

agroexpres

REVISTA DE DIVULGACIÓN DO AGRO GALEGO



DECEMBRO 2023 - N.º 7



XUNTA
DE GALICIA

Coordinación:

Bibiana Guerra Pestonit
(*bibiana.guerra.pestonit@xunta.gal*)

Equipo de redacción:

**Carmen Calvo Santalla, Cándido Viña
Pombo, Bibiana Guerra Pestonit**

Autores dos resumos:

**Carmen Calvo Santalla, Cándido Viña
Pombo, Bibiana Guerra Pestonit**

Revisión resumos:

**Raquel Díaz Vázquez, Beatriz Míguez Soto,
José Manuel Mirás Avalos, Pilar Blanco
Camba, Mar Vilanova de la Torre, María
José Bande Castro, José Alberto Oliveira
Prendes, Cristina Fernández Filgueira,
Thierry Dagnac**

Asesoramento lingüístico:

Antonia Vega Prieto

Deseño, maquetación e impresión:

Gráficas Garabal

Edita:

**Axencia Galega da Calidade Alimentaria
(Agacal). Consellería do Medio Rural.
Xunta de Galicia**

Lugar:

Santiago de Compostela

ISSN:

3020-3937

DL:

C 1718-2020

Ano:

2023



Decembro 2023

Estimado lector:

Este número contén unha importante representación de temas forestais, con artigos onde os protagonistas son o piñeiro (**Resistencia do piñeiro marítimo á enfermidade do murchamento**), o castiñeiro (**Tolerancia á avéspera do castiñeiro en variedades tradicionais e híbridos interespecíficos de castiñeiro**) ou o lume (**Cambio nas propiedades do solo no parque natural das Fragas do Eume despois dun lume**), todos realizados por investigadores do Centro de Investigación Forestal de Lourizán (CIF Lourizán).

Dos investigadores da Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (Evega) presentamos un artigo sobre o impacto da rega no viñedo (**Efecto de dous sistemas de rega na composición e perfil sensorial dos viños Godello**) e outro sobre o impacto do tipo de lévedo no viño (**Efecto do emprego dun lévedo autóctono sobre o aroma do viño Treixadura**).

Por último, do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) temos dous artigos sobre fertilización: **Efecto da aplicación de fertilizantes orgánicos sobre a materia orgánica e o nitróxeno en pradeiras de Galicia** e **Avaliación da resposta da produción de biomasa do raigrás italiano ao fertilizante fosfórico**, este último en colaboración coa Universidade de Oviedo. Finalmente, e grazas a unha colaboración entre o CIAM e a Universidade de Santiago, xorde o artigo **Extracción absorbente en fase de tecido para a determinación de funxicidas na auga ambiental**, unha nova técnica analítica que permite detectar pesticidas no noso contorno, incluído o viñedo.

A todos os investigadores que buscastes un anaco de tempo, mesmo en plena vendima ou recollida do millo, grazas pola vosa colaboración! E a todos os lectores, oxalá que estas investigacións sexan do voso interese.

O equipo de redacción



- 4** RESISTENCIA DO PIÑEIRO MARÍTIMO Á ENFERMIDADE DO MURCHAMENTO DO PIÑEIRO
María Menéndez Gutiérrez
- 8** TOLERANCIA Á AVESPA DO CASTIÑEIRO EN VARIEDADES TRADICIONAIS E HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE CASTIÑEIRO
Beatriz Míguez Soto, Enrique Martínez Chamorro e Josefa Fernández López
- 12** EFECTOS DE DOUS SISTEMAS DE REGA NAS CONCENTRACIÓNS DE AMINOÁCIDOS, COMPOSICIÓN VOLÁTIL E PERFÍS SENSORIAIS DOS MOSTOS E VIÑOS GODELLO
José Manuel Mirás Avalos, Yolanda Bouzas Cid, Emiliano Trigo Córdoba, Ignacio Orriols e Elena Falqué
- 16** EFECTO DO EMPREGO DUN LÉVEDO AUTÓCTONO SOBRE O AROMA DO VIÑO TREIXADURA
Pilar Blanco, María Vázquez Alén, Teresa Garde Cerdán e Mar Vilanova
- 20** EFECTO DA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS SOBRE O NITRÓXENO E A MATERIA ORGÁNICA EN PRADEIRAS DE GALICIA
M. J. Bande, M. J. Sainz e M.E. López Mosquera
- 24** AVALIACIÓN DA RESPOSTA DA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DO RAIGRÁS ITALIANO AO FERTILIZANTE FOSFÓRICO
J.A. Oliveira, M.J. Rozados, E. Afif e P. Palencia
- 28** CAMBIO NAS PROPIEDADES DO SOLO NO PARQUE NACIONAL DAS FRAGAS DO EUME DESPOIS DUN LUME
A. Lombao, A. Barreiro, T. Carballas, M. T. Fontúrbel, A. Martín, J.A. Vega, C. Fernández e M. Díaz Raviña
- 32** EXTRACCIÓN ABSORBENTE EN FASE DE TECIDO PARA A DETERMINACIÓN DE FUNXICIDAS NA AUGA AMBIENTAL
María Celeiro, Lúa Vázquez, Piyaluk Nurerk, Abuzar Kabir, Kenneth G. Furton, Thierry Dagnac e María Llompert



RESISTENCIA DO PIÑEIRO MARÍTIMO Á ENFERMIDADE DO MURCHAMENTO DO PIÑEIRO

Autora artigo orixinal: María Menéndez Gutiérrez

En: Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 44 (1): 133-146. 2018

A enfermidade do murchamento do piñeiro, causada polo nematodo *Bursaphelenchus xylophilus*, nativo de América do Norte, é responsable de importantes perdas económicas naqueles países onde foi introducida. En España, este nematodo foi detectado por primeira vez en 2008 e, nestes momentos, a enfermidade está limitada a dous focos, nas provincias de Pontevedra e Salamanca. O nematodo da madeira do piñeiro (NMP) constitúe actualmente unha das maiores ameazas para todas as zonas do mundo con grandes masas de piñeiro, como é o caso de Galicia. O obxectivo deste traballo, tema dunha tese de doutoramento, foi identificar o material vexetal de *Pinus pinaster* —a principal especie hospedeante— con baixa susceptibilidade ao nematodo da madeira do piñeiro.

Co fin de acadar este obxectivo, a autora desta tese e outros investigadores do Centro de Investigación Forestal de Lourizán, pertencente á Axencia Galega de Calidade Alimentaria (Agacal), realizaron numerosos ensaios destinados a explorar, entre outros, o nivel de susceptibilidade de diferentes especies de piñeiro, o nivel de susceptibilidade do material de *P. pinaster* de diferentes procedencias, diferentes parámetros asociados coa enfermidade, así como o comportamento migratorio do nematodo en segmentos de ramas.

Susceptibilidade de diferentes especies

Os investigadores estudaron a variación interespecífica na susceptibilidade ao nematodo de seis especies de *Pinus* importantes en España (*P. pinaster*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. radiata*, *P. canariensis* e *P. halepensis*) e dunha especie americana resistente á enfermidade (*P. taeda*). A

metodoloxía consistiu en inocular artificialmente plántulas de 2 anos con *B. xylophilus* e rexistrar semanalmente a evolución dos danos nunha escala de 1 (sen danos) a 7 (morta). Esta sintomatoloxía permitiu clasificar as especies comparadas así:

- **moi susceptibles:** *P. sylvestris*
- **susceptibles:** *P. pinaster*, *P. radiata*
- **pouco ou nada susceptibles:** *P. canariensis*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. taeda*.

Susceptibilidade de diferentes procedencias

Dada a importancia de *P. pinaster* en Galicia, os autores compararon a susceptibilidade de materiais de diferentes procedencias: 4 procedencias españolas, 1 portuguesa e 1 francesa. As procedencias que resultaron máis susceptibles, e polo tanto con maior mortalidade, foron a de procedencia portuguesa (Leiría) e a de procedencia da zona costeira galega, é dicir, aquelas procedencias onde o nematodo estaba presente.

Susceptibilidade na poboación do programa galego de mellora xenética do piñeiro

O seguinte paso foi explorar a variación da susceptibilidade ao nematodo dentro da poboación de mellora xenética do piñeiro. Observaron que existían grupos de familias con distinto grao de resistencia, e que a herdabilidade deste carácter a nivel de familia era alta. Isto significaba que a resistencia a *B. xylophilus*



Inoculación dunha suspensión de nematodos da madeira do piñeiro (*B. xylophilus*) no talo principal dunha planta de piñeiro marítimo (*P. pinaster*)

podería ser incluída como un novo factor de selección no programa de mellora de *P. pinaster*.

