

# EVOLUCIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LECHE DE OVINO EN MONTAÑA, UN ÍNDICE DEL PROCESO DE ALIMENTACIÓN.

Sáez Istilart J.L. (1)

Echeverría Echavarren L. (2)

Karrika Narvaiz P.J. (2)

(1) División ITG. Instituto Navarro de Infraestructuras y Tecnologías Agroalimentarias s.a.(INTIA)  
Avenida Serapio Huici 22 (Edificio Peritos). C.P. 31610. Villava. Navarra.

[jsaez@intiasa.es](mailto:jsaez@intiasa.es)

Tfno. : 948013050- 669487329

Fax: 948013051

(2) División ITG. Instituto Navarro de infraestructuras y Tecnologías Agroalimentarias s.a.  
Finca Experimental de INTIA en Roncesvalles. Berrokoborda s/n. C.P. 31650.Roncesvalles. Navarra.

Tfno. : 948013050- 669487329

Fax: 948013051

## RESUMEN

Desde 2003 el Instituto Navarro de Infraestructuras y Tecnologías Agroalimentarias s.a. (INTIA), desarrolla como experiencia principal en su Finca Experimental de Roncesvalles, la optimización del plan y los procesos de producción de ovino lechero en montaña bajo las condiciones de certificación ecológica, dónde el mantenimiento o mejora de la fertilidad del suelo se considera como una condición incluso desde la perspectiva legal. Mediante esta comunicación se evidencia la importancia de la incorporación de la fertilidad del suelo como un índice en la descripción de la eficiencia del proceso de alimentación. Los buenos índices de resultados técnicos y económicos dentro del proceso de alimentación, respecto a la autonomía alimentaria, cobran más sentido al ser acompañados de la evolución de la fertilidad.

Dentro del desarrollo de esta experiencia, durante once años se ha realizado un control anual de algunos parámetros clásicos de fertilidad del suelo. La fertilización se ha gestionado bajo un criterio que satisface las necesidades de macro nutrientes básicos, como el fósforo y el potasio, a partir de la racionalización de las aportaciones de residuos orgánicos y confía la fertilización nitrogenada a los procesos normales de mineralización o inmovilización, con gran dependencia de la actividad bacterianas, y a la fijación de este elemento por parte de leguminosas.

Se exponen los resultados obtenidos respecto a la evolución de esos parámetros clásicos y se concluye que éstos se han mantenido aceptablemente, considerando por tanto que no se ha generado una externalidad negativa respecto a la fertilidad, aunque se puede considerar que la finca no ha sido del todo autónoma en cuanto a residuos orgánicos a emplear.

**Palabras Clave:** Lacha, tarjetas salud del suelo, pastoreo, corte, análisis,

## **INTRODUCCIÓN- ANTECEDENTES**

Desde 2003 el Instituto Navarro de Infraestructuras y Tecnologías Agroalimentarias s.a. (INTIA), empresa adscrita al Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local del Gobierno de Navarra, desarrolla en su Finca Experimental de Roncesvalles la optimización del plan y los procesos de producción de ovino lechero en montaña bajo las condiciones de certificación ecológica de sus producciones.

### **Proceso de Alimentación**

En el plano operativo, para el desarrollo de esta experiencia se articulan cuatro procesos (Beltrán, Carmona, et al 2002): Ordeño, Recría Reproductivo y Alimentación. En 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 (Sáez 2009). Se trata de un proceso que proporciona gran número de salidas para los otros tres citados y a su vez se organiza de acuerdo a ellos y a los objetivos establecido en el plan de producción. Abarca aspectos tan importantes como la planificación de los cultivos a emplear, el inventariado de alimentos producidos según cantidades y calidades y su estrategia de empleo a lo largo del racionamiento anual. También comprende las compras de alimentos de acuerdo a los resultados de producciones propias. Podríamos considerar que finaliza con la puesta a disposición de las raciones convenidas para el ganado, en pesebre o mediante pastoreo, y la verificación de su corrección desde la perspectiva del resto de procesos citados (Sáez 2010, Sáez 2012). La gestión de la fertilidad del suelo es una de sus principales actividades y su evolución es un índice importantísimo para explicar el proceso de alimentación. En el plano experimental la gestión por procesos ayuda a organizar la información y detectar la posible influencia de las interacciones entre todos factores que quedan sin fijar al realizar una experiencia sobre un sistema de producción en su conjunto. A su vez permite detectar necesidades de investigación sobre un aspecto concreto para proponer experiencias en las que se fijan factores que en la producción real no, como por ejemplo los efectos del empleo de ensilado sobre la calidad de la leche, el queso y el estado sanitario del ganado (Eguinoa Izco et al. 2008), o en la actualidad la influencia de la forma de pastoreo sobre las producciones. (Mandaluniz et al 2014)

