

FENOLOXÍA, XEADAS, MATERIA ORGÁNICA DO SOLO E VITICULTURA

J. Cancelo González¹, M. E. Rial Rivas², H. García e F. Díaz-Fierros Viqueira³

Dpto. Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Farmacia. USC

Campus Sur. 15782 Santiago de Compostela.

Correo_e: ¹edcancel@usc.es, ²edmitas@usc.es, ³eddfierr@usc.es

RESUMO

As tendencias observadas nas estacións meteorofenolóxicas galegas no período 1970-2000 foron extrapoladas ata o período 2075-2099. Os resultados correspondentes sinalan un adiamento da caída das follas, da floración e da maduración nas fenofases vexetais (castiñeiro, sabugueiro e vide) que varía entre os 58 e os 83 días. As fenofases animais (chegada das andoriñas e primeira aparición no ano da bolboreta da col) amosan tamén un adiamento que varía entre os 58 e os 73 días.

As tendencias observadas na aparición da primeira e última xeadas no período 1970-2005 extrapoladas ao ano 2099 amosan unha diminución de 120 días no período con risco de xeadas; o número real de días con xeadas diminuirá en 39 días.

A aplicación do modelo de evolución da materia orgánica do solo RothC-26.3 a dous solos con 5 e 10% de materia orgánica indican, cando non existe adición de emendas orgánicas, unhas perdas do 64 e do 67% respectivamente no período 2000-2100. Para manter o nivel inicial de materia orgánica destes solos, precisaríanse para o mesmo período adicións anuais de entre 10 e 20 t anuais de esterco.

A aplicación do índice de Winkler á zona vinícola do Ribeiro mostra que no período 2075-2099 haberá unha forte expansión no nivel I, axeitado para viños brancos equilibrados e de calidade. Ao mesmo tempo e para o mesmo período, o nivel IV, onde xa algún viños brancos poden perder calidade, sufrirá unha expansión menor.

SUMMARY

The trends observed in Galician phenological stations from 1970 to 2005 were extrapolated to the period 2075-2099. The results show leaf drop, blossom and bloom in plant phenophases (chestnut, elderberry and vineyards) could take place about 58-83 days earlier than usual. Animal phenophases (swallow and small white) could also take place about 58-73 days earlier.

The trends observed in first and last frosts from 1970 to 2005 and extrapolated to 2099 show that the frost period could be reduced by 120 days; therefore the real frost period could be reduced by 39 days. The evolution model of RothC-6.23 soil organic matter is applied to two 5-10 percent organic matter soils, showing losses of 64 and 67 percent in the period 2000-2100, when organic additives are not added. In order to maintain the initial level of organic matter in those soils, it would be necessary to add between 10 and 20 metric tons of manure a year for the same period. The application of the Winkler index to the wine-growing area of O Ribeiro shows that in the period 2075-2099, level I, which is suitable for balanced quality white wines, will be widespread. Nevertheless, during the same period, level IV, where some white wines can lose quality, will be less widespread.

FENOLOXÍA

A partir do estudo que se realizou neste mesmo libro (Rial Rivas, M. E. e Díaz-Fierros Viqueira, F.; 2009) sobre a evolución das fenofases das estacións meteorolóxicas galegas de Montaos (A Coruña), Salcedo (Pontevedra), Guillarei (Pontevedra), Seoane (Ourense) e Loureses (Ourense), estimouse que as tendencias que se atoparon estatisticamente significativas poderían servir como un instrumento útil para a predición do cambio agardado ata finais deste século. Existiron algúns casos que, aínda que as correlacións analizadas fosen significativas, daban como resultados algunha contradición nas tendencias que se manifestaban entre os diferentes observatorios, polo que se desbotaron. Daquela, só foron considerados aqueles que eran estatisticamente significativos ao nivel de $P < 0,01$ e que, ademais, daban resultados concordantes entre as tendencias de todos os observatorios considerados.

A hipótese da que se parte é a de que as tendencias do período de análise estudado (desde o ano 1970 ata o 2005) son dependentes maioritariamente da evolución da temperatura e que esta relación debería seguir manténdose, cando menos, ata finais de século. Por outra parte, o incremento de temperatura experimentado no período de análise (Cruz, R. *et al.*, 2009) mostra un aumento da temperatura para o período (1972-2006) de $0,37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década, o que suporía un incremento para o centro do período (2075-2099) de $3,07\text{ }^{\circ}\text{C}$, que vén sendo só lixeiramente inferior ao incremento proposto como horizonte de traballo para o estudo dos impactos do cambio climático en Galicia ($3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$). En calquera caso, as tendencias de cambio das fenofases proxectadas cara á fin de século (2075-2099) deberían dar un resultado conservador fronte ao horizonte previsto.

