

**IMPACTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PASTOREO EN OVINO LECHERO
SEGÚN LAS TSAP-TARJETAS DE SALUD DE LOS AGROECOSISTEMAS PASCÍCOLAS**

N. MANDALUNIZ¹, J. ARRANZ¹, R. RUIZ¹, J. SAEZ², M. ANZA e I. MIJANGOS¹

¹NEIKER-Tecnalia, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz;

²INTIA- Avenida Serapio Huici 22, 31610 Villava-Navarra

RESUMEN

Buena parte del ovino lechero de la CAV y Navarra tiene gran parte de su producción ligada al aprovechamiento de los pastos. Estos sistemas ganaderos, y en concreto las prácticas de manejo que llevan sobre el pastoreo, afectan directamente a la salud de los suelos sobre los que se asientan los pastos. El objetivo de la comunicación es presentar el diagnóstico de salud de los suelos-pastos bajo dos sistemas de pastoreo de ovino lechero (convencional y ecológico) que participan en el proyecto LIFE REGEN FARMING (LIFE12 ENV/ES/232), cuyo objetivo es proponer una alternativa de gestión sostenible, basada en calendarios de pastoreo. Dicho diagnóstico se hizo mediante las TSAP (tarjetas de salud de los agroecosistemas pascícolas) desarrolladas en el proyecto LIFE SOIL MONTANA-LIFE10 NAT/ES/579.

Como resultados, el diagnóstico global de salud fue aceptable en ambos sistemas. No obstante, el estado del servicio de conservación de la biodiversidad fue mejorable en el sistema convencional, donde además se detectaron problemas edáficos de compactación-capacidad de infiltración y de acumulación de nutrientes en suelo. En el sistema ecológico estos problemas parecieron atenuarse (la heterogeneidad entre parcelas, dentro de cada tratamiento, dificultó el establecimiento de diferencias), observándose además altos niveles de diversidad, actividad y abundancia microbiana. Por contra, sus emisiones de CO₂ también fueron superiores, lo cual limita el servicio ecosistémico del suelo como sumidero de carbono. En ambos sistemas, las prácticas regenerativas del proyecto LIFE REGEN FARMING esperan corregir estas debilidades detectadas según las TSAP.

Palabras clave: calendarios de pastoreo, TSA, calidad y salud del suelo, prácticas regenerativas.

Introducción

Buena parte del ovino lechero de la CAV y Navarra tiene gran parte de su producción ligada al aprovechamiento de los pastos. Estos sistemas ganaderos, y en concreto las prácticas de manejo que llevan sobre el pastoreo, afectan directamente a la salud de los suelos sobre los que se asientan los pastos.

El proyecto LIFE REGEN FARMING (<http://www.regenfarming.eu>) propone iniciativas o prácticas regenerativas para mantener la calidad de los suelos, mejorar su fertilidad y reducir la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos basados en la utilización de pastos. En este sentido, el objetivo principal del proyecto es identificar, demostrar y transferir prácticas ganaderas que ayuden a conseguir una gestión más eficaz y sostenible, mejorando la diversidad vegetal y la calidad del suelo.

El proyecto LIFE SOILMONTANA (<http://www.soilmontana.com>) tiene como objetivo optimizar el aprovechamiento ganadero de las áreas pascícolas y la conservación de sus recursos naturales, especialmente su biodiversidad. Una de las acciones iniciales de este proyecto fue el desarrollo de los manuales denominados TSAP (Tarjetas de Salud de los Agroecosistemas Pascícolas) (Mijangos et al., 2012). Con ellos se pretende evaluar el impacto de las prácticas agronómicas habituales en zonas

47 de pastos (desbroces, abonados, encalados, etc.) sobre una serie de servicios
48 ecosistémicos considerados clave.

