-158.
- DAVEY C.L. Y GILBERT K.V. (1969). Studies in meat tenderness. Changes in the fine structure of meat during aging. *J. Food Sci.* 34: 59.
- EPELDE L., BECERRIL J.M., HERNÁNDEZ-ALLICA J., BARRUTIA O. Y GARBISU C. (2008). Functional diversity as indicator of the recovery of soil health derived from *Thlaspi caerulescens* growth and metal phytoextraction. *Applied Soil Ecology* 39, 299-310.
- ESCRICHE I., SERRA J.A., GÓMEZ M. Y GALOTTO M.J. (2001). Effect of ozone treatment and storage temperature on physicochemical properties of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food Sci. Technol. Int.* 7: 251-258.
- EZQUERRA J. Y REY E. (coords.) (2011). *La evolución del paisaje vegetal y el uso del fuego en la Cordillera Cantábrica*. Junta de Castilla y León. 387p.
- FERNÁNDEZ S., MARQUÍNEZ J. Y MENÉNDEZ R. (2005). A susceptibility model for post wildfire soil erosion in a temperate oceanic mountain area of Spain. *Catena* 61, 256-272.
- FERNÁNDEZ C., VEGA J. A., PÉREZ J. R., FONTURBEL T., JIMÉNEZ E. Y GUIJARRO M. (2009) Efecto de tratamientos preventivos de incendios forestales en la composición florística en un área de matorral de Galicia. *5º Congreso Forestal Español*.
- FERREIRA L.M.M., CELAYA R., BENAVIDES R., JÁUREGUI B.M., GARCÍA U., SANTOS A.S., ROSA GARCÍA R., RODRIGUES M.A.M., OSORO K. (2013). Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. *Livestock Science* 155: 373-383
- FRANCO D., FERNANDEZ M., TEMPERÁN S., GARCIA L.R. Y LORENZO J. (2011<sup>a</sup>). Carcass quality of Galician Mountain foal *Archivos de Zootecnia* 60, 385-388.



FRANCO D., FERNANDEZ M., RODRIGUEZ E., GARCIA L.R. Y LORENZO J. (2011b). Meat quality of Galician mountain foals from three different production systems *Archivos de Zootecnia* 60: 389-392.

GÓMEZ D., AGUIRRE A.J. Y LIZUR X. (2011). Recuperación del matorral tras desbroce mecánico y quema en pastos de la Sierra de Aralar y Belate (Navarra). En: Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI. Sociedad Española de Pastos, Toledo. 133-138.

DE GROOT R.S., WILSON M.A., Y BOUMANS R.M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics* 41(3), 393-408.

HAEFNER J.W. (1996). Modeling biological systems. Principles and applications. Chapman and Hall. 473 p.

HONIKEL K.O. (1997). Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. *Food Chemistry*, 5, 573-582.

HUYGUE C., DE VliegHER A., VAN GILS B. Y PEETERS A. (2014). Grassland and herbivore production in Europe and effects of common policies. Ed. Quae, 323p.

INTXAURRANDIETA J.M., MANGADO J.M., LASARTE J.M., PÉREZ P., MUJICA I. Y ERBURU J.A. (2012). *Gestión técnico-económica de explotaciones de rumiantes en Navarra: evolución y perspectivas*. En: R.M. Canals & L. San Emeterio (eds). *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción*. S.E.E.P., Pamplona, 265-285.

JÁUREGUI B. M., CELAYA R., GARCÍA U. Y OSORO K. (2007). Vegetation dynamics in burnt heather-gorse shrublands under different grazing management with sheep and goats. *Agroforestry Systems*, 70(1), 103-111.

LASANTA T., VICENTE S.M., CUADRAT J.M. (2005). Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography* 25, 47-65.

LE NEINDRE P. (1973). Observations sur l'estimation de la production laitière des vaches allaitantes par la pesée du veau avant et après la tétée. *Annales de Zootechnie* 22: 413-422.

LORENZO J.M., FUCIÑOS C., PURRIÑOS L. Y FRANCO D. (2010). Intramuscular fatty acid composition of "Galician Mountain" foals breed. Effect of sex, slaughtered age and livestock production system. *Meat Science* 86, 825-831.

LORENZO J.M., CRECENTE S., FRANCO D., SARRIÉS ,M.V. Y GOMEZ M. (2014). The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. *Animal* 8, 3, 494-503.

LUICK R., JONES G. Y OPPERMAN R. (2012). Semi-natural vegetation: pastures, meadows and related vegetation communities. En: R. Oppermann et al. (eds.) *High Nature Value in Europe*. Verlag Regionalkultur. 32-57.

MARRS R.H. Y WATT A.S. (2006). Biological flora of the British Isles: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Journal of Ecology* 94, 1272-1321.



MIA. MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis. World Resources Institute, Washington DC, USA.

