

Avaluació del contingut de metalls pesants en alguns bolets comestibles de l'àrea metropolitana de Barcelona

por

MIQUEL ROVIRA

Cal Costa – 08611 OLVAN - Catalunya --- e-mail: mikelrovira@gmail.com

Abstract. Heavy metal content: mercury, lead, cadmium, chromium content, among others, in 150 samples of edible mushrooms were evaluated for 34 sites, using Spectrometry ICP-OES and GFAAS. Samples were broken up using oxidant acid treatment. Content found in locations near a contamination source in the metropolitan area of Barcelona was compared with content found in rural areas of Catalonia. Also the vicinity of a road was considered when lead content was determined.

Resum. S'avalua el contingut de metalls pesants: mercuri, plom, cadmi, crom, entre d'altres, en 150 mostres de bolets comestibles procedents de 34 indrets, mitjançant Espectrometria ICP-OES i GFAAS, prèvia disgregació en mitjà àcid oxidant. Es contrasta els nivells de metall trobats en bolets localitzats vora de possibles focus contaminants dins l'àrea metropolitana de Barcelona amb els d'altres zones rurals de Catalunya. Tanmateix es té en compte el factor de proximitat a una via de trànsit rodat atès la importància d'aquest vector en el contingut de plom .

Resumen. Se evalúa el contenido el contenido de metales pesados: mercurio, plomo, cadmio, cromo, entre otros, para 150 muestras de setas comestibles procedentes de 34 localizaciones, mediante Espectrometria ICP-OES y GFAAS, previa disgregación en medio ácido oxidante. Se comparan los niveles encontrados entre las muestras localizadas próximas a un foco contaminante ubicado dentro de la área metropolitana de Barcelona frente a las recogidas en áreas rurales de Catalunya. Así mismo se evalúa el factor proximidad a una vía de tráfico dada la influencia que tiene en el contenido de plomo.

Key words: edible mushrooms, heavy metal content, Spectrometry, contamination, metropolitan area, Barcelona.

INTRODUCCIÓ

Des de l'aparició de les noves tècniques químiques d'anàlisi, que van permetre determinar quantitats molt baixes de components, es van multiplicar els estudis que feien referència al contingut d'aquests en aliments i plantes. L'absorció atòmica va esdevenir un dels mètodes més útils per a mesurar traces de metall en diferents substrats biològics, degut a la seva alta sensibilitat; però no va ser fins ben entrada la dècada dels 70 quan es va començar l'estudi en fongs (STEGNAR, P. et al. 1973, R. SCHELENZ et al. 1974, R. SEEGER 1976, BYRNE et al. 1976).

Els estudis es van decantar ràpidament cap al vessant toxicològic, atès els alts

continguts de mercuri que es van trobar en algunes espècies de fongs.

La recerca continuà cap a l'anàlisi de tots els metalls considerats tòxics (mercuri, cadmi, plom, crom ...), amb la intenció d'avaluar la incidència en la salut que tindria el consum de fongs localitzats en zones properes a fonts contaminants (parcs urbans, escorrialles de mineria ...), on presumiblement els índex de metalls tòxics es podrien disparar fins a nivells alarmants (SEEGER, R. et al. 1976, R. SEEGER 1978, K. LAAKSOVIRTA et al. 1978, T. KUUSI et al. 1981). Aquests treballs, d'alguna manera, van servir per alertar dels perills de la ingesta desmesurada de bolets de procedència dubtosa, així com per prendre mesures referent al cultiu de bolets i al substrat emprat amb aquesta finalitat (actualment reglamentat per la C.E.E.).

Aquests estudis han continuat fent-se, i rar és l'any que no hi hagi més d'una desena de treballs de recerca on es mesuri el contingut de traces metàl·liques en fongs. (AZEMA, R.C. 1985, J. MORNAND 1990, M. TÜZEN et al. 1998).

També hi han hagut recerques cap a un vessant mediambiental, ja sigui amb la intenció de trobar un bioindicador de contaminació industrial, ja sigui per a cercar un mètode biològic d'eliminació de contaminants (per a poder fer servir els fongs com a recuperador selectiu de contaminants inorgànics). En el primer dels casos, tot i que s'ha demostrat el caràcter bioacumulador de metalls pesants en alguns fongs, sembla ser que no s'ha pogut acabar de trobar una correlació adient per a fer servir aquests com a bioindicador (QUINCHE, J.P. 1992, M. RUDAWSKA et al. 2004), més reeixit ha estat l'ús de líquens per aquesta finalitat.

De tota manera es segueix cercant aquest fi en algunes espècies del gènere *Agaricus*, degut a la gran capacitat d'aquests en acumular elements metàl·lics, per la simplicitat d'anàlisi i la comoditat de treballar amb aquest tipus de mostra.

A Espanya s'han fet certes recerques des de sectors universitaris, a nivells de bromatologia i toxicologia (GARCIA OLMEDO et al. 1980, MARTÍNEZ PARA et al. 1981, MARTÍNEZ PARA et al. 1983, ZURERA et al. 1986), a més últimament alguns centres han aprofundit en l'aspecte mediambiental (GARCIA, M.A. et al. 1998).

A Catalunya, tot i ser una zona micòfaga per excel·lència quasi bé no hi han dades sobre el contingut d'aquests elements. Que sabem, només s'ha fet un cert seguiment a càrrec del Servei de Protecció a la Qualitat Agroalimentària del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat, amb mostres majoritàriament de mercat (S.P.Q.A./DARP 1997). És per això que ens vàrem plantejar la possibilitat de fer una cerca del contingut d'aquests contaminants, el resultat del qual es concreta en aquest treball; treball que només pretén donar un primer cop d'ull sobre el contingut d'aquest contaminants, en els bolets que tradicionalment es cullen en el nostre país.

D'alguna manera, s'ha mirat de tenir en compte els vectors de més incidència segons la literatura a l'hora d'explicar el nivell d'aquests contaminants, com ara són: La proximitat a un entorn industrial o a un nucli urbà, la proximitat a una carretera si es parla del contingut en plom, i la potencialitat de certes espècies de bioacumular metalls, com són les del gènere *Agaricus* per nomenar un dels més estudiats. Factors que han determinat la tria de les localitats de prospecció i que s'han enregistrat en cada una de les

recol·leccions efectuades.

Volem acabar dient que, aquest estudi, sense cap mena de dubte, no s'hagués pogut dur a terme sense el suport del Laboratori Agroalimentari de Cabriels dependent del DARP (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat), i molt especialment sense l'ajut i l'esforç d'en MANEL ARAGAY I BENERIA que ha dut a terme tota la feïnada que aquest estudi representa, i que només els qui ho han provat de fer alguna vegada saben el que és.

METODOLOGIA

Previ:

Atès que aquest article pretén ser divulgatiu, es farà una breu explicació de la tècnica d'anàlisi emprada.

Per a mesurar la quantitat de metall que hi ha en un bolet, cal abans, tenir en dissolució aquosa el contingut mineral d'aquest. És per això que s'ha de fer un tractament previ que faciliti la dissolució de les sals minerals contingudes i que a més a més, destrueixi tota la matèria orgànica que podria interferir en la mesura.

Un cop s'ha aconseguit destruir tots els teixits del bolet i solubilitzar els minerals, és a dir convertir-los en sals que es mantenen dissoltes fàcilment en aigua, s'introdueix una part d'aquesta dissolució dins l'aparell que farà la mesura, nomenat espectrofotòmetre. L'aparell està dissenyat per a proporcionar suficient energia per convertir la sal del metall dissolt, en metall en estat gasós (volatilitzat).

Sobre aquesta mostra volatilitzada es mesura el comportament i la resposta a unes freqüències de llum determinades (aquí està la gràcia de l'assumpte, cada metall disposa d'unes freqüències característiques que només poden ser captades o recollides per aquest metall). Segons la resposta a aquesta freqüència de llum, es pot mesurar la quantitat de metall que hi havia en la mostra introduïda, i per tant, la quantitat de metall que hi havia en la dissolució aquosa que prové del bolet, i per tant, en la mostra sòlida original del bolet.

