

TREBALL DE FI DE GRAU

# Problemàtica de les micotoxines en el vi

---

**Maria Darriba Cornell**

**Dirigit per: Fracisco Javier Cabañes Sáenz**

**4 Juny 2014**

Grau en Ciència i Tecnologia dels Aliments

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona





## Índex

1. Introducció .....	4
1.1 Micotoxines .....	4
1.2. Fongs responsables .....	5
2. Interès educatiu i divulgatiu en seguretat alimentària .....	6
2.1. Incidència real .....	6
2.2 Legislació .....	7
3. Millores esperades .....	8
3.1. Factors que afavoreixen la contaminació .....	8
3.2. Control de la contaminació .....	8
4. Àmbits i metodologia d'aplicació .....	10
5. Bibliografia .....	11

## 1. Introducció

### 1.1 Micotoxines

Les micotoxines presents al vi i la problemàtica que causen és un tema que ha anat agafant més rellevància en els últims anys.

La paraula micotoxina prové del grec, *mikes* que vol dir fong i *toxican* que vol dir verí (Suárez, 2007).

Les micotoxines són metabòlits secundaris produïts per fongs. La supervivència del fong, però, no depèn de la seva producció, de fet, es desconeix la majoria de vegades el perquè de la seva síntesi.

En el vi podem trobar diferents micotoxines, resultat del metabolisme secundari dels fongs. El metabolisme secundari es produeix paral·lelament al primari, que és el que intervé de forma directa en la supervivència, creixement i reproducció del fong. Per tant, el metabolisme secundari té funcions complementàries a les vitals.

En el vi, la micotoxina més important pel que fa a salut pública és l'anomenada Ocratoxina A (OTA). La podem trobar també en altres productes d'origen vegetal com els cereals, el cafè, el cacau, la cervesa, les espècies i el suc de fruita (Wu et al., 2011). L'OTA va ser descoberta l'any 1965 per Van der Merwe i col·laboradors (Blesa et al., 2006) i es va informar per primera vegada de la seva presència al vi per Zimmerli i Dick el 1996 (Martínez and Carrascosa, 2007).

Hi ha altres micotoxines que poden afectar al vi, tot i que no tenen la mateixa importància. Aquestes poden ser l'alternariol (AOH) i el monometil éter alternariol (AME), produïdes per fongs del gènere *Alternaria* (Broggi et al., 2013). La citrinina, produïda per *Penicillium citrinum* i per *Penicillium expansum* (Martínez and Carrascosa, 2007), que es produeix al most, igual que la patulina, produïda majoritàriament per *P. expansum*. També podem trobar contaminació per aflatoxines, un grup de micotoxines produïdes per *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*, així com un altre tipus de micotoxina, la tricotecina, produïda per *Trichotecium roseum* (Hocking et al., 2007).

En els últims anys ha crescut la preocupació per la presència de fumonisines al vi. Aquestes són micotoxines produïdes per *Aspergillus niger* (Mogensen et al., 2010). Hi ha diferents tipus de fumonisines, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub> i B<sub>6</sub> són les que es troben principalment al raïm. En un estudi es va predir que el risc associat amb aquestes micotoxines podria ser similar al plantejat per l'OTA (Abrunhosa et al., 2011).

Aquestes micotoxines tenen menys importància que l'OTA en la salut pública perquè es produeixen en concentracions menors, es troben de forma poc comú al vi, i són de poc interès per a la indústria (Hocking et al., 2007).

L'OTA és una nefrotoxina potent (actua als ronyons), amb propietats immunosupressores, teratogèniques i carcinògenes (debilita el sistema immunològic, provoca malformacions al fetus i càncer en humans) (Blesa et al., 2006). S'ha relacionat amb la nefropatia endèmica dels Balcans (Marquardt and Frohlich, 1992), tumors al tracte urinari en éssers humans i una nefropatia endèmica al nord d'Europa (Mateo et al., 2007). La IARC (agència internacional d'investigació sobre el càncer) classifica l'OTA dins el grup 2B, com a un possible carcinogen renal humà (IARC, 1993).

Les micotoxines poden tenir dos tipus d'efectes; efecte agut i efecte crònic. Micotoxines com l'AOH, l'AME, la citrinina i la patulina es troben en concentracions molt baixes al vi, per tant, és difícil que causin qualsevol dels dos efectes. L'OTA, en canvi, pot ocasionar toxicitat crònica ja que es troba en major quantitat i de forma més freqüent al vi. És difícil, però, que causi toxicitat aguda, per a això es necessita una dosi entre 12 y 3000 mg/dia en una persona de 60 kg i és molt difícil arribar a aquesta ingesta (Martínez and Carrascosa, 2007).