MIJANGOS I., BECERRIL J.M., ALBIZU I., EPELDE L. Y GARBISU C. (2009). Effects of glyphosate on rhizosphere soil microbial communities under two different plant compositions by cultivation-dependent and -independent methodologies. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 505-513.

MIJANGOS I., MUGUERZA E., GARBISU C., ANZA M. Y EPELDE L. (2016). Health cards for the evaluation of agricultural sustainability. *Spanish Journal of Soil Science* 6, 15-20.

MORENO T., VARELA A., PORTELA C., PÉREZ N., CARBALLO J.A. Y MONSERRAT L. (2007). The effect of grazing on the fatty acid profile of longissimus thoracis muscle in Galician Blond calves. *Animal* 1(8), 1227–1235.

MOSQUERA, M.R. Y RIGUEIRO A. (2009). Sistemas silvopastorales en prevención de incendios en Galicia: rede de experiencias piloto de transferencia de tecnología. En: R. Reiné et al. (eds). La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Huesca. 649-655.

NOCI F., MONAHAN F.J., FRENCH P., Y MOLONEY, A.P. (2005). The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: Influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*, 83, 1167–1178.

OSORO K. (coord.) (2015). *Informe final de desarrollo y cumplimiento de objetivos de la Acción Complementaria "Integración multidisciplinar de los resultados y conocimientos derivados de la I+D+i para la gestión sostenible de los pastos de montaña del norte peninsular"*. AC2014-00049-00-00. INIA.

OSORO K et al (2015). [Profitability of Permanent Grasslands in Europe. Final Report](#). EIP-AGRI Focus Group. 44p.

OSORO K., FERREIRA L.M.M., GARCÍA U., MARTÍNEZ A., CELAYA R. (2017). Forage intake, digestibility and performance of cattle, horses, sheep and goats grazing together on an improved heathland. *Animal Production Science*, 57: 102-109.

PEPLIF (2017). [Plan Estratégico de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales 2017-2020](#). Gobierno de Cantabria. 198p.

PGEP (2015). [Informe sobre la elegibilidad para pagos directos de la PAC de los pastos leñosos españoles](#). Informe encargado por el FEGA a la Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo. 225p.

PEYRAUD J.L. Y PEETERS A. (2016). The role of grassland based production system in the protein security. En: XXX et al. (eds.) The multiple roles of grassland in the European bioeconomy. *Grassland Science in Europe*, 21: 29-43.

PLIENINGER T., HÖTCHL F. Y SPEK T. (2006). *Traditional land-use and nature conservation in European rural landscapes*. *Environmental Science and Policy* 9: 317-321.

RIERA, P.; GARCÍA, D., KRISTRÖM, B.; BRÄNNLUND, R. (2016). Manual de economía ambiental y de los recursos naturales. Madrid, España: Editorial Paraninfo.



- RODRÍGUEZ-ORTEGA T., OTEROS E., RIPOLL R., TICHIT M., MARTÍN B. Y BERNUÉS A. (2014). Applying the ecosystem services framework to pasture-based livestock farming systems in Europe. *Animal* 8, 1361-1372.
- RODRÍGUEZ-ORTEGA T., BERNUÉS A. Y ALFNES F. (2016). Psychographic profile affects willingness to pay for ecosystem services provided by Mediterranean high nature value farmland. *Ecological Economics* 128, 232-245.
- ROOK A. J., DUMONT B., ISSELSTEIN J., OSORO K., WALLISDEWRIES M.F., PARENTE G., MILLS J. (2004). Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures. A review. *Biological Conservation* 119: 137-150
- ROSA GARCÍA R., FRASER M.D., CELAYA R., FERREIRA L.M.M., GARCÍA U., OSORO K. (2013). Grazing land management and biodiversity in the Atlantic European heathlands: a review. *Agroforestry Systems* 87 (1): 19-43.
- SIMPSON R.D. (2016). Ecosystem Services: What are the public policy implications? *Per Policy Series* 55: 1-23.
- STOKES K.E., BULLOCK J.M. Y WATKINSON A.R. (2003). Biological Flora of the British Isles: *Ulex gallii* Planch and *Ulex minor* Roth. *Journal of Ecology* 91, 1106-1124.
- USTYUZHANIN A., DAMMER K.H., GIEBEL A., WELTZIEN C. Y SCHIRRMANN M. (2017). Discrimination of common ragweed (*Artemisia vulgaris*) based on bag of visual words model. *Weed Technology* 31, 310-319.
- VARELA E., CALATRAVA J., RUIZ MIRAZO J, JIMÉNEZ R. Y GONZÁLEZ REBOLLAR J.L. (2008). El pastoreo en la prevención de incendios forestales: análisis comparado de costes evitados frente a medios mecánicos de desbroce de vegetación. *Sitio Argentino de Producción Animal* 3, 12-20.
- VYNCKE, W. (1975). Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 77(6), 239-240.
- WEISBERG P.J., COUGHENOUR M.B. Y BUGMANN H. (2006). Modelling of large herbivore-vegetation interactions in a landscape context. En K. Danell et al., (eds.): *Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation*. Cambridge University Press. 348-382.
- WILKINSON J.M. (2011). Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5, 1014-1022.
- ZORITA E. Y OSORO K. (1995). Utilización del territorio mediante sistemas pastorales. Producción de carne de vacuno de calidad. *Monografía Bovis* 67, 59-81.



