

El cultivo de la vid como sumidero de carbono en La Rioja

I. Funes*¹, R. Savé¹, C. Biel¹, J. Vayreda², E. García-Escudero³, X. Aranda¹ y F. de Herralde¹.

1 Horticultura Ambiental. IRTA. Torre Marimón, 08140, Caldes de Montbui, Barcelona.

*E-mail: immaculada.funes@irta.cat

2 Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), UAB, 08193, Bellaterra, Barcelona.

3 Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (CSIC, UR, Gobierno de La Rioja). Ctra. Mendavia-Logroño NA 134 - km. 90, 26071, Logroño, La Rioja.

Resumen

El cultivo de la vid en la Rioja juega un rol importante en los ámbitos agrícola, social, económico y cultural. Debido a su extensión en el territorio puede presentar un gran papel en la fijación de CO₂ a través de la fotosíntesis y transformación en materia orgánica en la planta (hojas, tronco y raíces), una parte de la cual se quedará almacenado en el terreno. La evaluación de la fijación de carbono en la planta en sistemas agrícolas es una herramienta útil para estimar la capacidad de almacenaje de los cultivos y que está enmarcado en las políticas propuestas a partir del Protocolo de Kyoto. Para ello, se han establecido relaciones entre biomasa u otras variables biométricas y la edad del cultivo, en base a datos propios, de la literatura científica y del registro vitivinícola. En promedio, para el conjunto de la Comunidad Autónoma, el cultivo de la vid almacenaría 9,12 t C·ha⁻¹, lo que daría aproximadamente para el total de hectáreas cultivadas unas 419.793 t C, siendo el Alfaro el municipio que presenta mayores valores (35.405 t C). Los resultados ponen de manifiesto el potencial del cultivo de la vid como fijador de carbono en ambientes mediterráneos.

Palabras clave: Almacenamiento de carbono, estimación de carbono, viñedo.

INTRODUCCIÓN

Los niveles de CO₂ en la atmósfera han aumentado desde la revolución industrial como consecuencia de la actividad humana (IPCC2013). En la biosfera, que actúa absorbiendo y emitiendo CO₂ (Schulze y Heimann, 1998), existen procesos y componentes de los ecosistemas que actúan como sumideros de carbono. Los procesos naturales y determinadas prácticas de gestión pueden reducir o incrementar la cantidad de carbono almacenado en estos sumideros, con tiempos de renovación que van desde las decenas a los cientos de años (madera viva, productos de madera y la materia orgánica del suelo) y esto influye en la evolución temporal del CO₂ atmosférico (Prentice et al., 2001).

La agricultura es una de las mayores fuentes de emisiones de CO₂, (consumo de combustible, descomposición de materia orgánica del suelo y pérdida de vegetación natural) (Schlesinger, 2000); sin embargo, el uso de variedades altamente productivas, la gestión de los residuos, los fertilizantes y el riego, y la reducción del laboreo pueden reducir las pérdidas de C a la atmósfera (Blume et al., 1998). Debido a la estigmatización de la agricultura como emisora de gases de efecto invernadero, existe escasa investigación en cuanto a los potenciales beneficios que podría aportar si se gestionan como sistemas

complejos donde se protegen los ecosistemas naturales mientras se suministran otros servicios ecosistémicos (Lovell et al., 2010). En este sentido, la evaluación de fijación de C en sistemas agrícolas podría ser una herramienta útil especialmente en el contexto del Protocolo de Kyoto, las políticas de reducción de las emisiones procedentes de la deforestación y de la degradación de bosques (REDD+) y el Real Decreto 163/2014 del MAGRAMA por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO₂, sobre todo en ambientes mediterráneos.

Actualmente, aún existe una gran incertidumbre al hacer aproximaciones del balance del C terrestre a escala global en base a inventarios (Prentice et al., 2001) y por ello, hacen falta estimaciones del almacenamiento de C en la vegetación, incluyendo la agrícola para dar soporte a los inventarios globales, específicas para cada cultivo y región. Además, existen muy pocos estudios que evalúen la capacidad de almacenamiento de C en cultivos leñosos comparado con aquellos llevados a cabo para especies forestales.

Así pues, el cultivo de la vid en ambientes mediterráneos, y específicamente en la Comunidad Autónoma de La Rioja con más de 46.000 ha (Servicio de Registro de Viñedo) puede tener, debido a su presencia en el espacio y en el tiempo, otro servicio ecosistémico potencial como sumidero de C en la parte estructural permanente en una vid, es decir, es la parte leñosa de la planta que va creciendo año tras año.