Ademais, nos anteriores ensaios, e co obxecto de coñecer máis sobre os mecanismos de resistencia á enfermidade, estudáronse diferentes parámetros que puidesen estar relacionados coa resistencia. Os resultados puxeron de manifesto a correlación entre a enfermidade e diferentes factores, tales como:

- **Composición química do xilema:** canto maior contido en nitróxeno ou en polifenóis totais, maior era a resistencia observada. Pola contra, o maior contido de compostos liposolubles e o menor contido de manganeso tendían a aumentar a susceptibilidade;
- **Contido en resina:** canto maior contido inicial de resina, maior resistencia;
- **Fluxo de resina:** puido confirmarse que a enfermidade reducía o fluxo de resina. A medición do fluxo de resina é tradicionalmente un dos métodos empregados para diagnosticar de forma temperá o inicio do murchamento.

Migración de nematodos en segmentos de ramas

Un dos puntos débiles do programa de mellora son os longos períodos requiridos entre as inoculacións artificiais para a posible selección de individuos tolerantes. No Xapón levan tempo atallando este problema mediante a observación do comportamento –migración e multiplicación– dos nematodos en *segmentos de ramas* do material vexetal que se pretende avaliar. Esta substitución das plántulas por ramas xa adultas permite acelerar a obtención de resultados. Cando os investigadores empregaron esta técnica, co obxectivo de diferenciar clons do piñeiro xaponés *P. thunbergii*, con diferentes graos de resistencia procedentes do programa de mellora xenética xaponés, non conseguiron atopar unha correlación clara entre a migración dos nematodos observada e o grao de tolerancia previamente establecido de forma visual. Este tipo de ensaio é moi sensible ás condicións climáticas e ao momento de realización, o cal puido ter influído nos resultados. Por este motivo, o CIF Lourizán segue a traballar para poder confirmar esta correlación, que permitiría avaliar dun xeito rápido o novo material vexetal, e así acelerar e abaratar os programas de mellora.



Primeiros síntomas da enfermidade (esq.) e danos aos 2 meses (dta.) despois da inoculación artificial de *B. xylophilus* en *P. pinaster*

Conclusión

Galicia ten un alto risco de expansión da enfermidade do murchamento do piñeiro, causada polo nematodo *Bursaphelenchus xylophilus*, por posuír zonas con grandes extensións de especies susceptibles. No CIF Lourizán estanse a desenvolver numerosos traballos para avaliar o nivel de susceptibilidade do diferente material existente e poder identificar material resistente á enfermidade. Así mesmo, trabállase nunha

metodoloxía empregando segmentos de ramas que permita avaliar o novo material dun xeito rápido, e así contribuír a acelerar o programa galego de mellora xenética do piñeiro.

Esta tese de doutoramento, dirixida pola Dra. Raquel Díaz, foi galardoada co Accésit 2017 á mellor tese pola Sociedade Española de Ciencias Forestais.



TOLERANCIA Á AVESPA DO CASTIÑEIRO EN VARIEDADES TRADICIONAIS E HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE CASTIÑEIRO

Autores artigo orixinal: Beatriz Míguez Soto, Enrique Martínez Chamorro e Josefa Fernández López

En: *Tolerancia á avespa do castiñeiro (Dryocosmus kuriphilus) en variedades tradicionais de froito e híbridos interespecíficos.* Ed. Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural, Agacal. 2018

A avespa do castiñeiro (*Dryocosmus kuriphilus*), procedente de China, é a principal praga do castiñeiro europeo. Estas avespas forman bugallas nos brotes novos das árbores, de onde xorden novos adultos que, á súa vez, volven a poñer ovos na próxima primavera, completando así o ciclo. As principais consecuencias da praga son a redución da superficie foliar e o impedimento do desenvolvemento dos brotes, o cal debilita as árbores e pode causar diminucións de produción entre 50 e 100 %. A praga foi detectada por primeira vez en 2014 en 8 localidades galegas e hoxe atópase estendida por toda a comunidade.

As principais formas de loita contra a praga son:

- Loita biolóxica co parasitoide específico ***Torymus sinensis***: as larvas do parasitoide aliméntanse das larvas da avespa e acaban matándoa. A Consellería do Medio Rural leva dende 2015 realizando soltas progresivas de *T. sinensis*. Os seguimentos realizados en 2022 indicaron un elevado incremento na porcentaxe de parasitación, o cal demostra a efectividade da práctica.
- Prácticas culturais que melloren o **vigor** da planta: fertilización, eliminación da

competencia de malas herbas e outras especies, podas, rega nos meses calorosos, eliminación de bugallas (sempre que non conteñan xa o parasitoide), etc.

- Identificación do **material vexetal tolerante** ou, aínda mellor, resistente.

O Centro de Investigación Forestal de Lourizán (CIF) comezou en 2015 unha serie de ensaios de resistencia que foron incluíndo, sucesivamente, diferentes tipos de material vexetal de castiñeiro, tal como:

- variedades tradicionais: incluídas no Rexistro de Variedades Comerciais (RVC)
- híbridos interespecíficos: aprobados como Material Forestal de Reprodución (MFR)
- novos híbridos: obtidos entre 2010-2015 no programa de mellora xenética deste centro.

O obxectivo era clasificar cada un dos membros destas coleccións segundo o seu grao de tolerancia á avespa. Os resultados foron publicados polo CIF Lourizán nun monográfico que é o obxecto deste resumo.



A avespa do castiñeiro, *D. kuriphilus*, (esq.) e plantas con mallas antiinsectos para o experimento de infestación obrigada (dta.)



Exemplos dun híbrido resistente (900), esq., e outro sensible (7521), dta., despois dun ciclo de infestación obrigada coa avespa do castiñeiro *D. kuriphilus*

Metodoloxía empregada

Para avaliar a susceptibilidade á avespa, os investigadores realizaron soltas aleatorias de avespas dentro das cabinas-invernadoiro que contiñan as plantas que se ían avaliar (*infestación non obrigada*). Dado o baixo nivel de infestación acadado con este método no primeiro ano, en posteriores ensaios as plantas envolvéronse nunha malla individual, e soltáronse as avespas dentro de cada malla (*infestación obrigada*).

A continuación, os investigadores avaliaron, para cada planta:

- o número de brotes infestados en relación co número de brotes totais.
- o número de bugallas por brote infestado, así como a relevancia de cada unha segundo a súa situación na planta (non é ó mesmo unha bugalla que impide o crecemento do brote que unha situada nunha rama lateral que permite que o brote continúe desenvolvéndose).

Combinando estes parámetros (nivel de infestación, proporción de bugallas e proporción de brotes anulados), os investigadores calcularon un “**índice combinado**” que lles permitiu clasificar cada material vexetal nunha escala de resistencia comprendida entre “moi baixa” e “moi elevada”.

Finalmente, o material vexetal foi avaliado no campo en senllas coleccións situadas en Sergude/Boqueixón (variedades tradicionais) e en Lourizán (híbridos MFR), para comprobar que as resistencias observadas baixo condicións controladas se mantiñan en condicións naturais. Esta corroboración foi particularmente exhaustiva na plantación de Sergude, pois inclúe variedades de froito galegas que non están actualmente no Rexistro de Variedades Comerciais, pero que poderían ser de grande interese no futuro.

Resistencia entre os híbridos MFR

Os ensaios permitiron destacar a resistencia dos seguintes clons dentro dos híbridos de material

forestal de reprodución: 420, 130, 90025, 3, 324, 374, 392, 88, 90044, X e 89. No extremo oposto, os clons 514 e 70007 amosaron unha tolerancia moi baixa.

Cómpre destacar que, aínda que algúns clons moi empregados en novas plantacións foron resistentes á avespa (por exemplo, os clons 90044, 125 ou 392), outros materiais altamente utilizados mostraron unha tolerancia media (clon 11) ou mesmo baixa tolerancia (clons 1483, 2671, 7810 ou 7521).

O ensaio de campo de Lourizán permitiu corroborar que o material que mostrou resistencia baixo condicións controladas tamén resultou resistente baixo condicións naturais.

Tolerancia entre as variedades tradicionais

Todas as variedades tradicionais avaliadas nos ensaios mostraron sensibilidade á avespa do castiñeiro, aínda que con diferentes niveis de infestación. Por este motivo, neste material falamos só de “tolerancia” e non de “resistencia”.

Os ensaios permitiron constatar a **tolerancia elevada das seguintes variedades: Rapada, Branca, Longal, Negral, Rapada do Sil e Amarela**. No extremo oposto, con tolerancia moi baixa, amosáronse: Inxerta, Loura, Ventura, Calva, De Presa e De Parede.

Conclusións

Dende 2015 o CIF Lourizán leva avaliando en varios ensaios a sensibilidade do material vexetal do castiñeiro á praga da avespa asiática, responsable de importantes perdas na produción de castaña. Esta avaliación incluíu tanto variedades de froito tradicionais como híbridos interespecíficos destinados principalmente a portaenxertos —dada a compatibilidade co enxerto e a resistencia á tinta destes últimos.

Aconséllase consultar as táboas da publicación orixinal, que pode descargarse en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19870.18246>.