Una vegada coneixem les micotoxines que podem trobar al vi, hem de conèixer quins són els fongs que les produeixen.

## 1.2. Fongs responsables

Els fongs són microorganismes dels quals podem trobar una gran varietat a la natura, en l'actualitat existeixen aproximadament 1,5 milions d'espècies. D'aquestes, no totes són productores de micotoxines.

*Penicillium verrucosum* és el responsable de la contaminació per OTA dels cereals a Europa i països freds com USA i Canadà. En canvi, les espècies d'*Aspergillus* negres són les principals contribuents de la contaminació micotoxígena en productes vitícoles (Varga and Kozakiewick, 2006).

Actualment, tot i que en diversos estudis s'han trobat diferents espècies del gènere *Aspergillus* contaminant el raïm, es considera que l'espècie *Aspergillus carbonarius* és la principal productora d'OTA (Cabañes et al., 2002). Hi ha altres espècies amb habilitat per produir la micotoxina, com *A. niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus alliaceus* però es troben en un percentatge menor en el raïm (Varga and Kozakiewick, 2006).

Els fongs, com tots els microorganismes, tenen una temperatura òptima de creixement, aquesta correspon a la temperatura a la qual tenen un millor desenvolupament. Tant per *A. carbonarius* com per *A. niger* aquesta temperatura es troba entre 30 i 35°C, i deixen de créixer per sota dels 15°C. S'ha de tenir en compte, però, que la temperatura òptima de creixement no coincideix amb la temperatura òptima de producció de l'OTA. La temperatura a la qual són capaços de produir més micotoxina és entre 15 i 20°C en el cas d'*A. carbonarius* i entre 20 i 25°C en el cas d'*A. niger* (Battilani et al., 2006).

## 2. Interès educatiu i divulgatiu en seguretat alimentària

### 2.1. Incidència real

Una vegada s'ha presentat l'OTA com a micotoxina contaminant del vi, i els fongs que la produeixen, coneixerem la incidència real que aquesta micotoxina té a Europa. És important saber si realment es troba present al vi de manera que pugui afectar a la salut dels consumidors.

Segons el Codex Alimentarius, el vi està considerat com la major font diària d'ingesta d'OTA després dels cereals. La producció de vi a Europa representa un 70% de la producció mundial, això el fa un important producte d'exportació. La contaminació per OTA que hi podem trobar és resultat d'una combinació de diferents factors, com poden ser la latitud, el clima, el tipus de vi, les pràctiques agrícoles... dels quals hi ha una important manca de coneixement a Europa. Després de la primera detecció d'OTA al vi, es van fer molts estudis a Europa per tal d'examinar la presència real d'aquesta micotoxina als productes procedents del raïm (Battilani et al., 2006).

Actualment se sap que es troba més OTA en vins negres, seguits dels vins rosats i per últim en vi blanc (Blesa et al., 2006). Això pot ser conseqüència de les diferents tècniques d'elaboració que s'utilitzen per cadascun dels vins (Varga and Kozakiewicz, 2006).

La presència de micotoxina al vi de diferents països pot anar des d'un 10 a un 100%. Pel que fa a quantitats s'ha trobat OTA en vins en nivells entre 3 i 388 ng/L (Cabañes et al., 2002).

Fora d'Europa, a països com el Canadà o els EEUU, s'han fet estudis en els quals s'ha trobat OTA al 16'60% de 580 mostres i al 11'26% de 71 mostres de vi negre respectivament (Mateo et al., 2007).

A Europa podem veure la incidència a diferents països. A Portugal, l'any 2000, es va detectar OTA en un 20'30% de 340 vins. A Itàlia es va fer un estudi on el 78'40% dels vins negres analitzats contenien OTA. En altres estudis, Grècia, Xipre i Turquia van presentar del 50% al 100% de mostres contaminades. El Ministeri federal de salut alemany va realitzar un estudi entre els anys 1995 i 1998 que va mostrar que hi havia una incidència real d'OTA del 40% (Mateo et al., 2007).