## 8. CAPACIDAD FORMATIVA DEL PROYECTO Y DEL EQUIPO SOLICITANTE:

(En el caso de proyectos coordinados deberá cumplimentarse para cada uno de los equipos participantes que solicite beca).

Este apartado sólo debe rellenarse si en el formulario de solicitud se ha requerido una beca INIA.

Deberá indicarse el número de tesis dirigidas y las calificaciones obtenidas, así como la posterior integración del doctorando en el sistema ciencia-tecnología-empresa. (Máximo 2 páginas)

### Subproyecto 1:

- **TÍTULO:** Invasión de pastos de montaña por lecherina (*Euphorbia polygalifolia*): estudios dirigidos al desarrollo de un sistema de control biológico basado en el pastoreo  
**DOCTORANDO/A:** Manuel José Mora Martínez  
**DIRECTORES:** Juan Busqué (CIFA-Cantabria) y Pilar de Frutos (CSIC)  
**UNIVERSIDAD:** León  
**LECTURA / CALIFICACIÓN:** 2008 / Sobresaliente *Cum Laude*  
**INTEGRACIÓN:** Jefe Sección de Investigación y Formación Agraria (CIFA)
- **TÍTULO:** Aprendizaje histórico en gestión de bienes comunales: Los pastos en Cantabria (España)  
**DOCTORANDO/A:** Iago Vázquez Fernández  
**DIRECTORES:** Juan Busqué (CIFA-Cantabria) y Leonor de la Puente (Universidad de Cantabria)  
**UNIVERSIDAD:** Cantabria  
**LECTURA / CALIFICACIÓN:** 2016 / Sobresaliente *Cum Laude*  
**INTEGRACIÓN:** Profesor ayudante en la Universidad de Cantabria
- **TÍTULO:** “Caracterización productiva, de la calidad de la canal, de la carne y de la grasa de la raza bovina tudanca”  
**DOCTORANDO/A:** M<sup>a</sup> José Humada Macho  
**DIRECTORES:** Emma Serrano (CIFA-Cantabria) y Carlos Sañudo (Universidad de Zaragoza)  
**UNIVERSIDAD:** Zaragoza  
**LECTURA / CALIFICACIÓN:** 11 de febrero de 2015 / Sobresaliente *Cum Laude*  
**INTEGRACIÓN:** Técnico de Nutrición Animal



#### **Subproyecto 4**

- **TÍTULO:** Efecto del tiempo de salado sobre el perfil de compuestos volátiles y características organolépticas del lacón. Influencia del empleo de levaduras autóctonas  
**DOCTORANDO/A:** Laura Purriños Pérez  
**DIRECTORES:** José Manuel Lorenzo Rodríguez (CTC), Daniel Franco Ruiz (CTC) y Francisco Javier Carballo García (Universidad de Vigo)  
**UNIVERSIDAD:** Vigo  
**LECTURA / CALIFICACIÓN:** 2013 / Sobresaliente *Cum Laude*  
**INTEGRACION:** Investigadora del CTC
- **TÍTULO:** Estudio de los cambios bioquímicos, degradación de las proteínas y generación de compuestos volátiles durante la maduración del jamón de cerdo celta. Efecto del tipo de músculo  
**DOCTORANDO/A:** Roberto Bermúdez Piedra  
**DIRECTORES:** José Manuel Lorenzo Rodríguez (CTC), Daniel Franco Ruiz (CTC) y Francisco Javier Carballo García (Universidad de Vigo)  
**UNIVERSIDAD:** Vigo  
**LECTURA / CALIFICACIÓN:** 2015 / Sobresaliente *Cum Laude*  
**INTEGRACION:** Investigador del CTC
- **TÍTULO:** Avaliação do potencial antioxidante do extrato de pele de amendoim em produtos cárneos  
**DOCTORANDO/A:** Paulo Eduardo Sichetti Munekata  
**DIRECTORES:** José Manuel Lorenzo Rodríguez (CTC), y Marco Antonio Trindade (Universidad de São Paulo)  
**UNIVERSIDAD:** São Paulo  
**LECTURA / CALIFICACIÓN:** 2016 / Sobresaliente *Cum Laude*  
**INTEGRACION:** Solicitante de financiación formación post-doctoral (programa Juan de la Cierva)