



**2025** | **16-20**  
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

**9CFE-1888**

---

Organiza





## EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS TRAS UN CAMBIO DE GESTIÓN EN ZONAS DE MONTAÑA: DE MATORRAL A PRADO. NW ASTURIAS.

OSORO-CORSINO, A. (1), LÓPEZ-MOSQUERA, M.E. (1) y BARREIRO, A. (2)

(1) Departamento de Producción Vegetal y Proyectos de Ingeniería. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela.

(2) Departamento de Edafología y Química Agrícola. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela.

### Resumen

El Principado de Asturias tiene una larga tradición en la gestión de ganaderías en extensivo, vinculada a los pastos. Con la intensificación agraria, comenzó la transformación de terrenos mecanizables “a monte” en pradera. Tras el paso de los años, si dichas praderas no eran renovadas, eran colonizadas por especies no sembradas provocando su evolución a prado o pastizal. Por este motivo se ha decidido estudiar cómo afectan dichos cambios de uso del suelo sobre las propiedades de los mismos en el noroccidente asturiano, seleccionando cinco parcelas de matorral y cinco parcelas gestionadas por ganaderías en extensivo.

Para las propiedades químicas de los suelos se han observado diferencias significativas en las variables vinculadas con la fertilización y el encalado (a excepción del N dónde no se han obtenido diferencias), mientras que no han sido observadas para las variables vinculadas al carbono del suelo. Tampoco se han detectado diferencias significativas para las propiedades microbianas y físicas de los suelos entre los grupos. Esto indica que los cambios de uso de forestal a agrícola en estos casos, no alteran el carbono del suelo ni el nitrógeno dado que las dosis de abono empleadas fueron bajas.

### Palabras clave

Carbono, Ganadería, Actividad Microbiana, Pasto.

### 1. Introducción

El aumento de la preocupación de la sociedad por una alimentación saludable y bajo modelos de producción sostenibles ha provocado el crecimiento de las producciones en ecológico en toda la Península Ibérica. En Asturias este aumento de la producción ecológica se ha vinculado a la producción extensiva de vacuno de carne, certificándose ganaderías en extensivo como ganaderías ecológicas. La mayor parte de las praderas instaladas en zonas de montaña para el desarrollo de las ganaderías en extensivo de esta zona están establecidas en terrenos que se transformaron de monte a pradera y que ha sido bien estudiados a lo largo de los años 80-90 en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo en Galicia y en el SERIDA en Asturias (SINEIRO, 1982; SINEIRO *et al.*, 1984; MOMPIELA y MATEO, 1984). Esos trabajos se basan en el estudio de la evolución de los macronutrientes del suelo y de sus pH para la mejora de la producción vegetal a nivel agronómico para lograr así una producción animal competitiva en extensivo, especialmente en

zonas de montaña.

La transformación de monte a pradera y su evolución a prado, supone un cambio de la cubierta vegetal y en consecuencia de las dinámicas edáficas vinculadas a esa cubierta vegetal que a su vez pueden afectar en la productividad de los mismos. Este proceso de transformación implica un laboreo sobre el terreno, proceso que en términos generales podría causar la mineralización de la materia orgánica y la pérdida de parte del carbono acumulado en los suelos forestales. Por esta razón resulta interesante comparar las propiedades edáficas de parcelas en las que no existe gestión porque mantienen matorral, con parcelas bajo el los usos actuales del terreno como prados enfatizando en aspectos más ambientales que agronómicos (carbono, propiedades microbianas...).

Dentro de las propiedades edáficas, las propiedades microbiológicas de los suelos, los ciclos del nitrógeno y las acumulaciones totales del carbono pueden ayudar a describir, en qué medida un cambio de uso del suelo puede tener un mayor o menor impacto en el ecosistema edáfico y en consecuencia el mayor o menor impacto ambiental de dichas explotaciones.

## 2. Objetivos

El objetivo de este estudio es analizar las propiedades químicas, físicas y microbianas de suelos bajo matorral y en pastos permanentes con una antigüedad de 30 años, y que no han sufrido laboreo alguno desde entonces, en zonas de montaña. Se evaluará el impacto a nivel edáfico del cambio en las comunidades vegetales, de arbustivas a herbáceas, así como del cambio de uso y el impacto de la ganadería extensiva en el medio ambiente.