49 El objetivo de la comunicación es presentar el diagnóstico de salud de los
50 suelos-pastos de dos sistemas de ovino lechero (convencional y ecológico) que
51 participan en el proyecto LIFE REGEN FARMING. Este diagnóstico es parte de la
52 caracterización de partida de las fincas que van a aplicar prácticas regenerativas y las
53 TSAP se emplearán a lo largo del proyecto para evaluar su impacto sobre los servicios
54 ecosistémicos considerados en las TSAP.

55

56 **Material y Métodos**

57 El trabajo se llevó a cabo en dos zonas de estudio, Arkaute (Finca Experimental
58 de Neiker-Tecnalia situada en la localidad de Arkaute, Araba) y Roncesvalles (Finca
59 Experimental del INTIA, situada en la localidad de Roncesvalles, Navarra) (Figura 1 y 2).
60 En la tabla 1 y 2 se detallan las características agroclimáticas de cada zona de estudio
61 así como el tipo de rebaño, sistema productivo, etc.

62 En ambas zonas el trabajo de campo se llevó a cabo al comienzo de la
63 primavera de 2014, antes de comenzar con los calendarios de pastoreo. Los muestreos
64 se realizaron dos días después de las últimas lluvias (copiosas), con el suelo a
65 capacidad de campo, tal y como recomiendan las TSAP-Tarjetas de Salud de los
66 Agroecosistemas Pascícolas para asegurar la representatividad de los resultados. Se
67 realizó un diagnóstico completo de las 7 parcelas de cada zona, con el objeto de
68 conocer el estado de salud inicial, antes de comenzar los tratamientos de pastoreo
69 (dirigido y libre) del proyecto LIFE REGEN FARMING.

70 En ambas áreas de estudio, las mediciones de campo y laboratorio para hacer
71 el diagnóstico de salud de cada parcela se llevaron a cabo de acuerdo a la metodología
72 descrita en las TSAP (Mijangos et al., 2012). Para ello, se tomaron muestras de suelo,
73 así como una serie de medidas *in situ* tanto de suelo como de vegetación:
74 compactación, capacidad de infiltración, coloración, diversidad de macrofauna,
75 abundancia de lombrices, emisiones de CO₂ y diversidad botánica.

76 La compactación o resistencia a la penetración (0-75 cm) se midió mediante un
77 penetrómetro digital (Rimik CP40II). De esta manera se registró centímetro a
78 centímetro el nivel de compactación del suelo que nos indica la presión (MPa) que
79 deben ejercer las raíces para profundizar en esos suelos. Alrededor de cada punto
80 de muestreo se realizaron 3 pinchazos para obtener un valor promedio de resistencia a
81 la penetración.

82 Posteriormente se procedió a determinar la capacidad de infiltración que,
83 además de estar relacionada con la capacidad del suelo para aprovechar el agua de
84 lluvia, indica el riesgo de erosión por escorrentía superficial durante episodios
85 lluviosos. Para ello, añadiendo 230 mL de agua sobre un cilindro de 10 cm de diámetro,
86 se realizó una simulación de lluvia fuerte-muy fuerte (según la Agencia Española de
87 Meteorología, 30 l/m² hora), anotando el tiempo de infiltración necesario.

88 Tanto la diversidad de macrofauna como la abundancia de lombrices se
89 midieron extrayendo con la ayuda de una pala cuadrada una porción de suelo de 25 x
90 25 x 30 cm, tal y como detallan las TSAP. Manualmente se desmenuzó la porción de
91 suelo y anotaron el número de lombrices así como el número de morfotipos de
92 macrofauna (tamaño >1 mm) presentes en el suelo.

93 Por último, también se determinaron in situ las emisiones de CO₂ mediante un
94 aparato portátil IRGA (EGM-4, de PP Systems^R con cámara SRC-1) realizándose 3
95 mediciones para obtener un valor promedio de cada punto de muestreo.

96 Para determinar la diversidad florística, se utilizó un cuadrado (50x50 cm)
97 subdividido a su vez en 49 subcuadrados, en los que se registraba las especies
98 botánicas presentes. A partir las frecuencias obtenidas, se calcularon la riqueza de
99 especies y el índice de diversidad.