Els països on es troba més incidència d'OTA es troben al sud d'Europa, això es deu a que la presència de fongs del gènere *Aspergillus* s'associa amb un clima càlid i sec, típic de les latituds del sud (Hocking et al., 2007). Això vol dir que les condicions climàtiques tenen un efecte significatiu en aquest tipus de contaminació. La ubicació de la vinya, per tant, és important. Les vinyes de la conca Mediterrània es veuen afectades especialment, ja que es troben en una zona amb estius càlids i secs, on *Aspergillus* es troba principalment al sòl de les vinyes. Del sòl passen a contaminar el raïm, que es contaminarà més fàcilment si està fet malbé a causa d'insectes, d'altres fongs patògens, de la pluja... Per tant, és important la varietat de raïm conreada, degut a que el gruix de la pell té rellevància a l'hora d'evitar danys i conseqüentment la possible contaminació per *Aspergillus* i producció d'OTA (Varga and Kozakiewicz, 2006).

Com hem vist, la incidència d'OTA al vi pot ser un problema en vins originaris de zones amb clima mediterrani si s'utilitzen raïms de mala qualitat.

Pel que fa als vins dolços o de postres, moltes vegades es produeixen a partir de raïm assecat mitjançant l'exposició al sol. El raïm exposat al sol en un entorn obert es troba en condicions de calor durant el dia i ambients més freds durant les nits. En aquestes circumstàncies els fongs poden créixer i produir l'OTA. De fet, són els vins que contenen més OTA, fins a un 60% d'aquests estan contaminats, un 27% dels quals supera els 2 µg/L (Valero et al., 2008).

Hi ha diferents recomanacions pel que fa a la ingesta tolerable d'OTA. Segons la JECFA (comitè mixt FAO/OMS d'experts en additius alimentaris) es recomana una PTWI (ingesta diària tolerable provisional) de 100 ng/kg de pes corporal, però el Comitè Científic Alimentari de la UE recomana una ingesta diària més baixa, de 5 ng/kg de pes corporal. Tot i això la EFSA (autoritat europea de seguretat

alimentària) aconsella una TWI (ingesta setmanal tolerable) de 102 ng/kg de pes corporal pels consumidors adults.

S'han fet diferents anàlisis per veure l'exposició real dels consumidors a aquest tipus de contaminant. L'exposició setmanal varia entre 15 i 60 ng OTA/kg de pes corporal, aquesta és menor a les recomanacions comentades anteriorment (Mateo et al., 2007). A Espanya la ingesta diària estimada d'aquesta micotoxina és de 0'15 ng/kg de pes corporal al dia (Battilani et al., 2006).

## 2.2 Legislació

Com hem vist, l'OTA és una micotoxina present de manera important en el vi, per això la Unió Europea (UE) des de l'any 2001 ha anat legislant la seva presència en aquest producte, fixant els continguts màxims que s'hi poden trobar.

El contingut màxim d'OTA als aliments es marca segons l'avaluació de la ingesta alimentària d'OTA de la població de la Comunitat Europea i la TWI recomanada per la EFSA (120 ng/kg pes corporal). A partir d'això, s'estableixen continguts màxims pel vi i altres aliments que contribueixen de manera important al consum d'OTA per part de la població europea, com són els cereals, aliments a base de cereals, panses, cafè, suc de raïm, aliments per lactants i nens de curta edat.

L'any 2010 va entrar en vigor el Reglament de la UE N°105/2010, modificant el Reglament (CE) 1881/2006, pel qual es fixa el contingut màxim d'OTA en els productes alimentosos i on s'estableix un contingut màxim per OTA al vi de 2 µg/kg.

Per una banda, el fet que el contingut d'OTA estigui limitat a diferents aliments fa veure la seva importància des del punt de vista de seguretat alimentària. Per l'altra, amb els estudis fets actualment sobre la seva incidència al vi, s'observa que és difícil, excepte pels vins dolços o de postres, superar els nivells marcats per la UE en la seva legislació.

### 3. Millores esperades

#### 3.1. Factors que afavoreixen la contaminació

Per tal de controlar la presència d'OTA al vi s'han de tenir en compte diferents factors que afecten a la seva producció; com el clima, les tècniques de vinificació, l'ús de pesticides i la latitud entre d'altres.

El clima del sud d'Europa afavoreix el creixement de les espècies ocratoxigèniques d'*Aspergillus*, així doncs, la presència d'OTA al raïm està relacionada amb el clima, que depèn de la latitud i de les circumstàncies particulars de cada any a cada regió. A Europa s'ha observat un increment gradual de la contaminació d'OTA de nord a sud, confirmant així la forta influència de la regió geogràfica (Blesa et al., 2006).

