

Autonomía en alimentación con pastos de montaña



Sistema de producción ecológica de leche de ovino

La optimización de los procesos de producción de leche de oveja en ecológico en montaña ha sido el trabajo principal desarrollado de forma continua desde 2003 por INTIA-División ITG en la Finca Experimental de Roncesvalles. Con el desarrollo de varios proyectos y experiencias se ha alcanzado un alto grado de autonomía en alimentación. Se ha llegado a la autonomía total en forrajes y sólo se emplean recursos para conservar, mediante ensilado, el forraje necesario para las épocas en las que las circunstancias meteorológicas impiden el pastoreo. Toda la alimentación durante el periodo de ordeño, de abril a agosto, se satisface, casi exclusivamente, mediante pastoreo dirigido.

En este artículo se exponen los resultados obtenidos respecto a la evolución de los parámetros clásicos de fertilidad. En la finca de Roncesvalles se desarrolla desde 2013 el proyecto experimental Life Regen Farming (Life ENV/ES/000232.), cuyo desarrollo se puede seguir en <http://www.regenfarming.eu>, y que aborda aspectos relacionados con el proceso de alimentación en su globalidad.

José Luis Sáez Istilart, Luis Echeverría Echavarren, Pedro Juan Karrika Narvaiz

INTIA

La finca de Roncesvalles se organiza fundamentalmente en torno a cuatro procesos básicos: Ordeño, Recría, Reproductivo y Alimentación. Mediante este último se abordan todas las tareas y actividades dedicadas a la obtención alimentos de producción propia para el ganado y la gestión de las materias primas externas adquiridas para ello. En una primera etapa de estudio, del año 2004 al 2009, los consumos de concentrado medio anual, se sitúan en torno a 85 kg por oveja presente y año para una producción anual media por oveja presente de alrededor de 110 litros, que derivan en unos 0,80 kg de concentrado por litro de leche vendido, cantidad muy inferior a la que consumen las explotaciones convencionales de raza latxa en Navarra.

Tabla 1. Evolución de censos y superficie agraria empleada

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Número medio de animales reproductores. (Ovejas)	384	334	302	307	306	344	341	343	321	300	371
Superficie de fondo de valle dedicada al rebaño ovino (ha)	25	25	25	31	30	27,5	33	34	36	36	36
Superficie de pastos de puerto de montaña (ha)	16	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Elaboración propia. Plan de producción Finca Experimental de Ovino de Roncesvalles.

Se alcanza en este periodo una cobertura de aproximadamente el 85% de la energía total necesaria para el ganado y del 70% de la proteína a partir de alimentos de producción propia. Las principales importaciones medias anuales de este proceso, por su valor y cantidad, entre los años 2004 a 2013, han sido de 29.500 kg de concentrado y 26.500 kg de paja para camas, para unos censos medios de unas 350 ovejas, y una superficie agraria empleada que se expresa en la **Tabla 1**.

Estas metas, describen en gran parte la peculiaridad de esta explotación, por encima incluso de su certificación ecológica, y son también de gran utilidad para explotaciones de ovino lechero en producción convencional si se adapta la técnica a la superficie disponible y las condiciones ambientales de cada caso.

Determinados estudios en el entorno de la producción ecológica abordan aspectos parciales de los sistemas. Pero, aún más en ecológico, no se puede desligar la evolución de unos índices de un proceso de los de otros, ni tampoco de su estudio económico global. La evaluación económica y la descripción de la autonomía alimentaria cobran verdadero sentido como índice si se acompañan de un estudio de la evolución de la fertilidad resultante. Si ésta no se mantuviese en el tiempo, se desconsideraría una externalidad negativa en los resultados técnicos y económicos obtenidos. Sin embargo hasta ahora no se había publicado un análisis específico de la evolución de la fertilidad del sistema de producción de ovino lechero de la finca de experimental de ovino en Roncesvalles, debido fundamentalmente a que en esta disciplina se deben considerar periodos de desarrollo amplios. La gestión de la fertilidad del suelo en Roncesvalles es una de sus principales actividades del proceso de alimentación y su evolución es un índice importantísimo para explicar la buena gestión del mismo.

Durante once años, la fertilización en Roncesvalles se ha gestionado bajo un criterio de racionamiento de las aportaciones de residuos orgánicos de acuerdo a las necesidades de macro nutrientes básicos, como el fósforo y el potasio. Se confía la fertilización nitrogenada a los procesos normales de mineralización o inmovilización de la materia orgánica y a la fijación de este elemento por parte de leguminosas. Por tanto este sistema de producción se somete a la evolución anual de la actividad de microorganismos del suelo, fundamentalmente hongos y bacterias.

CONDICIONES DE DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En este apartado se seleccionan los condicionantes que más consecuencias tienen sobre el desarrollo de la experiencia, que se unen al criterio de INTIA de compatibilizar la máxima autonomía respecto a la alimentación del ganado con resultados económicos aceptables.

