



VIII Congreso Ibérico de las **Ciencias del Suelo**

VIII Congresso Ibérico de **Ciências do Solo**

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
20 - 22 JUNIO 2018



CICS2018

VIII Congreso Ibérico de las Ciencias del Suelo

VIII Congresso Ibérico de Ciências do Solo

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

20 - 22 JUNIO 2018

ISBN 978-84-09-02936-5

SESIÓN 5: "Suelos y sociedad"

ORALES

- 530 Efecto de la colonia de gaviota patiamarilla sobre los suelos de dos hábitats de interés comunitario en el Parque Nacional de las Calanques (SE Francia). XOSÉ LOIS OTERO PÉREZ
- 534 Obtención de un Bioestimulante edafológico a partir de OKARA mediante un proceso enzimático: Caracterización química y funcional. ANGEL ORTS
- 538 Influencia del tipo de suelo en la composición en antocianos de la uva. JOSÉ M^a MARTÍNEZ-VIDAURRE
- 542 Efecto de las proteasas sobre el suelo: Bioestimulación y biodiversidad microbiana. PABLO CABALLERO JIMÉNEZ
- 546 Aplicación de tres ácidos orgánicos en suelos: Efectos sobre la comunidad bacteriana. SANDRA DEL ROCÍO MACÍAS BENÍTEZ

POSTERS

- 551 Estudio de los suelos de la Comarca de Molina de Segura (Murcia) para un sistema agropolitano sostenible y resiliente. PURA MARÍN SANLEANDRO

SESIÓN 6: "Función hidrológica de los suelos"

ORALES

- 556 Evaluación de la influencia de los parámetros del suelo en la modelización hidrológica. MAITE MEAURIO
- 560 Evaluación hidrológica de la influencia de factores antrópicos y de cambios climáticos en procesos de degradación de tierras. ILDEFONS PLA SENTÍS
- 564 Variación de las características fractales de la macroporosidad de un suelo bajo diferente laboreo. DIEGO SOTO GÓMEZ
- 568 Cambios hidrológicos causados por un incendio forestal: Efectos sobre la componente superficial y basal. JAVIER CANCELO GONZÁLEZ
- 572 Caracterización de las propiedades hídras de los suelos para el manejo del riego y la modelización de los retornos en el Barranco del Reguero (Huesca). ASUNCIÓN USÓN MURILLO
- 576 Efectos del desembosque de madera en las propiedades hidrológicas del suelo en una clara en el Norte de España. NAHIA GARTZIA BENGOETXEA

POSTERS

- 581 Presencia de pesticidas y algunos de sus productos de degradación en aguas naturales de la zona vinícola incluida en la D.O. Jumilla. M. SOLEDAD ANDRADES
- 585 Incendios forestales. Uso de herramientas quimiométricas. JOSÉ A. GONZÁLEZ-PÉREZ

SESIÓN 7: "Servicios ecosistémicos proporcionados por los suelos"

ORALES

- 590 Relaciones entre las fracciones de fósforo edáfico, las propiedades del suelo y la productividad forestal en plantaciones de pinar del norte de España. TERESA BUEIS
- 594 Evaluación de la calidad del suelo de tres unidades de vegetación utilizando parámetros del ciclo vital de la especie *Eisenia andrei* como bioindicadores. MERCEDES ORTEGA HIDALGO
- 598 Impacto da substituição de espécies florestais no armazenamento de carbono em áreas de montanha da região mediterrânea. FELICIA FONSECA
- 602 Impacto de la diversificación en cultivos leñosos sobre propiedades edáficas y la producción en clima mediterráneo: un meta-análisis de estudios de campo. RAÚL ZORNOZA
- 606 Microbioma del Txakoli; el suelo, desde una perspectiva ómica. IGOR BAROJA
- 610 Impacto del pastoreo de ganado vacuno en las comunidades microbianas del suelo en un sistema silvopastoral adhesado. PILAR GARCÍA-GONZALO

POSTERS

- 615 Propiedades químicas del suelo en pastos de puerto en el Pirineo Central: Nardion versus Bromion. DAVID BADÍA-VILLAS