Les condicions en les quals es troba la matèria prima, el raïm, també són molt importants per evitar l'OTA al vi. Raïms fets malbé o podrits contenen més OTA que productes sans de la mateixa vinya. Els danys al raïm poden ser causats per larves, fongs patògens, per l'arna del raïm (*Lobesia botrana*) o altres insectes, per una irrigació excessiva o per una pluja forta o excessiva (Varga and Kozakiewick, 2006).

Hi ha estudis que apunten a un altre factor que pot afavorir la presència d'OTA, el contingut de sucre. A mesura que aquest incrementa fins la collita, l'aigua disponible que té el raïm disminueix i entra dins el rang òptim de producció de l'OTA (Hocking et al., 2007). Altres estudis però, han trobat que aquesta relació és negativa, com menys sucre, més OTA es troba al raïm (Valero et al., 2008). Es tracta d'una relació poc clara.

Des de que s'ha fet la collita del raïm fins que s'obté el vi, ens trobem amb diferents circumstàncies que repercuteixen en la presència d'OTA. Aquestes són les condicions d'emmagatzematge, el tipus de maceració i les condicions de fermentació.

La maceració, depenent del tipus de vi que es vulgui aconseguir es fa d'una manera o una altra. Els vins negres estan més contaminats per OTA que els vins blancs o rosats, això pot ser degut a que la maceració i la fermentació són simultànies i es fan amb el raïm sencer, amb les llavors i la pell, on es troba la majoria de la micotoxina (Blesa et al., 2006). Per l'elaboració dels altres tipus de vins es fa una filtració per eliminar la pell i les llavors una vegada s'ha fet la premsada.

Durant la vinificació es dona la fermentació, aquesta inhibeix els fongs ocratoxigènics gràcies a la quantitat d'alcohol produïda però no elimina les micotoxines ja formades.

Se sap que la producció d'OTA ve codificada genèticament. però no es coneixen exactament les diferències genètiques entre les soques d'*A. carbonarius* que la poden produir i les que no (Cabañes et al., 2013). Seria interessant fer una seqüenciació del genoma de les soques atoxigèniques, coneixent així les diferències que hi ha amb les ocratoxigèniques i poder determinar els gens involucrats en la síntesi d'OTA.

#### 3.2. Control de la contaminació

Com hem vist, els fongs contaminen el raïm a la vinya, allà produeixen l'OTA que arribarà al vi ja que és molt difícil d'eliminar un cop formada. Les micotoxines són termorresistents, si sotmetem el vi a altes temperatures per tal d'eliminar-les aquest perdrà totes les seves característiques abans d'haver-les destruït. Per tant, ja que no es pot eliminar un cop formada, és important controlar els factors que propicien la producció d'OTA per tal d'intentar evitar la seva producció.

És important saber quines són les regions vitícoles més propenses a ser contaminades per l'OTA, d'aquesta manera es pot evitar el creixement dels fongs productors i, com a conseqüència, la presència de la micotoxina (Blesa et al., 2006). S'han de predir els riscos de contaminació per OTA en base a un recompte dels raïms danyats i la vigilància del clima (Clouvel et al., 2008). Si s'evita produir vi a partir de raïm fet malbé, rebutjant aquells grans que tinguin danys físics, s'evitarà una major presència d'OTA al producte final, ja que són els raïms que més OTA tenen.



Els pesticides utilitzats tenen influència en el contingut d'OTA que es pugui trobar al raïm. La utilització de pesticides correctes pot evitar la proliferació d'insectes o microorganismes que poden produir danys al raïm (Blesa et al., 2006), i així evitar-hi el creixement dels fongs productors de la micotoxina. L'aplicació de pesticides com Azoxystrobin o Dinocap en combinació amb sulfur redueixen de forma efectiva la concentració d'OTA en vins (Varga and Kozakiewick, 2006).

Una alternativa a l'ús de pesticides és el biocontrol. El biocontrol consisteix en l'utilització d'organismes vius amb l'objectiu de controlar poblacions d'altres organismes.

En un estudi es va observar una disminució en el creixement, la producció d'OTA i de l'expressió d'un possible gen relacionat amb la producció d'OTA en soques ocratoxigèniques d'*A. carbonarius* i *A. ochraceus* al aplicar biocontrol amb una soca específica de *Saccharomyces cerevisiae* (DISAABA1182) (Cubaiu et al., 2012).