Cando se consideran as fenofases correspondentes ás datas de floración, maduración ou de saída da folla, apréciase que en todos os casos existen un adianto (táboa 1) que oscila desde os 58 días na saída da folla do sabugueiro aos 83 na floración da vide. As desviacións esperadas para estas predicións teñen unha marxe de variabilidade para o 90% dos casos de entre o 7 e o 25%. De todas maneiras, estas predicións deben ser consideradas cunha certa precaución, pois, aínda que estatisticamente corresponden a tendencias perfectamente verificadas e significativas, os ciclos biolóxicos das plantas poden establecer limitacións particulares na súa evolución coa temperatura que impidan que se acaden eses extremos.

Para o caso das fenofases correspondentes aos animais, os dous casos considerados, a bolboreta da col e as andoriñas, manifestan igualmente adiantos na súa aparición entre 58 e 73 días, con coeficientes de variación entre o 8 e o 27% para o 90% dos casos, é dicir, valores moi semellantes aos observados coas fenofases vexetais. Pero tamén, neste caso, e por iguais razóns, estes valores deben ser considerados con precaución.



Táboa 1. Proxección a 2099 das datas nas que acontecen as fenofases de distintas especies vexetais.

FLORACIÓN DA VIDE				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de adianto (proxección a 2009)	CV
Salcedo	11-xuño	0,000*	80	± 12 días
Guillarei	08-xuño	0,000*	85	± 11 días
MADURACIÓN DA VIDE				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de adianto (proxección a 2009)	CV
Salcedo	22-set.	0,007*	58	± 22 días
Guillarei	27-set.	0,000*	75	± 21 días
SAÍDA DA FOLLA DO SABUGUEIRO				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de adianto (proxección a 2009)	CV
Montaos	8-marzo	0,111*	84	± 3 días
Salcedo	9-marzo	0,027*	58	± 4 días
Guillarei	2-marzo	0,277*	33	± 5 días
FLORACIÓN DO CASTIÑEIRO				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de adianto (proxección a 2009)	CV
Montaos	10-xullo	0,013*	47	± 15 días
Loureses	14-xullo	0,240*	88	± 14 días
Salcedo	4-xullo	0,000*	89	± 13 días
Guillarei	3-xullo	0,000*	76	± 14 días
CHEGADA DAS ANDORIÑAS				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de adianto (proxección a 2009)	CV
Montaos	9-marzo	0,156*	58	± 7 días
Loureses	18-marzo	0,208*	73	± 4 días
Salcedo	28-marzo	0,079*	69	± 5 días
Guillarei	21-marzo	0,037*	64	± 5 días
EMIGRACIÓN DAS ANDORIÑAS				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de retraso (proxección a 2009)	CV
Loureses	21-set.	0,044*	102	± 27 días
Salcedo	10-set.	0,005*	63	± 25 días
Guillarei	15-set.	0,000*	107	± 27 días
PRIMEIRA VEZ EN VOO BOLBORETA DA COL				
ESTACIÓN	Data media actual	Significación estatística	Días de adianto (proxección a 2009)	CV
Salcedo	1-marzo	0,020*	149	± 17 días
Guillarei	1-marzo	0,000*	196	± 16 días

* Valores cun 95% de probabilidade de significación.

Xeadas

Outro tanto podería dicirse da evolución das datas da primeira e da última xeadada que foron analizadas a partir dos datos dos observatorios da Lavacolla (A Coruña), Lugo, Ourense e Ponferrada, nos que, de novo, só foron consideradas as tendencias definidas por correlacións significativas estatisticamente ao nivel de $P < 0,01$ e concordantes nas tendencias en todos os observatorios (táboa 2)

Táboa 2. Proxección a 2099 das datas nas que acontecen a primeira e a última xeadada do ano.

PRIMEIRA XEADA	Significación estatística	Días de retraso (proxección 2099)	CV
Ourense	0,057*	31	± 30 días
Ponferrada	0,096*	44	± 30 días
ULTIMA XEADA	Significación estatística	Días de adelanto (proxección 2099)	CV
A Lavacolla	0,004*	173	± 15 días
Lugo (punto centro)	0,175*	39	± 9 días
Ourense	0,270*	61	± 4 días
Ponferrada	0,269*	56	± 6 días

* Valores con 95% de probabilidade de significación.