Condicionantes respecto a racionamiento del ganado

Los reglamentos de producción ecológica limitan de forma clara el concentrado en las raciones diarias del ganado. El concentrado consumido diariamente no puede ser mayor del 40% de la materia seca total ingerida, excepto durante los tres primeros meses de la lactación en los que se permite que éste sea del 50%. Este aspecto legislativo se ha cumplido estrictamente y, junto con el criterio de valor de INTIA, conduce a elegir una fecha de partos cercana a mediados de marzo, y a la necesidad de producir forrajes con gran valor nutricional, con buenas condiciones higiénicas y mediante ensilado. Los concentrados adquiridos para alimentación son procedentes de agricultura ecológica certificada.

Condicionantes respecto a fertilizantes disponibles en ecológico

La reglamentación impide totalmente el empleo de fertilizantes de origen químico y el mercado de fertilizantes ecológicos comerciales fundamentalmente se dirige al ámbito de la horticultura y fruticultura, bien diferente al contexto de la producción de alimentos para el ganado. En el caso de los fertilizantes comerciales ecológicos propuestos para praderas, la valoración de su contenido en fósforo, potasio y nitrógeno, frente a su precio, ha conducido en el desarrollo de esta experiencia a considerar sólo los residuos orgánicos ganaderos importados como única alternativa. La reglamentación de producción ecológica sólo permite aplicaciones de enmiendas orgánicas que supongan un máximo de 170 unidades fertilizantes de nitrógeno (N) por hectárea y año. Esto puede expresarse como el contenido de unas 30-35 t de estiércol por hectárea.

En contextos similares y en condiciones normales, en producción convencional, en praderas se acostumbra a recomendar unas 140 UF (Unidades Fertilizantes) de N de forma mineral y, además, se permiten adicionalmente aportaciones de residuos orgánicos que no superen en sí 250 UF de N por ha. En zonas vulnerables se limita a 170 UF la cantidad de N que se puede aportar mediante residuos orgánicos. Como vemos, el contexto legal es muy diferente, pero se asemeja más si consideramos las limitaciones de gasto que suponen los precios de fertilizantes químicos respecto a la facturación de estas explotaciones.

Las densidades ganaderas máximas permitidas para percibir subvenciones por producción ecológica son de entre 1 y 1,4 Unidades de Ganado mayor por hectárea (6,6 a 9,3 ovejas por ha). Si se pretendiera aplicar estiércol en toda la superficie agraria disponible de acuerdo a satisfacer las dosis máximas de nitrógeno por hectárea por medio exclusivamente de aplicación de residuos orgánicos, se debería generar durante el periodo de estabulación una cantidad mínima de entre 3,2 y 4,6 t por oveja y año. Sin embargo, debido a la alta intensidad del pastoreo en tiempo y cantidad consumida, la media anual de residuos orgánicos distribuidos propios, por oveja y año, ha rondado las 0,6 t. La cantidad media de residuos orgánicos propios empleados en la superficie de fondo de valle ha sido de 6,3 t por hectárea. Estos datos anuales completos se muestran en la **Tabla 2**.

Condicionantes económicos

Si bien en esta experiencia concreta no se ha conseguido prácticamente ningún sobreprecio por el hecho de que el producto sea ecológico, no hay en Navarra una muestra de tamaño adecuado en el mismo entorno comercial para considerar que éste pudiera darse. Sólo hay cuatro ganaderos en nuestra comunidad en producción de ovino lechero ecológico y ninguno de ellos vende la leche sino que elabora queso. El precio del litro de leche obtenido por INTIA a lo largo de la experiencia ha sido de 0,86 a 1 € por litro en el periodo 2004 a 2008 y un tanto más alto, en torno a 1,10 €, en los años posteriores. El precio aproximado del kilo vivo de cordero lechal vendido como ecológico a mayoristas es de 3,4 € y, por tanto, tampoco ha tenido una valorización por otra parte esperada. Los precios de los concentrados ecológicos

duplican con creces el precio de aquellos con el mismo valor nutritivo en convencional, de modo que en el caso de Roncesvalles el precio adecuado de la leche para al menos alcanzar la misma rentabilidad que la de una explotación similar en convencional (por otro lado escasa) estaría en torno a 1,3 € por litro.

MEDIOS EMPLEADOS EN LA EXPERIENCIA

Los suelos objeto de estudio pertenecen a tres grupos: laderas de erosión con 3 a 5% de pendiente; laderas de erosión fuerte con 20-30% de pendiente y fondos de vaguada. Las parcelas de fondo de valle se encuentran en el rango de 950 a 1000 metros de altitud sobre el nivel del mar. Las texturas en la capa de suelo más superficial, explorada por los cultivos normalmente empleados, oscilan entre Franca, Franco Arcillosa, Franco Arcillo Limosa y Franco Limosa. Estos horizontes más superficiales contienen de un 19 a 28% de arena, de un 49 a 60% de limos, y de 19 a 28% de arcilla. Tienen un buen drenaje superficial, una buena permeabilidad y su infiltración es buena o normal.