De esta manera, el objetivo de este trabajo es hacer una estimación del C almacenado en el cultivo de la vid en la Comunidad Autónoma de La Rioja en base a datos propios, de la literatura científica y del registro vitivinícola a nivel de municipio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las estimaciones de C acumulado en La Rioja se llevaron a cabo en base a dos tipos de relaciones: una de la parte aérea y otra de la parte subterránea de la vid.

Biomasa de la parte aérea

Se recopiló un total de 159 registros de biomasa (peso seco) de la parte aérea estructural (brazos y tronco) que es la parte que permanece en el campo año tras año durante la vida del cultivo. Estos datos provenían de tres tipos diferentes de fuentes: (i) revisión bibliográfica (Saayman y Huyssteen, 1980; Williams y Biscay, 1991; Mullins et al., 1992; Clingeffer y Krake, 1992; Araujo et al., 1995a,b; Williams et al., 1996; Santesteban y Royo, 2006; Santesteban et al., 2011a,b; Keightley et al., 2011; Williams et al., 2011; Goward, 2012; Escalona et al., 2012; Santesteban, com. pers.), (ii) medidas destructivas de biomasa (84 datos, Cataluña, comarcas del Penedés y Vallés oriental) en diferentes momentos del periodo 2006-2011 y (iii) medidas no destructivas basadas en medidas del volumen (30 datos, Cataluña y Navarra); en este último caso la biomasa de la vid es una estimación procedente de multiplicar el volumen de la vid por la densidad de la madera (0,5 g peso seco/cm³, medidas propias, datos no publicados). Se trata de un conjunto de datos heterogéneos en cuanto a variedades, marcos de plantación, pie, régimen de cultivo, sistemas de conducción, tipo de suelo, etc. en ambientes mediterráneos. Se estableció la relación entre la biomasa aérea y la edad de las cepas.

Biomasa de la parte subterránea

Dado que no se disponía de la biomasa de la parte subterránea para la mayoría de las cepas utilizadas en el apartado anterior, se calculó la *relación parte aérea/parte*

subterránea de aquellos casos en que sí se disponía del dato (punto ii del apartado anterior). Parte aérea/parte subterránea = $1,7345 \text{ edad}^{-0,344}$

Carbono almacenado en los viñedos de La Rioja

A partir de la relación establecida entre biomasa aérea y edad de la cepa se calculó la biomasa aérea correspondiente a la superficie de viñedo en cada municipio en función de las referencias de edad de cultivos recogidos en el Servicio de Registro de Viñedo de La Rioja (edad media del viñedo en cada municipio). La relación parte aérea/parte subterránea permitió calcular la biomasa subterránea promedio para cada municipio y, con ella, la biomasa total. Para transformar este dato en masa de C almacenada por cepa, el contenido en C de la madera de la vid fue considerada como el 45% del peso seco, basándonos en medidas propias y según Munaluna y Miencken (2008). Finalmente, multiplicamos el valor por la densidad de plantación promedio por municipio, recogido también en el Servicio de Registro de Viñedo de La Rioja obteniendo así la biomasa de la parte aérea por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para establecer la relación entre biomasa aérea y edad en base a los 159 datos provenientes de diferentes fuentes, los datos se dividieron en dos grupos para obtener un mejor ajuste: cepas hasta los tres años de edad, a las que se ajustó una función exponencial (Biomasa aérea (g) = $9,7947e^{1,2506 \text{ edad}}$, $R^2=0,7601$), y cepas de más de tres años, que respondían a una función logarítmica (Biomasa aérea (g) = $1814,9 \ln(\text{edad}) - 1656,8$; $R^2=0,8088$).

Utilizando las densidades de plantación más comunes del territorio, se obtuvieron las estimaciones almacenamiento de C que se muestran en la Figura 1. Se puede observar que en cepas de más de 30 años se podrían acumular de 4 a 12 t C·ha⁻¹, según la densidad de plantación. El valor medio de almacenamiento de C para toda la región riojana resultó ser de 9,12 t C·ha⁻¹, promedio ponderado por superficie estimado en cada de los municipios con superficie de viñedo de La Rioja.