## 3. Metodología

La zona de estudio seleccionada es un territorio de montaña del noroccidente asturiano, en los municipios de Illano, Pesoz y San Martín de Oscos, ubicándose las parcelas de muestreo en las Sierras de San Isidro y la Bobia.

**Figura 1. Localización de la Zona de Estudio. Fuente: Elaboración Propia.**



En relación a la orografía son terrenos con fuertes pendientes siendo mecanizables las zonas de cumbre de la sierra que son las más llanas y a su vez las que más profundidad de suelo presentan junto con los valles. A pesar de esto son suelos poco profundos desarrollados sobre Pizarras Negras de Luarca. Este tipo de roca y las precipitaciones anuales ( $P=1566$  mm) provocan que nos encontremos con suelos ácidos o muy ácidos, clasificándose en Umbrisoles lépticos o Leptosoles en la mayoría de los casos, de acuerdo a la clasificación de la WRB-FAO, 2015, con altos contenidos en materia orgánica y textura franco limosa.

La vegetación natural de estas zonas de montaña son los brezales-tojales húmedos determinados por la serie de vegetación climatófila galaico-asturiana acidófila termo-supratemplada, húmedo-hiperhúmedo encabezadas por *Quercus robur* (Carbayedas oligotrofas con abedul) de acuerdo a la metodología establecida por T.E. DÍAZ, (2014).

Se han seleccionado en la zona de estudio mencionada un total de 10 parcelas: 5 parcelas de matorral y 5 parcelas de prados gestionados por ganaderías en extensivo. La selección de parcelas fue de forma aleatoria dentro de distintas áreas, para que se correspondan con estratos de altitud similares entre los matorrales y los pastos. Las características de las parcelas serían las descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1. Caracterización de las parcelas de estudio. La pendiente se mide en porcentaje y la altitud en metros sobre el nivel del mar. \*Nótese: PPM = Pastos Permanentes Mesofísticos.**

Parcela	Altitud (m)	Pendiente (%)	Orientación	Superficie (ha)	Com.vegetal
Matorral 1	1000	18,61	S	1	Brezal húmedo
Matorral 2	1000	5,33	S	1	Brezal húmedo
Matorral 3	683	28,93	O	1	Brezal-tojal
Matorral 4	900	36,19	N	1	Brezal húmedo
Matorral 5	800	44,93	S	1	Brezal heliófilo
Prado 1	1000	19,86	S	5,60	PPM
Prado 2	935	16,37	O	5,27	PPM
Prado 3	1060	11,18	N	5,79	PPM
Prado 4	1060	10,20	O	3,50	PPM
Prado 5	602	24,61	S	7,01	PPM

Cómo se puede observar en la tabla 1, las altitudes a las que están localizadas las diferentes parcelas son similares, tratando de equiparar el matorral 3 y 5 con el prado 5.

En relación a las comunidades vegetales de los matorrales los brezales húmedos se encuentran dominados por *Erica mackaina*, *Calluna vulgaris*, *Ulex galli*...y especies vegetales como *Agrostis curtissi*, *Potentilla erecta*...superando los 20 taxones identificados. En relación a los brezales secos, están dominados por *Erica australis* fundamentalmente.

En relación a las comunidades vegetales de los pastos, ya se ha mencionado que trabajamos sobre prados, Pastos Permanentes Mesofíticos, concretamente prados acidófilos cantábricos. Estos surgen como evolución de unas praderas que se crearon en la década de los 90 del siglo pasado, y que por la sucesión de la dinámica vegetal, las especies sembradas (*Lolium perenne* y *Trifolium repens*) han perdido su dominancia quedando desplazadas, dominando así especies como *Agrostis capillaris*, *Anthoxantum odoratum*, *Cerastium glomeratum*, *Cynosurus striatus*, *Hypochoeris radicata*, *Trifolium campestre*...alcanzando más de 20 taxones identificados; dando lugar a unos ecosistemas seminaturales, pero que requieren de la mano del hombre para su conservación.