### **Condiciones de desarrollo de la experiencia**

Los condicionantes derivados de la legislación de producción ecológica (Comunidad Europea. Reglamento 834/2007 del Consejo y Reglamento 889/2008 de la Comisión)

limitan el concentrado en las raciones diarias del ganado a menos de 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%. La obligatoriedad de que todas las materias primas adquiridas para alimentación tengan que proceder de agricultura ecológica conduce a un mercado de piensos y forrajes difícil, con precios muy elevados respecto a los mismos en agricultura convencional (Saez 2009). La reglamentación impide totalmente el empleo de fertilizantes de origen químico, y el mercado de fertilizantes ecológicos comerciales, al que nos podemos aproximar por medio de Liñán (2014), 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 y potasio frente a su precio ha conducido, en el desarrollo de esta experiencia, a considerar sólo los residuos orgánicos ganaderos importados como única alternativa de complemento a los residuos orgánicos propios como fertilizantes, siempre que éstos y su manejo cumplan lo establecido en los reglamentos. En el caso concreto de la fertilización Nitrogenada esta carestía se agrava. No obstante a lo largo de los años 2003 a 2013, el estiércol ha pasado de conseguirse en la finca a coste nulo a pagar sólo sus portes de traslado, acabando en la actualidad, en la zona de desarrollo de la experiencia, valorándose en torno a 1 a 1,2 céntimos de euro el kilo fresco en origen para el caso de residuos orgánicos de camas de ovino. La reglamentación de producción ecológica sólo permite aplicaciones de enmiendas orgánicas que supongan un máximo de 170 unidades fertilizantes de N por ha y año. Esto puede expresarse como el contenido de unas 30-35 t de estiércol por hectárea. Las densidades ganaderas exigidas para percibir subvenciones por producción ecológica son de entre 1 y 1,4 Unidades de Ganado mayor por ha (6,6 a 9,3 ovejas por hectárea) (C.F de Navarra Orden Foral 35/2007 y Orden Foral 33/2007). En el marco de estas densidades exigidas, para aplicar las dosis máximas de nitrógeno por hectárea, por medio exclusivamente de aplicación de residuos orgánicos, se debería disponer de una cantidad mínima de entre 3,2 y 4,6 t por oveja y año, generados durante el periodo de estabulación. Sin embargo, debido a la alta intensidad en tiempo y cantidad del pastoreo, 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 el Cuadro nº 1. En contextos similares en una pradera y en condiciones normales se suelen recomendar unas 140 UF (Unidades fertilizantes) de N de forma mineral más las aportaciones de residuos orgánicos

disponibles, sin superar las 250 UF de N por ha en esta última forma. En zonas vulnerables se limita a 170 UF la cantidad de N que se puede aportar mediante residuos orgánicos.

Como vemos el contexto es muy diferente.

Si bien en esta experiencia concreta no se ha conseguido prácticamente ningún sobreprecio por el hecho de que el producto sea ecológico, no hay una muestra de tamaño adecuado en el mismo entorno comercial para considerar que éste pudiera darse. Sólo hay cuatro ganaderos en Navarra en producción de ovino lechero ecológico y ninguno de ellos vende la leche sino que elabora queso. El precio del litro de leche obtenido 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€. No obstante, con precios de los concentrados ecológicos duplicando el precio de los mismos en convencional, el precio adecuado de la leche para al menos alcanzar la misma rentabilidad que la de una explotación similar en convencional sería de 1,3 € por litro (Saez 2009). Sin embargo esta situación tampoco variaría la consideración de que los precios de ciertos insumos del mercado de producción ecológica no son asumibles respecto al contexto de precios de venta.

INTIA además adopta el criterio propio de máxima autonomía en alimentación del ganado, (Minost y Fontaine 2003), dentro de la búsqueda de resultados económicos aceptables.

Las consecuencias de los condicionantes legales expuestos sobre las formas de producción y sobre los mercados, junto con este criterio de valor de autonomía en alimentación, hacen mayor si cabe la relevancia del proceso de alimentación.

Algunos de los índices de resultados más llamativos en este proceso están relacionados con la autonomía alimentaria conseguida. Los consumos de concentrado medio anual al final de una primera etapa de 2004 a 2009 se sitúan en el entorno 85 kg de concentrado consumido por oveja presente y año que derivan en unos 0.85 kg de concentrado por litro de leche vendido. 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 (Sáez 2010 y 2012). Las principales importaciones medias anuales de este proceso, entre los años 2004 a 2013, por su valor y cantidad han sido de 29500 kg de concentrado y 26500 kg de paja para camas.

## **JUSTIFICACIÓN**

Determinados estudios en el entorno de la producción ecológica abordan aspectos parciales los sistemas de producción. 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 del sistema de producción no queda completa si la evolución de la fertilidad del suelo no se contempla. Si ésta no se mantuviese se desconsideraría una externalidad negativa al exponer los resultados técnicos y económicos obtenidos. La descripción de la autonomía alimentaria conseguida, como índice, cobra mayor sentido si se acompaña de un estudio de la evolución de la fertilidad resultante. 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 como el que se aborda en este trabajo.

## **OBJETIVO**

Mostrar, y discutir la evolución de los parámetros de la fertilidad del suelo y el contexto en el que se han producido durante el periodo de años de 2002 a 2013 en la Finca Experimental de ovino lechero en ecológico de INTIA en Roncesvalles. Evidenciar que el seguimiento de la fertilidad del suelo, como un índice del proceso de alimentación puede ayudar a evaluar mejor la eficiencia del mismo. Documentar de forma más precisa los resultados técnicos y económicos que se han obtenido y se obtengan en el desarrollo de la optimización de este sistema de producción.