As variedades Puga do Bolo (esq.) e De Parede (dta.) despois dun ciclo de infestación obrigada coa avespa do castiñeiro *D. kuriphilus*. Esta última é a máis sensible das variedades ensaiadas



Adega experimental da Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (Evega)

EFECTOS DE DOUS SISTEMAS DE REGA NAS CONCENTRACIÓNS DE AMINOÁCIDOS, COMPOSICIÓN VOLÁTIL E PERFÍS SENSORIAIS DOS MOSTOS E VIÑOS DA CASTE GODELLO

Autores: José Manuel Mirás-Avalos, Yolanda Bouzas-Cid, Emiliano Trigo-Córdoba, Ignacio Orriols e Elena Falqué

En: Foods, 8, 135. <https://doi.org/10.3390/foods8040135>. 2019

Introdución

O aroma do viño vén definido polos compostos volátiles, os cales dependen de numerosos factores, como a variedade de uva, o clima, o solo e o manexo da viña, entre outros. Os aminoácidos nas uvas constitúen unha fonte de nitróxeno para os lévedos que os transforman nalgúns compostos volátiles que definen o aroma, e que se inclúen en clases como os alcohois superiores, ácidos graxos volátiles e ésteres etílicos. Estes aminoácidos acumúlanse nas uvas durante a maduración, e as súas concentracións dependen da temperatura e a dispoñibilidade de auga; polo tanto, para unha determinada variedade de vide, as alteracións climáticas interanuais e as distintas prácticas de manexo, como a rega, poden alterar a tipicidade dos viños.

O presente estudo tivo como obxectivo avaliar o perfil aminoacídico, a composición volátil e o perfil sensorial dos mostos e viños de *Vitis vinifera* L. variedade Godello cultivada na Rúa de Valdeorras baixo distintas condicións de rega.

Material e métodos

No deseño, o experimento considerou a utilización de tres tratamentos: secaño (R), rega por goteo en superficie (DI) achegando 1,14 L/m², e por goteo subsuperficial (SDI) mediante unha tubaxe enterrada a 40 cm de profundidade e cunha achega de 1,54 L/m². Estes tratamentos aplicáronse entre xuño e agosto durante 59 días en 2012, 46 días en 2013 e 34 días en 2014. As prácticas agrícolas foron as mesmas para todos os tratamentos, excepto a rega, e o estudo realizouse nunha viña do concello da Rúa (Ourense).

Cada ano, os tres tratamentos vendimáronse na mesma data. Para a vinificación recolléronse mostras utilizándose dúas réplicas, polo tanto, houbo dous viños por tratamento e ano. Tamén se recolleron dúas mostras de mosto de cada réplica para determinar os seus atributos xerais (sólidos solubles, acidez total, pH) tras a prensadura da uva. As mostras de mosto para a determinación dos aminoácidos almacenáronse a -4 °C ata o momento da súa análise. Ao proceso de vinificación seguíulle unha clarificación natural a 4 °C durante un mes. Por último, os viños filtráronse, embotelláronse e almacenáronse durante cinco meses a 10 °C ata a súa análise.

- **Determinación de aminoácidos libres.** A determinación dos aminoácidos nos mostos e nos viños de cada tratamento realizouse por HPLC.

- **Determinación de compostos volátiles.** Os terpenos, alcohois C6, ácidos graxos volátiles, ésteres etílicos de ácidos graxos e acetatos de alcohois superiores extraéronse e inxectáronse nun cromatógrafo de gases. A identificación realizouse utilizando a biblioteca de espectros de masas do Instituto Nacional de Estándares e Tecnoloxía (NIST), comparando os espectros de masas e os tempos de retención cos dos compostos estándar puros.

- **Avaliación sensorial.** Un panel de nove xuíces avaliou, cada ano, os viños deste estudo. Para esta avaliación empregouse unha tarxeta de puntuación composta por 21 descritores (catro para a cor, 10 para o aroma e sete para o padal), que foron elixidos especificamente e que se puntuaron de 0 (non presente) a 9 (moi intenso). Ademais dos descritores afroitados, como *froitos secos* ou *froitas tropicais*, incluíronse nesta puntuación descritores cuantitativos como *a persistencia* (duración da percepción do aroma)



Variedade Godello

e a *intensidade*. Ademais, os catadores puntuaron a *calidade global* do viño.

Resultados

1) Condicións ambientais

As vides de secaño mostraron potenciais hídricos do talo máis negativos que as de regadío, especialmente a partir do pintado das uvas, aínda que estas diferenzas foron relativamente suaves, o que explica a ausencia de diferenzas significativas entre tratamentos no rendimento.

2) Parámetros xerais dos mostos e viños

As vides experimentaron un nivel débil de estrés hídrico, o que impediu observar cambios nos atributos do mosto debidos ao tratamento aplicado. Con todo, a acidez total mostrou unha gran sensibilidade á rega. Estes lixeiros cambios poderían ser insuficientes para detectar diferenzas entre tratamentos nas determinacións

analíticas realizadas, aínda que existiu unha variabilidade interanual nos atributos xerais dos mostos que podería explicarse polas dinámicas de precipitación e temperatura ocorridas cada ano durante o período de maduración.

Nos viños, tanto o ano como o tratamento alteraron significativamente as concentracións de acidez total e ácido tartárico (AT). Os viños procedentes de SDI mostraron os valores máis altos de AT e os máis baixos de pH. Isto é común nas variedades brancas baixo condicións de estrés hídrico leve, e podería ter sido causado por unha maior dispoñibilidade de auga durante o período de maduración nos tratamentos con rega.

3) Perfil de aminoácidos do mosto e do viño

A rega non afectou as concentracións de aminoácidos nos mostos da variedade Godello, excepto para algúns compostos individuais nun ano determinado, sendo as condicións meteorolóxicas durante a fase de maduración o



Extracción do mosto

principal factor determinante das concentracións de aminoácidos nos mostos.

4) Compostos volátiles dos viños Godello

A rega reduciu as concentracións de acetaldehido e metanol. Ademais, tendeu a diminuír as concentracións de compostos que dan aromas afroitados, como o acetaldehido e o acetato de isoamilo, en comparación coas condicións de secaño.

5) Análise sensorial

A análise sensorial revelou lixeiras diferenzas entre tratamentos. Os tratamentos de secaño e SDI foron os que mostraron maiores diferenzas. As condicións meteorolóxicas afectaron máis a composición do mosto e do viño que os efectos causados pola rega.

Conclusión

Nas condicións climáticas de Galicia, a rega aplicada neste traballo tivo pouca incidencia na composición de aminoácidos dos mostos e dos viños e nos compostos volátiles dos viños de Godello. A pesar diso, as vides de secaño produciron viños con menor acidez e maior pH que os procedentes do tratamento baixo rega por goteo subsuperficial. Ademais, a rega diminuíu a concentración de compostos volátiles que proporcionan aromas afroitados, o que provocou lixeiras diferenzas na percepción do viño por parte dos catadores.



16_06
TREIXADURA

EFECTO DO EMPREGO DUN LÉVEDO AUTÓCTONO SOBRE O AROMA DO VIÑO TREIXADURA

Autores artigo orixinal: Pilar Blanco, María Vázquez-Alén, Teresa Garde-Cerdán e Mar Vilanova

En: *Fermentation*, 7, 31. <https://doi.org/10.3390/fermentation7010031>. 2021

O tipo e cantidade de compostos secundarios producidos durante a fermentación son determinantes do perfil aromático do viño. Estes metabolitos secundarios —alcohois superiores, ácidos graxos, ésteres, compostos fenólicos e compostos xofrados, entre outros— dependen da especie e cepa de lévedo empregados para iniciar as fermentacións. Unha práctica común nas adegas é o emprego de lévedos comerciais para asegurar un rápido inicio da fermentación. Non obstante, esta práctica tende a estandarizar os viños resultantes. Por este motivo, o uso de lévedos autóctonos pode supor unha boa alternativa para producir viños diferenciados.

A Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia (Evega) dispón dunha colección de lévedos enolóxicos autóctonos obtidos a partir de mostos e fermentacións espontáneas de todo o territorio galego. En estudos de laboratorio a pequena escala, a cepa autóctona *Saccharomyces cerevisiae* XG3 destacou pola súa capacidade fermentativa e as boas características sensoriais dos viños elaborados coas principais variedades galegas. O seguinte paso era ver se estas vantaxes podían manterse a nivel industrial. O obxectivo



S. cerevisiae XG3 en formato lévedo seco activo

deste traballo foi avaliar o potencial do lévedo autóctono *S. cerevisiae* XG3 para a produción de viño Treixadura a grande escala.

Fermentacións e seguimento microbiolóxico

O estudo realizouse durante dúas campañas consecutivas (2019-2020) coa colaboración de 3 adegas industriais da DO Ribeiro (Priorato de Razamonde, O´Ventosela e Gandarela). En cada adega, tras recoller a uva Treixadura manualmente e tratala con SO₂ (50 mg/l) e encima pectolítica, comparáronse as seguintes fermentacións:

- inoculación con *S. cerevisiae* XG3 (producida comercialmente como lévedo seco activo por *Lallemand*, Francia)
- inoculación cunha das cepas comerciais de *S. cerevisiae* (denominadas LSA1, LSA2, ..., LSA5)

Durante a fermentación, os investigadores tomaron mostras durante as fases inicial, tumultuosa e final, para a posterior análise microbiolóxica.