100 Por último, con ayuda de una sonda que alcanza la capa arable (0-30 cm) se
101 tomó una muestra de suelo alrededor de cada punto de muestreo, compuesta por 25
102 submuestras-pinchazos. Una vez tomadas, las muestras de suelo se trasladaron al
103 laboratorio en bolsas de polietileno, protegidas de la luz y se conservaron a 4°C hasta
104 su análisis en el laboratorio. Se analizaron los siguientes parámetros edáficos,
105 siguiendo la metodología descrita en las TSAP: diversidad funcional microbiana,
106 actividad microbiana (respiración basal), abundancia microbiana (respiración inducida
107 por sustrato), pH, N total, P Olsen, K extraíble y contenido materia orgánica).

108 Tras medir cada uno de los parámetros (indicadores) citados anteriormente, se
109 compararon los resultados obtenidos con los valores de referencia considerados
110 “malos”, “regulares” o “buenos” en las TSAP, asignándole un valor de 1 a 9 (siendo 1-3
111 malo; 4-6 regular; 7-9 bueno). Tal y como se detalla en dicho manual, existen
112 indicadores considerados “básicos” e indicadores “avanzados”. Tanto unos como otros
113 se encuentran agrupados en cuatro servicios ecosistémicos clave (i.e., 1. Producción de
114 pasto; 2. Conservación de la biodiversidad; 3. Conservación del recurso suelo; 4. Lucha
115 contra el cambio climático). Para conocer el estado de cada uno de estos servicios se
116 calculó el promedio de los valores reflejados por sus indicadores. Finalmente, el
117 diagnóstico global de salud (de 1 a 9) de cada área en cuestión se obtuvo calculando el
118 promedio de los cuatro servicios considerados (última columna de las Tablas 3, 4, 5 y
119 6). En este trabajo no se muestran los resultados del Servicio 1, producción de pasto,
120 porque todavía no se disponen de los datos de producción total anual.

121

122 **Resultados**

123 Respecto a los valores de las TSAP, el estado global de salud, tanto a nivel de
124 diagnóstico “básico” como “avanzado”, es aceptable en ambas zonas de estudio -
125 Arkaute: $5,7 \pm 0,2$ según indicadores básicos y $6,7 \pm 0,3$ según los avanzados;
126 Roncesvalles: $6,2 \pm 0,4$ según indicadores básicos y $6,0 \pm 0,2$ según los avanzados.
127 Haciendo un análisis más pormenorizado, en el caso de Arkaute (manejo convencional;
128 pastoreo libre) encontramos, a nivel básico (Tabla 3):

129 a) Los indicadores básicos para determinar el servicio de conservación de la
130 biodiversidad muestran un estado deficiente (<5) en las parcelas 1, 2 y 3. Esto se debe

131 principalmente a la moderada riqueza específica vegetal en estas tres parcelas
132 (Mandaluniz et al, 2014), además de la escasa diversidad de macrofauna y la ausencia
133 de estrato arbustivo y arbóreo de estas tres parcelas (Figura 1). Al menos no se
134 detectan especies invasoras, lo cual contribuye a compensar esta falta de diversidad.

135 b) El servicio de conservación del suelo también muestra valores <5 en las
136 parcelas 1, 5 y 6, debido principalmente a su baja capacidad de infiltración, relacionada
137 con la compactación del suelo medida manualmente y a la escasez de lombrices
138 observadas (<25 individuos m⁻²). Estos problemas son menos acusados en el resto de
139 parcelas. No se detectan deficiencias nutritivas a nivel de coloración vegetal, y
140 tampoco suelo desnudo, datos confirmados por analítica química (Mandaluniz et al,
141 2014). Estos indicadores edáficos compensan en parte los pobres resultados de los
142 anteriores.

143 c) En cuanto al servicio de lucha contra el cambio climático, a nivel básico su
144 estado se considera bueno, observándose gran cantidad de raíces (fuente de entrada
145 de C al suelo) y coloración oscura del suelo.