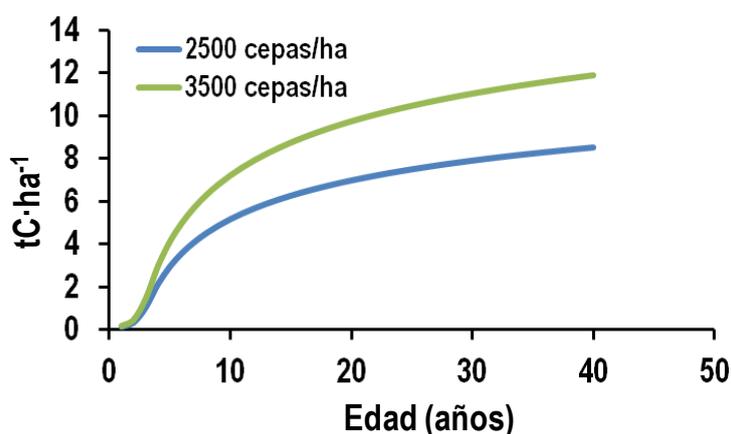


Figura 1. Estimación del almacenamiento medio de carbono (t C·ha⁻¹) en el cultivo de la vid para las densidades de plantación más representativas de La Rioja en función de la edad del cultivo.

Los municipios con mayor densidad de C son Cárdenas, Lardero, y Viguera con más de $11,5 \text{ t C}\cdot\text{ha}^{-1}$, debido que la edad media de la superficie de cultivo de vid en estas comarcas es mayor de 30 años. Los resultados mostraron en general para el conjunto de la región un almacenamiento de C en la parte leñosa de la superficie del cultivo de viña de unos 419.793 t, siendo el Alfaro el municipio que presentó el mayor almacenamiento de C, 35.405 t, por ser el municipio con mayor superficie de viñedo de toda la región (10% de la superficie de viñedo en La Rioja) (Figura 2).

Los valores obtenidos en este trabajo para el contenido de C por cepa o por hectárea serían muy similares o del mismo orden de magnitud que los valores publicados para vid (Williams et al., 2011; Keightley, 2011) y otros frutales (Quiñones et al., 2013; Panzaccho et al., 2012), aunque serían siempre menores que aquellos publicados para bosques europeos (Valentini et al., 2000).

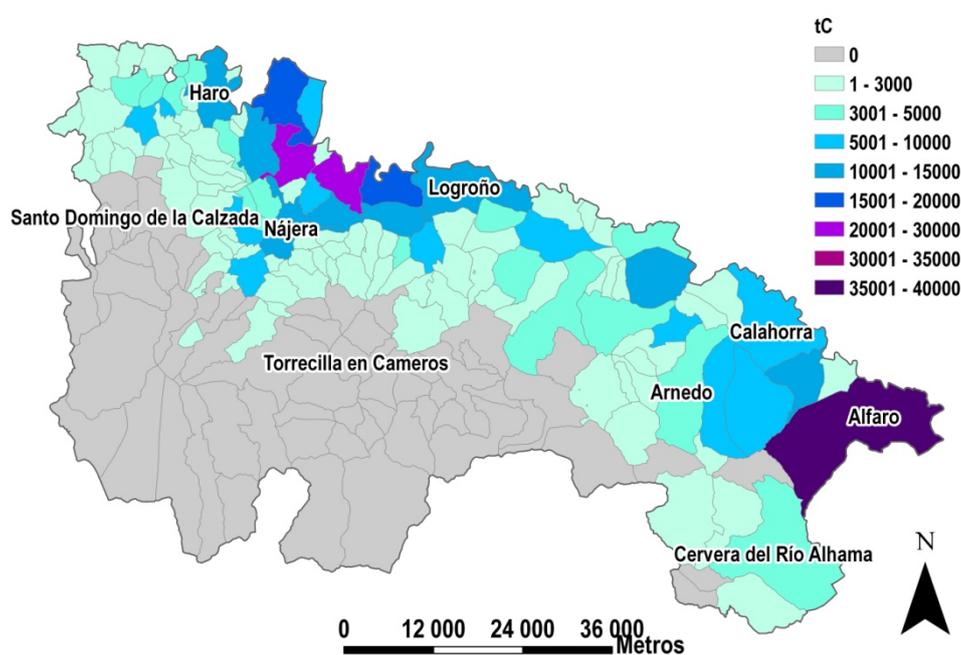


Figura 2. Distribución municipal del carbono (C) almacenado (toneladas) en la parte estructural del cultivo de la vid en la Rioja.