La gestión de los prados analizados se basa en el aprovechamiento de los mismos bajo el régimen de siega-pastoreo gestionados mediante pastoreo rotacional. Los prados se pastorean en otoño, invierno e inicios de primavera, reservándose para siega a partir de entonces. El proceso de la siega para la obtención de forrajes ensilados se lleva a cabo entre la segunda y la tercera semana de julio (si el tiempo y las nieblas lo permiten). Se vuelve a pastorear en septiembre una vez el pasto rebrota y llega a los 20 cm de alto. Las explotaciones que las gestionan se basan en vacas nodrizas de la raza Asturiana de los Valles para la producción de terneros y su posterior venta para cebo. Las cargas ganaderas totales de las explotaciones oscilan entre 1,5 y 2 Unidades de Ganado Mayor/hectárea. Además se fertilizan anualmente con abonos complejos del tipo N-P-K y se encalan cada cuatro años.

Los matorrales no presentan gestión, pero sí que son pastados por rebaños de equino en estado salvaje que pastan libremente por áreas de muchos km<sup>2</sup> por lo que las cargas ganaderas son bajas, por lo que no podemos considerar una acción importante del animal sobre la cubierta. De hecho, una acción constante de rebaños sobre la misma provocarían que la cubierta vegetal no fuera matorral, sino herbácea. La única parcela que no se pastaba puntualmente es la de brezal seco (ver tabla 1) de *Erica australis* donde los animales no son capaces de entrar.

Para el estudio de las propiedades de los suelos de han empleado los siguientes métodos (ver tabla 2):

**Tabla 2. Variables que se van a estudiar y metodología.**

Propiedades	Variables analizadas	Métodos
Químicas		et al
	Químicas	
Microbianas		et al
	Físicas	

Las muestras de suelo se han tomado recorriendo la totalidad de cada parcela en



zig-zag, obteniendo submuestras cada 30 pasos y mezclando para obtener una muestra homogénea de 1 kg de suelo, aproximadamente, para su posterior análisis. La extracción se realizó con una sonda "Single Edelman" helicoidal de 5cm de ancho, que recoge los primeros 15 cm de suelo, tanto para las propiedades químicas como las microbianas. Las muestras fueron transportadas al laboratorio donde se tamizaron (<2 mm) y se dividieron en dos partes. Una sub-muestra fue secada a 40°C, hasta la estabilización de su peso para el análisis de las propiedades químicas, a excepción de la determinación de nitratos y amonios. La otra sub-muestra fue almacenada a 5°C desde el momento del muestreo hasta su análisis para la determinación de las actividades microbianas y la determinación de nitratos y amonios.

Para estudiar las propiedades físicas de los suelos, se calculó la densidad aparente. Para la toma de muestras se recorrió la parcela obteniendo 5 muestras por parcela que se guardaron cada una de ellas en una bolsa distintas, para posteriormente, secarlas de forma independiente en la estufa a 105°C y determinar su densidad aparente.

El análisis estadístico se hizo con el programa IBM SPSS versión 21. Se hicieron análisis de homogeneidad de varianzas mediante el estadístico de Levene. Se comprobó la distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizó una prueba de tratamientos T-Student para muestras independientes, dado que trabajamos con grupos de datos balanceados. Si existían diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) se identifican los grupos de parcelas con letra indicadora para hacer referencia al grupo estadístico al que pertenecen (*a*, *b*, *c*..., si son grupos estadísticamente distintos; *ab*, *bc*, *ac*..., si presentan características comunes entre determinados grupos pero diferencias significativas con otros; y si no hay diferencias significativas, todos los grupos de estudio estarán encabezados con la misma letra, indicando que comparten características) (ZAR, 1974).

#### 4. Resultados

Para el correcto análisis de los resultados se deciden hacer dos tipos de análisis: 1. En primer lugar se analiza que sucede en la media del total de los matorrales estudiados frente a la media del total de los prados muestreados. 2. En un segundo se intenta tener más precisión de acuerdo a las comunidades vegetales mostradas en la tabla 1. Es decir se comparan exclusivamente los tres brezales húmedos que se encuentran en cotas más altas y que están muy vinculados al almacenamiento de la materia orgánica con los tres prados de cotas más altas, para evaluar si existen diferencias cuando nos centramos en esa comunidad vegetal en concreto (brezal-tojal higo-turfófilo *Ulici breoganii-Ericetum mackaianae*), sin mezclarla con los matorrales secos.