Impacto da substituição de espécies florestais no armazenamento de carbono em áreas de montanha da região mediterrânea

Impact of tree species replacement on carbon stocks in a Mediterranean mountain area

Felícia Fonseca^{1*}, Tomás de Figueiredo¹, Ângela Vilela¹, Renata Santos¹, Ana Luiza Carvalho¹, Eliane Almeida², Luís Nunes¹

¹ CIMO – Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal, email: ffonseca@ipb.pt

² Departamento de Estruturas, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade FUMEC, 30130-190 Belo Horizonte, Brasil

Resumo

A substituição de espécies florestais pode interferir de forma significativa na quantidade de carbono armazenada nos diversos compartimentos que constituem os ecossistemas terrestres (biomassa, horizontes orgânicos e solo). Com o presente trabalho pretende-se avaliar a influência da substituição da vegetação climácica (*Quercus pyrenaica*) da Serra da Nogueira, situada no NE Portugal, pelas espécies *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Pinus nigra* (PN) no armazenamento de carbono no sistema. Para o efeito, estabeleceram-se três parcelas de 315 m² em povoamentos de cada uma das espécies consideradas (9 parcelas no total) e procedeu-se à medição da altura e do diâmetro à altura do peito de todas as árvores e à colheita de amostras de vegetação herbácea e de horizontes orgânicos em áreas de 0,49 m² em 15 pontos por espécie (5 por parcela). Nos mesmos pontos colheram-se amostras de solo perturbadas e não perturbadas nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm. Trinta anos após a substituição da vegetação climácica observam-se ganhos de carbono na biomassa das espécies florestais e nos horizontes orgânicos, o que é mais notório na espécie PM, e perdas significativas de carbono no solo. O total de carbono acumulado é significativamente superior em PM (331 Mg ha⁻¹) comparativamente a PN (246 Mg ha⁻¹) e QP (273 Mg ha⁻¹), que apresentam valores estatisticamente idênticos.

Palavras-chave: Biomassa, horizontes orgânicos, horizontes minerais, sistemas florestais, Portugal.

Abstract

Forest species replacement can influence significantly the amount of carbon stored in the several compartments that compose the terrestrial ecosystems (biomass, forest floor and mineral soil). This study intends to evaluate the influence of the replacement of the *Quercus pyrenaica* species (QP), which represents the climax vegetation of Serra da Nogueira, NE Portugal, by the *Pseudotsuga menziesii* (PM) and *Pinus nigra* (PN) forest species. For this purpose, three plots of 315 m² were established in each stand (9 plots in total) and the height and diameter at breast height of all trees were measured. Herbaceous and forest floor were collected in areas of 0.49 m² in 15 points per species (5 per plot). At the same points, disturbed and undisturbed soil samples were collected at depths 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 and 20-30 cm. Thirty years after the climatic vegetation replacement, carbon gains are observed in the forest species biomass and in the forest floor, which is more noticeable in PM, and significant losses of carbon in the mineral soil. Total carbon accumulated is significantly higher in PM (331 Mg ha⁻¹) compared to PN (246 Mg ha⁻¹) and QP (273 Mg ha⁻¹), which present statistically identical values.

Keywords: Biomass, forest floor, mineral soil, forest systems, Portugal.

Introdução

As florestas constituem o principal reservatório de carbono na biosfera terrestre através da acumulação deste elemento na biomassa e nos horizontes do solo [1]. O carbono presente nos ecossistemas terrestres distribui-se normalmente por quatro compartimentos principais, biomassa aérea, biomassa das raízes, horizontes orgânicos e horizontes minerais do solo [2].

O carbono orgânico armazenado no solo é um dos principais componentes do ciclo do carbono, constituindo assim, a maior reserva de carbono terrestre [1]. Os solos podem armazenar cerca de duas a três vezes o equivalente ao carbono contido na vegetação e de forma mais estável, podendo mesmo exceder o da atmosfera e o da biomassa dos sistemas terrestres, quando considerados conjuntamente [1].