L'aparell i la tècnica pot ser tan sofisticat com es vulgui, però està quasi totalment automatitzat. En el nostre cas s'han fet servir dues tècniques nomenades ICP-OES (espectrofotometria òptica d'emissió amb injecció de plasma acoblat) i GFAAS (espectrofotometria d'absorció atòmica amb cambra de grafit) .

Els problemes que es troben en l'esmentat procés per a cada una de les tècniques emprades, queda fora de l'abast d'aquest article, i en tot cas resta en mans dels tècnics del DARP que tan de temps hi han esmerçat per solucionar-los i que de fet són els veritables autors en la realització d'aquest treball.

LOCALITATS DE RECOL·LECCIÓ

S'ha intentat prospectar el major nombre de zones dins del perímetre que representa l'àrea metropolitana de Barcelona, mirant que hi haguessin vies de trànsit, poblacions i polígons industrials a la vora. Com es veurà ha estat més fàcil aconseguir mostres cap al vessant nord, on la proximitat dels amples espais del PEIN (Pla d'Espais d'Interès Natural)

del Montseny, Montnegre, Corredor ... a un bon nombre de municipis, proporciona un bon lloc de recollida. Més difícil ha estat aconseguir mostres del vessant sud i especialment en el Garraf, on ha estat impossible de fer-ho, quedant pendent per a futurs estudis.

Les localitats de prospecció es classificaran segons: una proximitat real i directa a un nucli urbà o zona industrial (inferior a 500 m.) (codi A). Una segona zona més o menys propera a un focus de contaminació on es preveu la possibilitat de que els contaminants puguin arribar amb certa facilitat pels corrents d'aire, com és qualsevol recollida efectuada dins les comarques pertanyents a l'àrea metropolitana de Barcelona (codi B). Tanmateix es contempla una tercera zona de contrast o una zona rural, on no es preveu que hi puguin arribar els contaminants amb la mateixa quantitat i que la farem servir de contrast (codi C). Pel que fa a l'estudi del contingut en plom, es considerarà que una localització és propera a una via rodada si hi ha menys de 50 metres.

A: Vora nucli urbà o zona industrial

B: PEIN en Cinturó Metropolità

C: Zona rural

Índex Localitat	Localitat	Comarca	Proximitat a focus contaminant	Proximitat a carretera
1	S. Quintí de Mediona	Anoia	C	No
2	Borredà	Berguedà	C	No
3	Vilada	Berguedà	C	No
4	Puigreig	Berguedà	C	No
5	Berga	Berguedà	C	No
6	S. Hilari de Sacalm	La Selva	A	Sí
7	Joanet	La Selva	C	No
8	S. Hilari de Sacalm	La Selva	C	No
9	Llagostera	La Selva	C	Sí
10	Osor	La Selva	C	No
11	Alpens	Osona	C	No
12	Cantonigrós	Osona	C	No
13	Santuari de La Salut	Ripollès	C	No
14	Olesa de Montserrat	Vallès Occident.	A	Sí
15	Viladecavalls	Vallès Occident.	A	Sí
16	Cerdanyola	Vallès Occident.	A	No
17	Mura	Vallès Occident.	B	Sí
18	Matadepera	Vallès Occident.	B	No
19	S. Medir. Collcerola	Vallès Occident.	B	No
20	Font Groga. Collcerola	Vallès Occident.	B	No
21	S. Llorenç Savall	Vallès Occident.	B	No
22	S. Antoni Vilamajor	Vallès Oriental	A	Sí

23	S. Pere Vilamajor	Vallès Oriental	A	No
24	Sta. Eulàlia de Ronçana	Vallès Oriental	A	Sí
25	Cardedeu	Vallès Oriental	A	No
26	S. Celoni - Montnegre	Vallès Oriental	B	No
27	S. Celoni - Montnegre	Vallès Oriental	B	No
28	Olzinelles	Vallès Oriental	B	No
29	Montnegre 4	Vallès Oriental	B	No
30	Hostalric - Montnegre	Vallès Oriental	B	Sí
31	S. Martí de Montnegre	Vallès Oriental	B	No
32	Montnegre 2	Vallès Oriental	B	No
33	Montnegre 1	Vallès Oriental	B	No
34	Fontmartina - Montseny	Vallès Oriental	B	Sí

MATERIAL I TÈCNICA

La mostra tan bon punt és recollida, es neteja de brossa, es pesa i s'asseca en una estufa d'aire forçat a 105°C fins a pes constant per tal de determinar la humitat i afavorir la conservació. La solubilització dels metalls es fa sobre una quantitat de 0,3-0,5 g. de mostra assecada i homogeneïtzada (no s'ha tingut en compte, diferenciar les diferents parts del carpòfor). El procediment de solubilització és diferent segons el metall analitzat.

Pels metalls: cadmi, plom, crom, níquel, zenc, coure, manganès s'utilitza un atac àcid oxidant en ultrasons fins a dissolució total. Per fer aquesta tasca ens hem ajudat de l'aparell d'ultrasons O-I-Analitical. Aquesta dissolució resultant es porta a 10 ml. i és la que es farà servir per determinar el contingut dels metalls per la tècnica ICP-OES amb un aparell VARIAN Plasma-96.

En el cas del mercuri, la tècnica és lleugerament diferent per evitar la pèrdua de l'analit durant la preparació, atesa la seva alta volatilitat. El bolet assecat es disgrega químicament mitjançant un tractament via humida, la dissolució portada a 10 ml. és la que es farà servir per a determinar el contingut de mercuri per la tècnica GFAAS.

El gènere *Agaricus* s'ha tractat independentment per ser un gènere considerat com un bioacumulador nat, i que ha estat centre de moltíssims treballs amb relació a la cerca d'un avaluador mediambiental de contaminació industrial, com s'ha dit. Tampoc és el focus del present treball però si que s'annexen per a donar un primer cop d'ull d'aquest fet, fins ara mai estudiat a Catalunya, al menys que se sàpiga.

Una de les dificultats per fer un estudi d'aquest tipus en una comunitat tan micòfaga com és la catalana, és localitzar una mostra abundant de bolets comestibles en la proximitat de nuclis urbans i així poder disposar d'una quantitat mínima per a fer l'estudi, fet que no sempre s'ha aconseguit. Així, en els casos on la quantitat de mostra era petita, no s'ha avaluat el contingut de tots els elements metàl·lics, i quan la mostra ha estat mínima s'ha optat per determinar preferentment el contingut de mercuri, per la seva toxicitat. Tanmateix s'ha donat preferència a l'obtenció del màxim nombre de dades possible i per tant s'ha fet servir la mostra dessecada per a fer l'anàlisi en detriment de

reservar part de la mostra per a posteriors contranàlisis, aquesta deficiència metodològica es mirarà de corregir en els futurs estudis que es puguin realitzar.

Tots els resultats en aquest article venen referenciats sobre mostra seca (s.m.s.) atès que en la literatura existent venen donats d'aquesta manera. En cas de voler saber el resultat expressat sobre mostra humida (s.m.h.), és pot fer d'una manera grollera considerant un promig d'humitat d'un 90% (en les nostres mostres els valors estaven entre 85-95 %). Així doncs només cal dividir per 10 el contingut de metall s.m.s. i s'obtindrà el valor aproximat en s.m.h., equivalent a lo que seria el contingut del metall en l'estat en que es troba el bolet quan es recull al camp.

Es a dir, un contingut de 10 ppm de qualsevol metall sobre mostra seca seria com dir 1 ppm del metall sobre mostra humida. En aquest exemple concret, la concentració de 1 ppm (part per milió ó mg/Kg), voldria dir que en cada Kg de bolet que agafem al camp hi ha 0.001 g. de metall en qüestió.

El límits de detecció en la determinació del contingut de les diferents espècies metàl·liques és de 10 ppb s.m.s (sobre mostra seca) en els diferents metalls analitzats: mercuri, plom, crom, cadmi, níquel, coure, zenc i manganès.