## **MATERIAL**

Los suelos objeto de estudio son se hallan sobre depósitos cuaternarios y se trata de glaciares provenientes del norte muy erosionados por torrentes. Están formados por cantos angulosos. Su geomorfología corresponde 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 y la superficie de puerto empleada se sitúa a unos 1300 metros. Las texturas en la capa de suelo más superficial explorada por los cultivos normalmente empleados oscila entre Franca, Franco Arcillosa Franco Arcillo Limosa, Franco Limosa. Los 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. (Instituto Navarro del Suelo 1983). Los

doce perfiles considerados en el citado estudio han dado origen a diez grupos y subgrupos diferentes de acuerdo a su clasificación actualizada de acuerdo a la Soil Taxonomy (Del Valle 2014)

Grupo	Subgrupo
Fluvaquentic	Dystrudept
Fluventic	Dystrudept
Dystric Fluventic	Dystrudept
Dystric Fluventic	Eutrudept
Dystric	Eutrudept
Typic	Dystrudept
Lithic	Dystrudept
Mollic	Udifulvent
Typic	Udorthent
Humic	Dystrudept

Sáez en 2009 recoge la descripción climática del área de desarrollo del proyecto, remarcando, como principal consecuencia de ella, la no coincidencia entre precipitaciones y temperaturas adecuadas a los cultivos posibles, según recoge en el correspondiente diagrama ombrotérmico. Esto unido al tipo de suelo, con una alta proporción textural de arenas y limos, deriva en que la E.T.R para las praderas (Mendizabal, Mújica y Ameztoy 1992), principal factor explicativo del crecimiento de este tipo de cultivos, en Roncesvalles sea muy 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 para el mismo mes. Siendo este un gran inconveniente sobre todo pensando en la conducción de cultivos anuales. Desde el año 2002, los cultivos elegidos para el desarrollo del plan de producción son praderas artificiales sembradas con *Lolium perenne*, *Lolium hybridum*, *Lolium multiflorum*, *Festuca arundinacia*, *Dactylis glomerata*, *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 ultracorto adaptado a la limitada integral térmica de la zona.

En la finca se emplea la raza lacha ecotipo “cara negra” o “burubeltz”. Los censos y superficies agrarias de cada tipo empleadas para producir su alimento se recoge en el Cuadro nº 2.

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 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 propuestos en múltiple bibliografía divulgativa (MAFF 1994 y Bodet, Hacala y Texier 2001). Cada año y para cada parcela se aplican estas pautas individualmente y se reconsideran de acuerdo a los nuevos resultados anuales de fertilidad.

### **Agrupación de parcelas de acuerdo a su uso**

De acuerdo al plan de producción establecido previamente las parcelas se establecen dos grupos de acuerdo a su manejo principal: Parcelas que se aprovechan mediante corte y también mediante pastoreo, denominadas de corte y pastoreo, y parcelas en las que exclusivamente se pastorea denominadas de pastoreo.

En el segundo grupo eventualmente puede emplearse el corte como medida de contención de las malas hierbas pero no como medio de aprovechamiento. De las parcelas del primer grupo, además de pasto, se obtiene el forraje conservado, principalmente ensilado, para cubrir las necesidades del periodo con estabulación forzosa de Noviembre a Mayo. El pastoreo en ambos grupos de parcelas se realiza desde 2005 mediante los que podríamos llamar pastoreo dirigido o rotacional (Voisin 2001 y Jackson-Smith, Bradford Nevius et al 1996). Este método 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 (Mandaluniz, Imaz y Sáez 2014). En estos últimos años aproximadamente el 80% de la leche se obtiene durante el periodo en que la alimentación es exclusivamente por pastoreo. La denominación de parcelas de cada grupo y su superficie se recoge en los Cuadros nº3 y nº4 y es la misma forma 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**

Cada año en otoño se recogen muestras de suelo de una profundidad de 10cm (Bodet, Hacala y Texier 2001), durante el periodo de parada vegetativa del cultivo, principal mente a mediados del otoño. Los análisis son realizados por la empresa pública NASERTIC S.A. Los parámetros analizados y la respectiva metodología empleada ha sido: 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 el Cuadro nº5, (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 pero 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 este trabajo. Para la evaluación de la calidad se emplean los valores recogidos en bibliografía (MAFF 1994, Bodet, Hacala y Texier 2001, Castellón 1993, Meeu-Vardine y Destain 1993, Oliva i Torrento 1993), 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. 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 C/N. Se realiza sólo en casos en los que su grado de maduración hasta 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 si 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, 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 P y K 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.

Cuando los aprovechamientos son mixtos, pastoreo y corte, se ponderan las aportaciones necesarias de acuerdo al porcentaje estimado de cada aprovechamiento. Los Cuadros nº 6 y nº 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 supongan 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 Nitrógeno/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 3500 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 C/N.

### **Autonomía en residuos orgánicos empleados.**

En el cuadro Nº 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, resultaría que, de forma aproximada, el sistema ha sido importador de nutrientes en una cantidad anual equivalente a unas 90 toneladas de estiércol de vacuno o 60 de ovino. Aspecto que económicamente quedaría 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 el Cuadro nº 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 P y K del suelo en mg/l**

Según se recoge en los gráficos nº 1 y nº 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 fertilidad 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 nº3 y nº4 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 solo se calcula en caso de que el pH baje de 5, el parámetro decisorio 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 C/N**

La materia orgánica, según se observa en los gráficos nº 6 y 7, 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 grupo 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.