Debido ás restricións propias de conducir o ensaio nunha situación real (escala industrial), os volumes dos tanques de fermentación das diferentes adegas non sempre foron do mesmo tamaño, o cal puido influír nos resultados.

Dinámica e grao de implantación das poboacións dos lévedos inoculados

Tras dilución, as mostras foron cultivadas en placas de ágar (WL) para a contaxe de colonias.

Adicionalmente, as colonias identificadas como *Saccharomyces cerevisiae* foron sometidas a unha análise do seu ADN mitocondrial (mtDNA-RFLPs) para ser identificadas a nivel de cepa.

- *S. cerevisiae* XG3 presentou unha boa actividade fermentativa en todas as fermentacións, similar á dos lévedos comerciais (aínda que houbo diferenzas segundo a adega e o ano).
- O modelo de crecemento típico das poboacións de lévedos está ben documentado e presenta, sucesivamente, unha fase de latencia, unha fase exponencial e unha fase estacionaria ou con lixeiro descenso da poboación. En xeral, tanto a cepa autóctona XG3 como os lévedos comerciais LSA inoculados presentaron unha curva de crecemento que seguiu este modelo (aínda que nunha das adegas, O´Ventosela, a fase final de declive non foi observada).
- Tanto a cepa autóctona XG3 como as cepas comerciais LSA implantáronse con éxito en dúas das adegas. Na terceira adega (O´Ventosela), a cepa comercial inoculada foi incapaz de superar as poboacións de lévedos residentes, mentres que a cepa autóctona XG3 si foi quen de implantarse con éxito. Nesta adega os investigadores identificaron ata 6 cepas diferentes de *S. cerevisiae* na fermentación inoculada co lévedo comercial LSA3 —que nunca chegou a implantarse.

Composición química básica dos viños resultantes

- **En 2019:** a cepa autóctona XG3 produciu viños con maior acidez e menor pH que a cepa comercial nas tres adegas que participaron no ensaio. Tamén produciu viños con menor grao alcohólico e maior contido de glicerol en dúas das adegas.
- **En 2020:** en dúas das adegas a acidez foi maior cando se inoculou con XG3, comparado co lévedo comercial. Nas tres adegas os viños inoculados con XG3 presentaron menos alcohol que os inoculados co lévedo comercial.

Estes resultados apoian o interese de *S. cerevisiae* XG3 para mitigar as consecuencias negativas sobre o viño do cambio climático.

Composición aromática dos viños resultantes

- O grupo principal de compostos volátiles atopados en todos os viños Treixadura foron os **alcohois superiores** (que contribúen de forma favorable á complexidade do viño), seguidos dos ácidos graxos e dos acetatos.

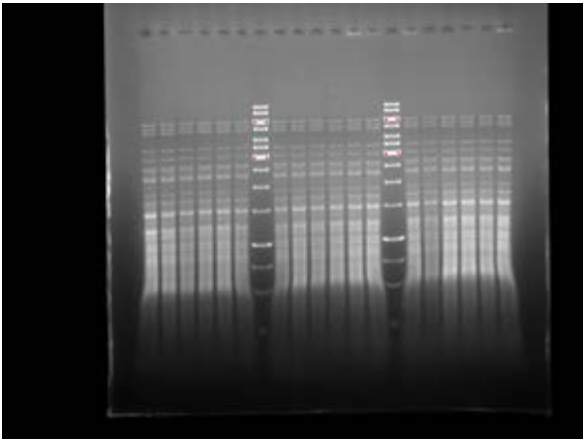
O tipo de lévedo afectou particularmente e de forma significativa a dous grupos de compostos aromáticos:

- **Acetatos.** Os acetatos e ésteres son os grupos de compostos que máis contribúen ao aroma desexable dun viño. Cando se inoculou co lévedo autóctono XG3, produciuse un aumento significativo dos acetatos en O´Ventosela, aínda que apenas houbo cambio (ou incluso diminuíron en 2019) nas outras dúas adegas.
- **Compostos fenólicos volátiles.** Aparecen en todos os viños e contribúen ao seu aroma, aínda que en cantidades excesivas son responsables do carácter “fenólico” ou “farmacéutico” dalgúns viños. En todas as adegas, a inoculación co lévedo autóctono XG3 produciu un aumento significativo destes compostos en 2019, comparado co lévedo comercial (aínda que non significativo en 2020).

A Análise dos Compoñentes Principais (ACP) permitiu establecer que o parámetro que máis



Illamento de lévedos durante a fermentación



Xel de agarosa dos fragmentos de restrición do ADN mitocondrial para o control da implantación durante a fermentación dos lévedos inoculados

influíu na composición volátil dos viños foi a **anada**, seguida da adega e do lévedo empregado na inoculación.

Avaliación sensorial dos viños resultantes

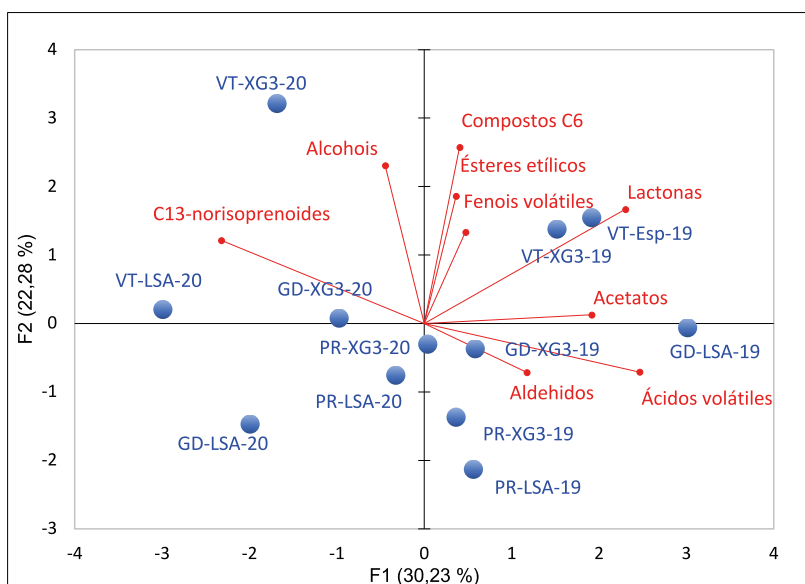
Empregando a metodoloxía da Análise Descritiva Cuantitativa, 11 catadores adestrados determinaron cinco descritores presentes nos viños (*intensidade e calidade aromáticas, aromas florais e afroitados e carácter herbáceo*) e avaliaron a intensidade de cada un nunha escala de 1 a 10 (1 = pouco intenso, 10 = moi intenso). Con estes datos calculouse posteriormente a frecuencia (F),

a intensidade relativa (I) e a media xeométrica ($GM = \sqrt{FxI}$) para cada descritor en cada un dos viños.

As fluctuacións observadas entre anadas, adegas e inoculacións foron importantes. Por exemplo, en dúas das adegas (Priorato de Razamonde e O´Ventosela), a media xeométrica para os descritores afroitado e floral foi superior cando se inoculou con XG3 que cando se fixo con LSA, en ambas as dúas campañas. No entanto, en 2020 na adega Gandarela, as GM destes mesmos descritores foron superiores cando se inoculou con LSA que con XG3.

Conclusións

O lévedo autóctono *Saccharomyces cerevisiae* XG3 foi capaz de levar a cabo a fermentación de mostos de Treixadura a nivel industrial. Este lévedo puido competir con éxito coas poboacións microbianas naturais dos mostos, mesmo naquelas adegas onde a flora residente era abundante. Os viños resultantes da inoculación con este lévedo mostraron niveis máis baixos de alcohol e máis altos de acidez, o cal axudaría a obter viños máis equilibrados en casos de ter que traballar con uva sobremadura. Os investigadores puideron constatar un maior impacto do *ano* ou da *adega elaboradora* que do *tipo de lévedo* sobre a características do viño.



Análise dos Componentes Principais dos viños avaliados



Pastoreo de pradeiras de raigrás e trevo branco a finais de maio

EFECTO DA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS SOBRE O NITRÓXENO E A MATERIA ORGÁNICA EN PRADEIRAS DE GALICIA

Autores artigo orixinal: M. J. Bande, M. J. Sainz e M.E. López Mosquera

En: *Afriga*, pp. 132-138, 2018

O obxectivo deste traballo foi comparar a efectividade de catro tipos de fertilizantes orgánicos sobre a evolución dunha pradeira: un fertilizante mineral, xurro, lodos de depuradora e esterco de polo.

Implantación do ensaio

O ensaio tivo lugar en Vilalba (Lugo) durante catro anos consecutivos (2002-2005). O solo do ensaio, cunha vexetación inicial arbórea e arbustiva que foi transformada para gañar terreo agrícola, tiña as seguintes características: textura franco-areosa, pH ácido (5,5), alta porcentaxe de saturación de aluminio (33 %), materia orgánica elevada (16,2 %), baixos niveis de fósforo (7,4 mg/kg) e bos niveis de potasio (253 mg/kg). Despois de preparar o terreo, tivo lugar un encalado (3 t/ha de cal, 60 % CaO).