L'anàlisi només fa referència al contingut metàl·lic, i en cap dels casos s'avalua en quin estat químic es troba el metall en el bolet. Se sap que hi han estats on la toxicitat del metall es pot arribar a incrementar substancialment, així si el mercuri està en la forma de compost organometàl·lic, per exemple en la molècula de metilmercuri, la seva toxicitat és molt i molt més elevada (al menys unes 10 vegades més) que si ho està en estat pur. Heus aquí la dificultat d'avaluar l'activitat tòxica, que representen aquests continguts metàl·lics.

RESULTATS:

Els Valors trobats de mercuri, cadmi, crom, níquel, coure, zenc i manganès; en les diferents espècies de bolets comestibles recollides amb la seva procedència de recollida es poden veure en la següent Taula. Els valors venen expressats en ppm (mg/Kg) pels metalls majoritaris i en ppb (parts per bilió) pels més tòxics i minoritaris (sabem que 1 ppm és igual a 1000 ppb).

Localitat	zona	codi	espècie	Hg ppb s.m.s.	Cd ppb s.m.s.	Cr ppb s.m.s.	Ni ppb s.m.s.	Cu ppm s.m.s.	Zn ppm s.m.s.	Mn ppm s.m.s.
1	Anoia	C	<i>Lactarius sanguifluus</i>	395	277	362	648	5	96	7
1	Anoia	C	<i>Cantharellus lutescens</i>	100	284	1870	8980	17	45	7
2	Berguedà	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	149	666	238	350	7	120	5
2	Berguedà	C	<i>Hygroph. latitabundus</i>	< 10	433	218	< 10	15	120	4
3	Berguedà	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	210	569	223	397	4	77	4
3	Berguedà	C	<i>Hydnum repandum</i>	917	271	226	185	16	43	4
3	Berguedà	C	<i>Hygroph. latitabundus</i>	< 10	456	269	191	12	94	3

3	Berguedà	C	<i>Tricholoma terreum</i>	< 10	1100	234	137	22	126	4
4	Berguedà	C	<i>Lactarius sanguifluus</i>	133	624	309	360	9	53	5
4	Berguedà	C	<i>Cantharellus lutescens</i>	< 10	263	359	< 10	42	59	8
5	Berguedà	C	<i>Lactarius sanguifluus</i>	231	1220	563	255	6	75	8
6	La Selva	A	<i>Russula delica</i>	< 10	299	948	469	44	37	25
6	La Selva	A	<i>Tricholoma terreum</i>	127	-	-	-	-	-	-
7	La Selva	C	<i>Boletus aereus</i>	4790	1100	302	1220	9	76	13
8	La Selva	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	411	268	219	399	6	87	46
8	La Selva	C	<i>Hygrophorus persoonii</i>	211	1080	385	281	16,0	101	29
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus persoonii</i>	262	1040	328	0	18,0	125	26
9	La Selva	C	<i>Russula aurea</i>	152	1310	881	414	56,0	70	37
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus russula</i>	2400	6290	284	< 10	35,0	114	14
9	La Selva	C	<i>Trichol. atrorquamosum</i>	251	1100	410	788	31,0	132	21
9	La Selva	C	<i>Tricholoma equestre</i>	269	930	232	247	15,0	239	12
9	La Selva	C	<i>Tricholoma flavovirens</i>	207	787	535	< 10	16	89	16
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus eburneus</i>	129	813	881	339	17	75	37
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus penarius</i>	100	112	< 10	808	< 10	29	7
9	La Selva	C	<i>Russula cyanoxantha</i>	1460	356	252	< 10	32	56	20
9	La Selva	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	374	1680	258	376	7	64	6
9	La Selva	C	<i>Amanita vaginata</i>	< 10	2150	532	366	36	76	6
10	La Selva	C	<i>Hydnum repandum</i>	382	100	443	241	11	37	18
10	La Selva	C	<i>Hygrophorus penarius</i>	149	337	215	462	3	37	12
10	La Selva	C	<i>Crater. cornucopioides</i>	< 10	298	1020	578	29	86	48
10	La Selva	C	<i>Hygrophorus russula</i>	935	2000	525	287	16	56	22
10	La Selva	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	132	176	617	281	20	55	19
10	La Selva	C	<i>Russula cyanoxantha</i>	2480	843	1200	636	34	52	30
10	La Selva	C	<i>Boletus aereus</i>	1250	468	296	896	10	65	20
10	La Selva	C	<i>Scutiger pes-caprae</i>	4770	723	462	1120	14	52	14
11	Osona	C	<i>Marasmius oreades</i>	1900	228	436	245	74	98	20
11	Osona	C	<i>Crater. cornucopioides</i>	< 10	685	457	318	30	86	15
11	Osona	C	<i>Hygrophorus russula</i>	1250	-	-	-	-	-	-
11	Osona	C	<i>Hydnum repandum</i>	832	127	170	230	25	35	3
11	Osona	C	<i>Hydnum repandum</i>	1290	88	213	< 10	25	49	6
11	Osona	C	<i>Cantharellus lutescens</i>	< 10	228	278	< 10	19	56	11
11	Osona	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	< 10	234	557	787	18	35	9
11	Osona	C	<i>Lepista nuda</i>	3710	302	499	375	118	116	38
11	Osona	C	<i>Tricholoma terreum</i>	< 10	1520	352	343	72	174	5
12	Osona	C	<i>Crater. cornucopioides</i>	< 10	662	555	648	40	95	27
12	Osona	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	< 10	251	178	142	21	48	11

12	Osona	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	< 10	264	431	164	48	39	8
12	Osona	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	143	644	503	154	6	96	15
12	Osona	C	<i>Marasmius oreades</i>	1860	217	562	< 10	61	103	29
12	Osona	C	<i>Lepista nebularis</i>	1550	601	551	406	57	87	22
13	Ripollès	C	<i>Macrolepiota procera</i>	1080	754	364	325	119	81	10
13	Ripollès	C	<i>Macrolepiota procera</i>	2740	611	379	337	131	77	18
13	Ripollès	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	412	912	179	371	11	107	11
13	Ripollès	C	<i>Lepista nebularis</i>	1010	1810	391	781	77	89	21
13	Ripollès	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	< 10	278	542	278	30	58	8
13	Ripollès	C	<i>Boletus edulis</i>	2220	2970	318	1470	39	86	9
13	Ripollès	C	<i>Boletus edulis</i>	1220	2950	334	1250	29	58	6
13	Ripollès	C	<i>Ramaria sp.</i>	1070	2220	1160	2790	26	47	23
13	Ripollès	C	<i>Amanita vaginata</i>	169	1580	489	415	59	133	12
14	Vallès Occident.	A	<i>Lactarius sanguifluus</i>	148	391	272	347	6	41	2
14	Vallès Occident.	A	<i>Clitocybe gibba</i>	916	557	457	< 10	25	70	8
15	Vallès Occident.	A	<i>Amanita vaginata</i>	159	7300	1020	1157	47	112	22
15	Vallès Occident.	A	<i>Clitocybe gibba</i>	1390	3080	303	304	33	78	13
15	Vallès Occident.	A	<i>Russula delica</i>	< 10	747	273	251	24	29	5
15	Vallès Occident.	A	<i>Russula cyanoxantha</i>	2140	982	519	22		142	6
15	Vallès Occident.	A	<i>Hygrophorus penarius</i>	1290	3040	342	416	32	153	10
15	Vallès Occident.	A	<i>Leccinum lepidum</i>	296	-	-	-	-	-	-
17	Vallès Occident.	B	<i>Clitocybe gibba</i>	935	-	-	-	-	-	-
17	Vallès Occident.	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	279	232	612	406	29	48	13
17	Vallès Occident.	B	<i>Hygrophorus russula</i>	1540	-	-	-	-	-	-
17	Vallès Occident.	B	<i>Hydnum repandum</i>	216	-	-	-	-	-	-
17	Vallès Occident.	B	<i>Hygrophorus eburneus</i>	811	-	-	-	-	-	-
17	Vallès Occident.	B	<i>Leccinum lepidum</i>	344	91	1380	498	13	72	15
19	Vallès Occident.	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	618	831	464	900	10	125	25
19	Vallès Occident.	B	<i>Cantharellus lutescens</i>	172	894	448	1430	30	68	20
19	Vallès Occident.	B	<i>Crater. comucopioides</i>	209	224	506	590	24	94	62
19	Vallès Occident.	B	<i>Hydnum repandum</i>	1400	172	647	381	24	60	34
19	Vallès Occident.	B	<i>Leccinum lepidum</i>	650	172	303	230	31	140	11
19	Vallès Occident.	B	<i>Suillus bellinii</i>	168	-	-	-	-	-	-
20	Vallès Occident.	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	128	-	-	-	-	-	-
20	Vallès Occident.	B	<i>Lepista nuda</i>	9470	719	683	205	88	113	53
20	Vallès Occident.	B	<i>Lepista nebularis</i>	9450	2780	416	< 10	255	167	18
20	Vallès Occident.	B	<i>Hydnum repandum</i>	770	-	-	-	-	-	-
20	Vallès Occident.	B	<i>Hygrophorus russula</i>	3800	1080	599	< 10	19	153	10
20	Vallès Occident.	B	<i>Cantharellus lutescens</i>	138	-	-	-	-	-	-
20	Vallès Occident.	B	<i>Hygrophorus penarius</i>	488	-	-	-	-	-	-
20	Vallès Occident.	B	<i>Clitocybe gibba</i>	5150	-	-	-	-	-	-