Como principal consecuencia de la descripción climática recogida en anteriores publicaciones sobre esta finca, destacaremos la no coincidencia entre precipitaciones y temperaturas adecuadas a los cultivos posibles. Esto unido al tipo de suelo, con una alta proporción textural de arenas y limos, deriva en que la **evapotranspiración de las praderas** (principal factor explicativo del crecimiento de este tipo de cultivos) en Roncesvalles sea limitada. Además dentro de los meses con temperaturas adecuadas a la producción de forrajes, de mayo a septiembre, nos encontramos con variaciones interanuales de más de 200 litros de precipitaciones para el mismo mes. Siendo este un gran inconveniente para planificar la conducción de cultivos, sobre todo los anuales. Desde el año 2002, los cultivos elegidos para el desarrollo del plan de producción son praderas artificiales sembradas con raigrases (*Lolium perenne*, *Lolium hybridum*, *Lolium multiflorum*), festucas (*Festuca arundinacia*), Dactilo (*Dactylis glomerata*) y tréboles (*Trifolium pretense* y *Trifolium repens*). En rotación con estas praderas, en algunas de las parcelas de fondo de vaguada, se cultiva maíz forrajero (*Zea Mays*) de ciclo ultra-

Tabla 2. Evolución de los residuos propios anuales distribuidos (Toneladas)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Residuos propios extendidos	361	133	35	317	351	174	114	200	120	25	235
Por hectárea	14,5	5,3	1,4	10,2	11,7	6,3	3,4	5,9	3,3	0,7	6,5
Por oveja	0,9	0,4	0,1	1,0	1,1	0,5	0,3	0,6	0,4	0,1	0,6

Elaboración propia a partir de datos de control de fertilización y distribución de residuos. Proceso de alimentación. Finca experimental de ovino de Roncesvalles.



corto adaptado a la limitada integral térmica de la zona a razón de unas 4 ha por año.

En la finca se emplea la raza lacha ecotipo “cara negra” o “burubeltz”.

El entorno de producción medio por oveja presente es de 110 litros por año y las salidas anuales más importantes del plan de producción son de 27.000 a 37.000 litros de leche y aproximadamente 250 corderos lechales de 11 kilos de peso vivo. La finca produce de media unas 200 toneladas de residuos orgánicos propios anualmente. No obstante se han importado ciertas cantidades de gallinaza y/o de estiércol ovino en determinados años.

METODOLOGÍA

La pauta de gestión de la fertilización seguida en esta finca es bastante elemental y está adaptada a partir de métodos clásicos y semejantes entre sí propuestos en múltiple bibliografía divulgativa.

Agupación de parcelas de acuerdo a su uso

De acuerdo al plan de producción establecido previamente en las parcelas se establecen dos grupos de acuerdo a su manejo principal:

- **Parcelas de corte y pastoreo**, que se aprovechan mediante corte y también mediante pastoreo.
- **Parcelas de pastoreo**, en las que exclusivamente se pastorea.

El pastoreo en ambos grupos de parcelas se realiza desde 2005 mediante lo que podríamos llamar pastoreo dirigido. Este método de aprovechamiento se ha aplicado en una evolución ascendente en su grado de detalle e intensidad desde 2002, llegando a su culmen en los años 2011 a 2014, coincidiendo con el desarrollo de las acciones del proyecto Life Regen Farming. La denominación de parcelas de cada grupo y su superficie se recoge en las **Tablas 3 y 4** y es la misma denominación que la que se emplea actualmente en el desarrollo de acciones del proyecto Life Regen Farming.

Control de la fertilidad e interpretación de resultados analíticos

Tabla 3. Nombre y superficie de las parcelas de pastoreo en Finca de Roncesvalles

Parcela	Superficie (ha)
Las piedras	1,7
Manzanal	2,3
Berekoborda 1	1,9
La cuesta	2
Larremear	3,4

Tabla 4. Nombre y superficie de las parcelas de corte y pastoreo en Finca de Roncesvalles

Parcela	Superficie (ha)
Berekoborda 2	2,0
Carmelo medio	6,9
2º soroluze 1	3,5
2º soroluze 2	3,8
2º soroluze 3	3,4
2º soroluze 4	2,5
1º soroluze	9,8
1º soroluze llano	3,5
La virgen	1,6

Cada año en otoño se recogen muestras de suelo de una profundidad de 10 cm durante el periodo de parada vegetativa del cultivo, principalmente a mediados del otoño. Los análisis son realizados por la empresa pública Nasertic S.A. Los parámetros analizados y la respectiva metodología empleada es:

- **PH:** Dilución 1:2,5 en agua y medida directa.
- **Fósforo:** Método Olsen.
- **Potasio, Calcio y Magnesio:** Extracción con acetato amónico y medición por ICP OES.
- **Aluminio y protones:** Volumetría.