O deseño experimental consistiu en 4 tratamentos máis un control, con 4 repeticións cada un, distribuídos ao azar en 20 (5 x 4) parcelas unitarias de 3,9 m² cada unha.

Os 4 tratamentos + control comparados consistiron nas seguintes fertilizacións de fondo:

- **Mineral:** 600 kg/ha de fertilizante NPK 5-15-13;
- **Xurro:** 20 m³/ha de xurro de vacún da propia explotación, máis 433 kg/ha de superfosfato (18 %) para compensar a deficiencia de P;
- **Lodo:** 80 m³/ha de lodos de depuradora de industria láctea, máis 125 kg/ha de sulfato potásico (50 %) para compensar a deficiencia do lodo en K;

- **Esterco de polo:** 4.500 kg/ha de esterco de polo deshidratado e granulado, comercializado como Biof^(R);

- **Control:** para favorecer o establecemento do cultivo fronte ás adventicias, aplícase a metade do tratamento mineral (300 kg/ha de fertilizante NPK 5-15-13).

Despois da implantación das diferentes fertilizacións de fondo tivo lugar a sementeira da pradeira coa seguinte mestura:

- raigrás inglés (*Lolium perenne* L. cv 'Tove'): 20 kg/ha
- raigrás híbrido (*Lolium hybridum* Hausskn cv 'Taxy'): 20 kg/ha, e
- trevo branco (*Trifolium repens* L. cv 'Huia'): 6 kg/ha.

A **fertilización anual**, aplicada a todos os tratamentos fertilizantes comparados, consistiu nunha achega de 60 UF de N á saída do inverno para o corte de silo e unha achega de 30 UF de N para o corte de herba seca (excepto para o tratamento con esterco de polo, onde se subministróu todo na primeira aplicación).



Vista xeral do ensaio



Mestura raigrás-trevo branco

Tamén tivo lugar unha **fertilización de cobertoira** en marzo de 2002, utilizando nitrato amónico (20 %) no tratamento mineral, e as doses calculadas de xurro, lodo e esterco de polo que achegaran unha cantidade de N equivalente.

Manexo da forraxe e mostraxes

Realizáronse dous cortes de sega (en maio para silo e en xullo para herba seca). A intención era realizar un terceiro corte simulado de pastoreo en novembro, pero debido á seca estival, este corte invernal só tivo lugar o primeiro ano, tras a implantación da pradeira.

As mostraxes do solo para realizar as análíticas de fertilidade tomáronse a 15 cm de profundidade e tiveron lugar 4 veces ao longo do ano: en marzo (antes de aplicar fertilizantes de cobertoira), en maio (despois do primeiro corte), en xullo (despois do segundo corte) e en novembro, de todos os anos.

Resultados

1) Materia orgánica

É un indicador fundamental da calidade dun solo e determina de forma importante a súa produtividade. O contido de materia orgánica mantívose estable e a bos niveis en todos os tratamentos durante os catro anos de estudo. Con todo, o esterco de polo foi o único que tivo un efecto significativo no contido de materia orgánica do solo ao longo dos catro anos. Isto pode explicarse pola cantidade importante de materia seca deste produto (86 %), comparada co lodo (2,3 %) ou co xurro (0,9 %). O tratamento con lodo tamén tivo un efecto mellorante da materia orgánica, pero só o primeiro ano.

2) Carbono lábil

Representa unha pequena proporción da materia orgánica e é moi sensible ao paso do tempo. Ten tamén un papel importante na fertilidade debido á súa capacidade de fornecer nutrientes



Forraxe no momento do primeiro corte para ensilado

como nitróxeno, fósforo e xofre, ademais de micronutrientes. O carbono lábil experimentou lixeiros incrementos en todos os tratamentos ao longo do tempo. De forma similar ao observado coa materia orgánica, foron os tratamentos con esterco de polo e con lodo os que presentaron un contido en carbono lábil significativamente maior que o resto dos tratamentos. As parcelas fertilizadas con xurro ou con fertilizante mineral presentaron uns niveis semellantes aos do control.

3) Nitróxeno total

É o elemento que máis limita o crecemento das plantas e a produción dos cultivos. En xeral, a porcentaxe de N do solo en todos os tratamentos mantívose bastante estable e estivo sempre por

riba do 0,2 % ao longo dos catro anos. Aínda así, e unha vez máis, o tratamento con esterco de polo presentou niveis de nitróxeno total máis altos que o control. A aplicación de lodo tamén conseguiu este efecto en dúas das mostraxes.

Conclusións

Tanto a aplicación de esterco deshidratado e granulado de polo (Biof^(R)) como a aplicación de lodo de depuradora láctea durante catro anos en parcelas cultivadas cunha pradeira mixta de raigrás inglés, raigrás híbrido e trevo branco produciron un enriquecemento do solo en materia orgánica, carbono lábil e nitróxeno total. Estes incrementos foron superiores aos acadados cando se utilizaron os dous fertilizantes tradicionalmente máis empregados en Galicia – o xurro de vacún e a fertilización mineral.



Início do espigado

AVALIACIÓN DA RESPOSTA DA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DO RAIGRÁS ITALIANO AO FERTILIZANTE FOSFÓRICO

Autores artigo orixinal: J. A. Oliveira, M. J. Rozados, E. Afif e P. Palencia

En: *Vaca Pinta*, n.º 28, pp. 112-124, 2021

Introdución

A produción de forraxe é moi sensible ás condicións ambientais. Aspectos como a xestión dos pastos e o manexo da recollida xogan un papel importante na morfoloxía, composición química e produción de forraxes.

O raigrás italiano é a gramínea pratense con maior presenza nas explotacións leiteiras do norte de España. O uso de modelos de simulación de cultivos pode ser útil para decidir a mellor xestión agronómica deste cultivo, sendo un deles o Sistema de Apoio á Decisión para a Transferencia Agrotecnolóxica (DSSAT). Non obstante, este sistema non inclúe un modelo de simulación do crecemento e desenvolvemento do raigrás e da súa resposta á fertilización fosfórica, polo que este é un dos principais obxectivos que pretende abordar este traballo. O fósforo (P) é o segundo nutriente máis importante para o crecemento das plantas, superado só polo nitróxeno (N). O raigrás italiano responde ao fertilizante nitróxeno, e pode estar condicionada esta resposta polo P. Isto é especialmente relevante en solos con baixo contido en P, como os que se atopan na rexión do norte de España.

Debido ao alto custo asociado á aplicación de fertilizantes inorgánicos de P, é importante comprender os factores que afectan a dispoñibilidade de P de fontes inorgánicas e orgánicas en diversos sistemas de cultivo e condicións climáticas, para poder extrapolar os datos a outras rexións. O *P dispoñible* é a cantidade de P no solo que pode ser absorbido polas raíces das plantas, un parámetro cuantitativo influenciado polas condicións do solo nun momento determinado e pola

capacidade da planta para absorber este P da solución do solo.

A parcela onde se levou a cabo este ensaio estivo destinada nos anos anteriores a pradeira. Antes da plantación, realizouse un estudo do perfil do solo para coñecer as súas características, e observouse un solo de pH lixeiramente ácido (compensado coa aplicación de calcaria). Tamén se observaron altos valores de carbono orgánico, atribuídos a unha baixa taxa de descomposición da materia orgánica debido á ausencia de labores no solo. Ademais, tamén se estudaron as características dos tres horizontes do solo, sinalando que os niveis de P e K eran baixos en todos eles. Os dous horizontes superiores eran franco-areosos ou franco-areosos-arxilosos, o que favorecía unha boa infiltración hídrica, mentres que o horizonte máis profundo do solo era arxiloso, e polo tanto con menor infiltración de auga.

Material e métodos

O ensaio realizouse no terreo de Casero (Candás, Asturias), cuxo clima é marítimo temperado. O coñecemento das temperaturas cardinais é fundamental para axustar o momento óptimo da sementeira, xerminación e desenvolvemento das plantas. A temperatura media das máximas diarias máis alta rexistrouse en novembro, e foi inferior a 30 °C, temperatura máxima a partir da cal diminúe o ritmo de crecemento do raigrás; a temperatura media das mínimas diarias máis baixa produciuse en xaneiro, e foi superior aos 2 °C, temperatura por debaixo da cal se detén o desenvolvemento do raigrás; deste xeito, estableceuse un rango de temperaturas acorde para o crecemento deste cultivo. A media mensual máis baixa de radiación solar diaria foi no mes de

decembro. En canto ás precipitacións mensuais, novembro foi o mes con máis chuvía e marzo o que menos. Todas as variables meteorolóxicas avaliadas mostraron boas condicións para o crecemento e desenvolvemento do raigrás italiano.