Existem no entanto, vários fatores que influenciam a capacidade de armazenamento de carbono pelos ecossistemas, como sendo as espécies florestais presentes, as características do solo e do clima, e não menos importante, as técnicas de gestão utilizadas [1,2]. De facto, as características do solo e as práticas de gestão aplicadas são fatores chave, para a produtividade florestal e para a consequente acumulação de carbono no sistema [2].

As perturbações causadas pela substituição de espécies florestais, podem interferir de forma significativa na capacidade de acumulação de carbono no sistema [2,3].

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da substituição da vegetação climácica da Serra da Nogueira (*Quercus pyrenaica*) pelas espécies florestais *Pseudotsuga menziesii* e *Pinus nigra* no armazenamento de carbono na biomassa aérea e subterrânea das árvores e da vegetação herbácea e nos horizontes orgânicos e minerais do solo.

Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na Serra da Nogueira, Nordeste de Portugal (41° 45'N and 6° 52'W), na faixa entre os 1000 e os

1150 m de altitude. A temperatura média anual é de 12°C e a precipitação média anual é de 1100 mm, com uma distribuição tipicamente mediterrânea [4]. Os solos estão integrados na unidade Leptosolos dístricos órticos derivados de xisto [5]. A vegetação climácica é constituída por *Quercus pyrenaica* (QP), que ocupa cerca de 6000 ha e constitui a maior área contínua de QP em Portugal. Ao longo das últimas décadas, parte da área de QP foi substituída por outras espécies florestais, nomeadamente *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Pinus nigra* (PN) (Quadro 1), processo onde os incêndios tiveram um papel relevante.

Quadro 1 – Caracterização dos povoamentos

	QP	PM	PN
Densidade (árvore/ha)	2433	1189	967
Idade (anos)	-	30	30
Altura dominante (m)	10,4	23,3	16,1
Altura média (m)	8,7	-	15,4
Diâmetro médio (cm)*	12,3	25,7	23,8
Área Basal (m ² /ha)	28,7	62,1	43,4
Volume (m ³ /ha)	156,9	532,5	278,5

*Diâmetro médio à altura do peito

Para avaliar o efeito da substituição das espécies florestais no armazenamento de carbono nos diversos compartimentos do sistema (carbono na biomassa das espécies florestais, na biomassa da vegetação herbácea, nos horizontes orgânicos e nos horizontes minerais do solo), foram seleccionadas três áreas de amostragem, em povoamentos de QP (representa o solo original), PM e PN, em zonas adjacentes sobre litologia de xisto e com características de clima e solos similares. Por sua vez, em cada área de amostragem, foram estabelecidas 3 parcelas de 315 m² cada. Em cada parcela efectuaram-se medições da altura e do diâmetro à altura do peito de todas as árvores e seleccionaram-se aleatoriamente 5 pontos, onde se procedeu à recolha da vegetação herbácea (apenas presente sob as espécies PN e QP) e do material orgânico numa área de 0,49 m² e à colheita de amostras de solo nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm. Também, nas profundidades indicadas foram colhidas amostras não perturbadas, com um cilindro de 100 cm³ de volume, para

determinação da densidade aparente do solo.

As amostras de vegetação herbácea e de horizonte orgânico foram secas a 65°C até peso constante, com vista à determinação da matéria seca. As amostras de solo foram secas ao ar e crivadas para determinar o teor de elementos grosseiros (> 2 mm). Foi ainda determinada a concentração de carbono por combustão seca em todas as amostras [6]. A biomassa das espécies florestais (aérea e das raízes) foi estimada a partir de equações estabelecidas por [7] e convertida em carbono, assumindo que 50% da biomassa é carbono [8].

A biomassa da vegetação herbácea foi dividida em biomassa aérea e biomassa das raízes, a parte aérea foi colhida no terreno e a respetiva concentração de carbono foi obtida a partir de análises laboratoriais das amostras. A biomassa das raízes foi quantificada com base na relação biomassa raízes / biomassa aérea de 0,23 obtida por [3] num povoamento misto de *Pseudotsuga menziesii* e *Castanea sativa* localizado a cerca de 20 km onde decorre o presente estudo e assumindo, da mesma forma, que 50% é carbono. A matéria seca dos horizontes orgânicos foi convertida em carbono, multiplicando estes valores pela concentração de carbono na matéria seca.