146 El análisis de indicadores avanzados (Tabla 4) corrobora en términos generales
147 el diagnóstico aceptable de las siete parcelas de Arkaute, con valores entre 6,3 y 6,9.
148 Esta leve mejoría respecto al diagnóstico básico se debe al buen estado general de las
149 propiedades microbianas edáficas, medidas únicamente a nivel avanzado.

150 a) Conservación de la biodiversidad. La diversidad funcional bacteriana
151 determinada mediante las placas ECO-Biolog^R mostró altos valores en general (índice
152 de Shanon varió entre 3,75 y 4,12).

153 b) Conservación de suelo. Asimismo, los indicadores avanzados de actividad y
154 abundancia microbiana analizados mostraron valores máximos (9) en comparación con
155 los valores de referencia de las TSAP, si bien es cierto que su cociente metabólico indica
156 que hay un margen de mejora en cuanto a la eficiencia del metabolismo microbiano
157 (excesiva respiración por unidad de biomasa). A nivel de fertilidad del suelo, los
158 macronutrientes analizados (N, P y K) reflejaron valores altos, incluso excesivos (riesgo
159 de lixiviación) para el P (>45 ppm) en las parcelas 1, 2, 4 y 5; y para el K (>350ppm) en
160 las parcelas 1 y 2.

161 c) Por último, para determinar el estado del servicio de lucha contra el cambio
162 climático, a nivel avanzado se determinaron las emisiones de CO₂ del suelo y su
163 contenido en materia orgánica. Las emisiones estuvieron siempre por debajo de 1,5 g
164 CO₂/m₂ h (valor de referencia por debajo del cual se consideran bajas, es decir,
165 “buenas” en este caso). Igualmente, los valores de materia orgánica variaron entre
166 4,8% y 11,4%, y por tanto estuvieron siempre por encima del valor de referencia (4%
167 en suelos de valle) por encima del cual se consideran altos, es decir, “buenos” en este
168 caso. Por estas razones, el diagnóstico global de este servicio resultó bueno, con valores
169 que oscilaron entre 6,5 y 7,3.

170 Haciendo un análisis más pormenorizado, en el caso de Roncesvalles (manejo
171 ecológico; pastoreo dirigido) encontramos, a nivel básico (Tabla 5):

172

173 a) En relación al servicio de la conservación de la biodiversidad), a pesar de que
174 la diversidad de macrofauna fue de nuevo moderada (≤ 5 tipos detectados) la mejora
175 frente a lo observado en Arkaute se debe principalmente a la presencia de árboles en
176 los márgenes de la parcela, además del estrato herbáceo.

177 b) En cuanto al servicio conservación del suelo, se observó una menor
178 compactación que facilitó la infiltración del agua de lluvia en el suelo y con ello una
179 reducción de los riesgos de erosión hídrica. No obstante, se observaron diferencias
180 notables entre parcelas, obteniéndose diagnósticos favorables en la parcela 2, frente a
181 valores más bajos en la parcela 6, donde el agua vertida simulando una hora de lluvia
182 fuerte-muy fuerte (30 mm/h) necesitó 60 minutos para infiltrarse en el suelo.

183 c) En relación al servicio de lucha contra el cambio climático, a nivel básico su
184 estado se considera bueno tal y como ocurría en Arkaute, observándose gran cantidad
185 de raíces y coloración oscura del suelo.