En principio, y hablando en términos de almacenamiento de C, establecer un cultivo de vid es a menudo menos deseable si comparamos con la repoblación forestal. Cálculos similares se han realizado para bosques secundarios aparecidos en Cataluña tras el abandono agrícola u otro tipo de perturbaciones (Funes et al., 2013). Aunque la capacidad de almacenamiento de C en estos bosques es casi un 25% mayor que la de un viñedo de secano, el riesgo asociado de incendio, el escaso valor económico de estas masas y la bajísima productividad del agua, deben tenerse en cuenta a la hora de tomar decisiones que favorezcan los unos o los otros, especialmente en ambientes donde la escasez de agua será una realidad palpable. En dichos ambientes, el papel de los cultivos leñosos tradicionales podría jugar un importante papel en el marco de las políticas REDD+ para aquellos países que no se puedan permitir el almacenamiento de C en masas

forestales a costa de generar otro tipo de desequilibrios ambientales. En estas políticas la protección de la biodiversidad es clave en las negociaciones y también lo habrían de ser el resto de cuestiones ambientales y/o socioeconómicas.

CONCLUSIONES

El viñedo, al igual que otros cultivos leñosos mediterráneos, deben tenerse en cuenta por su elevada productividad, tanto en cantidad como en calidad y por tanto, en valor añadido. A su vez, estos cultivos juegan un papel clave en el mantenimiento de la biodiversidad, la regulación de los flujos de agua y nutrientes y la evitación de incendios forestales. La industria del vino en La Rioja, basada en el tradicional cultivo de la vid, juega un papel substancial en la economía agrícola local y en la ecología del paisaje. Los resultados presentados en este trabajo sugieren que el cultivo de la vid podría también tener un papel en términos de almacenamiento de carbono.

Agradecimientos

Este artículo ha sido posible gracias a la financiación parcial de los proyectos AGL2011-30408-C04-02, AGL2008-04525-C02-02, CGL2011-30300 y ACCUA.

Referencias

- Araujo, F., Williams, L.E., Grimes, D.W. Matthews, M.A. (1995a). A comparative-study of young Thompson-seedless grapevines under drip and furrow irrigation .1. Root and soil-water distributions. *Scientia Horticulturae*, 60, 235-249.
- Araujo, F., Williams, L.E., Matthews, M.A. (1995b). A comparative-study of young Thompson-Seedless grapevines (*Vitis vinifera* L.) under drip and furrow irrigation .2. growth, water-use efficiency and nitrogen partitioning. *Scientia Horticulturae*, 60, 251-265.
- Blume, H.P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. ReijSteiner, K.G. (1998). Towards sustainable land use. *Advances in Geoecology*, 31, 1625pp.
- Clingeffer, P.R., Krake, L.R. (1992). Response of Cabernet franc grapevines to minimal pruning and virus infection. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43, 31-37.
- Escalona, J.M., Tomas, M., Martorell, S., Medrano, H., Ribas-Carbo, M., Flexas J. (2012). Carbon balance in grapevines under different soil water supply: importance of whole plant respiration. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18, 308-318.
- Funes, I., Savé, R., Aranda, X., Molina, A., Batlles, C., Retana, J., Gracia, M., Vayreda, J., Grau, B., de Herralde, F., Biel, C. (2013). Almacenamiento de carbono en la zona de transición agroforestal mediterránea. II Workshop remedia sobre Mitigación de emisión de gases de efecto invernadero provenientes del sector agroforestal. Zaragoza.
- Goward, J.W.M., Rizos C. (2012). Estimating and Predicting Carbon Sequestered in a vineyard with Soil, Surveys, Spatial Data and GIS Management. University of New South Wales.
- IPCC (2013) Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M.

- Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- Keightley, K.E.(2011). Applying New Methods for Estimating in Vivo Vineyard Carbon Storage American Journal of Enology and Viticulture 62, 214-218.
- Lovell, S.T., DeSantis, S., Nathan, C.A., Olson, M.B., Mendez, V.E., Kominami, H.C., Erickson, D.L., Morris, K.S., Morris W.B. (2010). Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: An evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. Agricultural Systems 103, 327-341.
- Mullins, M.G., Bouquet, A., Williams, L.E. (1992). Biology of the grapevine. Cambridge University Press, Cambridge, England. 239 p.
- Munaluna, F., Meincken, M. (2008) An evaluation of South African fuelwood with regards to calorific value and environmental impact. Biomass and Bioenergy 33:415-420.
- Panzacchi, P., Tonon, G., Ceccon, C., Scandellari, F., Ventura, M., Zibordi, M., Tagliavini, M. (2012). Belowground carbon allocation and net primary and ecosystem productivities in apple trees (*Malus domestica*) as affected by soil water availability. Plant Soil, 360, 229-241.
- Prentice, I.C., Farquhar, G.D., Fasham, M.J.R., Goulden, M.L., Heimann, M., Jaramillo, V.J., Khashgi, H.S., Le Quéré, C., Scholes, R.J., Wallace, D.W.R., Archer, D., Ashmore, M.R., Aumont, O., Baker, D., Battle, M., Bender, M., Bopp, L.P., Bousquet, P., Caldeira, K., Ciais, P., Cox, P.M., Cramer, W., Dentener, F., Enting, I.G., Field, C.B., Friedlingstein, P., Holland, E.A., Houghton, R.A., House, J.I., Ishida, A., Jain, A.K., Janssens, I.A., Joos, F., Kaminski, T., Keeling, C.D., Keeling, R.F., Kicklighter, D.W., Kohfeld, K.E., Knorr, W., Law, R., Lenton, T., Lindsay, K., Maier-Reimer, E., Manning, A.C., Matear, R.J., McGuire, A.D., Melillo, J.M., Meyer, R., Mund, M., Orr, J.C., Piper, S., Plattner, K., Rayner, P.J., Sitch, S., Slater, R., Taguchi, S., Tans, P.P. H., Tian, Q., Weirig, M.F., Whorf, T., Yool, A. (2001). The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide. En: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Quiñones, A., Martínez-Alcantara, B., Font, A., Forner-Giner, M.A., Legaz, F., Primo-Millo, E., Iglesias D.J. (2013). Allometric Models for Estimating Carbon Fixation in *Citrus* Trees. Agronomy. Journal 105, 1355-1366.
- Saayman, D. E., Huyssteen, L.V. (1980). Soil preparation studies. I. The effects of depth and method of soil and preparation and of organic material on the performance of *Vitis vinifera* (var Chenin blanc) on Huntton/Sterkspruit soil. South African Journal Of Viticulture 1, 107-121.
- Santesteban, L.G., Royo, J.B., (2006). Water status, leaf area and fruit load influence on berry weight and sugar accumulation of cv. 'Tempranillo' under semiarid conditions. Scientia Horticulturae 109, 60-65.

- Santesteban, L.G., Miranda, C., Royo, J.B. (2011a). Regulated deficit irrigation effects on growth, yield, grape quality and individual anthocyanin composition in *Vitis vinifera* L. cv. 'Tempranillo'. *Agricultural Water Management* 98, 1171-1179.
- Santesteban, L.G., Miranda, C., Royo, J.B. (2011b). Thinning intensity and water regime affect the impact cluster thinning has on grape quality. *Vitis*, 50, 159-165.
- Schlesinger, W.H. (2000). Carbon sequestration in soils. *Science*, 284, 2095.
- Schulze, E.D., Heimann, M. (1998). Carbon and water exchange of terrestrial ecosystems. En: *Asian change in the context of global change* [Galloway, J.N. y J. Melillo (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge.
- Servicio de Registro de Viñedo de la Comunidad Autónoma de La Rioja (2013).
- Sofo, A., Nuzzo, V., Palese, A.M., Xiloyannis, C., Celano, G., Zukowskyj, P., Dichio, B. (2005). Net CO₂ storage in mediterranean olive and peach orchards. *Scientia Horticulturae* 107, 17-24.
- Valentini, R., Matteucci, G., Dolman, A.J., Schulze, E.D., Rebmann, C., Moors, E. J., Granier, A., Gross, P., Jensen, N.O., Pilegaard, K., Lindroth, A., Grelle, A., Bernhofer, C. Grünwald, T., Aubinet, M., Ceulemans, R., Kowalski, A.S., Vesala, T. Rannik, Ü., Berbigier, P., Loustau, D., Guðmundsson, Ü., Thorgeirsson, H., Ibrom, A., Morgenstern, K., Clement, R., Moncrieff, J., Montagnani, L., Minerbi, S., Jarvis, P.G. (2000). Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature*, 404, 861-865.
- Williams, J.N., Hollander, A.D., O'Geen A.T., Thrupp L.A., Hanifin R., Steenwerth K., McGourty, G., Jackson, L.E. (2011). Assessment of carbon in woody plants and soil across a vineyard-woodland landscape. *Carbon balance and management*, 6, 11.
- Williams, L.E. (1996). *Grape in photoassimilate distribution in plants and crops. source-sink relationships*, New York.
- Williams, L.E., Biscay, P.J. (1991). Partitioning of dry-weight, nitrogen, and potassium in Cabernet-Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *American Journal of Enology and Viticultura*, 42, 113-117.