##### 4.1. Comparación del total de los Matorrales frente al total de los Prados.

**Tabla 3. Resultados de las propiedades químicas. Abreviaturas: Ca: Calcio; Mg, Magnesio; Na, Sodio; K, Potasio; Al, Aluminio; CICE, Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva; Sat. Al, Saturación de Aluminio; P. Olsen, Fósforo Olsen disponible; C, Carbono; M.O, Materia Orgánica; Ntotal,**

***Nitrógeno total; C/N, Relación Carbono/Nitrógeno; Ca/Mg, Relación Calcio/Magnesio.***

Parámetro/Grupo	Prado		Matorral	
pH	4.80		4.58	
Ca	6.53	a	1.33	b
Mg	0.73*		1.38	
Na	0.10		0.20	
K	0.41		0.35	
Al	4.29*		8.84	
ClCe	11.45		12.71	
Sat.Al	45.61	b	75.13	a
P.Olsen	73.97	a	9.83	b
C	13.14		12.80	
M.O	22.66		22.06	
Ntotal	0.82		0.81	
C/N	16.32		15.45	
Ca/Mg	5.12	a	2.00	b
Mineralización	3.25		3.32	
Nitrificación	2.68		3.40	

En la tabla 3, se pueden observar los resultados de las propiedades químicas tras el cambio de uso del suelo de matorral a pasto herbáceo. Solo se han encontrado diferencias significativas para el Calcio (Ca), el fósforo (P), la relación calcio-magnesio (Ca/Mg), y el porcentaje de saturación de Aluminio (Sat.Al), con valores mayores de Ca y P y relación Ca/Mg, pero menores de porcentaje de Sat.Al en los suelos de prado con respecto a los matorrales. Para el resto de parámetros no se han encontrado diferencias significativas aunque si se han encontrado tendencias en Mg y aluminio total (Al) señalados con un asterisco en la tabla 3, considerando para las tendencias  $p < 0,10$ .

***Tabla 4. Resultados de las propiedades físicas.***

Parámetro/Grupo	Prado		Matorral
Densidad aparente	3	0.712	0.723

Resulta fundamental analizar que sucede con la densidad aparente del suelo en el cambio de gestión, si aumenta la compactación o no, ya que esto influirá también en los microorganismos y en la producción vegetal. Para la densidad aparente del suelo no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos estudiados, (Tabla 4), por tanto, la idea de que el establecimiento de pastos permanentes en las superficies de matorral podrían implicar una mayor compactación sobre el suelo se descarta en este caso ya que no se ha registrado dicho aumento en la densidad aparente del suelo.

De acuerdo a la textura, franca o franca limosa, según la pendiente, los valores de referencia que indican compactación del suelo se establecen entre 1,30 a 1,50 g/cm<sup>3</sup> (SCHARGEL y DELGADO, 1990). En suelos turbosos se afirma que los valores pueden llegar a ser inferiores a 0,25 g/cm<sup>3</sup> y 1,90 g/cm<sup>3</sup> en suelos muy compactados (PORTA *et al.*, 1999). La densidad aparente crítica se encuentra en 1,65 g/cm<sup>3</sup> en suelos francolimosos y 1,80 g/cm<sup>3</sup> en franco arenosos (PORTA *et al.*, 1999). Los suelos analizados, independientemente del manejo están lejos de indicar valores que supongan compactación.

**Tabla 5. Resultados de las propiedades microbianas.**

Parámetro/Grupo	Prado	Matorral
4	115.250	127.782
87.806		93.480
1060.69		887.04

En cuanto a las propiedades microbianas de los suelos no se han encontrado diferencias significativas como se puede contemplar en la tabla 5. Se observa que los valores son muy parecidos e incluso el carbono de la biomasa microbiana presenta mayores valores medios en los prados que en los matorrales.