186 El análisis de indicadores avanzados de las TSAP (Tabla 6) corrobora el
187 diagnóstico aceptable de las siete parcelas de Roncesvalles :

188 a) Servicio de Biodiversidad. Tal y como ocurría en Arkaute, los análisis en placas
189 ECO-Biolog^R mostraron altos valores de diversidad funcional bacteriana (índice de
190 Shannon varió entre 4,1 y 4,6, considerándose “bueno” a partir de 4). Del mismo modo,
191 los indicadores avanzados de actividad y abundancia microbiana analizados mostraron
192 valores máximos (9) en comparación con los valores de referencia de las TSAP, aunque
193 en esta ocasión su cociente metabólico es aún más alto que en Arkaute (0,15-0,21 en
194 Roncesvalles, lo que supone una nota aproximada de 1 sobre 9). Esto indica una baja
195 eficiencia del metabolismo microbiano (alta respiración por unidad de biomasa) que
196 podría estar reflejando algún tipo de estrés microbiano, por lo que será importante
197 monitorizar este parámetro en el futuro.

198 b) A nivel del servicio de conservación del suelo, la fertilidad del suelo, los
199 macronutrientes analizados (N, P y K) reflejaron valores medios en general, aunque las
200 parcelas 3 y 4 mostraron valores bajos en K (<80ppm).

201 c) Por último, en relación al servicio de lucha contra el cambio climático, las
202 emisiones de CO₂ del suelo fueron medias (1,35-2,43 CO₂/m² h), al igual que los
203 valores de materia orgánica (tratándose de suelos de montaña), los cuales variaron
204 entre 6,7% y 8,6%. Por estas razones, el diagnóstico global de este servicio resultó
205 aceptable.

206 **Discusión**

207 Obviando las diferencias entre parcelas, el diagnóstico global de salud (de
208 acuerdo a las TSAP) es aceptable en ambos emplazamientos (Arkaute-pastos de valle y
209 Roncesvalles-pastos de montaña), lo cual indica que algunas explotaciones en sistema
210 convencional manejan adecuadamente las parcelas. No obstante, hay parámetros
211 mejorables como el estado del servicio de conservación de la biodiversidad en los
212 pastos de Arkaute, tanto a nivel superficial (estratos vegetales) como edáfico
213 (macrofauna). Asimismo, en este emplazamiento se detectaron problemas edáficos de
214 compactación-capacidad de infiltración y de acumulación de nutrientes en el suelo que
215 aumentan los riesgos de erosión y eutrofización de los cursos fluviales
216 (respectivamente).
217

218 En Roncesvalles estos problemas parecen ser menores, aunque la mayor
219 heterogeneidad entre parcelas dificulta la extracción de conclusiones generales. Por el
220 contrario, parece intuirse un posible estrés microbiano que podría explicar el aumento
221 de la respiración microbiana que contribuye al aumento de las emisiones de CO₂, lo
222 cual limita el papel del suelo como sumidero de carbono atmosférico y, por
223 consiguiente, el servicio de Lucha contra el Cambio Climático de estos agroecosistemas.
224

225 **Acknowledgements**

226 El trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos LIFE SOIL MONTANA-
227 LIFE10 NAT/ES/579) y LIFE REGEN FARMING (LIFE12 ENV/ES/232).
228

229 **References**

230 MANDALUNIZ N., IMAZ M., SAEZ J., ETXEBERRIA A., ALDEZABAL A., ARRANZ J.,
231 RUIZ R. (2014). Propuesta de una alternativa de gestión sostenible del pastoreo en
232 explotaciones ganaderas. Disponible en: [http://www.pastoscantabria2014.es/textos/
233 comunicaciones/srs7.pdf](http://www.pastoscantabria2014.es/textos/comunicaciones/srs7.pdf)

234 MIJANGOS I., ALBIZU I., MARTÍN I., ANZA M., MENDARTE S., EPELDE S. Y
235 GARBISU C. (2012) Tarjetas de salud de los agroecosistemas-ecosistemas pastorales.
236 Disponible en: [http://www.soilmontana.com/wp-content/uploads/2011/12/FICHAS-
237 CARPETA-OK-traz.pdf](http://www.soilmontana.com/wp-content/uploads/2011/12/FICHAS-CARPETA-OK-traz.pdf)
238

239

Tabla 1. Características agroclimáticas de las zonas de estudio.