Autors d'un altre estudi van observar una disminució en la colonització d'espècies d'*A. carbonarius* en raïm com a conseqüència de la utilització de biocontrol. El biocontrol es va dur a terme utilitzant una soca del fong *Aureobasidium pullulans* i una del llevat *Metschnikowia pulcherrima* (De Curtis et al., 2012).

Tot i l'efectivitat prometedora del biocontrol, la producció d'OTA no és proporcional a la biomassa dels fongs micotoxigènics presents al raïm (Xu et al., 2007). Per tant, podem trobar una petita quantitat de fongs de l'espècie *Aspergillus* que hagi estat en les condicions òptimes de producció d'OTA i n'hagi produït una quantitat important, o un nombre important de fongs que no hagin produït pràcticament OTA. Un augment en la producció d'OTA pot ser degut a la competència entre els microorganismes que estiguin contaminant el raïm en aquell moment. Aquesta competència es dona quan més d'un microorganisme està contaminant el gra de raïm, això fa que *Aspergillus* es trobi en una situació d'estrès que farà incrementar l'activitat del seu metabolisme secundari, produint així més OTA (Cubaiu et al., 2012).

Una vegada s'ha collit el raïm també es poden prendre mesures per minimitzar la presència d'OTA al vi. Un transport adequat, que eviti fer malbé el raïm, intentant minimitzar la pèrdua de suc, i es faci de manera ràpida, juntament amb un emmagatzematge en fred del raïm pot reduir la incidència de les espècies productores d'OTA. També es pot aplicar una pasteurització flash al most, o addicionar-li sulfit per evitar el creixement de fongs i la posterior producció de la micotoxina (Hocking et al., 2007).

Durant la producció del vi es poden afegir agents clarificants, aquests són productes que poden retirar del vi aquells element no desitjats. S'ha demostrat que aquests poden disminuir el contingut final d'OTA. Els agents que contenen carboni, com el carbó actiu, són els més efectius, tot i que a vegades fan disminuir la qualitat del vi, disminuint-ne alguns components aromàtics (Mateo et al., 2007). Agents proteics com l'albumina de l'ou i la gelatina lliguen l'OTA, altres, com la bentonita o membranes de cèl·lules de llevat, també poden ser efectives (Hocking et al., 2007).

L'aplicació d'un bon pla d'Anàlisi de Perills i Punts de Control Crític (APPCC) pot ser una de les solucions per controlar aquells factors que provoquen una contaminació per OTA. A la indústria alimentària, per controlar aquells factors que puguin ser un perill en l'aliment, s'aplica el sistema APPCC. Es tracta d'un procés sistemàtic preventiu per garantir la innocuïtat alimentària. En el cas de la indústria del vi aquest sistema està centrat en la qualitat del producte final, tot i això, diversos estudis proposen afegir OTA com a perill a controlar, ja que és la única substància tòxica d'origen microbià per la qual hi ha una regulació pel vi (Martínez-Rodríguez and Carrascosa, 2009).

#### **4. Àmbits i metodologia d'aplicació**

Els meus objectius a l'hora d'escriure aquest treball eren, en primer lloc, acostar a la gent què són les micotoxines i quines es produeixen al vi. En segon lloc, una vegada explicats aquests punts, conèixer la incidència real del problema, si està legislat i fins a quin punt es pot controlar la contaminació per OTA si es coneixen els factors que la causen.

Per buscar la informació necessària he utilitzat la Xarxa Privada Virtual de la Universitat Autònoma de Barcelona, fent recerques al PubMed, ScienceDirect i altres bases de dades científiques.

Per tal d'aconseguir complir amb els objectius he utilitzat un llenguatge entenedor, explicant aquelles paraules que persones amb estudis no universitaris puguin no saber-ne el significat. He intentat que l'estructura del treball faciliti la lectura i, que una vegada llegit un punt es relacioni amb el següent, donant una continuïtat al treball.

Finalment, intentaré que el pòster sigui el més intel·ligible i clar possible. Destacant de forma divulgativa el més important.