- **CIC efectiva:** Cálculo aritmético.
- **Densidad:** Volumetría/Gravimetría.
- **Materia orgánica oxidable:** Oxidación - Volumetría.
- **Porcentaje total de Nitrógeno:** Método Dumas.
- **Relación Carbono/Nitrógeno:** Cálculo aritmético.

Se establece una calificación de los niveles encontrados para fósforo y potasio respectivamente, expresados en mg de P o K por litro según se recoge en la **Tabla 5**, (MAFF 1994). Si el pH está por debajo de 5,5 se califica como de “muy ácido”, entre 5,5 y 6,5 se califica como ácido, entre 6,5 y 7,3 se considera neutro y por encima de 7,3 se considera alcalino.

Control, manejo e inventariado de los residuos disponibles

Cada año se inventarían los residuos orgánicos disponibles en cuanto a su cantidad y calidad. Las cantidades se miden por aproximación a partir del pesaje de algunas cargas completas de los carros de trasiego y distribución habitualmente empleados. No se puede asumir el trabajo que supone el pesaje de todas las cantidades de residuos generados, por tanto las cantidades son aproximadas. No obstante, respecto al grado de precisión normal en su aplicación, su riqueza en nutrientes y las posibilidades de posibles ajustes anuales, se ha considerado como suficiente para las pretensiones de

Tabla 5. Niveles de fertilidad de acuerdo a niveles P y K (miligramos por litro)

Criterios de evaluación de los niveles de fertilidad de acuerdo a MAFF 1994					
Nivel de P en mg/l	De 0 a 10	De 10 a 16	De 16 a 26	De 26 a 46	Mayor a 46
Nivel de fertilidad considerado	0	1	2	3	Over 3
Nivel de K en mg/l	De 0 a 61	De 61 a 121	De 121 a 241	De 241 a 401	Mayor que 401
Nivel de fertilidad considerado	0	1	2	3	Over 3

El documento que recoge el informe completo con todos los datos del estudio detallados ha sido publicado en el libro de actas del **XI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica** (www.agroecologia.net).

Vista de la Finca de Roncesvalles



este trabajo. Para la evaluación de la calidad se emplean los valores recogidos en bibliografía. Además de los valores obtenidos a partir de analíticas propias a los que, dada la variabilidad del contenido de nutrientes de este tipo de productos, se les da importancia sólo como verificación de su semejanza a los que aparecen en la bibliografía pues ésta propone valores a partir de muestras más amplias. Fundamentalmente, además del estiércol ovino propio, como importaciones se ha podido disponer de estiércol de vacuno en régimen extensivo, gallinaza de producción de pollos y estiércol ovino de ganaderías extensivas.

Los contenidos medios en fósforo y potasio considerados a la hora de racionalizar su aplicación han sido de 4 unidades fertilizantes de fósforo por tonelada de estiércol ovino y 12 de potasio. En el caso del estiércol de vacuno importado se ha considerado una riqueza de 2,3 y 9 unidades fertilizantes respectivamente por tonelada. Para la gallinaza (residuo orgánico de camas de aves en cebo) se han considerado valores de unidades fertilizantes de fósforo y potasio de 22 y 15 respectivamente. Las cantidades medias de nitrógeno consideradas para los dos tipos de estiércoles, a la hora de limitar la cantidad de aplicación permitida por ley, han sido entre 4 y 5 unidades fertilizantes por tonelada en los estiércoles de ovino y vacuno, y de casi 3 veces más para la gallinaza.

El compostaje de los residuos orgánicos, dado el trabajo y gasto que requiere, se ha aplicado en su mayor o menor grado pero sólo cuando ha existido una necesidad. Las grandes cantidades de paja empleada en las camas de los animales de por sí genera un residuo con una buena relación Carbono/Nitrogeno. Se realiza sólo en casos en los que su grado de maduración hasta la aplicación no sea el deseable, porque se vaya a aplicar en superficies aprovechadas en pastoreo y se pretenda minimizar los rechazos o por ser de procedencia externa a la explotación. Se realiza mediante compostadora de estiércol, mediante el propio movimiento

de traslado o cambio de posición y mediante el empleo del carro estercolador para su aireado en los movimientos de carga, traslado y descarga.

Criterio de aplicaciones de residuos orgánicos y enmiendas cálcicas

Por su movilidad y facilidad de lavado, los efectos del nitrógeno dependen mucho del momento de aplicación respecto a las necesidades de la planta. Se asume que el nitrógeno puesto a disposición de las plantas, a partir del aporte de los residuos orgánicos, queda a expensas de las condiciones ambientales del suelo que influyen directamente en los ritmos de los procesos de aporte de nitrógeno mineral inmediato, de mineralización de la materia orgánica fácilmente mineralizable y de la mineralización lenta a partir de la materia orgánica humificada.