## **DISCUSIÓN**

En principio las técnicas de gestión de fertilidad del suelo, de un modo básico, podrían considerarse bastante eficientes respecto a todos los parámetros de fertilidad considerados, ya que han conducido a mantenerlos aceptables y que no requieren grandes aportaciones anuales de fertilizante de acuerdo a los valores establecidos para cada aprovechamiento.

El contenido en P 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. En cuanto a la fertilización nitrogenada, por la pauta de trabajo establecida no se realiza un seguimiento exhaustivo de la misma. 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.

## **Conclusiones**

El sistema de gestión de la fertilidad y los índices resultantes parecen avalar los resultados técnico económicos que se han obtenido hasta ahora en cuanto a que éstos se han producido mientras que la fertilidad se mantenía. No obstante la rentabilidad de este sistema es muy comprometida (Saez 2009 y 2010). El cumplimiento del plan de producción conlleva la importación 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. 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 (Mijangos 2011), invitan a su empleo y pueden ser la forma de reflejar aspectos a los que la evolución del concepto de fertilidad clásica da cada vez más importancia. 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.

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. El desarrollo del proyecto LIFE REGEN FARMING (Mandaluniz Imaz y Sáez 2014), 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.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (más importantes)**

Beltrán J, Carmona M A, Carrasco R., Rivas M A, Tejedor F., 2002. Guía para una gestión basada en procesos. I.A.T.

Bodet J.M, Hacala S, Auvert C, Texier C. Fertiiser avec les engrais de ferme. Edité en collaboration: Institute de L'Élevage, Institute Technique de l' Aviculture, Institut Technique des Céréales et des fourrages, Institute Technique du Porc. Paris. 101 pp.

Castillón P.1993. Valoración agronómica de las deyecciones de los animales. En: Fundación La Caixa. Residuos Ganaderos. Ediciones AEDOS. Barcelona. 131-142.

Coll D. 1993. La intensificación ganadera como proceso de producción de residuos. En: Fundación La Caixa. Residuos Ganaderos. Ediciones AEDOS. Barcelona. 5-16.

Comunidad Europea. Diario Oficial de la Unión Europea. Reglamentos (CE) nº 834/2007 del Consejo, 28 de junio, sobre producción y etiquetado de productos ecológicos.

Comunidad Europea .Diario oficial de la Unión Europea. Reglamento (CE) nº 889/2008 del Consejo, 5 de septiembre, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 834/2007 del

Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control

Comunidad Foral De Navarra. Orden Foral 35/2007, de 12 de Febrero y sus modificaciones a partir de la Orden Foral 459/2008 de 5 de Septiembre.

Comunidad Foral De Navarra. Orden Foral 33/2007, de 12 de Febrero y sus modificaciones a partir de la Orden Foral 125/2008, de 2 de Abril y la Orden Foral 46/2008, de 5 de Febrero.

Del Valle J, comunicación personal, 2014.

De Liñan C. 2014. Vademecum para la producción ecológica. EcoVad. 10ª Edición. Productos e insumos para la agricultura ecológica. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 390 pp.

Eguinoa P.; Izco J; Sáez J. L; Maeztu F. 2008. Calidad de los silos en Navarra. Empleo para alimentación de ganado ovino. Navarra Agraria. **Nº 168**. Mayo Junio. 39-43.

Instituto Navarro del Suelo. Caracterización y estudio de suelos correspondientes a las parcelas destinadas a praderas y viveros forestales de la escuela de formación profesional de Roncesvalles. (Gobierno de Navarra.1983.).

ITGG, 2003-2010. Resultados Técnicos y Económicos de las Actividades de Rumiantes. Villava. Navarra.

Mandaluniz N.2014. LIFE REGEN FARMING. Life ENV/ES/000232. [En línea] NEIKER Tecnalia. <http://www.liferegenfarming.eu.net> [Consulta: Agosto 2014].

Mandaluniz N, Imaz M J y Sáez JL. 2014. Propuesta de una alternativa de Gestión Sostenible del pastoreo en explotaciones ganaderas. Comunicación, 53ª Reunión Científica de la S.E.E.P. (2014).

Meeus-Verdinne K, Destain JP.1993. Contaminación de suelos por los desechos de la cría del ganado. En: Fundación La Caixa. Residuos Ganaderos. Ediciones AEDOS. Barcelona. 26-40.

Mijangos I. 2011 Agroecosystem Health Card. Life 10 NAT/ES/579. [En línea]. NEIKER Tecnalia. Tarjetas de salud de suelo.

<http://www.soilmontana.net> [Consulta: Julio 2014].

Mijangos I. 2013.Tarjetas de salud de de los agro ecosistemas. Neiker Tecnalia. Derio. Vizcaya. 26 pp.

MINOST C.; FONTAINE L. 2003.A la recherche de l'autonomie alimentaire: Les apports de deux fermes experimentales. Alter Agri. **Nº 160**. Julio- Agosto.17-21.

Ministry of Agriculture, Fisheries, Fertiliser and Food (MAFF), 1994. Fertiliser recommendations for Agricultural and Horticultural Crops (Reference Book 209). The Stationery Office. London. U.K. 112 pp.