Neste caso, a primeira xeadada experimenta un retraso que como media entre as catro estacións consideradas resulta de 38 días, pero cunha alta variabilidade (do 80%), mentres que o adelanto da última xeadada, ademais de ser bastante máis importante, 82 días, ten unha variabilidade do 11%. Como consecuencia destas tendencias, o período co risco de xeadas diminuíría en 120 días, o que suporía que amplas zonas de Galicia se verían libres desta incidencia meteorolóxica (figura 1) cando na actualidade só algunhas zonas da beiramar están sen risco de xeadas. Finalmente, o número de días reais de xeadada (que non se deben confundir co número de días con risco de xeadas, que é sempre bastante maior) diminuíría como termo medio 39 días, cunha variabilidade moi baixa, do 5%, dato que tamén confirmaría a desaparición das xeadas en boa parte do territorio galego (táboa 3).

Táboa 3. Proxección a 2099 do número de días con xeadada.

NÚMERO DE DÍAS CON XEADA	Termo medio	Significación estatística	Días de xeadada menos (proxección 2099)	CV
A Lavacolla	14	0,001*	45	± 1 días
Ourense	27	0,072*	35	± 2 días
Ponferrada	42	0,312*	39	± 2 días

* Valores con 95% de probabilidade de significación.





Figura 1. Distribución da zona libre de xeadas en Galicia para 2075-2099.

Materia orgánica do solo

Para determinar as perdas de materia orgánica nos solos de cultivo como consecuencia do incremento de temperatura, utilizouse o modelo RothC-26.3 (Coleman, K. e Jenkinson, D., 2008), que é a última versión dun modelo moi utilizado en Europa, que non presenta a complexidade doutros existentes na bibliografía pero que, en xeral, dá resultados convincentes para os sistemas agrarios europeos. Neste caso, consideráronse dous solos con contidos en carbono de 150 e 300 t.ha.⁻¹ que corresponderían a solos de 5 e 10% de materia orgánica e de ata unha profundidade de 30 cm.

Para calibrar o modelo utilizáronse os datos da evolución anual da materia orgánica dun solo de Salcedo, en Pontevedra, (Sánchez, B. 1995) durante 21 anos. O solo tiña un 8,6% de materia orgánica e estaba sometido a un cultivo de millo sen recibir ningún tipo de achegas de materia orgánica. Despois dos correspondentes cambios nos parámetros do modelo, o axuste final entre os datos experimentais e modelizados foi de $R^2 = 0,9319$, polo que se estimou que tiñan unha boa garantía para a súa aplicación a outros solos semellantes en tipoloxía e manexo.

Os resultados da simulación da evolución dos contidos en materia orgánica de dous solos con 5 e 10% de materia orgánica, respectivamente, durante o período 2000-2100 aparecen na figura 2.

Nela pódese observar como, despois dun período inicial dunha caída forte en materia orgánica, aparece despois un longo tramo de descenso exponencial que, ao remate dos 100 anos da simulación, supón unhas perdas de entre o 64 e o 67% da materia orgánica do solo. Pódese considerar que o nivel do 4% en materia orgánica representa un limiar óptimo por debaixo do cal comeza xa un proceso de degradación das propiedades relacionadas con este constitúente do solo (Domínguez, M. *et al.* 2002). En consecuencia, os dous solos, que inicialmente están por riba dese limiar óptimo, coa evolución que experimentan, rematarían por ficar por debaixo del, co que se situarían xa nunhas condicións de risco de degradación das propiedades físicas, químicas e biolóxicas do solo.

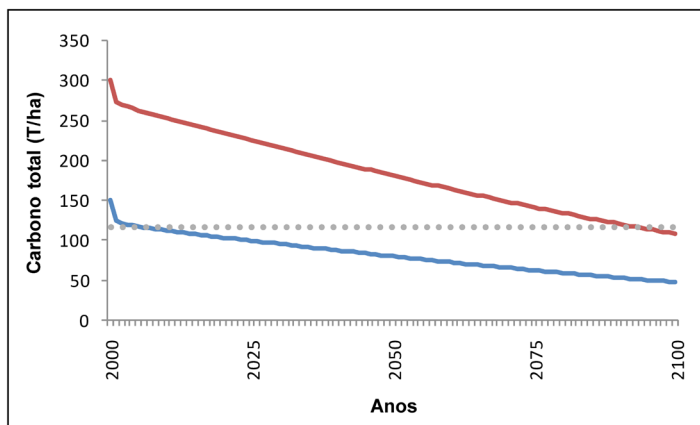


Figura 2. Evolución dos contidos en materia orgánica de dous solos con 5 e 10% de materia orgánica, respectivamente, durante o período 2000-2100. Liña de puntos: nivel do 4% de materia orgánica.