En los procesos de mineralización e inmovilización del nitrógeno y en los de transferencia de nitrógeno entre especies vegetales hay una gran intervención de la micro fauna del suelo. Microorganismos como hongos y bacterias, cuya actividad se ve afectada en sí misma por el ambiente. Las bacterias en simbiosis con las leguminosas también varían su actividad de acuerdo al ambiente.

A consecuencia de los condicionantes legales sobre el tipo y la cantidad de fertilizantes a aplicar, de la escasa disposición de residuos orgánicos propios disponibles y de la influencia de las condiciones ambientales sobre el ciclo del nitrógeno, se ha adoptado un criterio conservador respecto a la racionalización de los residuos orgánicos a manejar: se satisfacen en primera instancia los niveles de fosfato y potasio recomendados de acuerdo al nivel de fertilidad detectado, a la predominancia de cada tipo de aprovechamiento, a la especie vegetal dominante y al tipo de aprovechamiento y la especie animal en el caso de pastoreo.

El compostaje de estiércol con compostadora: una herramienta, no un fin



Tabla 6. Recomendaciones de Unidades Fertilizantes de fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). Caso de parcela de corte y pastoreo. MAFF 1994.

Tipo	P_2O_5					K_2O					Porcentaje de aprovechamiento de cada tipo
	0	1	2	3	Ov3	0	1	2	3	Ov3	
Pradera establecida con trébol pastando	60	40	20	0	0	60	30	0	0	0	20
Pradera en corte para silo mayor digestibilidad	150	90	60	30	0	420	320	220	110	0	80
Recomendaciones de acuerdo con los porcentajes en unidades fertilizantes por ha	132	80	52	24	0	348	262	176	88	0	----

Tabla 7. Recomendaciones de Unidades Fertilizantes de fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). Caso de parcela de pastoreo MAFF 1994.

Tipo	P_2O_5					K_2O					Porcentaje de aprovechamiento de cada tipo
	0	1	2	3	Ov3	0	1	2	3	Ov3	
Pradera establecida con trébol pastando	60	40	20	0	0	60	30	0	0	0	100
Recomendaciones de acuerdo con los porcentajes en unidades fertilizantes por ha	60	40	20	0	0	60	30	0	0	0	----

Cuando los aprovechamientos son mixtos, pastoreo y corte, se ponderan las aportaciones necesarias de acuerdo al porcentaje estimado de cada aprovechamiento. Las **Tablas 6 y 7** detallan las recomendaciones propuestas por MAFF 1994 para dos diferentes casos: de corte y pastoreo, y sólo corte.

Las recomendaciones se expresan en unidades fertilizantes. En esta experiencia se aporta a cada parcela la cantidad de residuo orgánico que satisfaga el alcance de lo recomendado para el nutriente más limitante: fósforo o potasio, asumiendo un exceso de aporte del otro.

Las parcelas en las que se va a intercalar maíz con la pradera reciben aproximadamente cantidades de residuos que superen el doble de aportes que los necesarios para una pradera artificial aprovechada mediante corte, pero siempre limitadas por al máximo de 170 unidades fertilizantes (U.F.) de nitrógeno por hectárea.

Con esta pauta de aportaciones se reparte todo el estiércol disponible de acuerdo a necesidades. En caso de que algún año las cantidades de residuos disponibles hayan sido superiores a las necesidades de todas las parcelas de acuerdo a este criterio, y siempre que no se supere el límite de 170 UF de N/ha, se reparten cantidades adicionales a las parcelas de corte y pastoreo con el criterio fundamental de elevación de la materia orgánica. No obstante esta circunstancia se da pocas veces porque, en ocasiones, incluso se han adquirido residuos sólo para satisfacer el fósforo y potasio necesarios.

Si el pH está por encima de 5,5 no se considera la necesidad de intervención. Si éste baja por debajo de 5,5 se calcula la Acidez Cambiable y la Capacidad de Intercambio catiónico. Si este cociente expresado en porcentaje supera el 10%, se asume como porcentaje de Aluminio, se considera que el suelo debe recibir una enmienda cálcica. Se aplican entonces 3.500 kg de arena caliza fina por hectárea (diámetro menor a 2,5 mm) con un contenido en carbonatos de aproximadamente el 96%.



RESULTADOS

En lo relativo a parámetros de fertilidad, en esta experiencia se recogen los datos recopilados desde el año previo a la entrada en producción ecológica, hasta 2013. Durante los primeros años no se ha dispuesto de los parámetros de MO, Nitrógeno total o relación entre carbono y nitrógeno.