#### **4.2. Comparación por comunidades vegetales: Brezales-tojales húmedos frente a Prados.**

Si analizamos los resultados de una forma más detallada, ya que el grupo de matorrales analizados contemplan también brezales secos en cotas más bajas, llegando a cotas aproximadas con los pastos, podemos ver si cambian las dinámicas de los suelos. Para ello tomamos tres prados de cotas altas (1000; 1000 y 935 msnm) y tres matorrales con comunidad de brezal-tojal húmedo con cotas de (1000; 1000 y 900 msnm). Esto compara exclusivamente los matorrales de brezal húmedo de zonas altas de forma exclusiva con los pastos de zonas altas, muy próximos en distancias entre sí.

**Tabla 6. Resultados de las propiedades químicas comparando Brezales-tojales húmedos frente a Prados**

Parámetro/Grupo	Prado >900msnm	Brezal húmedo >900msnm
-----------------	----------------	------------------------

pH	4.69		4.49	
Ca	5.69	<sup>a</sup>	1.33	<sup>b</sup>
Mg	1.27		0.79	
Na	0.11		0.22	
K	0.42		0.44	
Al	5.27		10.12	
CICe	12.76		12.90	
Sat.Al	39.84	<sup>a</sup>	77.66	<sup>b</sup>
P.Olsen	68.91	<sup>a</sup>	10.21	<sup>b</sup>
C	14.70		14.26	
M.O	25.35		24.58	
Ntotal	0.96		0.95	
C/N	15.39		14.94	
Ca/Mg	5.14	<sup>a</sup>	1.63	<sup>b</sup>
Mineralización	3.67		3.78	
Nitrificación	2.68		3.59	

Observamos en la tabla 6, que las diferencias entre las propiedades químicas de los distintos manejos son muy parecidas a lo analizado en la sección 4.2. Los suelos de pradera presentan mayores valores de Ca debido a los encalados, y menor porcentaje de Sat.Al contribuyendo a la mejora de la estructura de los suelos, y en consecuencia, a mejorar las funciones ecológicas del pasto como la infiltración del agua al suelo entre otras y su distribución por los espacios porosos del suelo. El P, también como en el análisis anterior presenta valores más elevados, e incluso excesivos en los pastos, síntoma de excesos de fertilización con abonos complejos de tipo N-P-K, del tipo 8-24-16 mayoritariamente. Aun así, estos valores situados por encima de los valores normales de P en el suelo no suponen un riesgo debido al difícil lavado de este elemento que además se verá retenido por la presencia del Al en el suelo hasta que ocurran nuevos encalados.

Por último, los valores de materia orgánica, y carbono del suelo, y la mineralización y nitrificación del nitrógeno tampoco se observan diferencias con lo analizado en el apartado anterior. No se han encontrado diferencias para ninguno de estos parámetros entre los prados y los matorrales situados a mayor altitud, presentando valores ligeramente más altos de C y materia orgánica los prados.

**Tabla 7. Resultado de las propiedades microbianas comparando Brezales-tojales húmedos frente a Prados**

Parámetro/Grupo	Prado >900 msnm	Brezal húmedo >900 msnm
4	128,39	177,30
90,05		93,20
29,93		37,04

En relación con las propiedades microbianas (ver tabla 7) vemos que no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos, a pesar de que estas sean ligeramente mejores en los brezales húmedos, pero la desviación típica de los pastos estudiados es bastante alta.

**Tabla 8. Resultados de las propiedades físicas comparando Brezales-tojales húmedos frente a Prados**

Parámetro/Grupo	Prados >900 msnm	Brezal húmedo >900 msnm	
Densidad aparente	3	0.699	0.649

Para la densidad aparente (ver tabla 8) no se han encontrado tampoco diferencias significativas entre los tratamientos estudiados aunque vemos que es ligeramente mejor la media en los brezales-tojales húmedos, lo cual tiene sentido, porque no tienen que soportar el peso del ganado y de la maquinaria agrícola.