20	Vallès Occident.	B	<i>Russula aurea</i>	394	-	-	-	-	-	-
20	Vallès Occident.	B	<i>Macrolep. mastoidea</i>	4350	1080	197	< 10	100	52	9
22	Vallès Oriental	A	<i>Lepista nebularis</i>	5310	1530	586	< 10	155	127	19
23	Vallès Oriental	A	<i>Lepista nebularis</i>	1170	1300	447	148	46	73	17
23	Vallès Oriental	A	<i>Clitocybe alexandri</i>	2290	271	352	142	135	63	29
23	Vallès Oriental	A	<i>Clitocybe gibba</i>	2870	719	560	< 10	48	98	26
23	Vallès Oriental	A	<i>Macrolepiota procera</i>	3660	546	487	174	130	97	24
24	Vallès Oriental	A	<i>Clitocybe gibba</i>	5040	270	514	< 10	55	109	34
25	Vallès Oriental	A	<i>Lepista nuda</i>	8570	707	473	694	75	93	65
25	Vallès Oriental	A	<i>Crater. comucopioides</i>	< 10	5870	227	453	39	70	43
26	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus lutescens</i>	< 10	403	265	406	15	28	7
26	Vallès Oriental	B	<i>Suillus bellinii</i>	163	35	317	172	7	44	13
26	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	100	-	-	-	-	-	-
26	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	344	1190	1190	4380	11	156	14
26	Vallès Oriental	B	<i>Crater. comucopioides</i>	< 10	154	224	417	25	104	14
26	Vallès Oriental	B	<i>Hydnum repandum</i>	782	-	-	-	-	-	-
27	Vallès Oriental	B	<i>Macrolepiota procera</i>	2250	4760	465	391	152	67	8
28	Vallès Oriental	B	<i>Crater. comucopioides</i>	131	236	318	2320	28	80	29
28	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nebularis</i>	2380	765	512	1600	16	59	22
28	Vallès Oriental	B	<i>Peziza sp.</i>	< 10	340	303	11600	15	278	40
28	Vallès Oriental	B	<i>Russula delica</i>	< 10	723	559	1570	39	47	20
29	Vallès Oriental	B	<i>Crater. comucopioides</i>	130	157	4700	20	29	94	125
29	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	< 10	1710	490	570	32	57	12
29	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	581	1450	1051	31300	11	102	7
29	Vallès Oriental	B	<i>Macrolepiota procera</i>	3720	-	-	-	-	-	-
29	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	4090	1310	487	860	24	124	16
29	Vallès Oriental	B	<i>Hydnum repandum</i>	1570	-	-	-	-	-	-
29	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus persoonii</i>	201	-	-	-	-	-	-
30	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	782	1040	449	793	6	111	7
30	Vallès Oriental	B	<i>Chroogomphus rutilus</i>	209	-	-	-	-	-	-
30	Vallès Oriental	B	<i>Crater. comucopioides</i>	< 10	159	356	393	27	95	16
30	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	< 10	181	570	654	20	45	15
31	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	2050	1900	480	377	18	106	15
31	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus penarius</i>	315	3250	< 10	525	2	30	6
31	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	209	374	950	549	28	47	18
31	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	426	3170	580	476	9	107	14
31	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	133	255	601	600	20	35	7
31	Vallès Oriental	B	<i>Crater. comucopioides</i>	147	-	-	-	-	-	-
32	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	207	3640	594	1070	31	55	15
32	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	813	6480	503	1250	17	103	8
32	Vallès Oriental	B	<i>Russula cyanoxantha</i>	7240	-	-	-	-	-	-

32	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nebularis</i>	2690	227	842	2180	51	110	29
33	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nebularis</i>	2210	1030	542	395	65	93	17
33	Vallès Oriental	B	<i>Hydnum repandum</i>	1540	389	393	242	21	38	11
33	Vallès Oriental	B	<i>Macrolep. mastoidea</i>	2110	1660	489	298	290	66	8
33	Vallès Oriental	B	<i>Crater. cornucopioides</i>	210	-	-	-	-	-	-
33	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nuda</i>	6420	277	459	584	110	90	63
34	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nuda</i>	2990	702	222	532	92	117	15
34	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius sanguifluus</i>	744	702	222	532	8	117	15
34	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	1350	787	302	261	20	63	20
34	Vallès Oriental	B	<i>Russula delica</i>	1650	-	-	-	-	-	-
34	Vallès Oriental	B	<i>Trichol. portentosum</i>	< 10	-	-	-	-	-	-

S'han agafat algunes mostres del gènere *Agaricus* (coneguts en algunes zones amb el nom de **rubíol**). Tot i que no són uns bolets molt apreciats, sí que popularment es coneixen i poc o molt s'agafen de tant en tant per menjar. Tot i així hem agafat cert nombre de mostres per si el seu caràcter de bioacumulador es fes molt evident.

Tot seguit es presenten els resultats obtinguts referent a aquest gènere.

Localitat	zona	codi	espècie	Hg ppb s.m.s.	Cd ppb s.m.s.	Cr ppb s.m.s.	Ni ppb s.m.s.	Cu ppm s.m.s.	Zn ppm s.m.s.	Mn ppm s.m.s.
13	Ripollès	C	<i>Agaricus silvicola</i>	1600	31500	501	301	132	160	10,0
15	Vallès Occident.	A	<i>Agaricus s.p</i>	5070	22000	461	463	113	126	7,00
15	Vallès Occident.	A	<i>Agaricus silvicola</i>	261	1170	766	643	44,0	136	7,00
19	Vallès Occident.	B	<i>Agaricus silvaticus</i>	3050	346	306	75,0	63,0	48,0	14,0
19	Vallès Occident.	B	<i>Agaricus silvaticus</i>	3950	796	961	2810	66,0	98,0	21,0
23	Vallès Oriental	A	<i>Agaricus silvaticus</i>	8530	621	529	446	32,0	78,0	13,0
25	Vallès Oriental	A	<i>Agaricus s.p.</i>	3450	442	483	346	56,0	107	56,0
28	Vallès Oriental	B	<i>Agaricus silvicola</i>	2610	268	1464	54900	47,0	71,0	23,0
34	Vallès Oriental	B	<i>A. campestris</i>	< 10	3920	628	203	43,0	53,0	11,0
34	Vallès Oriental	B	<i>A. campestris</i>	3580	1320	327	410	101	127	20,0

s.m.h. fa referència a contingut de metall sobre mostra humida.

1 ppm (1 part per milió) = 1 mg./Kg.