Autonomía en residuos orgánicos empleados

En la **Tabla 8** se expresa la evolución del balance de importaciones y exportaciones de residuos orgánicos en las parcelas empleadas para el proceso de alimentación de ovino a lo largo del periodo de producción ecológica. A partir de la media anual del total de residuos de cada fila y considerando la riqueza relativa de nutrientes de ovino como de aproximadamente 1,5 respecto a los residuos de vacuno, y de 2 para los residuos de gallinaza, resulta que, de forma aproximada, el sistema ha importado nutrientes en una cantidad anual equivalente a unas 90 toneladas de estiércol de vacuno, o 60 de ovino para toda la superficie empleada. Aspecto que económicamente queda recogido como un gasto.

La mayoría de aportaciones de residuos orgánicos las han requerido las parcelas de corte y pastoreo en una proporción media de 2,6 veces respecto a las de pastoreo exclusivo. Estos datos se recogen en **Tabla 9**.

Evolución de parámetros de fertilidad

El sentido de este trabajo es un análisis global de la evolución de la fertilidad de cada grupo de parcelas, por ello, para expresar la evolución de cada índice, se emplea el valor de la media ponderada de cada resultado analítico de acuerdo a la superficie de cada parcela de la que procede. Por tanto cada valor de fertilidad de cada parcela tiene un grado de importancia en la media de acuerdo a la superficie que representa. Se expondrán por una parte los resultados de las parcelas de corte y pastoreo y por otra los de las parcelas de corte por separado.

Evolución del contenido en Fósforo y Potasio del suelo en mg/l

Según se recoge en los **Gráficos 1 y 2**, podemos decir que en ambos grupos de parcelas se observa un descenso del nivel de fósforo, con tendencia a la estabilización en valores de fer-

Tabla 8. Evolución de los residuos propios distribuidos, importaciones y exportaciones

	Tipo	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total en la serie
Residuos totales de producción propia distribuidos en toneladas	Estiércol o compost de ovino	361	134	395	497	352	174	114	200	120	25	235	2608
Residuos orgánicos importados y distribuidos en toneladas	Residuos orgánicos vacuno	11	22	7	172	283	163	219	238	78	20	55	1269
	Gallinaza	0	0	92	118	0	0	0	0	0	0	0	210
	Estiércol o compost ovino	0	0	360	180	0	0	0	0	0	0	0	540
Residuos orgánicos de producción propia exportados en toneladas	Estiércol o compost ovino	253	0	53	225	105	12	30	80	23	25	180	986

Tabla 9. Cantidades de residuos aplicadas a parcelas de corte y pastoreo y a parcelas de pastoreo

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Toneladas de residuos orgánicos distribuidos en parcelas de pastoreo	11	0	17	133	71	66	70	87	15	20	10
Toneladas de residuos orgánicos distribuidos en parcelas de corte y pastoreo	109	156	425	430	469	281	243	271	175	137	115
Cantidad media de residuos orgánicos distribuidos en parcelas de pastoreo t/ha	1	0	1	12	6	6	6	8	1	2	1
Cantidad media de Residuos orgánicos distribuidos en parcelas de pastoreo t/ha	3	4	11	12	13	8	7	7	5	4	3
Proporción	3	---	7,9	1	2	1,3	1,1	1	3,6	2,1	3,5

Gráfico 1. Evolución del fósforo (P) en parcelas de corte y pastoreo

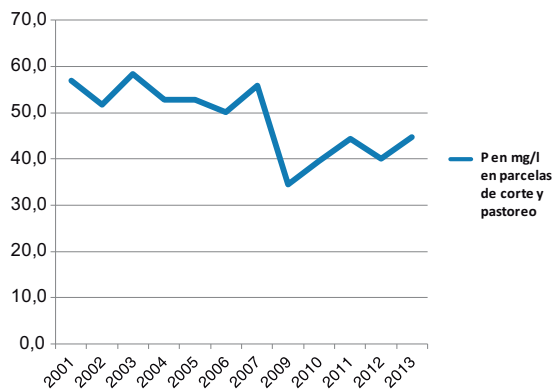


Gráfico 2. Evolución del fósforo (P) en parcelas de pastoreo



Gráfico 3. Evolución del potasio (K) en parcelas de corte y pastoreo

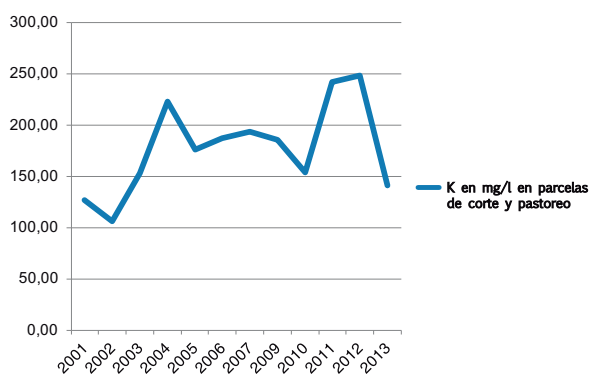
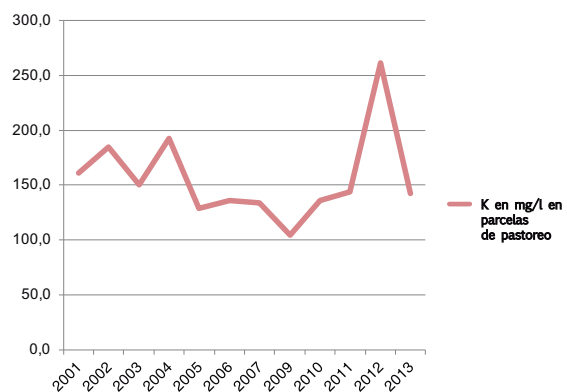