Oliva i Torrento M. 1993. Metodología analítica y expresión de resultados. En: Fundación La Caixa. Residuos Ganaderos. Ediciones AEDOS. Barcelona. 106-119.

Voisin André. 2001. Productivité de l'Herbe. Reedition de l'ouvrage Publié en 1957. Editions France Agricole. 432 pp. Paris. France.

Mendizabal F.J., Mújica I., Amezttoy J.M., 1992. *Relación entre producción de hierba y parámetros edafoclimáticos en distintos lugares de Navarra*. Comunicación, XXXII. Reunión científica de la S.E.E.P. (1992).

Jackson-Smith D.; Bradford Barham B; Nevius M.; Kleme Rick. 1996. *The use and performance of management intensive rotational grazing among Wisconsin Dairy Farms. Technical Report #5*. The Agricultural Technology and Family Farm Institute. College of agricultura and Life Sciences. University of Wisconsin – Madison. Cooperative Extensión. University of Wisconsin-Extension. 58 pp. Wisconsin U.S.A.

Sáez J L. 2009. Resultados técnico económicos obtenidos en la implantación del. Sistema de producción ecológico en la explotación experimental de ovino lechero de I.T.G Ganadero en Roncesvalles. [www.intia.com](http://www.intia.com)

Sáez J L., 2009. Sistema de producción ecológico: explotación experimental de ovino lechero en Roncesvalles. Navarra Agraria **Nº 173**. Mazo-Abril, p.52-64

Sáez J L., 2012. **Revisión de los procesos de alimentación en producción de ovino ecológico en montaña.**

Comunicación, 53ª Reunión Científica de la S.E.E.P. (2012).

Sáez J.L. 2010. Resultados técnicos y económicos obtenidos en la implantación del sistema de producción ecológico en la explotación experimental de ovino lechero de I.T.G. ganadero en Roncesvalles (*raza lacha ecotipo "burubeltz"*). Comunicación. IX Congreso SEAE. 2010.

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
RESIDUO PROPIO EXTENDIDOS EN t	361,44	133,84	35,15	317,44	351,67	174,00	114,00	200,00	120,00	25,00	235,00
por ha	14,46	5,35	1,41	10,24	11,72	6,33	3,45	5,88	3,33	0,69	6,53
por oveja	0,94	0,40	0,12	1,03	1,15	0,51	0,33	0,58	0,37	0,08	0,63

Cuadro nº 1. Evolución de los residuos propios anuales distribuidos, expresados en toneladas por año, por hectárea (ha) y por oveja presente. Elaboración propia a partir de datos de control de fertilización y distribución de residuos. Proceso de alimentación. Finca experimental de ovino de Roncesvalles.

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Numero medio de animales reproductores. (Ovejas)	384	334	302	307	306	344	341	343	321	300	371
Superficie de fondo de valle dedicada a l 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

Cuadro nº 2. Evolución de censos y superficie agraria empleada. Elaboración propia. Plan de producción Finca experimental de ovino de Roncesvalles. Superficie en hectáreas (ha)

PARCELA	SUPERFICIE EN ha
LAS PIEDRAS	1,666
MANZANAL	2,347
BEREKOBORDA 1	1,95
LA CUESTA	2
LARREMEAR	3,437

Cuadro nº 3. Nombre y superficie de las parcelas de pastoreo en hectáreas (ha)

Finca experimental de ovino de Roncesvalles.

PARCELA	SUPERFICIE EN ha
BEREKOBORDA 2	2,026
CARMELO MEDIO	6,913
2º SOROLUZE 1	3,475
2º SOROLUZE 2	3,78
2º SOROLUZE 3	3,423
2º SOROLUZE 4	2,468
1º SOROLUZE	9,737
1º SOROLUZE LLANO	3,518
LA VIRGEN	1,617

Cuadro nº 4. Nombre y superficie de las parcelas de corte y pastoreo en hectáreas (ha).

Finca experimental de ovino de Roncesvalles.



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

Cuadro 5. Niveles de fertilidad de acuerdo a niveles de P y K. mg/l: (miligramos por litro) Elaboración propia a partir de MAFF 1994.

TYPE	P2O5					K2O					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
	0	1	2	3	OV3	0	1	2	3	OV3	
RECOMENDACIONES DE ACUERDO CON LOS PORCENTAJES EN UNIDADES FERTILIZANTES POR ha	132	80	52	24	0	348	262	176	88	0	

Cuadro nº 6. Recomendaciones de Unidades Fertilizantes de fósforo (P2O5) y potasio (K2O) de acuerdo al nivel de fertilidad detectado, a la predominancia de cada tipo de aprovechamiento, a la especie vegetal dominante, al tipo de aprovechamiento y la especie animal en el caso de pastoreo. Caso de parcela de corte y pastoreo. MAFF 1994

TYPE	P2O5					K2O					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
	0	1	2	3	OV3	0	1	2	3	OV3	
RECOMENDACIONES DE ACUERDO CON LOS PORCENTAJES EN UNIDADES FERTILIZANTES POR ha	60	40	20	0	0	60	30	0	0	0	

Cuadro nº 7. Recomendaciones de Unidades Fertilizantes de fósforo (P2O5) y potasio (K2O) acuerdo al nivel de fertilidad detectado, a la predominancia de cada tipo de aprovechamiento, a la especie vegetal dominante, al tipo de aprovechamiento y la especie animal en el caso de pastoreo. Caso de parcela de pastoreo MAFF 1994.