1 ppb (1 part per bilió) = 0,001 mg./Kg.

Valors trobats de plom; en les diferents espècies de bolets comestibles amb la seva procedència de recollida. Les dades les presentem per separat per poder incloure el vector proximitat a una carretera, i així poder-les comparar més fàcilment.

Els valors venen expressats en ppb (parts per bilió) pels més tòxics i minoritaris i en ppm (mg/Kg.) pels metalls majoritaris.

Localitat	zona	codi	espècie	Pb ppb s.m.s.	Pròxim carretera
6	La Selva	A	<i>Russula delica</i>	936	Sí
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus persoonii</i>	694	Sí
9	La Selva	C	<i>Amanita vaginata</i>	438	Sí
9	La Selva	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	948	Sí
9	La Selva	C	<i>Russula cyanoxantha</i>	751	Sí
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus penarius</i>	227	Sí
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus eburneus</i>	1120	Sí
9	La Selva	C	<i>Tricholoma flavovirens</i>	729	Sí
9	La Selva	C	<i>Tricholoma equestre</i>	657	Sí
9	La Selva	C	<i>Tricholoma atosquamosum</i>	1620	Sí
9	La Selva	C	<i>Russula aurea</i>	2300	Sí
9	La Selva	C	<i>Hygrophorus russula</i>	560	Sí
14	Vallès Occident.	A	<i>Lactarius sanguifluus</i>	163	Sí
14	Vallès Occident.	A	<i>Clitocybe gibba</i>	750	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Hygrophorus penarius</i>	446	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Russula cyanoxantha</i>	8030	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Agaricus s.p</i>	3480	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Agaricus silvicola</i>	723	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Russula delica</i>	357	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Clitocybe gibba</i>	814	Sí
15	Vallès Occident.	A	<i>Amanita vaginata</i>	4260	Sí
17	Vallès Occident.	B	<i>Leccinum lepidum</i>	1610	Sí
17	Vallès Occident.	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	250	Sí
22	Vallès Oriental	A	<i>Lepista nebularis</i>	3100	Sí
24	Vallès Oriental	A	<i>Clitocybe gibba</i>	2650	Sí
30	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	1533	Sí
30	Vallès Oriental	B	<i>Crater. cornucopioides</i>	1792	Sí
30	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	638	Sí
34	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	5560	Sí
34	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius sanguifluus</i>	5050	Sí
34	Vallès Oriental	B	<i>Agaricus campestris</i>	2130	Sí
34	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nuda</i>	5050	Sí
34	Vallès Oriental	B	<i>Agaricus campestris</i>	1580	Sí
1	Anoia	C	<i>Cantharellus lutescens</i>	2540	No
1	Anoia	C	<i>Lactarius sanguifluus</i>	1120	No
2	Berguedà	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	< 10	No
2	Berguedà	C	<i>Hygrophorus latitabundus</i>	1190	No
3	Berguedà	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	420	No

3	Berguedà	C	<i>Hydnum repandum</i>	609	No
3	Berguedà	C	<i>Hygrophorus latitabundus</i>	577	No
3	Berguedà	C	<i>Tricholoma terreum</i>	< 10	No
4	Berguedà	C	<i>Lactarius sanguifluus</i>	475	No
4	Berguedà	C	<i>Cantharellus lutescens</i>	2030	No
5	Berguedà	C	<i>Lactarius sanguifluus</i>	395	No
7	La Selva	C	<i>Boletus aereus</i>	506	No
8	La Selva	C	<i>Hygrophorus persoonii</i>	835	No
8	La Selva	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	1160	No
10	La Selva	C	<i>Scutigera pes-caprae</i>	564	No
10	La Selva	C	<i>Hydnum repandum</i>	5080	No
10	La Selva	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	5950	No
10	La Selva	C	<i>Hygrophorus penarius</i>	4130	No
10	La Selva	C	<i>Hygrophorus russula</i>	< 10	No
10	La Selva	C	<i>Russula cyanoxantha</i>	1300	No
10	La Selva	C	<i>Crater. cornucopioides</i>	2710	No
10	La Selva	C	<i>Boletus aereus</i>	2710	No
11	Osona	C	<i>Crater. cornucopioides</i>	2110	No
11	Osona	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	695	No
11	Osona	C	<i>Lepista nuda</i>	5560	No
11	Osona	C	<i>Marasmius oreades</i>	1460	No
11	Osona	C	<i>Tricholoma terreum</i>	2350	No
11	Osona	C	<i>Cantharellus lutescens</i>	2380	No
11	Osona	C	<i>Hydnum repandum</i>	122	No
11	Osona	C	<i>Hydnum repandum</i>	398	No
12	Osona	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	3710	No
12	Osona	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	2140	No
12	Osona	C	<i>Lepista nebularis</i>	2660	No
12	Osona	C	<i>Marasmius oreades</i>	984	No
12	Osona	C	<i>Crater. cornucopioides</i>	4360	No
12	Osona	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	1610	No
13	Ripollès	C	<i>Agaricus silvicola</i>	3780	No
13	Ripollès	C	<i>Cantharellus cibarius</i>	624	No
13	Ripollès	C	<i>Boletus edulis</i>	279	No
13	Ripollès	C	<i>Macrolepiota procera</i>	2430	No
13	Ripollès	C	<i>Lactarius deliciosus</i>	315	No
13	Ripollès	C	<i>Boletus edulis</i>	335	No
13	Ripollès	C	<i>Ramaria sp.</i>	394	No
13	Ripollès	C	<i>Amanita vaginata</i>	2700	No
13	Ripollès	C	<i>Macrolepiota procera</i>	2270	No
13	Ripollès	C	<i>Lepista nebularis</i>	2060	No

19	Vallès Occident.	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	1860	No
19	Vallès Occident.	B	<i>Cantharellus lutescens</i>	2960	No
19	Vallès Occident.	B	<i>Agaricus silvaticus</i>	14600	No
19	Vallès Occident.	B	<i>Agaricus silvaticus</i>	8050	No
19	Vallès Occident.	B	<i>Hydnum repandum</i>	3220	No
19	Vallès Occident.	B	<i>Leccinum lepidum</i>	401	No
19	Vallès Occident.	B	<i>Craterellus cornucopioides</i>	3990	No
20	Vallès Occident.	B	<i>Macrolepiota mastoidea</i>	7270	No
20	Vallès Occident.	B	<i>Hygrophorus russula</i>	1650	No
20	Vallès Occident.	B	<i>Lepista nuda</i>	5840	No
20	Vallès Occident.	B	<i>Lepista nebularis</i>	3560	No
23	Vallès Oriental	A	<i>Lepista nebularis</i>	813	No
23	Vallès Oriental	A	<i>Agaricus silvaticus</i>	10600	No
23	Vallès Oriental	A	<i>Clitocybe alexandri</i>	1280	No
23	Vallès Oriental	A	<i>Clitocybe gibba</i>	955	No
23	Vallès Oriental	A	<i>Macrolepiota procera</i>	6480	No
25	Vallès Oriental	A	<i>Craterellus cornucopioides</i>	6610	No
25	Vallès Oriental	A	<i>Agaricus s.p.</i>	3480	No
25	Vallès Oriental	A	<i>Lepista nuda</i>	2650	No
26	Vallès Oriental	B	<i>Craterellus cornucopioides</i>	927	No
26	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	1530	No
26	Vallès Oriental	B	<i>Suillus bellinii</i>	1430	No
26	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus lutescens</i>	1270	No
27	Vallès Oriental	B	<i>Macrolepiota procera</i>	704	No
28	Vallès Oriental	B	<i>Agaricus silvicola</i>	4630	No
28	Vallès Oriental	B	<i>Russula delica</i>	< 10	No
28	Vallès Oriental	B	<i>Peziza sp.</i>	344	No
28	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nebularis</i>	829	No
28	Vallès Oriental	B	<i>Craterellus cornucopioides</i>	867	No
29	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	932	No
29	Vallès Oriental	B	<i>Craterellus cornucopioides</i>	1530	No
29	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	1650	No
29	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	< 10	No
31	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	309	No
31	Vallès Oriental	B	<i>Lactarius deliciosus</i>	1740	No
31	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	731	No
31	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus penarius</i>	372	No
31	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	856	No
32	Vallès Oriental	B	<i>Hygrophorus russula</i>	751	No
32	Vallès Oriental	B	<i>Cantharellus cibarius</i>	634	No
32	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nebularis</i>	1610	No

33	Vallès Oriental	B	<i>Hydnum repandum</i>	1020	No
33	Vallès Oriental	B	<i>Macrolepiota mastoidea</i>	7800	No
33	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nebularis</i>	1480	No
33	Vallès Oriental	B	<i>Lepista nuda</i>	2410	No

s.m.h. fa referència a contingut de metall sobre mostra humida.