Gráfico 4. Evolución del potasio (K) en parcelas de pastoreo



tilidad que de acuerdo a MAFF 1994 no precisan de aportes de este nutriente si se pasta o muy ligeros si el aprovechamiento es mixto. Se podría considerar que el nivel de este nutriente era bastante elevado al inicio de la experiencia.

En los **Gráficos 3 y 4** se muestra la evolución de los valores de contenido en potasio del suelo. Muestran una línea medio estable pero con grandes variaciones interanuales para los dos

tipos de aprovechamientos considerados. El valor medio en el caso de las parcelas de corte y pastoreo se sitúa ligeramente por encima del de las parcelas de pastoreo.

Las parcelas de pastoreo no necesitarían prácticamente aportaciones en este sentido pero las de corte y pastoreo precisarían de cantidades de residuos más importantes para recuperar valores adecuados de acuerdo a MAFF 1994.



Acidez del suelo

Hay que precisar que la evolución del pH da una idea de la fertilidad en este sentido, pero es el porcentaje de aluminio, cuya evolución no se puede expresar porque sólo se calcula en caso de que el pH baje de 5, el parámetro decisivo para aplicar una enmienda caliza y corregir el pH. En 15 ocasiones, a lo largo de los 11 años de estudio, alguna de las nueve parcelas de corte y pastoreo ha manifestado por medio de los análisis la necesidad de una enmienda caliza. Este mismo parámetro con sólo 5 parcelas de pastoreo ha sido sólo de 4 veces.

Materia orgánica. Contenido en nitrógeno y relación con el carbono

La materia orgánica, según se observa en los Gráficos 5 y 6, ha presentado una evolución a la baja en los dos grupos de parcelas pero sigue presentando valores bastante altos y parejos en los dos grupos aunque las parcelas que también se cortan presenta un nivel medio ligeramente superior.

Los porcentajes de nitrógeno total del suelo han evolucionado en los dos grupos ligeramente al alza pero sin suponer grandes variaciones totales en este parámetro.

Las relaciones C/N presentan una tendencia a la baja casi siempre por encima de 10 pero llegando los últimos años a valores cercanos a 8.



todo el contenido en fósforo de las parcelas de pastoreo ha bajado desde la situación inicial pero esto no supone un problema respecto a los requerimientos con este tipo de aprovechamiento.

Cabe destacar que las parcelas de corte y pastoreo se han mostrado más sensibles respecto a problemas reales de bajadas de pH que aquellas que sólo se pastan.

El sistema no es autónomo totalmente en cuanto a fertilizantes y presenta unas entradas de residuos moderada. Para describir bien el sistema habría que considerar también entre sus principales entradas el equivalente a unas 60 toneladas de residuos de ovino anuales para toda la superficie empleada.

La pauta de trabajo establecida implica que no se realiza un seguimiento exhaustivo de la fertilización nitrogenada, que se confía fundamentalmente a los aportes de materia orgánica realizados de acuerdo a fósforo y potasio. La reserva de materia orgánica del suelo es muy notable, pero el sistema presenta un grado enorme de dependencia de las condiciones ambientales para su mineralización dentro de un clima difícil.

DISCUSIÓN

Las técnicas de gestión de fertilidad del suelo, empleadas en Roncesvalles de un modo básico, podrían considerarse bastante eficientes respecto a todos los parámetros de fertilidad considerados, ya que han conducido a mantenerlos como aceptables dentro de cada tipo de aprovechamiento. Sobre