Para a preparación do leito de plantación, en 2019 e 2020 realizáronse as seguintes actividades:

- Aplicación de herbicidas
- Fresadura
- Aplicación de calcaria e sulfato de potasio
- Fresadura
- Aplicación de superfosfato de cal, a cinco doses diferentes para a realización da proba (0, 20, 40, 60 e 80 kg P por hectárea).
- Fresadura para enterrar o fertilizante fosfórico
- Sementeira (40 kg de semente ('Barmultra II') por hectárea)
- Pase manual do anciño para cubrir a semente



Medida do índice de área foliar cun analizador de cuberta vexetal (LI-COR® LAI 2000)

- Aplicación de 140 kg de N por hectárea (a metade un mes antes do primeiro corte e a outra metade despois do primeiro corte).

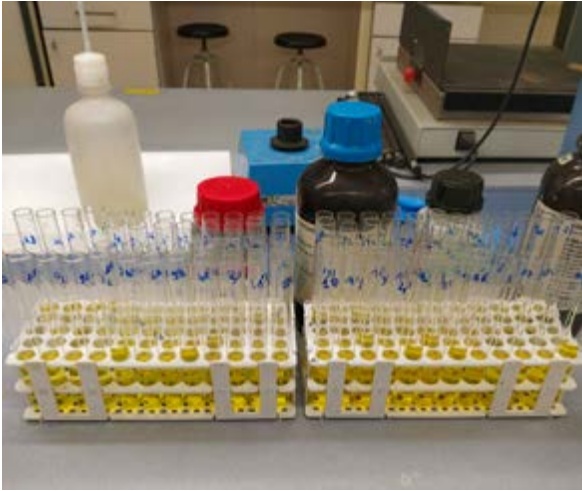
Só se realizaron dous cortes ao ano en cada parcela a unha altura de corte de biomasa aproximada de 5 cm do chan. Antes de cada corte determinouse o índice de área foliar (IAF) e a fracción de radiación fotosinteticamente activa interceptada (FIPAR), parámetros útiles para relacionar o nivel de radiación solar co crecemento óptimo dun cultivo. Antes de realizar ambos cortes, tamén se mediu a altura en catro puntos distintos da parcela. Despois do primeiro corte, volveuse determinar o IAF e o FIPAR, tanto por riba da cuberta vexetal como a rentes do chan, co obxectivo de avaliar a influencia do restrollo no rebrote do raigrás.

A produción de biomasa de cada parcela pesouse no campo e levouse unha submostra de 200 gramos de cada tratamento ao Laboratorio de Produción Vexetal da Universidade de Oviedo, onde se separou a mostra en folla viva, talo vivo (vaíña e talo) e material morto, e se determinou o peso seco total de cada fracción tras o seu desecado en estufa.

A concentración de P determinouse nas mostras de follas e talos, onde se calculou o **P extraído na forraxe** en kg P por hectárea mediante o produto dos kg de materia seca (MS) por hectárea e a concentración de P en gramos por kg. Estimouse tamén a eficiencia de recuperación do P (%).

Resultados

Tanto a altura como a produción de biomasa en cada un dos dous cortes foron significativamente diferentes, e aumentaron os valores segundo foi medrando a dose de fertilizante fosfórico. O pico de resposta con respecto ao control de P aplicado (0 kg P por hectárea), tanto no primeiro como no segundo corte, foi coa dose de **40 kg P por hectárea**, o que supuxo un incremento da produción de forraxe do 39 % no primeiro corte e do 15 % no segundo, o que derivou nun aumento da produción total nos dous recortes dun 20 %. Non houbo desviacións significativas das medias obtidas para as doses de 60 e 80 kg



Análise do fósforo en mostras de forraxe

de P aplicadas, con respecto á dose de 40 kg P por hectárea.

O FIPAR foi significativamente diferente segundo a dose de fertilizante fosfórico, que acadou o pico máximo coa dose de 40 kg P por hectárea. No que respecta á IAF, os seus valores antes do primeiro e segundo corte mostraron unha correlación positiva cos valores de produción de materia seca do primeiro e segundo corte. Os valores superiores ao 90 % de FIPAR no segundo corte obtivéronse con valores de IAF de 6,3-8,3 e aumentaron coa dose de fertilizante fosfórico.

Na planta, a concentración de P, tanto nas follas como nos talos, aumentou a medida que se incrementaba a dose de P aplicada. É impor-

tante realizar unha avaliación da absorción e extracción de nutrientes en comparación coa dose de fertilizante aplicada, cuxa premisa debe ser a de repoñer aqueles nutrientes que son absorbidos e almacenados nos órganos colleitables e que, polo tanto, non son reciclados xa que non volven ao solo. A eficiencia na recuperación do P (incremento na extracción de P por parte da planta por unidade de nutriente aplicado) foi maior (13 %) con doses baixas de fertilizante fosfórico (20 kg de P aplicado), o cal é común en solos fertilizados anteriormente con P, como é o caso nos solos deste ensaio, pois prodúcese unha reacción de "desorción" que implica unha volta progresiva do P *fixado ao solo* cara á *solución do solo*, o cal aumenta a eficiencia da fertilización fosfórica con doses baixas de P aplicado. Outros aspectos como o pH ou a presenza doutros ións no solo (aluminio, ferro) inflúen na solubilidade dos ións fosfato.

Conclusión

Aínda que a maior eficiencia na recuperación de P se acadou cunha dose de 20 kg por hectárea e non con 40 kg de P (13 % fronte ao 11 %), desde o punto de vista agronómico a produción de biomasa seca sería maior cunha dose de fertilización de 40 kg de P por hectárea, cantidade óptima para a fertilización do raigrás italiano.



CAMBIO NAS PROPIEDADES DO SOLO NO PARQUE NATURAL DAS FRAGAS DO EUME DESPOIS DUN LUME

Autores artigo orixinal: A. Lombao, A. Barreiro, T. Carballas, M.T. Fontúrbel, A. Martín, J.A. Vega, C. Fernández e M. Díaz-Raviña

En: *Catena*, 135: 409-418 <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2014.08.007>. 2015

As Fragas do Eume, que se estenden ao longo do río Eume, na comarca de Ferrolterra (A Coruña), foron declaradas Parque Natural en 1997 e recoñecidas pola Unión Europea como Lugar de Importancia Comunitaria. Trátase dun exemplo de bosque chuvioso de zona temperada, onde a vexetación está dominada por fragas, ou sexa, mesturas de *Quercus robur* (carballo), *Corylus avellana* (abeleira), *Castanea sativa* (castiñeiro), *Betula alba* (bidueiro), *Laurus nobilis* (loureiro), *Ulmus glabra* (olmo), *Salix atrocinerea* (salgueiro), *Fraxinus excelsior* (freixo de folla ancha), *Fraxinus angustifolia* (freixo de folla estreita) e *Alnus glutinosa* (amieiro). A zona protexida inclúe tamén zonas dominadas por especies non autóctonas, como *Eucalyptus globulus* ou *Pinus radiata*.

En marzo de 2012 un lume estivo ardendo durante 3 días no corazón deste parque natural, e afectou aproximadamente unhas 750 ha de vexetación non autóctona (principalmente *Eucalyptus globulus*) e 350 ha de vexetación autóctona (principalmente *Quercus robur*). Esta proporción reflicte a diferente susceptibilidade destas dúas especies ao lume. O nivel de combustión da capa orgánica, así como a deposición da cinza, indicaron que o lume tivo unha severidade media a alta.

Os incendios forestais son, desafortunadamente, eventos frecuentes en Galicia e existe interese en coñecer cales son as súas consecuencias nos ecosistemas terrestres, particularmente cando se trata de áreas protexidas, como é o caso. O obxectivo deste traballo foi coñecer o efecto que tivo a curto prazo o lume desencadeado en 2012 sobre a calidade do solo do Parque Natural Fragas do Eume mediante o emprego de parámetros fisicoquímicos, químicos e biolóxicos.

Deseño experimental e metodoloxía

Ao longo do parque os investigadores seleccionaron 4 parcelas correspondentes a vexetación autóctona en zona de lume (“*Quercus*, lume”) e outras 4 en zona sen lume (“*Quercus*, control”). Así mesmo, seleccionaron en zonas de vexetación non autóctona 4 parcelas adicionais en zona de lume (“*Eucalyptus*, lume”) e outras 4 en zona control (“*Eucalyptus*, control”). As mostraxes do solo tiveron lugar 3 meses despois do incendio forestal, e para cada parcela, tomáronse dúas submostras: unha dentro dos 2,5 cm de solo máis superficiais (“0-2,5 cm”) e outra entre os 2,5 e 5 cm (“2,5-5 cm”).