1 ppm (1 part per milió) = 1 mg./Kg.

1 ppb (1 part per bilió) = 0,001 mg./Kg.

DISCUSSIÓ

Hi han metalls com el cadmi o el crom que es consideren d'origen industrial. Això no treu que aquests metalls puguin, en part, esdevenir d'afloraments que hi han en el sòl i subsòl. Per aprofundir sobre l'origen d'aquests contaminants caldria fer un meticolós estudi de tots els vectors, per esbrinar si és una contaminació antropogènica o no.

Altres com el mercuri també són d'origen humà, però ja es coneix llur facilitat per a ser arrossegat a indrets allunyats del focus de contaminació, atenent a la seva alta volatilitat.

El plom pot tenir un origen molt variat, però diversos treballs han corroborat l'alt contingut de plom en plantes i bolets que viuen en la proximitat de carreteres, culpant directament als fums procedents dels tubs d'escapament com la font principal de contaminació.

Mentre altres com el zinc, manganès, níquel, coure estan en més o menys quantitat en el subsòl i formen part de la majoria de substrats biològics.

La O.M.S. va fixar unes quantitats màximes setmanals a no sobrepassar per a una persona adulta, en diferents metalls: 0,3 mg. de mercuri, 0,5 mg. de cadmi i 3 mg. de plom (WHO/FAO 1976), tot i que recomanava no sobrepassar una cinquena part d'aquestes quantitats.

Mercuri

Com s'ha dit anteriorment seria molt important esbrinar l'estat en que es troba aquest metall. En la bibliografia es fa referència a que el molt tòxic metilmercuri pot arribar a ser el 10% del mercuri total en alguna mostra de fong (BYRNE et al. 1976).

Els valors més elevats que hem trobat en les nostres mostres corresponen a exemplars de *Lepista nuda* i *L. nebularis*, conegudes popularment amb el nom de **pimpinella morada** i **bromosa**. En algun d'aquests exemplars s'arriba quasi a valors de 10 ppm i aquest ja és un valor alt per a un aliment. El promig de mercuri en les 5 recol·leccions de *L. nuda* és de 6,2 ppm amb un màxim de 9,47 ppm, mentre que en les 8 mostres de *L. nebularis* és de 3,2 ppm amb un màxim de 9,45 ppm. Aquests valors màxims i promig superen als equivalents de la mostra recollida del gènere *Agaricus* que es considera un bioacumulador de mercuri (màxim de 8,5 ppm i promig de 3,2 ppm).

Destacar el contingut del *Scutigera pes-caprae* o **sabatera**, un bolet molt cobdiciat en algunes comarques gironines; del que fins ara no es coneixia cap dada del contingut d'elements metàl·lics contaminants i que potser caldrà aprofundir, ja que la mostra

recollida arriba a valors al voltant de 5 ppm. Volem nomenar també el valor relativament baix de mercuri en els *Lactarius sanguifluus* i *L. deliciosus* (rovellons i pinetells).

Referent al contingut de mercuri, s'observa una tendència a haver-hi valors més elevats en les zones més a la vora dels focus contaminants. Així el promig per les localitzacions de codi A és de 2400 ppb (2,40 ppm) amb un màxim de 8570 ppb (8,57 ppm), per a les recol·leccions en zones de codi B és de 1530 ppb amb un màxim de 9470 ppb (9,47 ppm), mentre que per les de codi C és de 815 ppb amb un màxim de 4780 ppb (4,78 ppm).

Els valors màxims trobats de 9,5 ppm s.m.s (1.4 ppm i 1.1 ppm s.m.h.) de mercuri en les mostres de *Lepista* (recollides vora una pista entre S. Antoni de Vilamajor i Cànoves i vora de la Font Grogga de Collcerola) no són pas superiors a les 12 ppm trobats en un *Agaricus campestris* al voltant de Córdoba (ZURERA et al. 1986), o a les 0.3-95 ppm i un valor mig de 14 ppm en mostres de l'àrea urbana de Hèlsinki (KUUSI, T. et al. 1981), ni molt menys als recollits en la proximitat d'una coneguda explotació minera d'Itàlia, on es van trobar alguns exemplars de *L. nuda* i *L. nebularis* amb continguts de 33 i 54 ppm en mercuri respectivament (BARCAGLI, A. 1986), o als d'una explotació a Eslovenia amb 37 ppm (BYRNE et al. 1976).

Cadmi

Com s'ha dit, es considera d'inici com un metall originat per contaminació industrial, tanmateix es té la sospita que la seva difusió en l'aire i en els aliments ha anat en augment any rera any. Els valors més elevats de cadmi es troben en exemplars del gènere *Agaricus* 31 i 22 ppm que confirma el caràcter fortament bioacumulador d'aquest gènere.

Per la resta el màxim correspon a valors de 6,3 i 6,5 ppm en mostres d'*Hygrophorus russula* (popularment conegut com a **carlet** o **escarlet**) aquests, curiosament localitzats en àrees relativament properes al litoral.

El mateix passa amb els rovellons, les mostres agafades d'aquests en les zones esmentades són les que tenen els valors més alts de cadmi.

Mentre que en *Leccinum lepidum* (**abró**) i *Hydnum repandum* (**llengua de bou**) tenen uns continguts molt baixos de cadmi en qualsevol de les mostres analitzades.

Destacar les 31 ppm s.m.s (4 ppm s.m.h.) en una mostra d'*Agaricus* localitzada vora un raval entre les poblacions de Olesa de Montserrat i Viladecavalls, que hom consideraria una ingesta de risc. Tot i que l'espècie d'*Agaricus* en qüestió no es pot considerar com a popularment apreciada.

La col·lecció del gènere *Agaricus* té un promig de 6 ppm que és un valor semblant al màxim de la resta d'espècies, independentment de la zona. Amb les dades que tenim, no sembla que el contingut de cadmi estigui molt relacionat amb la proximitat a zones potencialment contaminants pels diferents gèneres excloïts l'*Agaricus*. Així el promig per les localitzacions de codi A és de 1,73 ppm amb un màxim de 7,3 ppm i un mínim de 170 ppb, per les recol·leccions en zones de codi B és de 1,1 ppm amb un màxim de 6,48 ppm i un mínim de 35 ppb, mentre que per les de codi C el promig és de 0.9 ppm amb un màxim de 6,30 ppm i un mínim de 88 ppb. Sembla doncs, que el

contingut en cadmi estigui més influenciat pel caràcter bioacumulador de l'espècie que per altres factors, confirmant-se lo que va dir (SEEGER, R. 1978).

En altres estudis d'aquest gènere s'han trobat valors de 54 ppm de mitjana per *Agaricus silvicola* (SEEGER, R. 1978), valors lleugerament inferiors entre 0.4-101 ppm i una mitjana de 12 ppm en mostres del gènere *Agaricus* dins l'àrea urbana de Hèlsinki (KUUSI, T. et al. 1981), o entre 1-10 en parcs d'aquesta ciutat (LAAKSOVIRTA, K. et al. 1978), o entre 0.4-75 ppm en Suïssa i 0.1-69 ppm en Alemanya per a *Agaricus campestris* (MORNAND, J. 1990) o als 3 ppm d'un *Agaricus bitorquis* que és el valor més alt de les mostres analitzades en un estudi a Turquia (TÜZEN, M. et al. 1998).