Zona estudio	Ubicación	Altitud	Lluvias	Tª media
Arkaute	País Vasco	600 m	760 mm	11 °C
Roncesvalles	Navarra	940 m	2200 mm	9 °C

240

241

242

Tabla 2. Detalles del tipo de rebaño (número de cabezas, sistema productivo, tipo de pastoreo).

Zona estudio	Nº animales	Sistema productivo	Tipo de pastoreo
Arkaute	200	Convencional	Libre
Roncesvalles	400	Ecológico	Dirigido

243

244

245

Tabla 3. Diagnóstico *básico* de los servicios ecosistémicos evaluados en las parcelas de Arkaute, según las TSAP (puntuación 1-9).

Nº parcela	BIODIVERSIDAD	SUELO	CLIMA	DIAGNÓSTICO BÁSICO
1	4,5	4,4	7,0	5,3
2	4,9	5,6	7,0	5,8
3	4,7	5,5	7,0	5,7
4	5,7	5,4	6,5	5,9
5	5,3	4,4	7,0	5,6
6	5,5	4,9	7,0	5,8
7	5,3	5,1	7,3	5,9

246

247

*Dentro de una escala de 1 a 9 se consideran “buenos” los valores comprendidos entre 7 y 9; “regulares” entre 4 y 6; “malos” entre 1 y 3.

248

249

250

Tabla 4. Diagnóstico *avanzado* de los servicios ecosistémicos evaluados en las parcelas de Arkaute, según las TSAP (puntuación 1-9).

Nº parcela	BIODIVERSIDAD	SUELO	CLIMA	DIAGNOSTICO AVANZADO
1	4,8	6,5	7,5	6,3
2	5,5	6,3	7,3	6,4
3	5,5	7,5	7,4	6,8
4	6,5	6,6	8,0	7,0
5	6,5	6,5	7,7	6,9

6	6,6	6,9	7,2	6,9
7	6,5	7,1	6,9	6,8

251 *Dentro de una escala de 1 a 9 se consideran “buenos” los valores comprendidos entre 7 y 9;
252 regulares” entre 4 y 6; “malos” entre 1 y 3.

253

254 Tabla 5. Diagnóstico *básico* de los servicios ecosistémicos evaluados en las parcelas de
255 Roncesvalles, según las TSAP (puntuación 1-9).

Nº parcela	BIODIVERSIDAD	SUELO	CLIMA	DIAGNÓSTICO BÁSICO
1	5,7	6,1	8,0	6,6
2	5,7	7,0	7,3	6,6
3	6,1	5,8	7,0	6,3
4	5,9	6,2	7,0	6,4
5	5,9	5,3	6,3	5,8
6	5,9	4,6	6,5	5,7
7	5,9	6,2	7,0	6,3

256 *Dentro de una escala de 1 a 9 se consideran “buenos” los valores comprendidos entre 7 y 9;
257 “regulares” entre 4 y 6; “malos” entre 1 y 3.

258

259 Tabla 6. Diagnóstico *avanzado* de los servicios ecosistémicos evaluados en las parcelas
260 de Roncesvalles, según las TSAP (puntuación 1-9).

Nº parcela	BIODIVERSIDAD	SUELO	CLIMA	DIAGNÓSTICO AVANZADO
1	6,5	6,1	5,2	5,9
2	6,5	6,0	5,0	5,8
3	6,8	6,0	5,7	6,2
4	7,2	6,0	5,1	6,1
5	6,3	5,9	5,3	5,8
6	6,2	6,1	5,4	5,9
7	6,5	6,2	5,1	6,0

261 *Dentro de una escala de 1 a 9 se consideran “buenos” los valores comprendidos entre 7 y 9;
262 “regulares” entre 4 y 6; “malos” entre 1 y 3.

263

264

265 Figura 1. Imagen de la finca de Arkaute con sus 7 parcelas.



266
267
268
269
270
271
272

Figura 2. Imagen de la finca de Roncesvalles con sus 7 parcelas.