## 5. Bibliografia

- Abrunhosa, L., Calado, T., Venâncio, A., 2011. Incidence of Fumonisin B<sub>2</sub> by *Aspergillus niger* in Portuguese Wine Regions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 7514 – 7518.
- Battilani, P., Magan, N., Logrieco, A., 2006. European research on ochratoxin A in grapes and wine. *International Journal of Food Microbiology* 111, S2 – S4.
- Blesa, J., Soriano, J.M., Moltó, J.C., Mañes, J., 2006. Factors affecting the presence of Ochratoxin A in wines. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 46, 473 – 478.
- Broggi, L., Reynoso, C., Resnik, S., Martinez, F., Drunday, V., Bernal, A.R., 2013. Occurrence of alternariol and alternariol monomethyl ether in beverages from the Entre Rios Providence market, Argentina. *Mycotoxin Res* 29, 17 – 22.
- Cabañes, F.J., Accensi, F., Bragulat, M.R., Abarca, M.L. Castellá, G., Minguez, S., Pons, A., 2002. What is the source of ochratoxin A in wine? *International of Food Microbiology* 79, 213 – 215.
- Cabañes, F.J., Bragulat, M.R., Castellá, G., 2013, Characterization of nonochratoxigenic strains of *Aspergillus carbonarius* from grapes. *Food Microbiology* 36, 135 – 141.
- Clouvel, P., Bonvarlet, L., Martinez, A., Lagouarde, P., Dieng, I., Martin, P., 2008. Wine contamination by ochratoxin A in relation to vine environment. *International Journal of Food Microbiology* 123, 74 – 80.
- Cubaiu, L., Abbas, H., Dobson, A.D.W., Budroni, M., Migheli, Q., 2012. A *Saccharomyces cerevisiae* wine strain inhibits growth and decreases ochratoxin A biosynthesis by *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus ochraceus*. *Toxins* 4, 1468 – 1481.
- De Curtis, F., de Felice, D.V., Ianiri, G., De Cicco, V., Castoria, R., 2012. Environmental factors affect the activity of biocontrol agents against ochratoxigenic *Aspergillus carbonarius* on wine grape. *International Journal of Food Microbiology* 159, 17 – 24.
- Hocking, A.D., Leong S.L., Kazi, B.A., Emmet R.W., Scott, E.S., 2007. Fungi and mycotoxins in vineyards and grape products. *International Journal of Food Microbiology* 119, 84 – 88.
- IARC, 1993. Ochratoxin A. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* 56, 489 – 521.
- Marquardt, R. R., Frohlich, A. A., 1992. A review of recent advances in understanding ochratoxicosis. *Journal of Animal Science* 70, 3968 – 3988.
- Martínez, A.J., Carrascosa, A.V., *Micotoxinas y vino*, ACE Revista de Enología, Edició digital, 2007, N° 78. <<http://www.acenologia.com/dossier78.htm>>
- Martínez – Rodríguez, A.J., Carrascosa, A.V., 2009. HACCP to control microbial safety hazards during winemaking: Ochratoxin A. *Food Control* 20, 469 – 475.
- Mateo, R., Medina, A., Mateo, E.M., Mateo, F., Jiménez, M., 2007. An overview of ochratoxin A in beer and wine. *International Journal of Food Microbiology* 119, 79 – 83.
- Mogensen, J.M., Larsen, T.O., Nielsen, K.F., 2010. Widespread occurrence of the mycotoxin Fumonisin B<sub>2</sub> in wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 4853 – 4857.
- Suárez, J.A., ACE, *Alteraciones del vino por micotoxinas y seguridad alimentaria*, ACE Revista de Enología. Edició digital, 2007 – N° 78. <[http://www.acenologia.com/ciencia78\\_3.htm](http://www.acenologia.com/ciencia78_3.htm)>

Valero, A., Marín, S., Ramos, A.J. Sanchis, V., 2008. Survey: Ochratoxin A in European special wines. *Food Chemistry* 108, 593 – 599.

Varga, J., Kozakiewicz, Z., 2006. Ochratoxin A in grapes and grape-derived products. *Trends in Food Science & Technology* 17, 72 – 81.

Wu, Q., Dohnal, V., Huang, L., Kuca, K., Wang, X., Chen, G., Yuan, Z., 2011. Metabolic pathways of Ochratoxin A. *Current Drug Metabolism* 12, 1 – 10.

Xu, X.-M., Monger, W., Ritieni, A., Nicholson, P., 2007. Effect of temperature and duration of wetness during initial infection periods on disease development, fungal biomass and mycotoxin concentrations on wheat inoculated with single, or combinations of, *Fusarium* species. *Plant Pathology* 56, 943 – 956.