O carbono orgânico do solo foi calculado através da multiplicação da concentração de carbono, pela densidade aparente e espessura da camada de solo com a realização de uma correcção para o teor de elementos grosseiros.

O total de carbono armazenado no sistema (TC) por unidade de área (Mg ha^{-1}) foi obtido a partir da adição da quantidade média de carbono em cada um dos compartimentos considerados:

$$TC = C_{BA} + C_{BV} + C_{HO} + C_{OS}$$

Onde C_{BA} é a quantidade de carbono na biomassa das árvores, C_{BV} é a quantidade de carbono na biomassa da vegetação herbácea, C_{HO} é a quantidade de carbono nos horizontes orgânicos e C_{OS} é a quantidade de carbono no solo.

Resultados e Discussão

A quantidade de carbono armazenada na biomassa (aérea e das raízes) da espécie PM é significativamente superior à registada para as espécies PN e QP, apresentando estas últimas, valores estatisticamente idênticos (Fig. 1). Como a fixação de carbono nas árvores é proporcional aos incrementos de biomassa, as espécies de crescimento rápido, como é o caso de PM, são mais eficientes na acumulação de carbono na biomassa [9]. Deste modo, a selecção das espécies florestais a instalar assume importância relevante nas estratégias de sequestro de carbono [10].

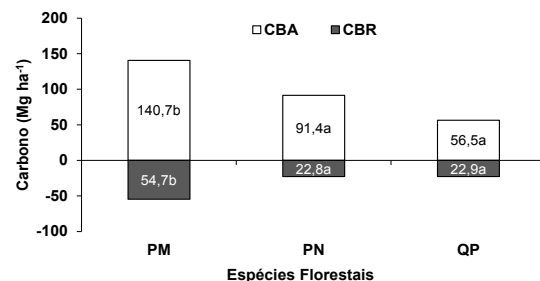


Fig. 1 – Carbono armazenado na biomassa aérea (CBA) e na biomassa das raízes (CBR) das espécies PM, PN e QP. Valores seguidos de letras diferentes diferem significativamente.

A substituição da vegetação climácica (QP) pelas espécies PM e PN afetou de forma significativa a quantidade de carbono armazenada no solo, passando de 183 Mg ha^{-1} em QP para 121 e 117 Mg ha^{-1} nas espécies PM e PN, respectivamente (Fig. 2). Estas perdas devem-se essencialmente às perturbações que ocorreram no solo quando da instalação dos povoamentos florestais de PM e PN [2,9,11]. Também a acumulação de carbono nos horizontes orgânicos foi afectada, mas em sentido contrário ao registado no solo (Fig. 2), devido à quantidade e qualidade da folhada produzida pelas diferentes espécies [12].

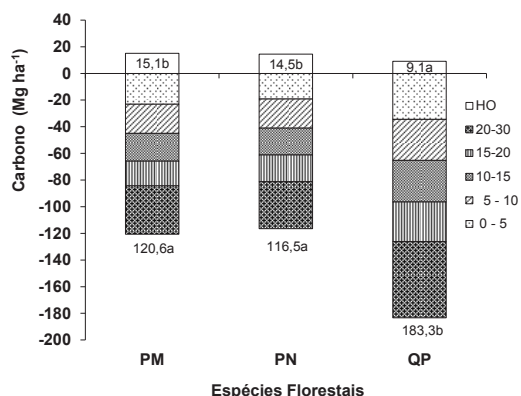


Fig. 2 – Carbono armazenado nos horizontes orgânicos (HO) e minerais do solo, para as espécies PM, PN e QP. Os valores no interior das barras indicam o total de carbono armazenado nos HO e abaixo das barras indicam o total de carbono armazenado no solo. Valores seguidos de letras diferentes diferem significativamente.