Crom total

Aquesta tècnica no discrimina en quina forma química es troba el crom, si en la considerada molt tòxica de crom hexavalent o en la menys tòxica de crom trivalent. Tot i que es considera el crom com un element d'origen industrial, en les dades trobades no s'observa aquesta intenció, ja que no són gaire diferents els valors propers a zones industrials (codi A) dels de les àrees rurals (C). Així el promig per a les localitzacions de codi A és de 501, per les de codi B és de 625 ppb i per a les de codi C és de 448 ppb, la mateixa relació s'obté per als màxims entre 1000-5000 ppb.

Remarcar que en dues localitats de zona rural hi han recol·leccions de contingut elevat. Una està situada a l'Anoia, on casualment aquest contaminant ha estat sempre un problema en rius i rieres, tot i així caldria tenir més dades de recol·leccions. L'altre està a La Selva. També és destacable que totes les recol·leccions del codi A presenten un contingut significatiu d'aquest analit, mentre que lluny de zones industrials hi han uns quants casos amb nivells de crom no detectats, fet que sembla confirmar l'origen industrial del crom.

En mostres comercial de *Lactarius deliciosus* es va trobar una mitjana de 229 ppb (MARTÍNEZ PARA et al. 1983), valors semblants a la mitjana de les nostres recol·leccions de (codi C) 341 ppb, però inferiors a la mitjana de les de (codi B) 622 ppb.

Plom

El contingut natural de plom en vegetals està al voltant de 100-1000 ppb.

Els valors més elevats de plom els trobem en *Agaricus silvaticus* amb 14, 10 i 8 ppm, fet que no ens sorprèn gens. Destaquem els valors de plom en els exemplars de *Macrolepiota* amb valors significants i força regulars i especialment el de les dues mostres de *M. mastoidea* al voltant de 8-7 ppm, tot i que aquestes recol·leccions no s'han fet vora la carretera. La *Lepista nuda* també presenta uns valors alts en general amb un màxim de 5.8 ppm i un mínim de 2.4 ppm. Atès que tant la *M. mastoidea* com la *L. nuda* no són molt exigents en quant als seus requeriments, que es poden trobar en molt diversos habitats, que són fàcilment identificables a diferència de les espècies del gènere *Agaricus* i que semblen tenir certa facilitat per acumular el plom, fan que es pugui pensar

en que el contingut de plom en aquestes espècies sigui un bon candidat a bioindicador de contaminació industrial.

Sorprèn el valor de la *Russula cyanoxantha* de 8 ppm però malauradament només hi ha una sola recol·lecció, caldrà doncs tenir en compte aquest resultat per a posteriors estudis, ja que és un bolet molt preuat pels micòfags.

Si comprovem els resultats del vector de proximitat a carretera, per exemple en la *L. nuda*, es veu que el contingut alt es troba en exemplars de vora la carretera tot i que no és proper a una zona industrial, confirmen la influència del vector; fet però, que no es dona per igual en la resta d'espècies, doncs en el *Lactarius deliciosus* no s'observa aquesta tendència de forma tan evident, i en el *Craterellus cornucopioides* sembla ser al revés, doncs recol·leccions de zones tan rurals i aïllades del tràfic rodat, com pot ser la localitat d'Alpens, presenta valors molt semblant a una del costat de l'Autopista a França que és sens dubte una de les vies amb més trànsit del nostre país.

De les nostres dades s'entreveu que al caràcter específic de l'espècie en quant a acumular metall és tan o més important que el factor de proximitat a la carretera, a l'hora de preveure el contingut de plom en un fong.

Comparant amb altres estudis es veu que el valor més alt de plom que s'ha trobat en les nostres mostres, 14,6 ppm, és equivalent al valor mig d'exemplars trobats en els parcs centrals d'Hèlsinki, 13 ppm amb un màxim de 31 ppm (LAAKSOVIRTA, K. et al. 1978), o dels bolets sapròfits del centre de la ciutat de Lugo 6-10 ppm *L. nuda*, *M. procer* i *Coprinus comatus* (GARCIA, M.A. et al. 1998), o el valor mig en mostres de l'àrea urbana d'Hèlsinki 9.2 ppm amb un màxim de 53 ppm (KUUSI, T. et al. 1981) o als 11 ppm de mitjana per a les espècies pertanyents als *Agaricaceae* (SEEGER, R. et al. 1976).

No em tocaria avaluar la incidència de la ingesta d'aquest contaminant mitjançant els bolets, però si es pot dir que la quantitat màxima aconsellada per la (WHO/FAO 1993) estableix com una ingesta setmanal tolerable de plom en 0.025mg/Kg. de pes de la persona.

Níquel

Els valors més elevats de níquel es troben en uns exemplars d'*Agaricus silvicola* 54 ppm, de *Lactarius deliciosus* 31 ppm i de *Peziza sp.* 12 ppm en localitzacions del Montnegre molt properes entre elles. Altres investigadors han trobat valors més baixos pel *L. deliciosus* 4.2 ppm (MARTÍNEZ PARA et al. 1983).

Destacar que les citacions en localitzacions properes a zones industrials (codi A) tenen el promig de níquel més baix i els valors extrems del mateix metall més baix. Igualment nomenar que la diferència entre els valors trobats en una mateixa espècie, el *Cantharellus lutescens*, en dues localitzacions considerades a priori com a llunyanes del focus de contaminació com és S. Quintí de Mediona que pren valors propers a 1 ppm i Alpens on el contingut està per sota del límit de detecció.

Totes aquestes dades fan pensar que el níquel no sembla pas un metall d'origen industrial, si no que depèn més aviat de la localització.

Zenc

Els valors més elevats de zenc es troben en exemplars del gènere *Peziza* a Olzinelles prenent valors de 200 ppm s.m.s. (al voltant de 20 ppm s.m.h) que no és un valor molt alt si considerem que el mínim trobat és de més de 30 ppm, i que el contingut promig d'aquest metall en fongs terrestres està al voltant de 10 ppm s.m.h.

No són valors molt diferents als màxims trobats per altres estudis 381 ppm en una *Macrolepiota procera* (BYRNE, et al. 1976),

No s'observen valors excessius en les localitzacions properes a zones industrials.

Manganès

Els resultats del manganès presenta uns valors molt semblants als del zenc, en quant a quantitat i distribució. El valor màxim correspon a una localització en el Montnegre i els resultats estan entre 120 i 2 ppm. No s'observen valors excessius en les localitzacions properes a zones industrials

No són valors molt superior als trobats per altres estudis 5-166 (BYRNE, et al. 1976),

Coure

El coure també presenta uns resultats molt semblants al manganès i encara més semblants al del zenc. El valor màxim correspon a una localització en el Montnegre i el màxim contingut és de 290 ppm. El promig del contingut en les mostres de codi A duplica el promig de les de codi C.

No són valors molt superiors als trobats en d'altres estudis 6-225 (BYRNE, et al. 1976).

Bioacumulació en *Agaricus*

En les recol·leccions fetes del gènere *Agaricus*, com sempre presenta una força variabilitat. En el cadmi i plom s'observa una forta tendència a acumular aquests metalls, si ho comparem amb la resta de les espècies, no passa així amb els altres metalls.

Són espècies amb tendència a tenir valors extremadament alts en molts metalls, però una mateixa espècie sembla tenir un comportament diferent segons l'entorn, pot ser degut a altres condicionants externs, com pot ser la presència de substàncies que afavoreixen que es pugui fixar i absorbir?.

Aquesta disparitat de comportament és la que possiblement fa que no pugui acabar de ser un bon indicador de contaminació industrial.

CONCLUSIONS

Com s'entreveu dels resultats, el contingut de contaminants no és gens menyspreable fins i tot en llocs allunyats de fonts de contaminació industrial com poden ser zones rurals de l'alt Berguedà o el Ripollès.