Esta degradación do solo, como consecuencia das perdas en materia orgánica, podería corrixirse coa adición de materia orgánica, tal como se fixo sempre nas prácticas tradicionais da agricultura galega. O modelo RothC-26.3 permite tamén coñecer como evolucionarían os contidos en materia orgánica baixo a acción simultánea da mineralización e as adicións dunha certa cantidade anual de emendas orgánicas. Estimada esta evolución a partir de determinadas adicións anuais de esterco, obtéñense os resultados recollidos nas figuras 3 e 4 correspondentes aos dous solos ensaiados. Pódese observar como o solo con 150 t.ha^{-1} de materia orgánica manterá este nivel ao cabo dos 100 anos con adicións entre $10 \text{ e } 15 \text{ t.ha}^{-1}$ anuais de esterco, e o de 300 t.ha^{-1} , con adicións de 20 t.ha^{-1} .

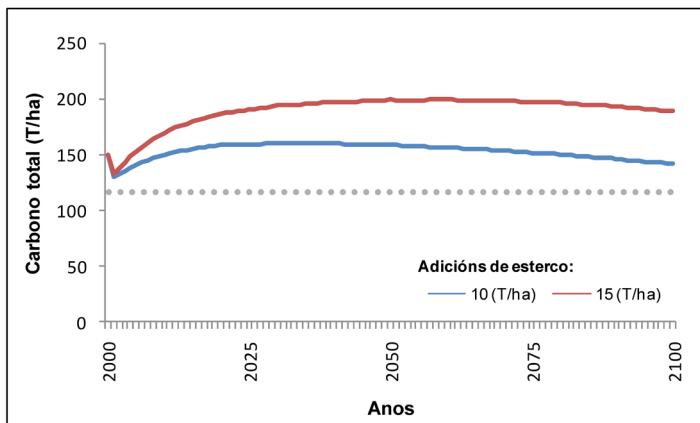


Figura 3. Evolución do carbono total a partir de dúas adicións anuais de esterco e 10 t/ha e 15 t/ha respectivamente.

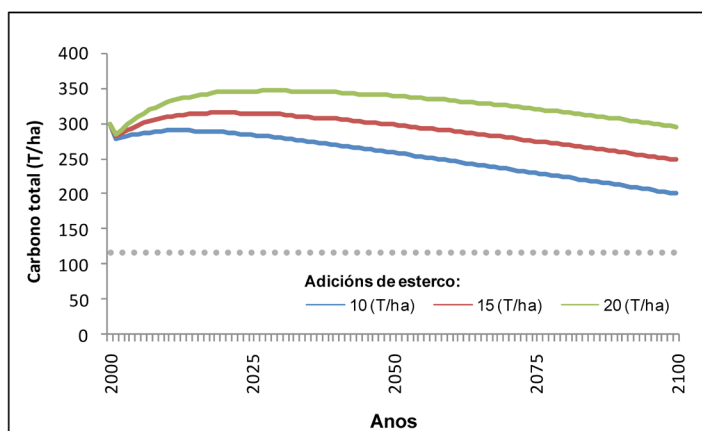


Figura 4. Evolución do carbono total a partir de tres adicións anuais de esterco e 10 t/ha e 15 t/ha e 20 t/ha respectivamente.

En conclusión, pódese considerar como unha medida axeitada de mitigación das perdas de materia orgánica do solo por efectos do cambio climático a da adición de emendas orgánicas en forma de esterco ou de compost. Para a maioría dos solos de cultivo galegos, con valores de materia orgánica comprendidos entre o 5 e o 10%, estas adicións deberían situarse entre as 10 e as 20 t.ha.⁻¹ de esterco ou material emendante orgánico equivalente.