Gráfico 5. Evolución del pH en parcelas de pastoreo

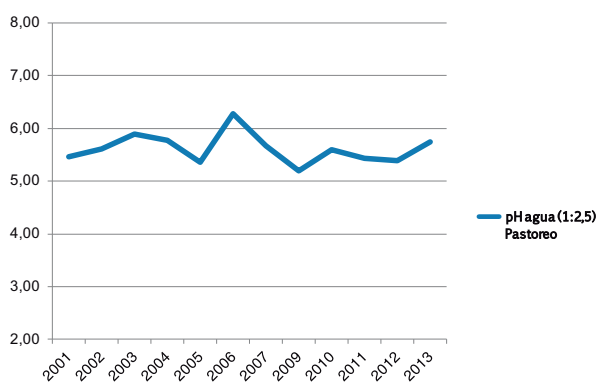
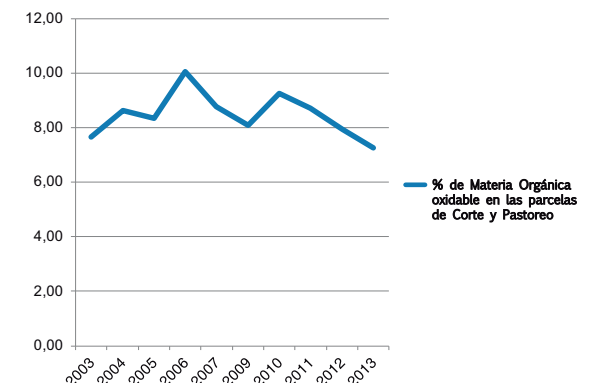


Gráfico 6. Evolución de la Materia Orgánica en parcelas de Corte y Pastoreo





CONCLUSIONES FINALES

Los **resultados económicos** de este sistema, que se han descrito en anteriores publicaciones, son muy comprometidos mientras no exista una mayor valoración del producto ecológico por parte del comprador de las producciones finales: carne y leche. El sistema de gestión de la fertilidad del suelo y los índices resultantes parecen avalar que los resultados técnico económicos que se han obtenido hasta ahora se han producido bajo una fertilidad que se puede asumir mantenida y, por tanto, no se habría producido una externalidad negativa al respecto.

El cumplimiento del plan de producción constata la **necesidad de insumos externos, no sólo en forma de piensos y paja sino también en forma de residuos orgánicos**. Este aspecto parece indicar que el grado de autonomía alimentaria, en las condiciones de desarrollo de la experiencia, pudiera estar a un nivel aceptable pero con escasas posibilidades de mejora.

Cuando se confía la fertilización nitrogenada a procesos en los que las condiciones ambientales y la intervención de organismos vivos juegan un papel aun más marcado que en agricultura convencional, su consideración dentro del concepto de fertilidad adquiere más relevancia. No obstante el empleo de nuevas, sencillas y más amplias formas descriptivas de la fertilidad, como las desarrolladas a través de las Tarjetas de Salud del Suelo (Desarrolladas en el proyecto Soil Montana (LIFE10 NAT/ES/000579), pueden ser la forma de reflejar aspectos a los que la evolución del concepto de fertilidad clásica da cada vez más importancia, y pudieran ser herramientas para la mejora.

El desarrollo del proyecto **Life Regen Farming**, que implica una descripción más amplia de la fertilidad de los suelos, asume el registro de las variables ambientales en el mismo y estudia a fondo el pastoreo dirigido, puede ayudar a avanzar en el dominio de procedimientos que faciliten el **mejor aprovechamiento de los recursos**.

Respecto a los índices de autonomía alimentaria, este estudio nos indica que, en lo relativo a los fertilizantes, se han producido importaciones para mantener una

evolución de nutrientes aceptable aunque a la baja. Por tanto profundizar en **reducir aún más la importación de nutrientes** del sistema puede parecer demasiado ambicioso.

Los residuos orgánicos son considerados como algo escaso en este tipo de sistemas y, por tanto, su uso racional e incluso la correcta gestión de las deyecciones durante el pastoreo son fundamentales. La mayor parte de nutrientes en forma de residuos orgánicos los requieren las parcelas de corte y pastoreo que son las que contribuyen a conseguir la alimentación de invierno. Las parcelas de pastoreo exclusivo casi no requieren aportaciones.

NUEVOS RETOS

En el entorno de trabajo de los técnicos que estudian estos sistemas de producción suscita mucha controversia conocer las consecuencias de la elección de la fecha de partos. Con la fecha de partos actual se tiene el compromiso de producir forrajes de muy alta calidad para casi tres meses de estabulación. Fechas de partos aún más tardías permitirían que el ganado, en mayo, cubriese sus altas necesidades nutricionales del periodo de parto mediante pastoreo dirigido de forma casi exclusiva. Los animales no tendrían grandes necesidades en la estabulación invernal, su gestación aún no estaría avanzada y la calidad de la hierba conservada necesaria para este periodo sería mucho más fácil de conseguir, incluso cumpliendo la legislación de producción ecológica. Se podrían buscar rendimientos mayores en kilos de forraje cortado y conservado por unidad de superficie empleada.

Sería interesante constatar si definitivamente esta estrategia conduce a resultados más sostenibles, reduciendo la cantidad de superficie a cortar, disponiendo más estiércol por hectárea y alcanzando una mayor autonomía con unos costes totales potencialmente inferiores y evidentemente empleando menos mano de obra. No obstante se reduciría a priori el periodo de ordeño pastando y en consecuencia la cantidad de leche vendida sería sensiblemente menor.