AÑO	TIPO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL EN LA SERIE
RESIDUOS TOTALES DE PRODUCCIÓN PROPIA DISTRIBUIDOS EN TONELADAS	ESTIERCOL 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
	ESTIERCOL O COMPOST OVINO	0	0	360	180	0	0	0	0	0	0	0	540
RESIDUOS ORGÁNICOS DE PRODUCCIÓN PROPIA EXPORTADOS EN TONELADAS	ESTIERCOL O COMPOST OVINO	253	0	53	225	105	12	30	80	23	25	180	986

Cuadro nº 8. Evolución de los residuos propios distribuidos, importaciones y exportaciones. Elaboración propia a partir de datos de control de fertilidad y distribución de residuos. Elaboración propia a partir de datos de control de fertilidad y distribución de residuos. Proceso de alimentación. Finca experimental de ovino de Roncesvalles.

	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
PROPORCION	3,0		7,9	1,0	2,0	1,3	1,1	1,0	3,6	2,1	3,5

Cuadro 9. Cantidades de residuos aplicadas a parcelas de corte y pastoreo y a parcelas de pastoreo. Elaboración propia a partir de datos de control de fertilidad y distribución de residuos. Proceso de alimentación. Finca experimental de ovino de Roncesvalles.

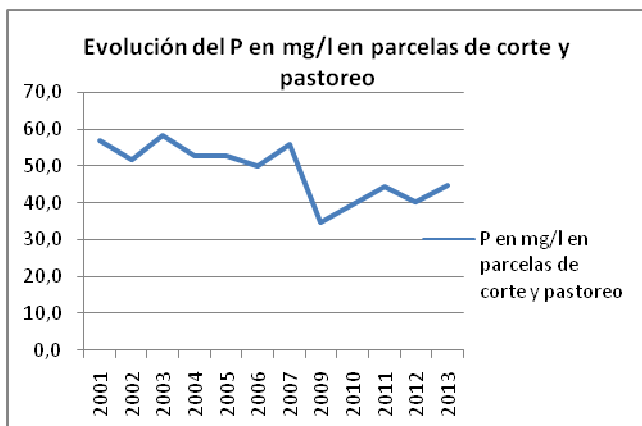


Grafico nº 1. Evolución del fósforo en parcelas de corte y pastoreo.

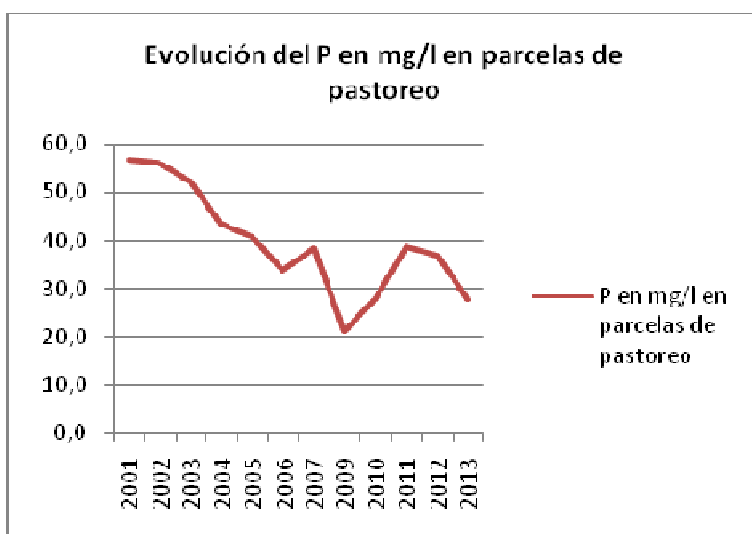


Grafico nº 2. Evolución del fósforo en parcelas de pastoreo.

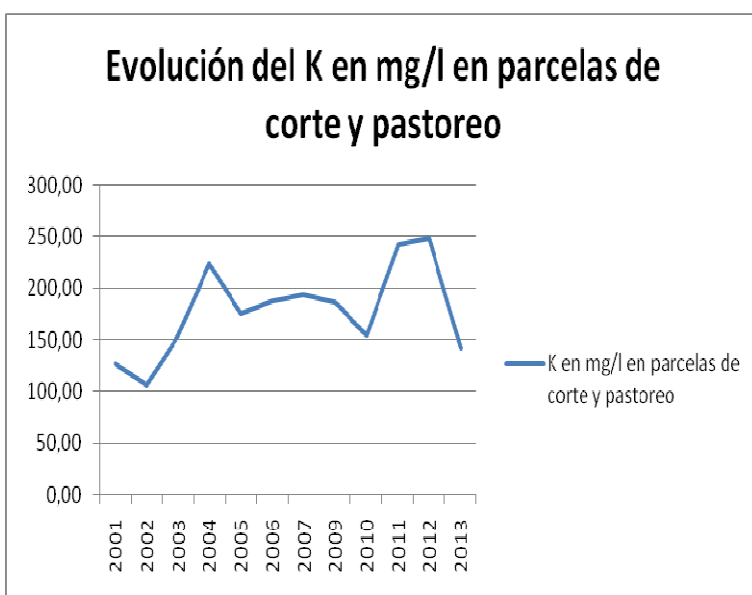


Grafico nº 3. Evolución del potasio en parcelas de corte y pastoreo.