Viticultura

En 1944 Amerinde e Winkler establecen en California un índice para delimitar as áreas con diferentes idoneidade vitivinícola en función da temperatura. Consideran o sumatorio das temperaturas mensuais útiles (superiores aos 10 °C) durante o ciclo vexetativo da vide. O denominado índice de Winkler (IW) desde entón foi aplicado practicamente en todas as partes do mundo e constitúe un dos parámetros comparativos máis utilizados en relación coa xeografía da vide. Para Galicia, Hernández Mañas, X. L. (2006) realizou a súa adaptación e interpretación definindo o comportamento das distintas variedades en relación coas rexións térmicas que delimita o IW.

Neste mesmo libro (García, J. H.; Díaz-Fierros, F.; 2009) demostraron como o IW está relacionado coa calidade das vendimas do Ribeiro e como, sobre todo, o aumento das temperaturas co cambio climático induce en Galicia desde os anos sesenta, implica, en paralelo, un incremento continuado do IW. Este crecemento do IW é de 300 en Ourense e de 150 en Lourizán para os períodos (1973-2005) e (1962-1998) respectivamente. Así mesmo, e a partir da correlación que se pode establecer entre o IW e a altitude nas diferentes zonas vinícolas de Galicia, delimitáronse as correspondentes rexións térmicas do índice para o período actual.

Utilizando a mesma metodoloxía para a delimitación das correlacións altitudinais do IW, establecéronse a partir das previsións da temperatura para o horizonte 2075-2099 as altitudes nas que se situarían as diferentes rexións térmicas do IW, segundo Hernández Mañas, X. L. (2006). Analizáronse a zona do Ribeiro e nelas establecéronse os límites altitudinais da zona I (moi baixa e inferior o IW a

1371,8), II (baixa, e IW entre 1371,8 e 1649,6), III (media, e IW entre 1649,6 e 1926,8), IV (alta, 1926,8 e 2204,0) e V (moi alta, IW superior a 2204,0). O mapa correspondente (figura 5) recolle os límites actuais das correspondentes zonas (I, II e III) con cores diferentes para cada zona térmica e para o horizonte 2075-2099 só se representa a liña correspondente á zona I (inferior a 1371,8) e o límite superior da zona IV (superior a 2204,0).