O contributo do carbono armazenado na biomassa da vegetação herbácea é muito pouco expressivo (Fig. 3). No sub-bosque das espécies PN e QP era visível a presença de vegetação herbácea muito dispersa, resultando em quantidades de carbono de 0,4 Mg ha⁻¹ em PN e 0,8 Mg ha⁻¹ em QP, pois a folhagem dos horizontes orgânicos dificultou o seu crescimento [3]. No povoamento de PM não se observou vegetação em sub-bosque devido às características da própria espécie, que desenvolve copas muito densas que impedem a penetração da luz solar no seu interior.

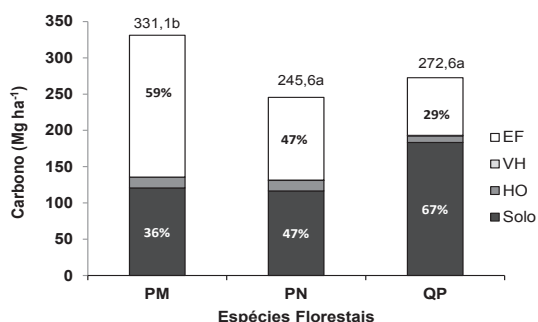


Fig. 3 – Carbono total armazenado no sistema (solo, horizontes orgânicos – HO, vegetação herbácea – VH e espécies florestais – EF). Valores seguidos de letras diferentes diferem significativamente.

A quantidade de carbono orgânico acumulada no sistema varia de 331 Mg ha⁻¹ (PM) a 246 Mg ha⁻¹ (PN) (Fig. 3). Nestas espécies e, principalmente em PM, os acréscimos de carbono proporcionados pela biomassa das espécies florestais e pelos horizontes orgânicos foram

suficientes para compensar as reduções verificadas no solo até 30 cm de profundidade, atingindo valores semelhantes (PN) e significativamente superiores (PM) aos registados na situação original (QP).

Referências bibliográficas

- [1] González, MI, Gallardo, JF. 2007. Capacidad de secuestro de C de suelo de castañares del oeste Español, in La captura de carbono en ecosistemas terrestres Iberoamericanos, RED POBAICA, Salamanca (España), pp. 183-193.
- [2] Fonseca, F, Figueiredo, T, Martins, A. 2014. Carbon storage as affected by different site preparation techniques two years after mixed forest stand installation. *Forest Systems* 23 (1), 84-92.
- [3] Gonçalves, I, Fonseca, F, Figueiredo, T. 2013. Evolução temporal do carbono armazenado em povoamentos florestais jovens: efeito da intensidade de preparação do terreno. *Silva Lusitana XXI (Nº Especial): 111-125.*
- [4] INMG. 1991. Normas Climatológicas da Região de "Trás-os-Montes e Alto Douro" e "Beira Interior" Correspondentes a 1951-1980. Fascículo XLIX, Volume 3, 3ª Região, Lisboa.
- [5] Agroconsultores e Coba. 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. UTAD, Vila Real
- [6] ISO, 1995. Soil quality – determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis), International Standard ISO 10694. Geneva (Switzerland).
- [7] Montero, G, Ruiz-Peinado, R, Muñoz, M, (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Madrid, España.
- [8] Laclau P, 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. *For Ecol Manage.* 180: 317-333.
- [9] Vallet P, Meredieu C, Seynave I, Bélouard T, Dhôte JF, 2009. Species substitution for carbon storage: Sessile oak versus Corsican pine in France as a case study. *For Ecol Manage.* 257:1314-1323.
- [10] Silver, WL, Ostertag, R, Lugo, AE. 2000. The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. *Restoration Ecology*, 8 (4): 394-407.
- [11] Percival, HJ, Parfitt, RL, Scott, NA. 2000. Factors controlling soil carbon levels in New Zealand grasslands: Is clay content important? *Soil Sci Soc Am J.* 64: 1623-1630.
- [12] Oostra, S, Majdi, H, Olsson, M. 2006. Impact of tree species on soil carbon stocks and soil acidity in southern Sweden *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 364–371.