## 5. Discusión

En cuanto a las diferencias significativas encontradas ( $p < 0,05$ ) resulta comprensible que tras la gestión ganadera existan diferencias entre los valores del calcio en los prados tras el cambio de gestión debido al encalado y al manejo ganadero que puede mejorar la estructura del suelo (MOSQUERA, 1992; PORTA *et al.*, 2019). En concordancia con este aumento del Ca se observa también la disminución de la Sat.Al en el suelo, dado que el Ca provoca un pequeño aumento del pH, que a pesar de no ser significativo podría disminuir ligeramente la cantidad de Al disponible. El P también muestra un gran aumento en los prados con respecto al matorral, debido a los excesivos y continuos abonados en base a NPK 8-24-16, lo que hace recomendable cambiar hacia una fórmula con menor riqueza en P.

Podría esperarse que el cambio de matorral a pradera, hoy prados (pastos permanentes desde hace 30 años) provocaría cambios en la materia orgánica del suelo (M.O), ocasionando pérdidas de carbono (C) y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel edáfico. Por el contrario, en esta zona de estudio los resultados no muestran diferencias significativas a nivel de materia orgánica ni reducción en el carbono del suelo tras el cambio de matorral a prado, o este se ha recuperado. Incluso para el C, a pesar de no existir esas diferencias significativas, presentan mejor valor medio los prados que los matorrales. Esto podría significar que en estas condiciones cambios en los usos del suelo no implican pérdidas de M.O a largo plazo ni pérdida de la retención del C, ya que 30 años después de la



instalación de las praderas, ahora prados, no se observan diferencias para estos parámetros. En este proceso influye el clima, la altitud y la cobertura vegetal, ya que los pastos herbáceos reponen constantemente con sus raíces y materia muerta la materia orgánica al suelo (LÓPEZ-BELLIDO, 2022).

Es llamativo que la mineralización del N sea muy parecida para los dos grupos independientemente de su manejo. Lo mismo pasa para la nitrificación que se mueve en valores medios entre 2,5 y 4 mg de nitrógeno por kilo de suelo al día. Al igual que se mencionó anteriormente para los valores de M.O y C, este proceso parece verse más afectado por el clima del lugar y la altitud que por la cubierta vegetal y por el número de días a partir de los cuales empieza a existir temperatura óptima para el desarrollo de la actividad microbiana en el suelo, a mayores de la implicación de la acidez del suelo en estos procesos (URBANO, 2000). Aun no habiendo diferencias significativas entre tratamientos los valores más bajos de mineralización y nitrificación se encontraron en las parcelas de pasto.

El factor determinante en la densidad aparente de los suelos muestreados parece ser el elevado nivel de M.O (22%) que tienen todos independientemente del manejo que se le haya dado. Coincide con lo publicado por GALLARDO (2004) afirmando que las densidades aparentes bajas en suelos forestales surgen en suelos con un horizonte orgánico Ah espeso sin pedregosidad, de manera que si se conserva el mismo sobre pasto herbáceo tras quitar el pasto arbustivo, estos valores no deberían variar.

En cuanto a las propiedades microbianas de los suelos, de acuerdo a lo establecido por COYNE (2000), y PAUL y CLARK (2007), la falta de diferencias significativas en las actividades enzimáticas puede ser debido al pH de los suelos, en los cuales no se han encontrado diferencias significativas.

## 6. Conclusiones

A nivel agronómico se observa que el cambio de uso del suelo es muy positivo ya que las propiedades químicas del suelo asociadas a nutrientes y complejo de cambio mejoran, descendiendo la saturación de aluminio, lo que implica mejores producciones y de mayor productividad pascícola.

A nivel ambiental, tras 30 años de realización del laboreo inicial de cambio de uso para establecer la pradera que hoy es prado, no se observan cambios en los parámetros vinculados, es decir, C, M.O, propiedades microbianas, densidad aparente y ciclo del nitrógeno. En conclusión, en caso de que este uso suponga una pérdida inicial de carbono en el suelo, tras 30 años, el suelo bajo estos pastos acidófilos cantábricos ha recuperado sus características en carbono manteniendo la de su uso anterior. Tampoco implica compactación, ni pérdida en la actividad enzimática de los microorganismos del suelo.

Se observa así que las cotas altitudinales son las que más condicionan las variables ambientales, no alcanzando los brezales mayores acumulaciones de carbono en el suelo que los pastos en este territorio.