Sobre estas 32 mostraxas os investigadores realizaron a seguinte batería de medicións: porcentaxe de humidade, capacidade de retención de auga, pH, condutividade eléctrica, óxidos de ferro, óxidos de aluminio, carbono total, carbono extraíble, masa microbiana, respiración do solo, actividade bacteriana, encimas relacionadas co ciclo do C (actividade glicosidásica), encimas relacionadas co ciclo do N (actividade ureásica), encimas relacionadas co ciclo do P (actividade fosfatásica) e análise dos ácidos graxos fosfolipídicos (ácidos graxos totais, ácidos graxos fúnxicos, ácidos graxos bacterianos e ácidos graxos de actinomicetos). (Para información sobre as técnicas utilizadas para medir cada parámetro consultar o artigo orixinal).

Os solos de partida das Fragas do Eume son solos moi ácidos, de materia orgánica moi elevada e con alta capacidade de retención de auga, típicos de solos forestais desenvolvidos sobre rocas ácidas.

Efecto do lume sobre as propiedades fisicoquímicas do solo

Coa excepción do pH, o resto dos parámetros fisicoquímicos e químicos avaliados mostraron valores máis baixos no solo que ardera que nos correspondentes solos control, indicando que o lume tivo un efecto negativo na calidade do solo. Os parámetros particularmente afectados de forma negativa polo lume foron: *carbono total*, *capacidade de retención de auga*, *condutividade eléctrica* e *carbono extraíble*. Pola contra, o lume tivo un efecto significativamente positivo sobre o pH.

Os datos permitiron observar que o parámetro “carbono extraíble” (que mide a fracción lábil do carbono total) é un marcador máis adecuado para avaliar os efectos a curto prazo do lume que o marcador “carbono total”.

Efecto do lume sobre as propiedades microbiolóxicas do solo

Coa excepción da actividade bacteriana, o *carbono total*, así como varios índices da actividade metabólica, foron afectados negativamente polo lume. En concreto, o lume tivo un efecto claramente negativo sobre a masa microbiana (carbono microbiano), sobre a respiración do solo e sobre as actividades encimáticas (glicosidasa, ureasa e fosfatasa). En contraste, o lume tivo un efecto significativamente positivo sobre a *actividade bacteriana*.

Os datos da análise de ácidos graxos indicaron que **son as bacterias as que se ven estimuladas despois dun lume, mentres que os fungos diminúen drasticamente**. Por este motivo, mentres que os parámetros baseados na avaliación do compoñente bacteriano –como a actividade bacteriana– se viron favorecidos polo lume, os parámetros que cuantifican tanto as bacterias como os fungos –a masa microbiana, a respiración do solo ou as actividades encimáticas– víronse negativamente afectados por este. É dicir, o efecto positivo do lume sobre os parámetros que cuantifican as bacterias viuse enmascarado polo efecto negativo sobre os



Parque natural Fragas do Eume antes do incendio

parámetros que tamén cuantifican os fungos, moito máis abundantes que as bacterias. Estes datos confirman que a **“masa microbiana”, e non a “actividade microbiana”, é o índice máis axeitado para avaliar o efecto a curto e medio prazo dos incendios**, como tamén indican outros estudos.

Efecto global do lume sobre o ecosistema Fragas do Eume

Os parámetros individuais, particularmente cando varían en direccións opostas, poden non ter capacidade para ofrecer unha estimación global da calidade dun solo queimado. Por este motivo, os investigadores recorreron a técnicas estatísticas multivariantes, como a Análise dos Compoñentes Principais (PCA, polas siglas en inglés), para esclarecer a influencia sobre a calidade do solo de todos os parámetros estudados considerados no seu conxunto, así como sobre as diferentes comunidades microbianas.

Os resultados demostraron, por unha banda, que o tipo de vexetación é o principal factor determinante da calidade do solo nesta rexión húmida e de clima temperado (máis calidade cando domina *Quercus* que cando domina *Eucalyptus*). E por outra banda, que o tipo de vexetación é tamén o parámetro máis determinante da actividade microbiana do solo, seguido da profundidade do solo (0-2,5 cm ou 2,5-5 cm) e, por último, da presenza ou non do lume, que tivo comparativamente menor importancia.



As Fragas do Eume despois dun lume. O nivel de severidade foi "moderado"

A información sobre os procesos biolóxicos do solo supón unha ferramenta de axuda nas decisións de manexo do bosque, como, por exemplo, á hora de decidir que especies se van plantar e se serán necesarias estratexias de estabilización e rehabilitación.

Conclusións

Avaliouse o efecto dun incendio forestal sobre a calidade do solo das Fragas do Eume despois dun lume mediante o emprego de parámetros fisicoquímicos, químicos e bioquímicos do

solo. A curto prazo, os efectos do lume sobre os parámetros estudados foron pouco importantes comparado co efecto da vexetación existente. A calidade do solo resultou vir determinada principalmente polo tipo de vexetación e só marxinalmente pola profundidade do solo na que se produciu a mostraxe ou pola presenza ou non do lume. Os solos con predominio de carballos mostraron unha calidade superior e unha comunidade microbiana diferente aos solos con predominio de eucaliptos.



EXTRACCIÓN POR ADSORCIÓN EN FASE DE TECIDO PARA A DETERMINACIÓN DE FUNXICIDAS NA AUGA AMBIENTAL

Autores artigo orixinal: María Celeiro, Lúa Vázquez, Piyaluk Nurerk, Abuzar Kabir, Kenneth G. Furton, Thierry Dagnac e María Llompert

En: *Journal of Separation Science*, 43: 1817-1829, 2020

Os funxicidas son unha clase de praguicidas que se utilizan para inhibir o crecemento de fungos que poden danar gravemente os cultivos. En Galicia, a viticultura representa un dos principais sustentos da economía e, debido ás condicións climáticas extremas desta rexión, é necesario o uso de funxicidas para a conservación dos viñedos. Estes funxicidas poden ser transportados desde os campos agrícolas ás augas superficiais a través da escorrentura, o cal representa un risco para a saúde. No traballo que presentamos hoxe, os autores optimizan os diferentes parámetros experimentais que afectan unha nova técnica analítica de extracción. Tras conseguir demostrar que esta técnica funciona correctamente e ten capacidade para detectar de forma simultánea ata 17 funxicidas en mostras de auga, empregan a técnica que veñen de optimizar para descubrir se estes funxicidas están presentes no noso contorno acuático, e en que concentracións.

Principio da técnica analítica

A técnica de “extracción por adsorción en fase de tecido” (fabric phase sorptive extraction, FPSE), que nace en 2014, consiste na utilización dun anaco de tecido moi fino e flexible, recuberto mediante unha unión química cunha especie de xel, que permite obter unha **estrutura tridimensional porosa extremadamente adsorbente**. Os funxicidas quedan “atrapados” nesta armazón, para logo ser liberados cun solvente adecuado e cuantificados mediante unha combinación de cromatografía de gases e espectrometría de masas. Esta nova técnica supón un avance importante respecto a técnicas anteriores, tales como a “microextracción en fase sólida” (SPME) que, ao traballar con volumes ínfimos (0,5 µL), tiña a limitación de ter unha baixa capacidade adsorbente.

Optimización preliminar dos parámetros da análise

Para algúns dos parámetros que interveñen na técnica, os autores utilizaron valores que xa foran optimizados en estudos anteriores: *tamaño da superficie adsorbente* (5 cm²), *temperatura/tempo da extracción* (25 °C/20 min.) e posible *emprego dunha barra magnética* para mesturar a extracción (mellor con barra que sen ela).

Para outros parámetros, os investigadores realizaron senllos estudos para determinar cal de varias opcións melloraba a extracción. Deste xeito, lograron optimizar os seguintes parámetros: *tipo de material adsorbente* (“CW 20 M” resultou a mellor opción dos catro materiais comparados dada a súa alta polaridade), *disolvente para a desorción da membrana* (tanto o acetonitrilo como o acetato de etilo funcionaron mellor que o metanol), e *volumen de disolvente de desorción* (0,5 ml resultou no dobre de sinal que 1 ml).

Segunda rolda de optimización dos parámetros da análise

Nunha última fase de “afinamento”, os autores empregaron un coidadoso deseño experimental para avaliar a influencia de 5 parámetros analíticos diferentes, a dous niveis cada un, —así como as interaccións entre eles—, sobre a extracción de cada un dos 17 funxicidas do estudo. Os 5 parámetros avaliados foron: *volumen de mostra*, *tipo de solvente de desorción* (dos dous candidatos preseleccionados), *tempo de desorción*, *adición ou non de NaCl* e *pH*.

Para interpretar os resultados, utilizaron unha análise da varianza (ANOVA). Nesta análise, o

factor F mide a contribución de cada parámetro estudado (así como as interaccións entre parámetros) á varianza da resposta analítica, mentres que o **valor P** mide a significación estatística. Os investigadores utilizaron como guía a magnitude do factor F para desvelar cales eran os parámetros que máis influían na resposta analítica, cun nivel de confianza (valor P) do 95 %.

O **volumen de mostra** resultou ser o factor que máis influíu na resposta analítica de extracción para 12 dos 17 fungicidas estudados. A **adición de NaCl** foi estatisticamente importante só no caso de 3 dos 17 fungicidas. Pola súa banda, o tipo de disolvente, o volumen de disolvente ou o pH non tiveron peso significativo nos resultados. Por último, das 10 interaccións posibles entre os factores estudados, só a interacción “tipo de disolvente X volumen de disolvente” e a interacción “tempo de desorción X adición de NaCl” resultaron significativas para un único fungicida cada unha.