No s'han detectat bolets on el contingut de zenc, cadmi i manganès hagin estat per sota el límit de detecció de <10 ppb s.m.s., fet que no deixa d'ésser normal en zenc i manganès, del que ja es coneix el seu contingut en diferents substrats biològics, però que no deixa de ser interessant en el cas del cadmi i fa pensar que aquest metall tan tòxic està escampat en major o menor mesura per tot arreu.

Els valors trobats són en molts casos superiors als valors trobats en els treballs anteriors de la resta d'Espanya, potser cal aclarir que la major part de les localitzacions d'aquests treballs fan referència a àrees rurals i poc industrialitzades i pocs fan referència a la proximitat de possibles focus de contaminació.

No sembla clar que el criteri que s'ha fet servir de proximitat a carretera, exclusivament, hagi estat determinant pel que fa al contingut de plom.

Confirmar el caràcter bioacumulador de cadmi i plom d'algunes espècies del gènere *Agaricus*.

Per les dades obtingudes s'entreveu que les espècies sapròfites acumulen més fàcilment el plom i mercuri, tal i com es diu en altres estudis (LAAKSOVIRTA, K. et al. 1978, A. BARCAGLI 1986, V.A. DíEZ et al. 2001), mentre que el contingut més elevat en níquel i crom, es dona en les espècies micorríziques.

Referent a les localitzacions, destacar els alts valors aconseguits en les mostres del Montnegre, fins i tot en llocs força allunyats de la conca de la Tordera.

Proposar per a propers estudis els possibles bioindicadors de contaminació industrial: Contingut de mercuri en *Lepista nuda* i *L. nebularis* i contingut de plom en *Macrolepiota mastoidea* i *L. nuda*.

Proposar per a futurs estudis la confirmació dels valors de contingut en metall en dues espècies amb un apreciable consum i de les que no s'ha pogut fer un ampli mostreig com són: *Scutigera pes-caprae* (**sabatera**) i *Russula cyanoxantha* (**carbonera**).

Vistos aquests resultats, ens reafirmem en la màxima que donem a tots els nostres socis de l'Associació Micològica Font i Quer de que quan mengem bolets no cal fer-ho d'una forma desfogada, i amb excés, si no més aviat amb prudència i moderació.

AGRAÏMENTS

Vull agrair al Laboratori Agrari de Cabriels, tots els seus consells i tot el seu ajut ja que com he esmentat abans sense ells hagués estat impossible realitzar aquest treball, però especialment a la persona d'en MANEL ARAGAI I BENERIA en el que hi he trobat una gran persona i un amic, i que sense el seu entusiasme aquest treball fora una utopia.

Vull també agrair a n'AILISH MAHER, la revisió de l'anglès.

Vull dedicar aquest meu primer treball a totes les persones que vam engegar ara fa uns quants anys l'aventura de la Associació Micològica Font i Quer: En QUIM PAHISSA, en JOSEP POCH, n'EDUARD SAU, en JOSEP JUNCADELLA i tants altres que després s'han anat afegint i amb els que he compartit l'esperit del que és una Associació, però especialment a dos amics, en GABRIEL CARRASCOSA i a en SERGI ESTANYOL que em van ensenyar les primeres

passes en la micologia, i amb els que he compartit i seguim compartint tantes i tantes estones a la natura, tants i tants projectes, tants i tants esforços per portar endavant aquesta nostra estimada associació micològica que és la **FONT I QUER**, malgrat el munt d'adversitats que hem patit.

Tampoc vull oblidar-me d'en JOSEP BALLARÀ, que en els darrers anys m'ha fet sentir el vertigen amb tots els coneixements que m'ha transmès, amb la seva desbordant capacitat de treball que poc o molt m'ha impregnat, i per haver gaudit de la seva companyia en tots els racons que m'ha desvetllat del nostre estimat Berguedà.

BIBLIOGRAFIA

- AZEMA, R.C. (1985) - *La Pollution des champignons par des métaux lourds*. Documents Micologiques XV (59):1-10
- BARCAGLI, A. (1986) - *Accumulo di mercurio nei funghi eduli ed eventuali implicazioni per i consumatori*. Mic. Ital. 1: 23-29
- BYRNE, R., V. RAVNIK & I. KOSTA (1976) - *Trace element concentrations in higer fungi*. Science of the Total Environment 6: 65-78
- FAO (1973) - *Norma Internacional recomendada para los hongos comestibles y sus productos CAC/RS 38-1970*. Alimentaria 52: 81-90
- GARCIA, M.A., J. ALONSO, M.I. FERNÁNDEZ & M.J. MELGAR (1998) - *Lead content in edible wild mushrooms in Northwest Spain as indicator of environmental contamination*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 34: 330-335
- GARCIA OLMEDO, R., T. MASSOUD & M. TORIJA (1980) - *Macro y micronutrientes en hongos comestibles. 1- Macronutrientes*. Anal. Bromatol.; XXXII-2:145-168
- KUUSI, T., K. LAAKSOVIRT, H. LIUKKONEN-LILJA, M. LODENIUS & S. PIEPPONEN (1981) - *Lead, Cadmium and Mercury contents of fungi in the Hèlsinki Àrea and in Unpolluted Control Areas*. Z. Lebensm. Unters.-Forsch 173: 261-267
- LAAKSOVIRTA, K. & P. ALAKUIJALA (1978) - *Lead, Cadmium and zinc contents of fungi in the parks of Hèlsinki*. Ann. Bot. Fennic. 15: 253-257
- MARTÍNEZ PARA, M., M. TORIJA & T. MASOUD (1981) - *Algunos contaminantes y microelementos en hongos comestibles: Genero Agaricus*. Aliment. XVIII (123): 17-21
- MARTÍNEZ PARA, M., M. TORIJA & T. MASOUD (1983) - *Determinación de Cadmio, cobalto cromo y níquel en especies de hongos comestibles: Generos Lactarius y Pleurotus*. An. INIA/Ser. Agric. 23: 65-70
- MORNAND, J. (1990) - *Présence de métaux lourds dans les champignons*. Bull. Soc. Myc. Fr. 106(1): 31-46
- QUINCHE, J.P. (1992) - *Les teneurs en huit éléments traces des carpophores de Coprinus Comatus*. Myc. Helv. 5: 132-142
- RUDAWSKA, M. & T. LESKI (2004) - *Trace elements in fruiting bodies of ectomycorrhizal fungi growing in Scots pine (Pinus sylvestris L.) stands in Poland*. Science of the Total Environment, in press.
- SEEGER, R. (1976) - *A simple Digestion method for the determination of mercury in*

- mushrooms by flameless atomic absorption spectrometry.* Atomic Absorption Newsletter 15 (2): 45-46
- SEEGER, R., E. MEYER & S. SCHÖNHUT (1976) - *Blei in Pilzen.* Z. Lebensm. Unters.-Forsch 162: 7-10
- SEEGER, R. (1978) - *Cadmium in Pilzen.* Z. Lebensm. Unters.-Forsch 166:23-34
- S.P.Q.A./DARP SERVEI DE PROTECCIÓ A LA QUALITAT AGROALIMENTARIA. DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA I PESCA (1997) - *Estudi del contingut en mercuri i cadmi en els bolets.* Document intern
- SCHELENZ, R. & J.F. DIEHL (1974) - Z. Lebensm. Unters.-Forsch 154:160-161
- STEGNAR, P., I. KOSTA, R. BYRNE & V. RAVNIK (1973) - *Chemosphere* 2:57
- TÜZEN, M., M. ÖSDEMİR & A. DEMİRBAÇ (1998) - *Study of heavy metals in some cultivated and uncultivated mushrooms of Turkish origin.* Food Chemistry 63(2): 247-251
- WHO/FAO (1976) — *List of levels recommended for contaminants.* Codex Alimentarius Commission CAC/FAL Rome 3:1-8
- WHO/FAO (1993) — *Evaluation of certain food additives and contaminants.* WHO Technical Report Series 837
- ZURERA, G., F. RINCON, F. ARCOS & R. POZO-LORA (1986) - *Mercury Content in Mushroom species in the Cordova Area.* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 36 (5): 662-667