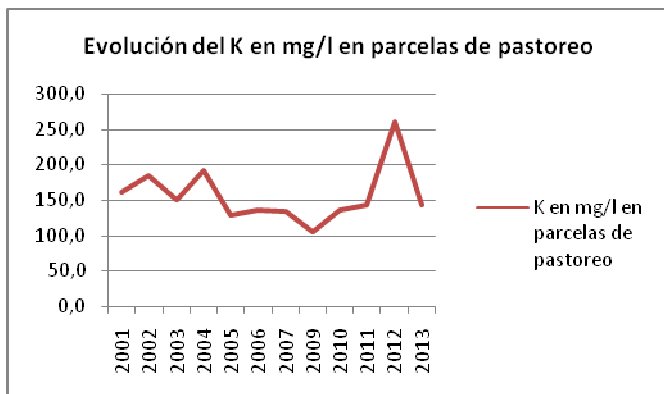


Grafico nº 4. Evolución del potasio en parcelas de pastoreo.

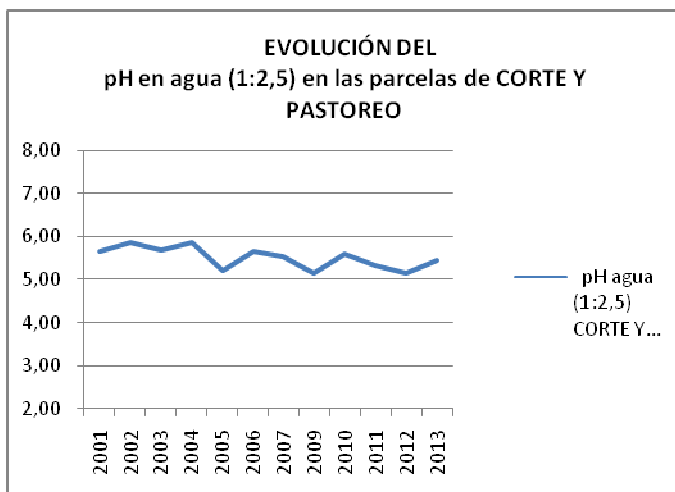


Grafico nº 5. Evolución del pH en parcelas de corte y pastoreo.

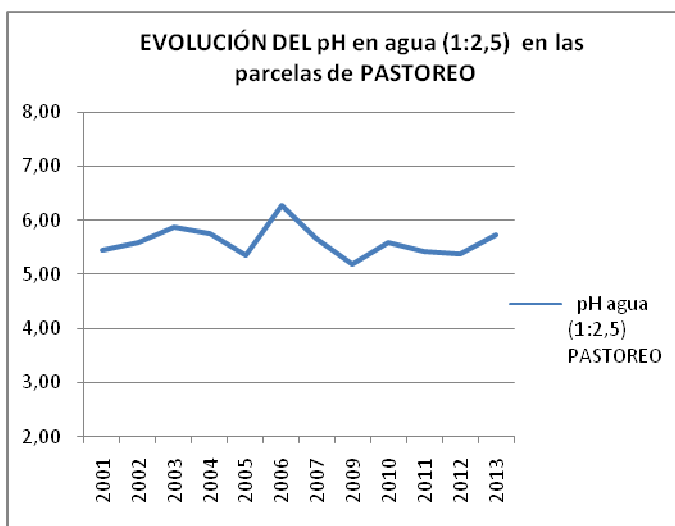


Grafico nº 6. Evolución del pH en parcelas de pastoreo.

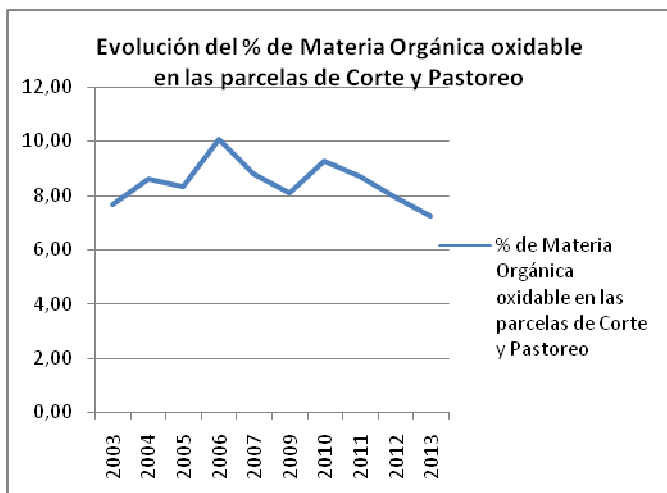


Grafico nº 7. Evolución de la Materia Orgánica en parcelas de corte y pastoreo.