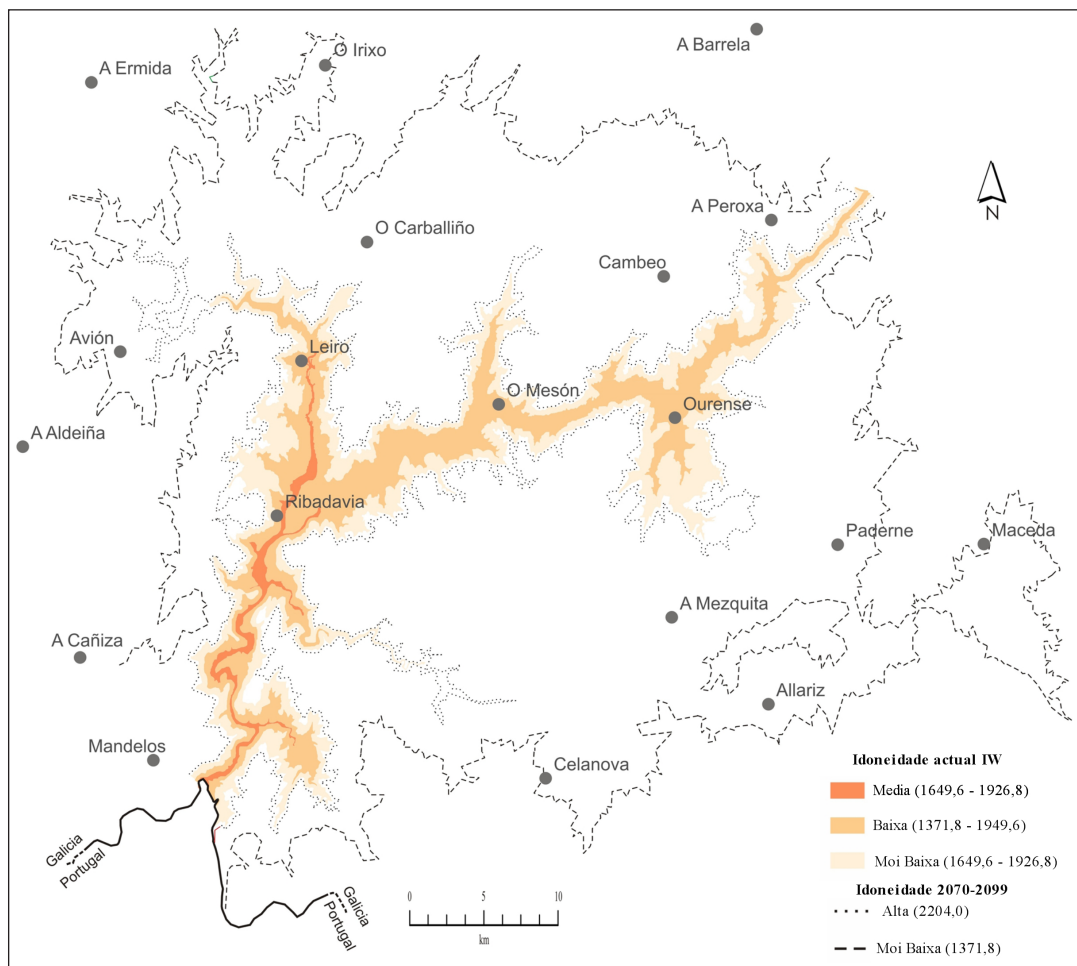


Figura 5. Zona vinícola do Ribeiro. Zonas de Winkler actuais e valores do IW de idoneidade alta e moi baixa para o 2075-2099.

Como unha primeira conclusión, susceptible de matizacións posteriores con estudos máis demostrados, poderíase sinalar, sobre todo, o importante incremento superficial delimitado polo límite inferior do IW (1371,8). Este incremento implicaría que as zonas térmicas I e II experimentarían unha considerable ampliación. De acordo coas consideracións de Hernáez Mañas, X.L. (2006), iso suporía que os viños brancos máis equilibrados e de mellor calidade atoparían máis territorio para o seu cultivo. Pola contra, a expansión da liña correspondentes ao límite superior da clase IV, de menor entidade superficial, suporía que determinadas castes de brancos, como o albariño, podería



sobordar o seu límite térmico e, polo tanto, serían zonas que perderían calidade. A posibilidade de que estas zonas máis térmicas puidesen ser utilizadas para o cultivo de castes tintas dunha certa calidade non debería ser desbotada, aínda que antes habería que resolver outras cuestións relacionadas con outros factores da calidade, maiormente co tipo de solo.

Outros efectos a considerar sobre a viticultura serían a ausencia de xeadas que se pode agardar para o 2075-2099 en boa parte das zonas vinícolas galegas (agás nas zonas máis orientais, como Valdeorras, que manterían aínda un réxime limitado de xeadas). Así mesmo, o adianto da maduración e, por conseguinte, das vendimas que deberían situarse xa no mes de agosto, suporía afastarse do perigo das chuvias equinocciais. Finalmente, tamén habería que considerar os efectos sobre a fisioloxía da vide do aumento de dióxido de carbono que, ademais doutros efectos, podería incrementar a temperatura na que se localiza o óptimo de calidade dos viños (Gladstone, J.; 1992).

BIBLIOGRAFÍA

- Amerine M. A. and Winkler A. J. (1944). Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*, 15, 493-675
- Coleman K. and Jenkinson D. S. (2008). A model for the turnote of carbon in soil. November 1999 issue (modified August 2008). Rothamsted. UK.
- Cruz R., Lago A., Lage A., Rial M. E., Díaz-Fieros F e Salsón S. (2009). Evolución recente do clima en Galicia. Tendencias observadas en variables meteorolóxicas. Neste volume.
- Domínguez M., Barral M. T. and Díaz-Fierros F. (2002). Biological soil degradation due to decrease in the use of organic fertilizers (NW Spain). In: *Man and Soil in the Third Millenium*. Third Int. Congr. Eur. Soc. Soil Conservation. Vol II: 1511-1523. Valencia.
- García J. H. e Díaz-Fierros F. (2009). A Viticultura. Neste volume.
- Gladstone J. (1992). *Viticulture and Environment*. Winetitles. Adelaide.
- Hernández Mañas X. L. e Rodríguez X. M. (2006). *As decisións na plantación do viñado*. Xunta de Galicia. Santiago.
- Sánchez B. (1995). *La fertilidad de los suelos de cultivo de la provincia de Orense*. Misión Biológica de Galicia. Pontevedra.
- Rial Rivas M. E. e Díaz-Fierros Viqueira, F. (2009). Influencia do Cambio Climático nas fenofases de diferentes vexetais e animais e o risco de xeadas. Neste volume.