Comprobación do correcto funcionamento da técnica

O seguinte paso foi comprobar que a nova técnica era fiable e cumpría os requisitos que se lle esixen a toda técnica analítica, tales como:

- **precisión:** mide a dispersión do conxunto de medicións (a técnica debe ter unha *desviación estándar* baixa);
- **exactitude:** mide o preto que está o valor medio das medicións respecto ao valor real (a técnica non debe presentar *nesgo*);
- **linearidade:** examina se as medicións teñen a mesma exactitude para todo o rango de valores;
- **repetibilidade:** capacidade dun mesmo laboratorio de obter os mesmos resultados ao replicar o estudo cun conxunto distinto de datos;
- **reproducibilidade:** capacidade de que un experimento sexa reproducido por diferentes laboratorios con resultados similares.

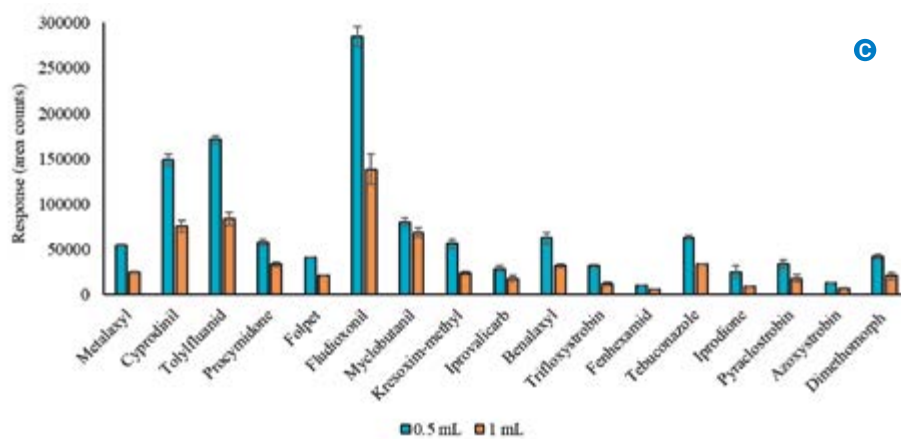
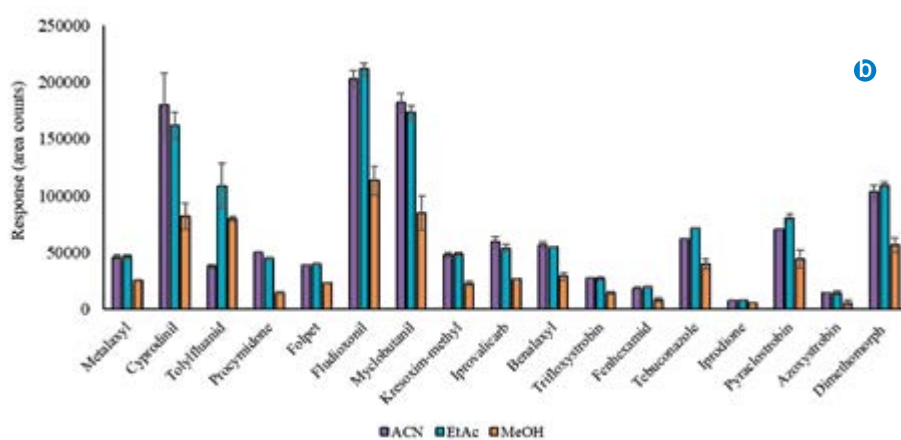
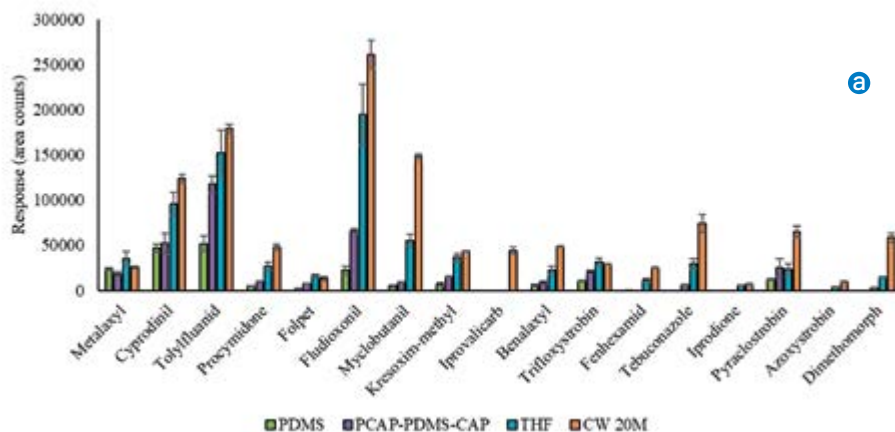


Espectrómetro GC-MS/MS utilizado para a análise dos fungicidas en augas

Para realizar os estudos de calibración, prepararon solucións estándares dos 17 funxicidas estudados cubrindo un rango de concentracións de 0,1 a 1000 µg/L. A técnica mostrou unha boa linearidade ($R^2 > 0,9917$) e unha boa precisión, tanto no mesmo día (4,5 % RSD) como en días diferentes (12 % RSD).

Para comprobar os posibles efectos da matriz (a influencia do tipo de mostra, ou vehículo, que contén o funxicida), utilizáronse mostras de auga de diferentes orixes que, tras comprobar que non contiñan ningún dos funxicidas baixo estudo, manipularon engadindo os 17 funxicidas a catro concentracións (0,1, 0,5, 1,0 e 5,0 µg/L). Mediante a comparación dos resultados en mostras de auga manipuladas fronte a estándares de concentración coñecida, comprobaron a cantidade de funxicida engadido que eran capaces de recuperar. A técnica mostrou unha boa exactitude, con niveis de recuperación entre 70 e 115 % para a maioría dos funxicidas.

Tamén compararon a sensibilidade da técnica, ou relación entre o “sinal” cromatográfico de cada funxicida respecto ao “ruído” de fondo. Deste xeito puideron calcular o **límite de detección** (LOD, definido como unha relación sinal/ruído=3), e o **límite de cuantificación** (LOQ, ou relación sinal/ruído=10) para cada un dos funxicidas. Os límites de cuantificación da técnica resultaron ser de 1-9 ng/L para a maior parte dos funxicidas. Estes valores son similares,



Efecto sobre as respostas cromatográficas de a) diferentes formulacións de recubrimento sol-xel b) diferentes disolventes de desorción e c) diferentes volumes de disolvente de desorción

ou mesmo máis baixos, que os de técnicas de extracción similares.

Aplicación a mostrás acuáticas reais

Unha vez optimizada e demostrada a fiabilidade da técnica, os autores avaliaron a posible presenza de 17 tipos de fungicidas en 9 mostrás de auga recollidas preto de viñedos que foran fumigados 1-2 semanas antes. As mostrás de auga incluían auga de chuvia, auga de río e auga de escurredura. Os fungicidas analizados foron: metalaxyl, ciprodinilo, tolilfluanida, procimidona, folpet, fludioxonil, miclobutanilo, kresoxim metil, iprovalicarb, benalaxil, trifloroxistrobina, fenhexamida, tebuconazol, iprodiona, piraclostrobina, azoxistrobin e dimetomorfo.

Os autores puideron detectar 11 dos 17 fungicidas estudados. **Folpet foi o fungicida máis frecuente**, presente en todas as mostrás de auga ambiental (0,2-3,5 µg/L), **seguido de metalaxyl**, detectado en 8 das 9 mostrás estudadas. Respecto á orixe das mostrás, o maior número de fungicidas detectouse nas mostrás de auga de chuvia, pero tamén se atoparon fungicidas nas augas de río ou nas de escurredura. Cómpre salientar a gran cantidade de metalaxyl nunha das mostrás de auga de río

(335 µg/L), ou de iprodiona nunha das mostrás de escurredura (584 µg/L). Os resultados demostran, unha vez máis, unha preocupante realidade: os fungicidas residuais son transferidos polas augas de escurredura ata os leitos de auga que nos rodean.

Conclusión

Os investigadores optimizan unha técnica de extracción que permite detectar compostos orgánicos presentes en concentracións ínfimas (nanogramos por litro) de forma simultánea. Logo de comprobar o seu correcto funcionamento baixo diferentes condicións de extracción, concentración e tipo de matriz, aplicaron a técnica a 9 mostrás de auga ambiental e detectaron a presenza de 11 dos 17 fungicidas baixo estudo. Esta técnica de extracción supón unha metodoloxía prometedora para a detección de fungicidas e outros compostos orgánicos presentes no contorno en concentracións ínfimas.



lourizan.xunta.gal



evega.xunta.gal



ciam.gal

agroexpres



XUNTA
DE GALICIA

CONSELLERÍA
DO MEDIO
RURAL