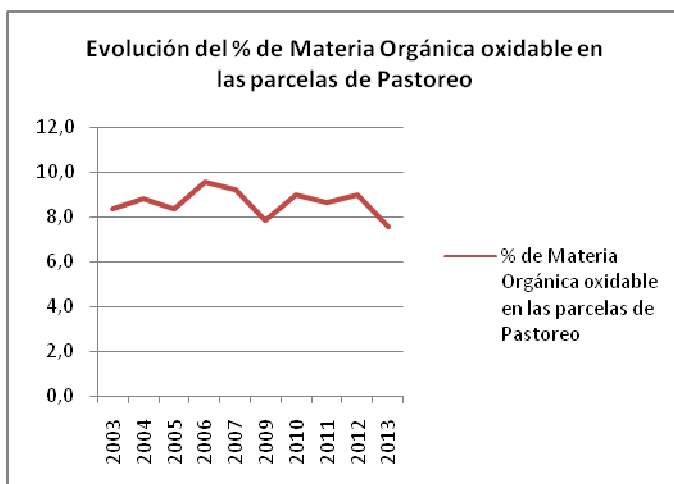


Grafico nº 8. Evolución de la Materia Orgánica en parcelas de pastoreo.

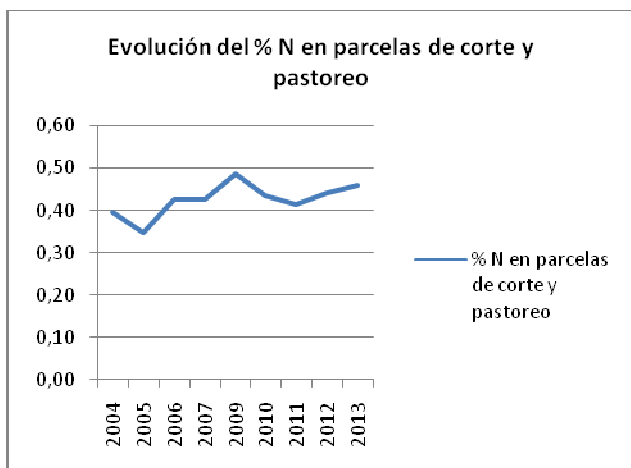


Grafico nº 9. Evolución del contenido total en N en % en parcelas de corte y pastoreo.

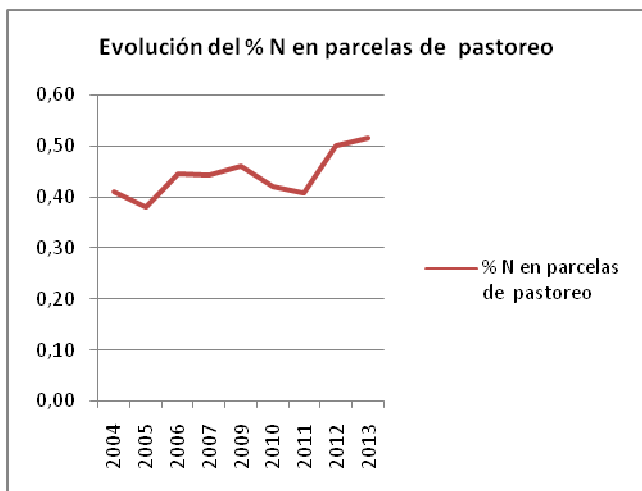


Grafico nº 10. Evolución del contenido total en N en % en parcelas de pastoreo.

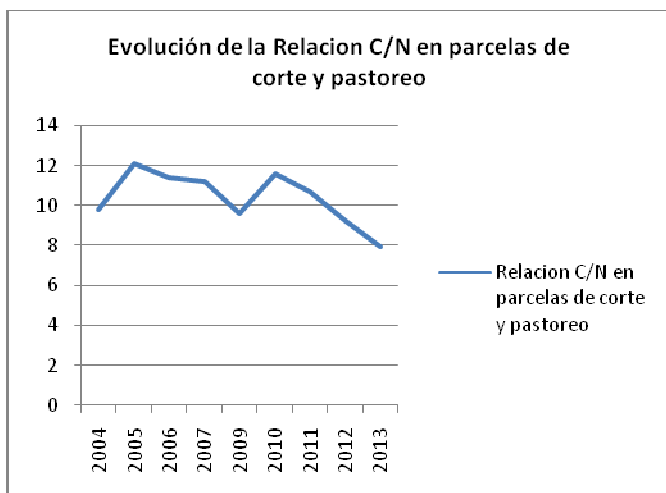


Grafico nº 11. Evolución de la relación C/N en parcelas de corte y pastoreo.

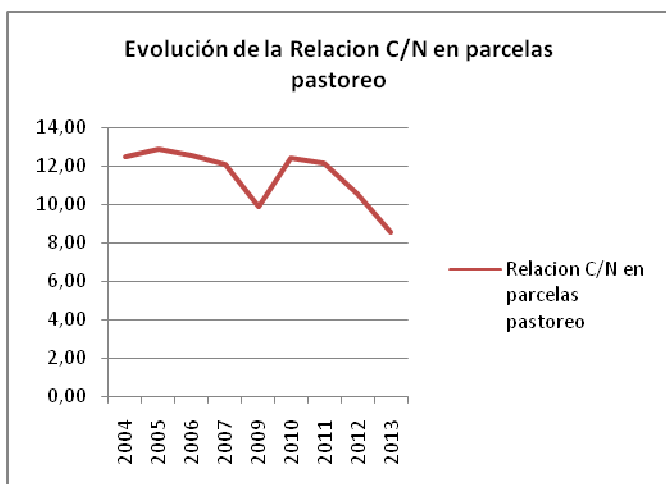


Grafico nº 12. Evolución de la relación C/N en parcelas de pastoreo.