## 7. Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren agradecer expresamente al Dr. Manuel Antonio Rodríguez Guitián por su desinteresada labor en los inventarios botánicos



de las parcelas estudiadas y en laboratorio. A los ganaderos que cedieron sus parcelas para la recogida de muestras de suelo de forma desinteresada. Y en las tareas de campo para la recogida de muestras de suelo a: Arsenio Álvarez Pérez, Jose Manuel Méndez y Koldo Osoro por la ayuda en la recogida de las distintas muestras de suelo.

## 8. Bibliografía

- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. (1986). Bulk density. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, 363-382.
- COYNE, M.; 2000. *Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio*. Editorial Paraninfo, España.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E.; 2014. Mapas de Vegetación de las series, geoserias y geopermaseries de España. 1.250.000. Asturias. *Global Geobotany*, Vol nº 3. December 2014. pp 1-34.
- EIVAZI, F.; TABATABAI, M.A.; 1988. Glucosidasas and galactosidasas in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 20, 601-606.
- FAO.; 2015. Base referencial mundial del recurso del suelo 2014, actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. FAO, Roma.
- GALLARDO LANCHO, J.F.; 2004. *Propiedades de los suelos forestales de montaña. Recursos Rurais: Serie cursos 1*. IBADER, Universidad de Santiago de Compostela.
- GUTIÁN OJEA, F.; CARBALLAS FERNÁNDEZ, T.; 1976. *Técnicas de Análisis de Suelos*. Editorial Pico Sacro. Santiago de Compostela
- KANDELER, E.; GERBER, H.; 1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and Fertility of Soils* 6, 68–72.
- KEENEY, D.R., NELSON, D.W. 1982. Nitrogen-Inorganic Forms. En: *Methods of soil analysis*.
- LÓPEZ BELLIDO, L.; 2022. *Agricultura y secuestro de carbono: Potencial de mitigación del cambio climático*. Editorial Acribia.
- MOMBIELA MURUZABAL, F.; MATEO, M.E.; 1984. Necesidades de cal para praderas en terrenos a monte. Su relación con el Al cambiante en suelos sobre granitos y pizarras de Galicia. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Agrícola*, 25(10): 129-143.
- MOSQUERA, A.; 1992. Transformación de terrenos de monte gallegos en praderas permanentes. Dosis óptimas de cal para su implantación y mantenimiento. En 100 años de investigación agraria. Ed. Consellería de Agricultura, Xunta de Galicia.
- OLSEN, S.R.; SOMMERS, L.E.; 1982. Phosphorus. In: Page, A.L., Ed., *Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, *Soil Science Society of America*, Madison.
- PAUL, E.A.; CLARK, F.E.; 2007. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press.
- PEECH, M.; L.T. ALEXANDER.; L.A. DEAN.; J.F. REED.; 1947. *Methods of soil analysis for soil-fertility investigations*. USDA circ. 757, Washington, D.C. 25 p.



PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M.; POCH, R.M.; 2019. Edafología, Uso y protección de suelos. Ediciones Mundiprensa.

PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M.; ROQUERO, C.; 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

SAWICKI, C.R.; SCARINGELLI, F.P.; 1971. Colorimetric determination of nitrate after hydrazine reduction to nitrite. *Microchemical Journal*, 16(4), 657-672.

SCHARGEL, R.; DELGADO, F.; 1990. Características y manejo de los suelos utilizados en la producción de carne en Venezuela. En Plasse, D., Peña de Borsotti, N., eds. VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. FCV-UCV, Maracay.

SINEIRO, F.; 1982. Aspectos del uso ganadero del monte en Galicia para la producción de carne. *Pastos*, 12 (I): 1-39.

SINEIRO, F.; OSORO, K.; DÍAZ, N.; 1984. Bases para la producción e intensificación ganadera en el monte gallego: la utilización de la vegetación espontánea y la siembra y mejora del pasto. *Pastos y Forrajes en Alimentación animal*, pp. 195-219. Actas de la XXII Reunión Científica de la S.I.N.A., Santiago de Compostela.

URBANO TERRÓN, P.; 2000. Tratado de Fitotecnia General. Primera edición. Ediciones Mundiprensa.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S.; 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry* 19, 703–707.

ZAR, J.H.; 1974. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc.