

## 18 BIBLIOGRAFIA

1. Abedin M.J., Feldmann J., Meharg A.A. 2002. Uptake kinetics of arsenic species in rice plants. *Plant Physiol.* 128: 1120–1128.
2. Adriano D.C., 2001. *Trace Elements in Terrestrial Environments* 2<sup>nd</sup> Ed Springer Verlag New York.
3. Ahmed F.R.S., Killham K., Alexander I. 2006. Influences of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on growth and nutrition of lentil irrigated with arsenic contaminated water. *Plant and Soil* 283: 33-41.
4. Alkorta I., Hernandez-Allica J., Becerril J.M., Amezaga I., Albizu I. E Garbisu C. 2004. Recent findings on the phytoremediation of soil contaminated with environmentally toxic metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead and arsenic. *Rev. Env. Sci. Biotechnol.* 3:71-90.
5. Almas A.R., Bakken L.R., Mulder J. 2004. Changes in tolerance of soil microbial communities in Zn and Cd contaminated soil. *Soil Biol. Biochem.* 36:805-813
6. Alscher R.G. 1989. Biosynthesis and antioxidant function of glutathione in plants. *Physiol. Plant.* 77: 457–464.
7. Andrewes P., Town R.M., Hedley M.J., Loganathan P. 1996. Measurement of plant-available cadmium in New Zealand soils. *Austr. J. Soil Res.* 34:441-452.
8. ANPA 2002. *Un nuovo approccio per la valutazione della Biodiversità* Ed. ANPA, Manuali e Linee Guida 14/2002, 103 pp.
9. APAT 2003. *Annuario dei dati ambientali*. Ed. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT), 107 pp.
10. Asher C.J., Reay P.F. 1979. Arsenic uptake by barley seedlings. *Australian Journal of Plant Physiol.* 6: 459-466.
11. Ataroff M., Naranjo M.E. 2009. Interception of water by pastures of *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. and *Melinis minutiflora* Beauv. *Agric. For. Meteorol.* 149: 1616–1620
12. Au W.Y., Lie A.K.W., Chim C.S., Liang R., Ma S.K., Chan C.H., Mak Y.K., Chen Y.T., So C.C., Yeung Y.M., Yip S.F., Wong L.G., Chan J.C., Liu S.Y., Kwong Y.L. 2003. As trioxide in comparison with chemotherapy and bone marrow transplantation for the treatment of relapsed acute promyelocytic leukaemia. *Ann. Oncol.* 14: 752-757.
13. Autori Vari 2000. *Obiettivo radice. Metodi di Studio e risultati ottenuti in ambiente mediterraneo*. Mosca G. e Vamerli T. Coord., Cleup Ed., 202.
14. Bagatto G., Shorthouse J. D. 1999. Biotic and abiotic characteristics of ecosystems on metaliferous mine tailings near Sudbury, Ontario. *Can. J. of Bot.* 77:410-425.
15. Baker A.J.M. 1981. Accumulators and excluders strategies in the response of plants to heavy metals. *J. Plant Nutr.* 3: 643-654.
16. Baker A.J.M., McGrath S. P., Reeves R.D., Smith J.A.C. 2000. Metal hyperaccumulator plants: a review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal polluted soil. In: Terry N., Banuelos G., *Phytoremediation of Contaminated Soil and Water*. Lewis Publisher CRC, Boca Raton, 85-107.
17. Baker A.J.M., Reeves R.D., Hajar A.S.M. 1994. Heavy metal accumulation and tolerance in British population of the metallophyte *Thlaspi caerulescens* J. and C. Presl (*Brassicaceae*). *New Phytol.* 127:61-68.
18. Baker D.E., Senft, J.P. 1995. Copper. In: Alloway B.J., *Heavy Metals in Soils*. Blackie Academic and Professional, London, 179-205.

19. Bandiera M., Mosca G., Vamerali T. 2010. Phytotoxicity and metal leaching in EDDS-assisted phytoextraction from pyrite wastes with ethiolian mustard and fodder radish. *Plant Biosyst.*, 144, 2, 490-498.
20. Bandiera M., Vamerali T. and Mosca G. 2009. Humic acids affects root characteristics of radish in metal-polluted wastes. *Desalination*, 247, 79-92.
21. Banu N.A., Singh B., Copeland L. 2004. Microbial biomass and diversity of soil microbial communities in some soils from New South Wales, Australia. *Austr. J. of Soil Res.* 42:1-6.
22. Barcelo J., Poschenrieder C. 1990. Plant water relations as affected by heavy metal stress: a review. *J. Plant Nutr.* 13:1-37.
23. Barrow N.J. 1993. Mechanisms of reaction of zinc with soil and soil components. In: Robson A.D., Zinc in soil and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 15-31 pp.
24. Bar-Tal A., Baryosef B., Chen Y. 1988. Effects of fulvic-acid and pH on zinc sorption on montmorillonite. *Soil Sci.* 146:367-373.
25. Barton L., Wan G.G.Y., Buck R.P., Colmer T.D. 2009. Does N fertiliser regime influence N leaching and quality of different-aged turfgrass (*Pennisetum clandestinum*) stands? *Plant Soil* 316:81-96
26. Basta N.T., Tabatabai M.A. 1992. Effect of cropping systems on adsorption of metals by soils: II. Effect of pH. *Soil Sci.* 153:195-204.
27. Becket P.H.T. 1989. The use of extractants in studies on trace metals in soils, sewage sludges, and sludge-treated soils. *Adv. Soil Sci.* 9:143-176.
28. Bell M.A. 1986. Soil immobilization and plant toxicity of arsenic, copper and nickel. Doctor of Philosophy Thesis, University of Queensland.
29. Bell P.F., Chaney R.L., Angle J.S. 1991. Free metal activity and total metal concentrations as indices of micronutrient availability to barley [*Hordeum vulgare* (L.) Klages]. *Plant Soil* 130:51-62.
30. Bergbäck B., Lohm U. 1997. Metals in Society. In: Brune D., Chapman V., The Global Environment, Science, Technology and Management. Scandinavian Scientific Press, Oslo, 276-289 pp.
31. Berry, W.L. 1986. Plant factors influencing the use of plant analysis as a tool for biogeochemical prospecting. In: Mineral Exploration : Biogeochemical Systems and Organic Matter, Rubey, Vol. 5 (Ed. by D. Carlisle, W. L. Berry, i. R. Kaplan & Watterson, J. R.), p. 13. Prentice-Hall, N.J.
32. Bert V., Meerts P., Saumitou-Laprade P., Salis P., Gruber W., Verbruggen N. 2003. Genetic basis of Cd tolerance and hyperaccumulation in *Arabidopsis halleri*. *Plant Soil* 249:9-18.
33. Berti W.R., Cunningham S.D. 2000. Phytostabilization of metals. In: Raskin I., Ensley B.D., Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment. Ed. Wiley, New York, 71-88 pp.
34. Bertolero F., Pozzi G., Sabbioni E., Saffiotti U. 1987. Cellular uptake and metabolic reduction of pentavalent to trivalent arsenic as determinants of cytotoxicity and morphological transformation. *Carcinogenesis* 8: 803-808.
35. Bhattacharjee H., Rosen B.P. 2007. Arsenic metabolism in prokaryotic and eukaryotic microbes. In: Nies DH, Silver S eds. *Molecular Microbiology of Heavy Metals*. Berlin: Springer-Verlag 371- 406.
36. Bleeker P.M., Hakvoort H.W.J., Blik M., Souer E., Schat H. 2006. Enhanced arsenate reduction by a CDC25-like tyrosine phosphatase explains increased phytochelatin accumulation in arsenate-tolerant *Holcus lanatus*. *Plant Journal* 45: 917-929.
37. Bleeker P.M., Schat H., Vooijs R., Verkleij J.A.C., Ernst W.H.O. 2003. Mechanisms of arsenate tolerance in *Cytisus striatus*. *New Phytol.* 157: 33-38.

38. Blum J.J. 1966. Phosphate uptake by phosphate-starved *Euglena*, J Gen Physiol 49, pp. 1125–1137
39. Blute N.K., Brabander D.J., Hemond HF, Sutton SR, Newville MG, Rivers ML. 2004. Arsenic sequestration by ferric iron plaque on cattail roots. Environ. Sci. Technol. 38: 6074-6077.
40. Boumans P. W. M. J., 1991a. Measuring detection limits in inductively coupled plasma emission spectrometry-II. Experimental data and their interpretation. Spectrochim. Acta 46B, (5) 641-665
41. Boumans P. W. M. J., 1991b. Measuring detection limits in inductively coupled plasma emission spectrometry using the “SBR—RSDB approach”—I. A tutorial discussion of the theory. Spectrochim. Acta 46B, (3) 431-445
42. Bradl H.B. 2005. Heavy metals in the environment: origin, interaction and remediation, Elsevier, Academic Press, San Diego, CA, 282 pp.
43. Braun-Blanquet J. 1928. Pflanzensoziologie. Springer, Berlin, 330 pp.
44. Braun-Blanquet J. 1946. Über den Deckungswert der Arten in den Pflanzengesellschaften der Ordnung Vaccinio-Pi-ceetalia. Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubündens 130:115-119.
45. Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer. Wien-New York, USA, 685 pp.
46. Bruce K. Hope A 1995. Rreview of models for estimating terrestrial ecological receptor exposure to chemical contaminants Chemosphere, (30) 12: 2267-2287
47. Bunzl K., Albers B.P., Schimmack W., Belli M., Ciuffo L., Menegon S. 2000. Examination of a relationship between <sup>137</sup>Cs concentrations in soils and plants from alpine pastures. J. Environ. Radioact. 48:145-58.
48. Burgio G. 1999. La misurazione della biodiversità, con particolare riferimento all'entomologia agraria. Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna, 53:1-27.
49. Burló F., Guijarro I., Carbonell-Barrachina A.A., Valero D., Martinez-Sánchez F. 1999. Arsenic species: effects on and accumulation by tomato plants. J. Agric. Food. Chem. 47: 1247–1253.
50. Cabassi G., Marino Gallina P., Piombino M., Orfeo D., Maffioli G., 2005. Estimation of th eproperties of heterogeneous soils on a multi regional scale in Italy using near infrared spectroscopy and LOCAL calibration procedures. 12<sup>th</sup> International Conference on Near Infrared Spectroscopy, 10-15 Aprile, 2005 Sky City Auckland, New Zealand.
51. Carbonell-Barrachina A.A., Aarabi M.A., DeLaune R.D., Gambrell R.P., Patrick W.H. 1998. The influence of arsenic chemical form and concentration on *Spartina patens* and *Spartina alterniflora* growth and tissue arsenic concentration. Plant and Soil 198: 33–43.
52. Carbonell-Barrachina A.A., Burló-Carbonell F., Mataix-Beneyto J., 1995. Arsenic uptake, distribution, and accumulation in tomato plants – effect of arsenite on plant growth and yield. J. Plant Nutr. 18: 1237–1250.
53. Cataldo D.A., Wildung R.E. 1978. Soil and plant factors influencing the accumulation of heavy metals by plants. Environ. Health Perspect. 27:149-159.
54. Cattani I., Capri E., Del Re A.A.M., Boccelli R. 2004. Biodisponibilità di rame e arsenico in suoli contaminati. Tesi di dottorato, Università Cattolica del Sacro Cuore, 104 pp.
55. Cavallaro N., McBride M.B. 1984. Zinc and copper sorption and fixation by an acid soil clay: Effect of selective dissolutions. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:1050-1054.
56. Cavanna G. 1974. Forza lavoro e classe operaia a Porto Marghera, Appendice XXXV, Tesi di laurea, Università di Padova, 111-113 pp.
57. Charlot G. 1978. Analisi chimica qualitativa: equilibri in soluzione. Piccin Nuova Libreria, Padova.

58. Che D., Meagher R.B., Heaton A.C.P., Lima A., Rugh C.L., Merkle S.A. 2003. Expression of mercuric ion reductase in eastern cottonwood (*Populus deltoides*) confers mercuric ion reduction and resistance. *Plant Biotechnol. J.* 1:311.
59. Chen A., Komives E.A., Schroeder J.I. 2006. An improved grafting technique for mature *Arabidopsis* plants demonstrates long-distance shoot-to-root transport of phytochelatins in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 141: 108-120.
60. Chen B.D., Xiao X.Y., Zhu Y.G., Smith F.A., Xie Z.M., Smith S.E. 2007. The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* gives contradictory effects on phosphorus and arsenic acquisition by *Medicago sativa* Linn. *Sci. Total Environ.* 379: 226-234.
61. Chen Y., Shen Z., Li X., 2004. The use of Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) in the phytoremediation of soil contaminated with heavy metals. *Appl. Geochem.* 19:1553-1565.
62. Chen Z., Zhu Y.G., Liu W.J., Meharg A.A. 2005. Direct evidence showing the effect of root surface iron plaque on arsenite and arsenate uptake into rice (*Oryza sativa*) roots. *New Phytol.* 165: 91-97.
63. Cheng B.T., Ouellette G.J. 1971. Manganese availability in soil. *Soil and Fertilizers* 34:589-595.
64. Chinello C. 1975. Storia di uno sviluppo capitalistico: Porto Marghera e Venezia 1951-1973, Editori riuniti, Roma, 293 pp.
65. Chiovena E. 1903. *Annuario R. Istituto Botanico di Roma* 8: 41
66. Chojnacka K., Chojnacki A., Gõrecka H., Gõrecki H. 2005. Bioavailability of heavy metals from polluted soils to plants. *Sci. Total. Environ.* 337:175-182.
67. Clark G.T., Dunlop J., Phung H.T. 2003. Phosphate absorption by *Arabidopsis thaliana*: interactions between phosphorus status and inhibition by arsenate, *Aust. J. Plant Physiol.* 27: 959-965.
68. Clayton P.M., Tiller K.G. 1979. A chemical method for the determination of the heavy metal content of soils in environmental studies. *CSIRO Aust. Div. Soils Tech. Pap.* 41:17.
69. Cobbett C.S. 2000. Phytochelatins and their role in heavy metal detoxification. *Plant Physiol.* 123: 825-833.
70. Colzi I., Doumet S., Del Bubba M., Fornaini J., Arnetoli M., Gabbrielli R., Gonnelli C. 2010. On the role of the cell wall in the phenomenon of copper tolerance in *Silene paradoxa* L., *Environ. Exp. Bot.*, In Press.
71. Congiu L. 2010. Biodiversità genetica, tassonomica ed ecosistemica. Scheda a cura di Leonardo Congiu, <http://www.unife.it/dipartimento/biologia-evoluzione/progetti/emi/123.pdf>.
72. Consalter A., Gherardi M., Giandon P., Simoni A., Vianello G. 1998. Approccio metodologico per definire la distribuzione e il differente grado di concentrazione in metalli nei suoli per cause naturali ed antropiche. In: Sequi P., Vianello G., Sensibilità e vulnerabilità del suolo. Metodi e strumenti d'indagine. Ed. Francoangeli, Milano, 279-289.
73. Costituzione della Repubblica Italiana, Parte prima, Titolo II, Art. 32.
74. Cui Y.J., Zhu Y.G., Zhai R.H., Chen D.Y., Huang Y.Z., Qiu Y., Liang J.Z. 2004. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China. *Environ. Intern.* 30:785-791
75. Cunningham S.D., Berti W.R., Huang J.W. 1995. Phytoremediation of contaminated soils. *Trends Biotechnol.* 13:393-397.
76. D'Aprile L., Calace N., Pirani G. 2006. Sito di Interesse Nazionale di Porto Marghera - Studio sui valori di concentrazione dell'arsenico nei suoli ad uso residenziale. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Tecnologie del Sito e Siti Contaminati, [www.apat.gov.it](http://www.apat.gov.it).

77. D'Ilio S., Alessandrelli M., Cresti R., Forte G., Caroli S. 2002. Arsenic content of various types of rice as determined by plasma-based techniques. *Microchem J* 73:195–201
78. Daehler C.C., Danslow C.S., Ansari S., Kuo H.C. 2004. A risk assessment system for screening out invasive pest plants from Hawaii and other Pacific Islands. *Conserv Biol* 18: 360-368
79. Dahmani-Muller H., van Oort F., Gelie B., Balabane M. 2000. Strategies of heavy metal uptake by three plant species growing near a metal smelter. *Environ. Pollut.* 109:231-238.
80. Dat J., Vandenabeele S., Vranova E., Van Montagu M., Inze D., Van Breusegem F. 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cell. Mol. Life Sci.* 57: 779-795
81. Davis-Carter J.G., Shuman L.M. 1993. Influence of texture and pH of kaolinitic soils on zinc fractions and zinc uptake by peanuts. *Soil Sci.* 155:376-384.
82. De Koe T. 1994 *Agrostis castellana* and *Agrostis delicatula* on heavy metal and arsenic enriched sites in NE Portugal. *The Sci. Total Environ.* 145 (2) 103-109
83. De Koe T., Jacques N.M. 1993 As(V) tolerance in *Agrostis castellana* and *Agrostis delicatula*, *Plant Soil* 151 (1993), pp. 185–191.
84. Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 52 del 3 marzo 2001 - Supplemento Ordinario n. 41
85. Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.
86. Decreto Ministeriale del 13/09/1999: Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"; Ministro per le Politiche Agricole, Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n° 248 del 21/10/1999.
87. Degetto S., Cantaluppi C., Cianchi A., Valdarnini F. 2002. L'arsenico nella Laguna di Venezia. *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, 46 pp.
88. Del Castilho P., Chardon W.J., Salomons W. 1993. Influence of cattle-manure slurry application on the solubility of cadmium, copper, and zinc in a manured acidic, loamy-sand soil. *J. Env. Qual.* 22:689-697.
89. Delnomdedieu M., Basti M.M., Otvos J.D., Thomas D.J. 1994. Reduction and binding of arsenate and dimethylarsinate by glutathione - A magnetic resonance study. *Chemico-Biological Interactions* 90: 139-155.
90. Demirezen D., Aksoy A. 2004. Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* L. and *Potamogeton pectinatus* L. living in sultan marsh (Kayseri, Turkey). *Chemosphere* 56:684-696.
91. Demirezen D., Aksoy A. 2005. Common hydrophytes as bioindicators of iron and manganese pollutions. *Ecol. Indic.* 6:388-393.
92. Deng H., Ye Z.H., Wong M.H. 2004. Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal-contaminated sites in China. *Env. Poll.* 132:29-40.
93. Dhankher O.P., Li Y.J., Rosen B.P., Shi J., Salt D., Senecoff J.F., Sashti N.A., Meagher R.B. 2002. Engineering tolerance and hyperaccumulation of arsenic in plants by combining arsenate reductase and gamma-glutamylcysteine synthetase expression. *Nat. Biotechnol.* 20: 1140-1145.
94. Dinelli E., Lombini A. 1996. Metal distributions in plants growing on copper mine spoils in Northern Apennines, Italy: the evaluation of seasonal variations. *Appl. Geochem.* 11:375-385.
95. Dushenkov D. 2003. Trends in phytoremediation of radionuclides. *Plant Soil* 249:167-175.

96. Dushenkov D., Kumar P.B.A.N., Motto H., Raskin I. 1995. Rhizofiltration: the use of plants to remove heavy metals from aqueous streams. *Environ. Sci. Technol.* 29:1239-1245.
97. Eapen S., Dsouza S.F. 2005. Prospects of genetic engineering of plants for phytoremediation of toxic metals. *Biotech. Adv.* 23:97-114.
98. Edwards C.A. 2002. Assessing the effects of environmental pollutants on soil organisms, communities, processes and ecosystems. *European Journal of Soil Biology* 38:225-231.
99. Ellis D.R., Sors T.G., Brunk D.G., Albrecht C.O., Lahner B., Wood K.V., Harris H.H., Pickering I.J., Salt D.E. 2004. Production of S methylselenocysteine in transgenic plants expressing selenocysteine methyltransferase. *BMC Plant Biol.* 4:1.
100. Elrashidi M.A., O'Connor G.A. 1982. Influence of solution composition on sorption of zinc by soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:1153-1158.
101. Ensley B.D. 2000. Rationale for use of phytoremediation. In: Raskin I., Ensley B.D., *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean-up the environment*, Ed. Wiley, New York, 3-12.
102. Ernest W.H.O. 1974. *Schwermetallvegetation der Erde*. Struttgart: Gustav Fisher Verlag.
103. Ernest W.H.O. 2003. Evolution and adaptation mechanisms of plants on metal-enriched soils. In Larcher W (Ed). *Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Berlin. 4<sup>th</sup> edition. Springer Verlag. pp 433-436, 503-504.
104. Ernst W.H.O., Nelissen H.J.M., Ten Bookum W.M. 2000. Combination toxicology of metal-enriched soils: physiological responses of a Zn- and Cd-resistant ecotype of *Silene vulgaris* on polymetallic soils, *Environ. Exp. Bot.*, Volume 43, Issue 1
105. Esteban E., Carpena R.O., Meharg A.A. 2003. High-affinity phosphate/arsenate transport in white lupin (*Lupinus albus*) is relatively insensitive to phosphate status. *New Phytol* 158: 165–173
106. Evangelou V.P. 1998. *Environmental soil and water chemistry principles and applications*. John Wiley and Sons, New York, 592 pp.
107. Fageria N.K., Baligar V.C., Jones C.A. 1991. *Growth and mineral nutrition of field crops*. Marcel Dekker, New York, 624 pp.
108. Fellet G., Marchiol L., Perosa D., Zerbi G. 2007. The application of phytoremediation technology in a soil contaminated by pyrite cinders. *Ecol. Eng.* 31:207-214
109. Fergus I.F. 1954. Manganese toxicity in an acid soil. *Queensland Journal of Agricultural Science* 11:15-21.
110. Ferrari C. 2001. *Biodiversità, dall'analisi alla gestione*. Ed. Zanichelli, Bologna, 144 pp.
111. Fitter A.H., Wright W.J., Williamson L., Belshaw M., Fairclough J., Meharg A.A. 1998. The phosphorus nutrition of wild plants and the paradox of arsenate tolerance: does leaf phosphate concentration control flowering? In: Lynch JP, Deikman J, eds. *Phosphorus in plant biology: regulatory roles in molecular, cellular, organismic and ecosystem processes*. American Society of Plant Physiologists, 39–51.
112. Fotovat A., Naidu R., Sumner M.E. 1997. Water:soil ratio influences aqueous phase chemistry of indigenous copper and zinc in soils. *Aust. J. Soil Res.* 35:687-709.
113. Freitas H., Prasad M.N.V., Pratas J. 2004. Plant community tolerant to trace elements growing on the degraded soils of Sao Domingos mine in the south east of Portugal: environmental implications. *Env. Int.* 30:65-72.
114. Gabrielli R., Galardi F. 2004. I metalli pesanti negli organismi vegetali. In: Zerbi G., Marchiol L., *Fitoestrazione di metalli pesanti. Contenimento del rischio ambientale e relazioni suolo-microrganismi-pianta*. Editrice universitaria udinese, Udine, 157 pp.

115. Geering H.R., Hodgson J.F., Sdano C. 1969. Micronutrient cation complexes in soil solution. IV. The chemical state of manganese in soil solution. *Soil Sci. Society Am. Proc.* 33:81-85.
116. Geng C., Zhu Y., Tong Y., Smith S.E., Smith F.A. 2006. Arsenate (As) uptake by and distribution in two cultivars of winter wheat (*Triticum aestivum* L.), *Chemosphere* 62: 608–615.
117. Ghanem S.A., Mikkelsen D.S. 1988. Sorption of zinc on iron hydrous oxide. *Soil Sci.* 146:15-21.
118. Ghosh M., Shen J., Rosen B.P. 1999. Pathways of As(III) detoxification in *Saccharomyces cerevisiae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96: 5001-5006.
119. Ghosh M., Singh S.P. 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by products. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 3:1-18.
120. Giavelli G., Rossi O., Sartore F. 1986. Comparative evaluation of four indices of biotic diversity related to two specific ecological situation. *Field Studies* 6:238-249.
121. Giordani C., Cecchi S., Zanchi C. 2005. Phytoremediation of Soil Polluted by Nickel Using Agricultural Crops. *Environmental Management* 36:675-681.
122. Glick B.R. 2003. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment. *Biotechnol. Adv.* 21:383-393.
123. Gonzalez-Chavez C., Harris P.J., Dodd J., Meharg A.A. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi confer enhanced arsenate resistance on *Holcus lanatus*. *New Phytol.* 155: 163-171.
124. Goto F., Yoshihara T., Shigemoto N., Toki S., Takaiwa F. 1999. Iron fortification of rice seed by the ferritin gene. *Nat. Biotechnol.* 17:282-286.
125. Grasmanis V.O., Leeper G.W. 1966. Toxic manganese in near-neutral soils. *Plant Soil* 25:41-48.
126. Gyedu-Ababio T.K., Furstenberg J.P., Baird D., Vanreusel A. 1999. Nematodes as indicators of pollution: A case study from the Swartkops river system, S. Africa. *Hydrobiologia* 397:155-169.
127. Hafez E.E., Elbestawy E. 2008. Molecular characterization of soil microorganisms: effect of industrial pollution on distribution and biodiversity. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25:215-224.
128. Halim M., Conte P., Piccolo A. 2003. Potential availability of heavy metals to phytoextraction from contaminated soils induced by exogenous humic substances. *Chemosphere* 52:265-275.
129. Halušková L., Valentovičová K., Huttová J., Mistrík I., Tamás L. 2010. Effect of heavy metals on root growth and peroxidase activity in barley root tip. *Acta Physiol Plant* 32:59–65
130. Hansel C.M., La Force M.J., Fendorf S., Sutton S. 2002. Spatial and temporal association of As and Fe species on aquatic plant roots. *Environ. Sci. Technol.* 36: 1988-1994.
131. Haq A.U., Bates T.E., Soon Y.K. 1980. Comparison of extractants for plant-available zinc, cadmium, nickel, and copper in contaminated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:772-777.
132. Hart J.J., Welch R.M., Norvell W.A., Sullivan L.A., Kochian L.V. 1998. Characterization of cadmium binding, uptake, and translocation in intact seedlings of bread and durum wheat cultivars, *Plant Physiol.* 116: 1413–1420.
133. Hartley-Whitaker J., Ainsworth G., Meharg A.A. 2001. Copper and arsenate induced oxidative stress in *Holcus lanatus* L. clones with differential sensitivity. *Plant, Cell & Environment* 24: 713–722.

134. Haswell S.J., O'Neill P., Baneroft K.C.C. 1985. As speciation in soil pore waters from mineralised and unmineralised areas of South-West England. *Talanta* 32: 69-72.
135. Hernández A.J., Pastor J. 1989. Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo planta. *Henares Revista de Geología* 3:67-102.
136. Herrero M., Fawcett R.H., Dent J.B., 2000a. Modelling the growth and utilisation of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under grazing. 2. Model validation and analysis of management Practices. *Agric. Syst.* 65: 99-111
137. Herrero M., Fawcett R.H., Silveira V., Busquè J., Bernuès A., Dent J.B., 2000b. Modelling the growth and utilisation of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under grazing. 1. Model definition and parameterisation. *Agric. Syst.* 65: 73-97
138. Hlavary J., Prohaska T., Weisz M., Wenzel W.W., Stinger G.J. 2004. Determination of trace elements bound to soils and sediment fractions (IUPAC Technical report) *Pure Appl. Chem.* 76 (2): 415- 442.
139. Hoagland D.R., Arnon H.I., 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Experimental Agriculture Station Circular 347 Berkeley, 32p.
140. Hope B.K. 1995. A review of models for estimating terrestrial ecological receptor exposure to chemical contaminants. *Chemosphere* 30:2267-87.
141. Houba V.J.G., Lexmond, T.M., Novozamsky I., van der Lee J.J. 1996. State of the art and future developments in soil analysis for bioavailability assessment. *Sci. Total Env.* 178:21-28.
142. Ibekwe A.M., Angle J.S., Chaney R.L., Van Berkum P. 1998. Zinc and cadmium effects on rhizobia and white clover using chelator-buffered nutrient solution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62:204-211.
143. Izza C., Canepa D., Maggiolo R. 1994. Microelementi “ assimilabili”, *Metodi Ufficiali di Analisi Chimica del Suolo.*
144. Jabeen R., Ahmad A., Iqbal M. 2009. Phytoremediation of heavy metals: physiological and molecular mechanisms. *Bot. Rev.* 75: 339-364.
145. Jaccard P. 1901. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 37:547-579.
146. James B.R. 2001. Remediation by reduction strategies for chromate-contaminated soils. *Environ. Geochem. Health* 23:175-189.
147. Jarvis S.C., Whitehead D.C. 1981. The influence of some soil and plant factors on the concentrations of copper in perennial ryegrass. *Plant Soil* 60:275-286.
148. Jeffery J.J., Uren N.C. 1983. Copper and zinc species in the soil solution and the effects of soil pH. *Austr. J. Soil Res.* 21:479-488.
149. Jimenez E.M., 2010. Plant-based methods for remediating arsenic-polluted mine soils in Spain. *Università Autonoma di Madrid. Tesi PhD*
150. Jing J., Logan T.J. 1991. Chelating resin method for estimating sludge- cadmium bioavailability. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 22:2029- 2035.
151. Kabala K., Janicka-Russak M., Burzynski M., Klobus G. 2008. Comparison of heavy metal effect on the proton pumps of plasma membrane and tonoplast in cucumber root cells. *J. Plant Physiol.* 165:278-288.
152. Kabata-Pendias A., Pendias H. 2001. Trace element in soils and plants. (3rd edition). CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
153. Kalbasi M., Racz G.J., Loewen Rudgers L.A. 1978. Mechanism of zinc adsorption by iron and aluminum oxides. *Soil Sci.* 125:146-150.
154. Kandeler E., Kampichler C., Horak O. 1996. Influence of heavy metals on the functional diversity of soil microbial communities. *Biol. Fert. Soils* 23:299-306.

155. Katayama A., Bhula R., Burns G. R., Carazo E., Felsot A., Hamilton D., Harris C., Kim Y. H., Kleter G., Koedel W., Linders J., Peijnenburg J. G. M. W., Sabljic A., Stephenson R. G., Racke D. K., Rubin B., Tanaka K., Unsworth J., Wauchope R.D. 2010. Bioavailability of xenobiotics in the soil environment. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 203:1-86.
156. Keller C., Hammer D. 2004. Metal availability and soil toxicity after repeated cropping of *Thlaspi caerulescens* in metal contaminated soil. *Environ. Poll.* 131: 243-254.
157. Kos B., Lestan D. 2004. Chelator induced phytoextraction and *in situ* soil washing of Cu. *Environ. Poll.* 132:333-339.
158. Kozloski G.V., Cadorin R.L. Jr., Härter C.J., Oliveira L., Alves T.P., Mesquita F.R., Castagnino D.S. 2009. Effect of supplemental nitrogen source and feeding frequency on nutrient supply to lambs fed a kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) hay-based diet. *Small Ruminant Research* 81: 112–118
159. Kumar P.B.A.N., Dushenkov V., Motto H., Raskin I. 1995. Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Environ. Sci. Technol.* 29:1232-1238.
160. Labanowski, J., Monna F., Bermond A., Cambier P., Fernandez C., Lamy I., van Oort F. 2008. Kinetic extractions to assess mobilization of Zn, Pb, Cu, and Cd in a metal-contaminated soil: EDTA vs. citrate. *Environ Pollut.* 152, 3: 693-701
161. Lai H.Y., Chen Z.S. 2004. Effects of EDTA on solubility of cadmium, zinc and lead and their uptake by rainbow pink and vetiver grass. *Chemosphere* 55:421-430.
162. Lasky T., Sun W., Kadry A., Hoffmann M.K. 2004. Mean total As concentration in chicken 1989 – 2000 and estimated exposure for consumers of chicken. *Environ Health Persp* 112: 18-21.
163. Laurie S.H., Tancock N.P., McGrath S.P., Sanders J.R. 1991a. Influence of complexation on the uptake by plants of iron, manganese, copper and zinc: I. Effect of EDTA in a multi-metal and computer simulation study. *J. Exp. Bot.* 42:509-514.
164. Laurie S.H., Tancock N.P., McGrath S.P., Sanders J.R. 1991b. Influence of complexation on the uptake by plants of iron, manganese, copper and zinc: II. Effect of DTPA in a multi-metal and computer simulation study. *J. Exp. Bot.* 42:515-520.
165. Lee D.Y., Zheng H.C. 1994. Simultaneous extraction of soil phytoavailable cadmium, copper, and lead by chelating resin membrane *Plant Soil* 164:19- 23.
166. Lexmond, T.M. 1980. The effect of soil pH on copper toxicity to forage maize grown under field conditions. *Neth. J. Agr. Sci.* 28:164-183.
167. Li L., Xu Z., Wu J., Tian G. 2010. Bioaccumulation of heavy metals in the earthworm *Eisenia fetida* in relation to bioavailable metal concentrations in pig manure. *Bioresour Technol.* 101:3430-6
168. Li Y.J., Dankher O.P., Carreira L., Smith A.P., Meagher R.B. 2006. The shoot-specific expression of gamma-glutamylcysteine synthetase directs the long-distance transport of thiol-peptides to roots conferring tolerance to mercury and arsenic. *Plant Physiol.* 141: 288-298.
169. Li Z.S., Lu Y.P., Zhen R.G., Szczypka M., Thiele D.J., Rea P.A. 1997. A new pathway for vacuolar cadmium sequestration in *Saccharomyces cerevisiae*: YCF1-catalyzed transport of bis(glutathionato)cadmium. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94: 42-47.
170. Licht L.A., Isebrands J.G. 2005. Linking phytoremediated pollutant removal to biomass economic opportunities. *Biomass Bioen.* 28:203-218.
171. Lim J.M., Salido A.L., Butcher D.J. 2004. Phytoremediation of lead using Indian mustard (*Brassica juncea*) with EDTA and electrodiodes. *Microchem. J.* 76:3-9.

172. Lindsay W.L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. Ed. John Wiley and Sons, New York, 449 pp.
173. Lindsay W.L., Norvell W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421-428.
174. Liu J., Xiong Z., Li T., Huang H. 2004. Bioaccumulation and ecophysiological responses to copper stress in two population of *Rumex dentatutus* L. From Cu contaminated and non contaminated sites. Environ. Exp. Bot. 52:43-51.
175. Liu W.J., Zhu Y.G., Hu Y., Williams P.N., Gault A.G., Meharg A.A., Charnock J.M., Smith F.A. 2006. Arsenic sequestration in iron plaque, its accumulation and speciation in mature rice plants (*Oryza sativa* L.). Environ. Sci. Technol. 40: 5730-5736.
176. Liu W.J., Zhu Y.G., Smith F.A., Smith S.E. 2004. Do phosphorus nutrition and iron plaque alter arsenate (As) uptake by rice seedlings in hydroponic culture? New Phytol. 162: 481-488.
177. Liu Y., Zhu Y.G., Chen B.D., Christie P., Li X.L. 2005. Yield and arsenate uptake of arbuscular mycorrhizal tomato colonized by *Glomus mosseae* BEG167 in As spiked soil under glasshouse conditions. Environ. Int 31: 867-873.
178. Liu Z.J., Boles E., Rosen B.P. 2004. Arsenic trioxide uptake by hexose permeases in *Saccharomyces cerevisiae*. J. Biol. Chem. 279: 17312-17318.
179. Logoteta .B, Xu X.Y., Macnair M.R., McGrath S.P., Zhao F.J. 2008. Arsenic tolerance mechanisms in *Holcus lanatus*: is arsenite efflux involved? In: 20th New Phytol. Symposium. Arsenic: unravelling its metabolism and speciation in plants, Aberdeen, UK. Programme, abstracts and participants. Lancaster, UK: New Phytol. Trust, 37.
180. Logoteta B., Xu X.Y., Macnair M.R., McGrath S.P., Zhao F.J. 2009. Arsenite efflux is not enhanced in the arsenate-tolerant phenotype of *Holcus lanatus*. New Phytol. 183:340-348.
181. Lombi E., Zhao F.J., Fuhrmann M., Ma L.Q., McGrath S.P. 2002. Arsenic distribution on and speciation in the fronds of the hyperaccumulator *Pteris vittata*. New Phytol. 156: 195-203.
182. Lou L.Q., Ye Z.H., Wong M.H. 2009 A comparison of arsenic tolerance, uptake and accumulation between arsenic hyperaccumulator, *Pteris vittata* L. and non-accumulator, *P. semipinnata* L. A hydroponic study, J. Hazard. Mater., 171 (1-3): 436-442
183. Lou-Hing D., Zhang B., Price A.H., Meharg A.A. 2010. Effects of phosphate on arsenate and arsenite sensitivity in two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars of different sensitivity, Environmental and Experimental Botany, In Press, Corrected Proof, Available online 17 November 2010
184. Lovely D.R. 1993. Dissimilatory metal reduction. Annu Rev. Microbiol. 47:263-290.
185. Luo C.L., Shen Z.G., Li X.D. 2005. Enhanced phytoextraction of Cu, Pb, Zn and Cd with EDTA and EDDS. Chemosphere 59:1-11.
186. Ma J.F., Yamaji N., Mitani N., Xu X.Y., Su Y.H., McGrath S.P., Zhao F.J. 2008. Transporters of arsenite in rice and their role in arsenic accumulation in rice grain. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105: 9931-9935.
187. Ma L.Q., Komar K.M., Tu C., Zhang W.H., Cai Y., Kennelley E.D. 2001. A fern that hyperaccumulates arsenic - a hardy, versatile, fast-growing plant helps to remove arsenic from contaminated soils. Nature 409: 579.
188. Macnair M.R., Cumbes Q. 1987. Evidence that arsenic tolerance in *Holcus lanatus* L. is caused by an altered phosphate uptake system. New Phytol. 107: 387-394.
189. Magurran A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, N.J., 179 pp.

190. Marin A.R., Masscheleyn P.H., Patrick W.H. 1992. The influence of chemical form and concentration of arsenic on rice growth and tissue arsenic concentration. *Plant Soil* 139:175–183
191. Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, 674 pp.
192. Martinez C.E., McBride M. 1998. Solubility of Cd, Cu, Pb and Zn in aged coprecipitates with amorphous iron oxides. *Environ. Sci. Technol.* 32:743-748.
193. McBride M., Sauve S., Hendershot W. 1997. Solubility control of Cu, Zn, Cd and Pb in contaminated soils. *Eur. J. Soil Sci.* 48:337-346.
194. McBride M.B. 1982. Electron spin resonance investigation of Mn complexation in natural and synthetic organics. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 46:1137-1143.
195. McGrath D., 1996. Application of single and sequential extraction procedures to polluted and unpolluted soils. *Sci. Total Environ.* 178, 1-3: 37-44
196. McGrath S.P., Sanders J.R., Shalaby M.H. 1988. The effects of soil organic matter levels on soil solution concentrations and extractabilities of manganese, zinc and copper. *Geoderma* 42:177-188.
197. McGrath S.P., Zhao F.J. 2003. Phytoextraction of metals and metalloids. *Curr. Opin. Biotechnol.* 14:277-282.
198. McLaughlin M.J., Smolders E., Merckx R., Maes A. 1997a. Plant uptake of Cd and Zn in chelator-buffered nutrient solution depends on ligand type. 'Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment. Proc. XIII Int. Plant Nutrition Colloquium, Kluwer Academic Publishers Tokyo, Japan, 113-118 pp.
199. McLaughlin M.J., Tiller G., Smart M.K. 1997b. Speciation of cadmium in soil solutions of saline/sodic soils and relationship with cadmium concentrations in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *Austr. J. Soil Res.* 35:183-198.
200. McLaughlin M.J., Zarcinas B.A., Stevens D.P., Cook N. 2000. Soil testing for heavy metals. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 31:1661-1700.
201. Meers E., Ruttens A., Hopgood M., Lesage E., Tack F.M.G. 2005. Potential of *Brassica rapa*, *Cannabis sativa*, *Helianthus annuus* and *Zea mays* for phytoextraction of heavy metals from calcareous dredged sediment derived soils. *Chemosphere* 61:561-572.
202. Meharg A.A. 1994. Integrated tolerance mechanisms e constitutive and adaptive plant responses to elevated metal concentrations in the environment. *Plant Cell Env.* 17:989-993.
203. Meharg A.A., Hartley-Whitaker J. 2002. Arsenic uptake and metabolism in arsenic resistant and nonresistant plant species. *New Phytol.* 154: 29–43
204. Meharg A.A., Jardine L. 2003. Arsenite transport into paddy rice (*Oryza sativa*) roots. *New Phytol.* 157: 39-44.
205. Meharg A.A., Macnair M.R. 1991a. The mechanisms of arsenate tolerance in *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv and *Agrostis capillaris* L. *New Phytol.* 119: 291–297.
206. Meharg A.A., Macnair M.R. 1991b. Uptake, accumulation and translocation of arsenate in arsenate-tolerant and nontolerant *Holcus lanatus* L. *New Phytol.* 117: 225-231.
207. Meharg A.A., Macnair M.R. 1992. Suppression of the high-affinity phosphate uptake system: a mechanism of arsenate tolerance in *Holcus lanatus* L. *J. Exp. Bot.* 43: 519-524
208. Meharg A.A., Naylor J., Macnair M.R. 1994. Phosphorus nutrition of arsenate tolerant and nontolerant phenotypes of velvetgrass. *J. Environ. Qual.* 23: 234-238.
209. Meharg, A.A. 1994. Integrated tolerance mechanisms e constitutive and adaptive plant responses to elevated metal concentrations in the environment. *Plant Cell Environment* 17: 989-993.

210. Mendoza-Cózatl D.G., Butko E., Springer F., Torpey J.W., Komives E.A., Kehr J., Schroeder J.I. 2008. Identification of high levels of phytochelatins, glutathione and cadmium in the phloem sap of *Brassica napus*. A role for thiol-peptides in the long-distance transport of cadmium and the effect of cadmium on iron translocation. *Plant Journal* 54: 249-259.
211. Merry R.H., Tiller K.G., Alston A.M. 1986. The effects of contamination of soil with copper, lead and arsenic on the growth and composition of plants. II. Effects of source of contamination, varying soil pH and prior waterlogging. *Plant Soil* 95:255-269.
212. Mihucz V.G., Tatar E., Virag I., Cseh E., Fodor F., Zaray G. 2005. Arsenic speciation in xylem sap of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 383: 461-466
213. Miles L.J., Parker G.R. 1979. Heavy metal interaction for *Andropogon scoparius* and *Rudbeckia hirta* grown on soil from urban and rural sites with heavy metal additions. *J. Env. Qual.* 8:443-449.
214. Miller W.P., Martens D.C., Zelazny L.W. 1987. Short-term transformations of copper in copper-amended soils. *J. Env. Qual.* 16:176-180.
215. Minnich M.M., McBride M.B., Chaney R.L. 1987. Copper activity in soil solution. II. Relation to copper accumulation in young snapbeans. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:573-578.
216. Mohamed F.A., Wickneswari R., Lee Y.H., Jamili N., Remi R. 2006. Effects of arsenic and heavy metals pollution on plant species in Mamut river riparian zone, Sabah, Malaysia. *Malays Appl. Biol.*, 35:29-34.
217. Monteiro M.T., Oliveira R., Vale C. 1995. Metal stress on the plankton of Sado River (Portugal). *Water Res.* 29:695-701.
218. Mosca G., Vamerli T., Ganis A., Coletto L., Bona S. 2004. Miglioramento dell'efficienza agronomica della fitodecontaminazione di metalli pesanti. In "Fitoestrazione di metalli pesanti. Contenimento del rischio ambientale e relazioni suolo-microrganismi-pianta". Forum Ed. UD, 105-135.
219. Msaky J.J., Calvet R. 1990. Adsorption behaviour of copper and zinc in soils: influence of pH on adsorption characteristics. *Soil Sci.* 150:513-522.
220. Müller A.K., Westergaard K., Christensen S., Sørensen S.J. 2002. The diversity and function of soil microbial communities exposed to different disturbances. *Microbial Ecol.* 44:49-58.
221. Muscolo A., Panuccio M.R., Sidari M. 2003. Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst). *Plant Science* 164: 1103-1110
222. Mylona P.V., Polidoros A.N., Scandalios J.G. 1998. Modulation of antioxidant responses by arsenic in maize. *Free Radical Biol. Med.* 25: 576- 585.
223. Nahmani J., Lavelle P. 2002. Effects of heavy metal pollution on soil macrofauna in a grassland of northern France. *Eur. J. Soil Biol.* 38:297-300.
224. Nappi A.F. 1994. Storia di Marghera. Da periferia a città, Venezia, 19 pp.
225. Nielsen F.H. 1998. Ultratrace elements in nutrition: current knowledge and speculation. *J Trace Elem Exp Med* 11: 251-274.
226. Nordstrom DK. 2002. Public health - Worldwide occurrences of arsenic in ground water. *Science* 296: 2143-2145.
227. Norvell W.A. 1991. Reactions of metal chelates in soil and nutrient solution. In: Mortvedt J.J. et al., *Micronutrients in agriculture*, Madison, WI, Soil Sci. Soc. Am. J., 187-228 pp.
228. Noss R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Cons. Biol.* 4:355-364.

229. Noss R.F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. *Forest Ecol. Manag.* 115:135-146.
230. Oliveira M.R.G., van Noordwijk M., Gaze S.R., Brouwer G., Bona S., Mosca G., Hiriya K. 2000. Auger sampling, ingrowth cores and pineboard methods. In *Root Methods. A Handbook*, Springer-Verlag, 175-210.
231. Olomu M.O., Racz G.J., Cho C.M. 1973. Effect of flooding on the Eh, pH, and concentrations of Fe and Mn in several Manitoba soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37:220-224.
232. Onken B.M., Hossner L.R. 1995. Plant uptake and determination of As species in soil solutions under flooded conditions. *J Environ Qual* 24: 373-381.
233. Onori L. 2004. La protezione delle specie selvatiche (flora e fauna) nella Convenzione delle Alpi. *Rapporti APAT*, 45. Roma.
234. Ouariti O., Boussama N., Zarrouk M., Cherif A., Ghorbal M.H. 1997. Cadmium- and copper-induced changes in tomato membrane lipids. *Phytochem.* 45:1343-1350.
235. Padmavathiamma P.K., Li L.Y. 2007. Phytoremediation technology: hyperaccumulation metals in plants. *Water Air Soil Pollut.* 184:105-126.
236. Paliouris G., Hutchinson T.C. 1991. Arsenic, cobalt and nickel tolerances in two populations of *Silene vulgaris* (Moench) Garcke from Ontario, Canada. *New Phytol.* 117: 449-459.
237. Pampura T.B., Pinskiy D.L., Ostroumov V.G., Gershevich V.D., Bashkin V.N. 1993. Experimental study of the buffer capacity of a Chernozem contaminated with copper and zinc. *Eurasian Soil Sci.* 25:27-38.
238. Parker D.R., Pedlar J.F., Ahnstrom Z.A.S., Resketo M. 2001. Reevaluating the free-ion activity model of trace element metal toxicity towards higher plants: experimental evidence with copper and zinc. *Environ. Toxicol. Chem.* 20:899-906.
239. Parker M.B., Gaines T.P., Walker M.E., Plank C.O., Davis-Carter J.G. 1990. Soil zinc and pH effects on leaf zinc and the interaction of leaf calcium and zinc on zinc toxicity of peanuts. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 21:2319-2332.
240. Patrick W.H., Jugsujinda A. 1992. Sequential reduction and oxidation of inorganic nitrogen, manganese, and iron in flooded soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1071-1073.
241. Peijnenburg W., Baerselman R., de Groot A., Jager T., Leenders D., Posthuma L., Van Veen R. 2000. Quantification of metal bioavailability for lettuce (*Lactuca sativa* L.) in field soils. *Arch. Env. Contam. Toxic.* 39:420-430.
242. Pereira H.M., David Cooper H. 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends Ecol. Evol.* 21:123-129.
243. Perez-Sanz A., Millan R., Sierra M.J., Alarcon R., Garcia P., Gil-Diaz M., Vazquez S., Lobo M.C. 2010. Mercury uptake by *Silene vulgaris* grown on contaminated spiked soils, *J. Environ. Manage.*, In Press
244. Peters R.W. 1998. Chelant extraction of heavy metals from contaminated soils. *J. Hazard Mater.* 66(1-2):151-210
245. Phipps D.A. 1981. *Chemistry and biochemistry of trace metals in biological system.* Applied Science Publisher, London.
246. Pickering I.J., Gumaelius L., Harris H.H., Prince R.C., Hirsch G., Banks J.A., Salt D.E., George G.N. 2006. Localizing the biochemical transformations of arsenate in a hyperaccumulating fern. *Environ. Sci. Technol.* 40: 5010-5014.
247. Pickering I.J., Prince R.C., George M.J., Smith R.D., George G.N., Salt D.E. 2000. Reduction and coordination of arsenic in Indian Mustard. *Plant Physiol.* 122: 1171-1177.
248. Pielou E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13:131-144.

249. Pignatti S. 1980. Reflections on the phytosociological approach and the epistemological basis of vegetation science. *Vegetatio* 42:181-185.
250. Pignatti S. 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna, 2324 pp.
251. Pignatti S. 1998. *I boschi d'Italia*. UTET, Torino, 677 pp.
252. Pignatti S., Bianco M. P., Fanelli G., Paglia S., Pietrosanti S., Tescarollo P. 2001. Le piante come indicatori ambientali. Manuale tecnico-scientifico. Agenzia Naz. Prot. Ambiente, Roma.
253. Pignatti S., Box E.O., Fujiwara K. 2002. A new paradigm for the XXI century. *Annali di Bot.* 2:31-58.
254. Pignatti S., Ellenberg H., Pietrosanti S. 1996. Ecograms for phytosociological tables based on Ellenberg's Zeigerwerte. *Ann. Bot.* 54:5-14.
255. Pignatti S., Menegoni P., Giacanelli V. 2001. Liste rosse e blu della Flora Italiana. ANPA, Roma, 326 pp.
256. Pignatti S., Menegoni P., Pietrosanti S. 2005. Bioindicazione attraverso le piante vascolari. Valori di indicazione secondo Ellenberg (Zeigerwerte) per le specie della Flora d'Italia. *Braun-Blanquetia* 39:1-97.
257. Pilon Smits E. 2005. Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 56:15-39.
258. Pinto A.P., Mota A.M., De Varennes A., Pinto F.C. 2004. Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper, and iron by sorghum plants. *Sci. Total Env.* 362:239-247.
259. Piombino M., Cabassi G., Marino Gallina P., Marzi G., Magni A., 2009. Soil fertility monitoring project: a tool for improving the fertilization plan. Nitrogen Workshop June 28<sup>th</sup> to July 1<sup>st</sup>, 2009 Turin, Italy
260. Planas D., Healey F.P. 1978. Effects of arsenate on growth and phosphorus metabolism in phytoplankton, *J. Phycol.* 14: 337-341.
261. Pollard A. 1980. Diversity of metal tolerances in *Plantago lanceolata* L. from the southeastern United States. *New Phytol.* 86: 109-117.
262. Porter E.K., Peterson P.J. 1977. As tolerance in grasses growing on mine waste. *Environ. Pollut.* 14: 255-265.
263. Prasad M.N.V. 2003. Metal hyperaccumulators in plants-Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electronic J. Biotech.* 6:276-312.
264. Pueyo M., López-Sánchez J.F., Rauret G. 2003. Assessment of CaCl<sub>2</sub>, NaNO<sub>3</sub> and NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> extraction procedures for the study of Cd, Cu, Pb and Zn extractability in contaminated soils, *Anal. Chim. Acta* 504 217-226
265. Pulford I.D., Watson C. 2003. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees: a review. *Environ. Int.* 29, 529-540.
266. Qiao L., Ho G. 1996. The effect of clay amendment on speciation of heavy metals in sewage sludge. *Water Sci. Technol.* 34:413-420.
267. Quaghebeur M., Rengel Z. 2004. Arsenic uptake, translocation and speciation in *pho1* and *pho2* mutants of *Arabidopsis thaliana*. *Physiol. Plant.* 120: 280-286.
268. Raab A., Feldmann J., Meharg A.A. 2004. The nature of arsenic-phytochelatin complexes in *Holcus lanatus* and *Pteris cretica*. *Plant Physiol.* 134: 1113-1122.
269. Raab A., Schat H., Meharg A.A., Feldmann J. 2005. Uptake, translocation and transformation of arsenate and arsenite in sunflower (*Helianthus annuus*): formation of arsenic-phytochelatin complexes during exposure to high arsenic concentrations. *New Phytol.* 168: 551-558.
270. Raab A., Williams P.N., Meharg A., Feldmann J. 2007. Uptake and translocation of inorganic and methylated arsenic species by plants. *Environ. Chem.* 4: 197-203.

271. Raicevic S., Kaludjerovic-Radoicic T., Zouboulis A.I. 2005. In situ stabilization of toxic metals in polluted soils using phosphates: theoretical prediction and experimental verification. *J. Haz. Mat.* 117:41-53.
272. Raskin I., Ensley B.D. 2000. *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. Wiley, New York, 304 pp.
273. Reberschak M. 1986. *L'economia in Venezia*. E. Franzina, Roma-Bari, 284 pp.
274. Reddy K.J., Wang L., Gloss S.P. 1995. Solubility and mobility of copper, zinc and lead in acidic environments. *Plant Soil* 171:53-58.
275. Regione Veneto, 2004. Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera. Documento redatto ai sensi dell'atto integrativo dell'accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera ed approvato dalla Conferenza di Servizi dell'accordo del 22/04/2004.
276. Regione Veneto, 2007. Allegato A1: Appendici. Documento congiunto per la riqualificazione di Porto Marghera, Gruppo di lavoro nuovo patto per Marghera, Segreteria regionale all'ambiente e Territorio, Direzione regionale Progetto Venezia.
277. Reimann C., Caritat P. 1998. *Chemical elements in the environment*. Berlin: Springer, 398.
278. Roca M. C., Vallejo V. R. 1995. Effect of soil potassium and calcium on caesium and strontium uptake by plant roots *J. Environ. Radioact.*, (28) 2: 141-159
279. Rocovich S.E., West D.A.. 1975. Arsenic tolerance in a population of the grass *Andropogon scoparius* Michx. *Science* 188: 263-264.
280. Rodriguez P.B., Tome F.V., Lozano J.C. 2002. About the assumption of linearity in soil-to-plant transfer factors for uranium and thorium isotopes and <sup>226</sup>Ra. *Sci. Total Environ.* 284:167-75.
281. Rothstein A., Donovan K., 1963. Interactions of arsenate with the phosphate-transporting system of yeast. *J. Gen. Physiol.* 46: 1075-1085.
282. Rugh C.L., Wilde H.D., Stacks N.M., Thompson D.M., Summers A.O., Meagher R.B. 1996. Mercuric ion reduction and resistance in transgenic *Arabidopsis thaliana* plants expressing a modified bacterial merA gene. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 93:3182-3187.
283. Sahuquillo A., Lopez-Sanchez J. F., Rubio R., Rauret G., Thomas R. P., Davidson C. M., Ure A. M. 1999. Use of a certified reference material for extractable trace metals to assess sources of uncertainty in the BCR three-stage sequential extraction procedure, *Anal. Chim. Acta*, 382, 3: 317-327
284. Sajwan K.S., Lindsay W.L. 1986. Effects of redox on zinc deficiency in paddy rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:1264-1269.
285. Salt D.E., Smit R.D., Raskin I. 1998. *Phytoremediation*. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 49:643-668.
286. Sangeta M., Subodh K. M. 2010. Phytoremediation of metal eriche mine waste: a review, *Global J. Environ. Sci.* 4 (3): 135-150.
287. Sanità di Toppi L., Gabbrielli R. 1999. Response to cadmium in higher plants. *Env. Exp. Bot.* 41:105-130.
288. Sauve S., Cook N., Hendershot W.H., McBride M.B. 1996. Linking plant tissue concentrations and soil copper pools in urban contaminated soils. *Environmental Pollution.* 94:153-157.
289. Sauve S., McBride M.B., Norvell W.A., Hendershot W.H. 1997. Copper solubility and speciation of in situ contaminated soils: effects of copper level, pH and organic matter. *Water Air Soil Poll.* 100:133-149.
290. Schmöger M.E.V., Oven M., Grill E. 2000. Detoxification of arsenic by phytochelatin in plants. *Plant Physiol.* 122: 793-802.

291. Schnoor J.L. 2000. Phytostabilization of metals using hybrid poplar trees. In: Raskin I., Ensley B.D., Phytoremediation of toxic metals: using plants to cleanup the environment, Ed. Wiley, New York, 133-150 pp.
292. Schwab A.P., Lindsay W.L. 1983. The effect of redox on the solubility and availability of manganese in a calcareous soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:217-220.
293. Schwartz C., Echevarria G., Morel J.L. 2003. Phytoextraction of cadmium with *Thlaspi caerulescens*. *Plant Soil* 249:27-35.
294. Segel I. 1975. "Biochemical calculation 2nd edition. Ed. Wiley, New York.
295. Sequi P., Ciavatta C. 1989. Utilizzazione agronomica dei rifiuti solidi urbani. In: Rifiuti solidi urbani nell'ambiente. Maggioli Editore, Rimini, 297 pp.
296. Seregin I.V., Kozhevnikova A.D. 2006. Physiological role of nickel and its toxic effects on higher plants. *Russian J. Plant Physiol.* 53:257-277.
297. Shaibur M.R., Kitajima N., Sugawara R., Kondo T., Huq S.M.I., Kawai S., 2006. Physiological and mineralogical properties of arsenic-induced chlorosis in rice seedlings grown hydroponically. *Soil Science and Plant Nutrition*, 52, 691–700.
298. Shaibur M.R., Kitajima N., Sugawara R., Kondo T., Alam S., Huq S.M.I., Kawai S. 2008. Critical Toxicity Level of Arsenic and Elemental Composition of Arsenic-Induced Chlorosis in Hydroponic Sorghum. *Water Air Soil Pollut* 191:279–292
299. Shan X.Q., Wang Z., Wang W., Zhang S., Wen B. 2003. Labile rhizosphere soil solution fraction for prediction of bioavailability of heavy metals and rare earth elements to plants. *Anal Bioanal Chem.*; 375(3):400-7
300. Shannon C. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Systems Technol. J.* 27:379-423.
301. Sharma M.S., Liyaquat F., Barbar D., Chisty N. 2000. Biodiversity of freshwater zooplankton in relation to heavy metal pollution. *Poll. Res.* 19:147-157.
302. Sharples J.M., Meharg A.A., Chambers S.M., Cairney J.W.G. 2000. Symbiotic solution to arsenic contamination. *Nature* 404: 951–952.
303. Shuman L.M. 1975. The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 39:454-458.
304. Sidari M., Panuccio M.R., Muscolo A. 2004. Influence of acidity on growth and biochemistry of *Pennisetum clandestinum*. *Biologia Plantarum* 48 (1): 133-136
305. Silver S., Phung L.T. 2005. Genes and Enzymes Involved in Bacterial Oxidation and Reduction of Inorganic Arsenic. *Appl. Environ. Microbiol.* 71: 599-608
306. Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
307. Sims J.T. 1986. Soil pH effects on the distribution and plant availability of manganese, copper and zinc. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:367-373.
308. Skinner K., Wright N., Porter-Goff E. 2006. Mercury uptake and accumulation by four species of aquatic plants. *Env. Poll.* 145:234-237.
309. Sneller F.E.C., van Heerwaarden L.M., Koevoets P.L.M., Vooijs R., Schat H., Verkleij J.A.C. 2000. Derivatization of phytochelatins from *Silene vulgaris*, induced upon exposure to arsenate and cadmium: Comparison of derivatization with Ellman's reagent and monobromobimane. *J. Agric. Food. Chem.* 48: 4014–4019.
310. Sørensen T. 1957. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter / Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* 5:1-34.
311. Southwood K.T. 1978. Ecological methods. Methuen and Co. Ltd, London, 391 pp.
312. Sparks D.L. 1984. Ion activities: an historical and theoretical model. *Soil Sci.* 48:514-518.

313. Srivastava A., Appenroth K.J. 1995. Interaction of EDTA and iron on the accumulation of Cd in duckweeds (*Lemnaceae*). *J. Plant Physiol.* 146:173-176.
314. Stevenson F.J. 1976. Stability constants of Cu, Pb, and Cd complexes with humic acids. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40:665-672.
315. Stevenson F.J. 1991. Organic matter-micronutrient reactions in soil. In: Mortved J.J., Cox F.R., Shuman L.M., Welch R.M., *Micronutrients in Agriculture*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 145-186 pp.
316. Stoltz E., Greger M. 2002. Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings. *Env. Exp. Bot.* 47:271-280.
317. Su Y.H., McGrath S.P., Zhu Y.G., Zhao F.J. 2008. Highly efficient xylem transport of arsenite in the arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata*. *New Phytol.* 180 (2) 434-441
318. Sunkar R., Chinnusamy V., Zhu J., Zhu J.K. 2007. Small RNAs as big players in plant abiotic stress responses and nutrient deprivation. *Trends Plant Sci.* 12:301-309.
319. Takashi M., Nakanishi H., Kawasaki S., Nishiawa N.K., Mori S. 2001. Enhanced tolerance of rice to low iron availability in alkaline soils using barley nicotinamide aminotransferase genes. *Nat. Biotechnol.* 19:466-469.
320. Teixeira L.S.G., Reis J.O.N., Costa A.C.S., Ferreira S.L.C., Korn M.G.A., de Andrade J.B., 1998. ICP-AES determination of small amounts of zinc in copper-base alloys after separation by adsorption of the zinc-TAN complex on Sep Pak C18 cartridges. *Talanta*, 46 (6) 1279-1283
321. Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Anal. Chem.* 51: 844 – 851.
322. Tome F.V., Rodriguez M.P.B., Lozano J.C. 2003. Soil to plant transfer factors for natural radionuclides and stable elements in a Mediterranean area. *J. Environ. Radioact.* 65:161-75.
323. Trevaskis L.M., Fulkerson W.J., Nandra K.S. 2004. Rice increases productivity compared to other carbohydrate supplements in dairy cows grazing kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), but not ryegrass (*Lolium multiflorum*), pastures. *Livestock Production Science* 87: 197– 206
324. Tu S., Bondada B.R., Ma L.Q. 2002. Kinetics of arsenate uptake by the arsenic hyperaccumulating brake fern (*Pteris vittata* L.) under the influence of phosphorus nutrition. ASA meeting, Indianapolis, IN.
325. Tu S., Ma L.Q. 2003. Interactive effects of pH, arsenic and phosphorus on uptake of As and P and growth of the arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L. under hydroponic conditions. *Environ. Exp. Bot.* 50: 243-251
326. Turner A.P. 1994. The responses of plants to heavy metals. In: Ross S.M., *Toxic Metals in Soil-Plant Systems*. Ed. John Wiley and Sons, Chichester, 153-187 pp.
327. Ubaldi D., 1997. *Geobotanica e Fitosociologia*. Ed. CLUEB, Bologna: pp. 360.
328. Ullrich-Eberius C.I., Sanz A., Novacky A.J. 1989. Evaluation of arsenate and vanadate associated changes of electrical membrane potential and phosphate transport in Lemnagibba-G1. *J. Exp. Bot.* 40: 119-128.
329. Ultra V.U.Y., Tanaka S., Sakurai K., Iwasaki K. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus aggregatum*) influences biotransformation of arsenic in the rhizosphere of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Soil Science and Plant Nutrition* 53: 499-508.
330. Urcelai A., Hernandez A.J., Pastor J. 2000. Biotic indices based on soil nematode communities for assessing soil quality in terrestrial ecosystems. *Sci. Total Envir.* 247:253-261.
331. US EPA. 2000. Introduction to Phytoremediation. EPA/600/R-99/107. National Risk Management Research Laboratory, US Environmental Protection Agency.

332. Vamerali T., Bandiera M., Coletto L., Zanetti F., Dickinson M.N., Mosca G. 2009. Phytoremediation trials on metal- and arsenic-contaminated pyrite wastes (Torviscosa, Italy). *Environ. Pollut.*, 157 (3): 884-891.
333. Vamerali T., Bandiera M., Mosca G. 2009. Increasing interest in field crops for phytoremediation of metal-contaminated land. A review. *Env. Chem. Lett.*, 8:1-17.
334. Vamerali T., Bandiera M., Mosca G. 2009. La contaminazione da arsenico in risaia: una possibile causa di fitotossicità. *Atti XXXVIII Conv. Naz.S.I. A., M. Bindi (a cura di), Fi 21-23 sett 2009: 337-338.*
335. Vamerali T., Guarise M., Ganis A., Zanetti F., Mosca G. 2008. Studying root distribution with geostatistics. *Plant Biosyst.* 142 (2): 428-433.
336. Van den Broeck K., Vandecasteele C., Geuns J.M.C. 1998. Speciation by liquid chromatography-inductively coupled plasma-mass spectrometry of arsenic in mung bean seedlings used as a bio-indicator for the arsenic contamination. *Anal. Chim. Acta* 361: 101-111.
337. Van Der Maarel E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39:97-114.
338. Van der Maarel E., Orloci L., Pignatti S. 1980. Data processing in phytosociology. Ed. Junk, The Hague, 226 pp.
339. Vatamaniuk O.K., Mari S., Lu Y.P., Rea P.A. 2000. Mechanism of heavy metal ion activation of phytochelatin (PC) synthase – Blocked thiols are sufficient for PC synthase-catalyzed transpeptidation of glutathione and related thiol peptides. *J. Biol. Chem.* 275: 31451-31459.
340. Vázquez M.D., Barceló J., Poschenrieder C., Mádico J., Hatton P., Baker A. J. M., Cope G.H. 1992. Localization of zinc and cadmium in *Thlaspi caerulescens* (*Brassicaceae*), a metallophyte that can hyperaccumulate both metals. *J. Plant Physiol.* 140: 350-355.
341. Vega S., Calisay M., Hue N.V. 1992. Manganese toxicity in cowpea as affected by soil pH and sewage sludge amendments. *J. Plant Nutr.* 15:219-231.
342. Vesik P.A., Nockold C.E., Allaway W.G. 1999. Metal localization in water hyacinth roots from an urban wetland. *Plant Cell Env.* 22:149-159.
343. Vidic T., Jogan N., Drobne D., Vilhar B. 2006. Natural revegetation in the vicinity of the former lead smelter in Zerjav, Slovenia. *Env. Sci. Technol.* 40: 4119-4125.
344. Wang J.R., Zhao F.J., Meharg. A.A., Raab A., Fieldmann J., McGrath S.P. 2002. Mechanisms of arsenic hyperaccumulation in *Pteris vittata*. Uptake kinetics, interactions with phosphate, and arsenic speciation. *Plant Physiol.* 130, 1552-1561.
345. Wang X.P., Shan X.Q., Zhang S.Z., Wen B. 2004. A model for evaluation of the phytoavailability of trace elements to vegetables under the field conditions. *Chemosphere*;55(6):811-22
346. Wenzel W.W., Brandstetter A., Wutte H., Lombi E., Prohaska T., Stingeder G., Adriano D.C. 2002. Arsenic in field-collected soil solutions and extracts of contaminated soils and its implication to soil standards. *J. Plant Nutr. and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 165: 221-228.
347. Wenzel W.W., Bunkowski M., Puschenreiter M., Horak O. 2003. Rhizosphere characteristics of indigenously growing nickel hyperaccumulator and excluder plants on serpentine soil. *Environ. Pollut.* 123:131-138.
348. Whitehead D.C. 2000. Nutrient elements in grasslands: soil-plant-animal relationships. CABI Publishing, Wallingford.
349. Williams P.N., Villada A., Deacon C., Raab A., Figuerola J., Green A.J., Feldmann J., Meharg A.A. 2007. Greatly enhanced arsenic shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley. *Environ. Sci. Technol.* 41: 6854-6859.

350. Wilson B., Pyatt F.B. 2006. Bio-availability of tungsten in the vicinity of an abandoned mine in the English Lake District and some potential health implications. *Science Tot. Env.* 370:401-408.
351. Wright R.J., Baligar V.C., Wright S.F. 1988. Estimation of plant available manganese in acidic subsoil horizons. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 19:643-662.
352. Xu X.Y., McGrath S.P., Zhao F.J. 2007. Rapid reduction of arsenate in the medium mediated by plant roots. *New Phytol.* 176: 590–599.
353. Yan-Chu H. 1994. As distribution in soils. In Nriagu JO (Ed). *As in the environment. Part I. cycling and characterization.* New York, USA: John Wiley & Sons Inc, 17-49.
354. Yang J.E., Skogley E.O., Georgitis S.J., Schaff B.E., Ferguson A.H. 1991. Phytoavailability soil test: Development and verification of theory. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1358-1365.
355. Yanqun Z., Yuan L., Schvartz C., Langlade L., Fan L. 2003. Accumulation of Pb, Cd, Cu and Zn in plants and hyperaccumulator choice in Lanping lead – zinc mine area, China. *Environment International* 30:567-576.
356. Yao H.Y., Liu Y.Y., Xue D., Huang C.Y. 2006. Effect of copper on phospholipid fatty acid composition of microbial communities in two red soils. *J. Env. Sci.* 18:503-509.
357. Yoon J., Cao X., Zhou Q., Ma L.Q. 2006. Accumulation of Pb, Cu and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Sci. Total Env.* 368: 456-464.
358. Zayed A., Growthaman S., Terry N. 1998. Phytoaccumulation of trace element by wetland plant: I. Duckweed. *J. Env. Qual.* 27:715-721.
359. Zerbi G., Marchiol L. 2004. Fitoestrazione di metalli pesanti. Contenimento del rischio ambientale e relazioni suolo-microrganismi-pianta. Editrice universitaria udinese, 157 pp.
360. Zhang H., Davison W., Knight B., McGrath S.P. 1998. In situ measurement of solution concentrations and fluxes of trace metals in soils using DGT. *Environ. Sci. Technol.* 32:704-710.
361. Zhang H., Zhao F.J., Sun B., Davison W., McGrath S.P. 2001. A new method to measure effective soil solution concentration predicts copper availability to plants. *Environ. Sci. Technol.* 35:2602-2607.
362. Zhang W.H., Cai Y., Downum K.R., Ma L.Q. 2004. Thiol synthesis and arsenic hyperaccumulation in *Pteris vittata* (Chinese brake fern). *Environ. Pollut.* 131: 337-345.
363. Zhang X., Lin A.J., Zhao F.J., Xu G.Z., Duan G.L., Zhu Y.G. 2008 Arsenic accumulation by the aquatic fern *Azolla*: Comparison of arsenate uptake, speciation and efflux by *A. caroliniana* and *A. filiculoides*, *Environ. Pollut.* 156(3) 1149-1155
364. Zhao F.J., Dunham S.J., McGrath S.P. 2002. Arsenic hyperaccumulation by different fern species. *New Phytol.* 156: 27-31.
365. Zhao F.J., Ma J.F., Meharg A.A., McGrath S.P. 2008. Arsenic uptake and metabolism in plants. *New Phytol.* 181 (4): 777–794
366. Zhao F.J., Wang J.R., Barker J.H.A., Schat H., Bleeker P.M., McGrath S.P. 2003. The role of phytochelatin in arsenic tolerance in the hyperaccumulator *Pteris vittata*. *New Phytol.* 159: 403-410.
367. Zhen Y.W., Zhu C. 2008. Acute promyelocytic leukemia: from highly fatal to highly curable. *Blood* Vol 111 (5): 2505-2515.
368. Zhu Y.G., Williams P.N., Meharg A.A. 2008. Exposure to inorganic arsenic from rice: A global health issue? *Environ. Pollut.* 154: 169-171.



## 19 ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

AA	Assorbimento Atomico
ANPA	Agenzia nazionale protezione ambiente
APAT	Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
BAF	Fattore di bioaccumulo
BEC	Background Equivalent Concentration, Concentrazione equivalente del rumore di fondo.
C/N	Rapporto Carbonio su Azoto
CCD	Charge Coupled Device
CIPE	Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica
CN	Sito di controllo Nord
COSES	Consorzio per la Ricerca e la Formazione
CP	Sito ceneri di pirite
CS	Sito di controllo Sud
CSC	Capacità di Scambio Cationico
CV	Coefficiente di variazione
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.M.	Decreto Ministeriale
D.P.C.M.	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri
D.P.R.	Decreto del Presidente della Repubblica
DMA	acido dimetilarsinico
DPSIR	Determinanti/Pressioni/Stati/Impatti/Risposte
DTPA,	acido dietilen-triamino-pentacetico
ED(P)XRF	Energy Dispersion Polarized X Ray Fluorescence / Fluorescenza a Raggi X Polarizzati a Dispersione di Energia
EDDS	acido etilendiamminodisuccinico
EDTA	acido etilendiamminotetracetico
EN	Normativa Europea
GSB	Grado di saturazioni in basi
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectroscopy / Plasma Accoppiato Induttivamente – Spettroscopia Ottica di Emissione
IDL	Instrument Detection Limit / Limite di rilevabilità strumentale
IPA	Idrocarburi policiclici aromatici
ISS	Istituto superiore di sanità
LOD	Limits Of Detection / limite di rilevabilità
mg kg <sup>-1</sup> s.s.	mg su kg di sostanza secca
MMA	acido monometilarsinico
NIRS	Near Infrared Spectroscopy / Spettroscopia nel vicino infrarosso
nm	nanometri
NR	non rilevabile / inferiore al limite di rilevabilità
NS	Non significativo
NTA	acido nitrilotriacetico
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
p/p	peso su peso
ppb	parti per miliardo

ppm	parti per milione
R.D.L.	Regio Decreto Legge
RI	Sito residui inceneritore
RSD	Relative standard deviation / Deviazione standard relativa
S.O.	Sostanza Organica
SBR	Signal to Background Ratio / Rapporto segnale disturbo
SD	Deviazione standard
SIN	Siti d'interesse nazionale
TCD	Detector a conducibilità termica
TEA	Trietanolamina
TF	Fattore di traslocazione
TNT	trinitrotoluene
ton	tonnellata
US EPA	United States Environmental Protection Agency
v/p	volume/peso
Z	numero atomico

## Elementi

Li	Litio
Be	Berillio
B	Boro
C	Carbonio
N	Azoto
O	Ossigeno
Na	Sodio
Mg	Magnesio
Al	Alluminio
Si	Silicio
P	Fosforo
S	Zolfo
Cl	Cloro
Ar	Argon
K	Potassio
Ca	Calcio
Sc	Scandio
Ti	Titanio
V	Vanadio
Cr	Cromo
Mn	Manganese
Fe	Ferro
Ni	Nichel
Cu	Rame
Zn	Zinco
As	Arsenico
Se	Selenio
Sr	Stronzio
Y	Ittrio
Mo	Molibdeno
Ag	Argento
Cd	Cadmio
In	Indio
Sn	Stagno
Sb	Antimonio
Cs	Cesio
Ba	Bario
Hg	Mercurio
Tl	Tallio
Pb	Piombo



## 20 APPENDICE

### 20.1 BREVE DESCRIZIONE DELLE SPECIE TRATTATE

---

#### *Artemisia vulgaris* L.

---



#### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Magnoliopsida  
Sottoclasse:  
Asteridae  
Ordine:  
Asterales  
Famiglia:  
Asteraceae  
Genere:  
Artemisia  
Specie:  
*Artemisia vulgaris*



---

**Descrizione botanica:** pianta erbacea con il fusto eretto, legnoso, di colore bruno rossastro con striature marcate longitudinalmente, ramoso verso l'alto e raggiunge un'altezza di circa due metri. Le foglie sono monobipennate, di colore verde intenso sulla pagina superiore e argenteo su quella inferiore; sono distribuite in modo alternato sul fusto. L'infiorescenza è una pannocchia molto grande composta da numerosissimi piccoli capolini (2mm) di colore giallognolo o marron-rossastri piramidali e fogliati. I frutti sono degli acheni fusiformi e privi di pappo. La fioritura avviene in estate, e prosegue fino ai primi di autunno. La pianta raggiunge anche il metro e mezzo d'altezza ed è una delle più grandi composite che popolano il nostro Paese. Tutta la pianta emana un odore aromatico. Assomiglia all'assenzio, ma se ne differenzia in quanto le sue foglie sono vellutate soltanto sulla pagina inferiore.

**Habitat:** si trova di solito, nei luoghi incolti, nelle praterie, preferisce i terreni ricchi di sostanze azotate ed è abbondante vicino le zone abitate; è infestante nei campi coltivati, ed è diffusa dalla pianura alla bassa montagna (0-1000 m). In generale le artemisie amano i terreni calcarei, leggeri, non argillosi.

**Periodo di antesi:** da giugno ad ottobre.

---

---

## *Coniza canadensis* (L.) Cronq.

---



### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Magnoliopsida  
Sottoclasse:  
Asteridae  
Ordine:  
Asterales  
Famiglia:  
Asteraceae  
Genere:  
Erigeron  
Specie:  
*Coniza canadensis*



---

**Descrizione botanica:** pianta erbacea annuale o biennale, pelosa, ispida, con radice fittonante, alta 30-80 cm. Il fusto cilindrico, eretto, semplice o ramificato all'infiorescenza, si eleva subito dopo della comparsa della rosetta basale costituita da foglie ovali-allungate e nettamente picciolate, intere o con qualche dente aguzzo. Le foglie cauline sono lanceolate, vellutate di corti peli e con ciglia rade sul margine e sul picciolo che diventa sempre più piccolo e scompare a media altezza e in alto. I fiori numerosissimi (fino a oltre 200 per capolino) e profumati, i tubolari centrali biancastri o giallognoli, quelli ligulati periferici, poco più grandi dei tubolari di colore bianco o appena rosato, sono raggruppati in piccoli capolini cilindrici di 3-4 mm a formare una grossa pannocchia terminale densa e ramificata. L'involucro è campanulato con brattee disposte in tre serie, lanceolate, subglabre o appena pubescenti che hanno il margine pergamenaceo e sono lunghe quanto i fiori ligulati e talvolta anche più. Il frutto è un achenio di 1-1,5 mm ricoperto da una pelosità breve e sormontato da un pappo tre volte più lungo., con numerose setole di colore bianco sporco

**Habitat:** vegeta nei campi abbandonati, bordi stradali, dune sabbiose, praterie, muri e macereti fino a 600m.

**Periodo di antesi:** da giugno a settembre.

---

---

## *Daucus carota* L.

---



### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Magnoliopsida  
Sottoclasse:  
Rosidae  
Ordine:  
Apiales  
Famiglia:  
Apiaceae  
Genere:  
Daucus  
Specie:  
*Daucus carota*

---

**Descrizione botanica:** pianta erbacea biennale con radice a fittone verticale ingrossato e lignificato, di colore giallo-biancastro. Il fusto è eretto, ispido, ramoso in alto, assumendo un portamento da slanciato a semi-cespuglioso, raggiunge in genere l'altezza di 1 m, potendo, a volte, superare anche 1,70-2m. Nel primo anno di vegetazione produce le foglie basali, nel secondo fra queste sorge il fusto eretto; presenza di peli rigidi. Le foglie, munite di un piccolo amplessicaule, sono due o tre-pennatosette con segmenti dentati; quelle cauline sono pennatosette con segmenti lineari e sono inserite su una corta guaina; la superficie varia da glabra e lucida a tomentosa e grigiasta. Brattee filiformi, triforcate; bratteole presenti filiformi. I fiori sono raccolti in infiorescenze ad ombrella composta con 20-40 raggi; i peduncoli di queste sono eretti durante la fioritura e si arcuano alla maturazione facendo convergere al centro le ombrellette fruttifere. Alla base delle ombrelline secondarie sono presenti brattee di dimensioni più piccole e con lamina della stessa forma, ma con meno divisioni; i singoli fiori sono minuti, delicatamente profumati, o quasi inodori, zigomorfi e con 5 petali da biancastri a rosati, quelli più esterni all'ombrella di dimensioni maggiori; al centro dell'ombrella è generalmente presente (ma può anche non esserci) un fiore sterile con corolla di un colore porporino assai scuro, tendente al nero. Il frutto è formato da due acheni addossati; essi a maturità sono di color da bruno a rossastro, ovali od ellittici, con due ordini di coste longitudinali, uno con soli peli semplici, l'altro portante con solo aculei; durante la fruttificazione le brattee alla base della infiorescenza tendono a chiudersi a protezione dei frutti assumendo spesso una forma globosa.

**Habitat:** comune nei prati, lungo i sentieri e nei luoghi incolti. Diffusa da 0 a 1400 m.

**Periodo di antesi:** da aprile ad ottobre.

---

---

## *Melilotus alba* Medicus Miller

---



### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Magnoliopsida  
Sottoclasse:  
Rosidae  
Ordine:  
Fabales  
Famiglia:  
Fabaceae  
Genere:  
Melilotus  
Specie:  
*Melilotus alba*



---

**Descrizione botanica:** pianta annuale o bienne, di aspetto erbaceo eretto; fusti ascendenti, glabri, angolosi, ramosissimi, dal forte odore di cumarina, alti fino a 130 cm. Le infiorescenze sono racemi ascellari con 40-80 fiori bianco giallastri. Le foglie sono picciolate, trifogliate, lanceolate con margine finemente seghettato. I frutti sono legumi ovali glabri e bruni.

**Habitat:** comune nelle stazioni alluvionali.

**Periodo di antesi:** da luglio a settembre.

---

---

## *Rumex crispus* L.

---



### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Magnoliopsida  
Sottoclasse:  
Caryophyllidae  
Ordine:  
Polygonales  
Famiglia:  
Poligonaceae  
Genere:  
Rumex  
Specie:  
*Rumex crispus*



---

**Descrizione botanica:** pianta erbacea perenne, glabra, con radice fittonante, fusto cilindrico, striato, eretto, spesso soffuso di rosso-bruno, ramoso alla sommità. Altezza sino a 120 cm. Le foglie inferiori hanno lungo picciolo amplessicaule, lamina oblungo-lanceolata ondulata con margine crespo, quelle inserite sul fusto, sono alterne con picciolo ridotto sottili ovali ed appuntite. I piccioli sono scanalati, sovente lievemente arrotolati sulla pagina inferiore delle foglie, dove formano una guaina membranosa. I fiori riuniti in verticilli all'ascella delle foglie superiori, formano dense infiorescenze verdastre. Hanno perigonio erbaceo persistente diviso in 6 lacinie. I frutti sono piccoli acheni cuoriformi, ricoperti dalle valve membranose del perianzio.

**Habitat:** Terreni umidi e argillosi, nei prati e ai margini delle strade, ruderi, da 0 a 1.500 m.

**Periodo di antesi:** maggio-luglio.

---

---

## *Silene alba* (Mill.) Krause

---



### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Magnoliopsida  
Sottoclasse:  
Caryophyllidae  
Ordine:  
Caryophyllales  
Famiglia:  
Caryophyllaceae  
Genere:  
Silene  
Specie:  
*Silene alba*



---

**Descrizione botanica:** pianta perenne, di aspetto erbaceo, ascendente, fusto ramificato, viscoso-glanduloso; alta fino a 80 cm. Le foglie lanceolate, opposte, lungamente villose sono spesso accompagnate da un fascetto di foglie più piccole. Specie dioica con fiori solitari che si aprono la sera, impollinati da farfalle crepuscolari; hanno calice rigonfio, tubuloso, bruno-rossastro, peloso e 5 petali bianchi, bilobati. I frutti sono capsule piriformi, deiscenti, con molti semi.

**Habitat:** tipica in terreni coltivati, sui detriti, negli incolti ai margini delle strade e aree antropizzate. Ama il caldo e i terreni ricchi di sostanze azotate; sino a 1.300 m.

**Periodo di antesi:** da maggio a ottobre

---

---

---

## *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.

---

### SISTEMATICA

Regno:  
Plantae  
Sottoregno:  
Tracheobionta  
Superdivisione:  
Spermatophyta  
Divisione:  
Magnoliophyta  
Classe:  
Liliopsida  
Sottoclasse:  
Commelinidae  
Ordine:  
Cyperales  
Famiglia:  
Poaceae  
Genere:  
Pennisetum  
Specie:



*Pennisetum clandestinum*

---

**Descrizione botanica:** Pianta perenne stolonifera rizomatosa alta da 30 a 40 cm (raramente > 70), gli stoloni sono molto ramificati e restano vicino al suolo, formando un tappeto erboso con defogliazione regolare. I germogli sterili hanno brevi fusti e lunghe foglie; i germogli fertili sono posizionati più bassi rispetto a quelli sterili e con le foglie più brevi. I fusti presentano guaina colore giallo-verde, di solito abbastanza densa, peli tubercolari alla base, talvolta glabre; la ligula presenta un cerchio denso di peli. La foglia è a lama lineare, può raggiungere i 30 cm di lunghezza e 7 mm di larghezza, ben ripiegata quando è giovane, ma aperta e piatta quando matura, glabra o con scarsa densità di peli tubercolari alla base, finemente seghettati i margini. L'infiorescenza è ridotta a un ammasso di 2-4 spighe racchiuso nel fodero superiore della foglia. Le spighe sono lunghe 10-20 mm, strette, e comprendono 2 cime, quella inferiore sterile, quella superiore bisessuale o con funzione maschio / femmina, 3 stami, sui filamenti sottili a 50 mm di lunghezza, con antere lungo 5-7 mm; stigma singolo di 30 mm di lunghezza, di tanto in tanto bifido. Ovoidale. La cariosside, marrone scuro, misura circa 2,5 mm di lunghezza e 1,5 mm di larghezza.

**Habitat:** È adatta ai climi subtropicali e temperati, ma necessita di irrigazione. Cresce bene in primavera, estate e autunno; in inverno va in dormienza, ma è comunque usata come legante del suolo e controllo dell'erosione. È particolarmente adatta a formare prati in zone molto soleggiate; in riva al mare non teme la salinità.

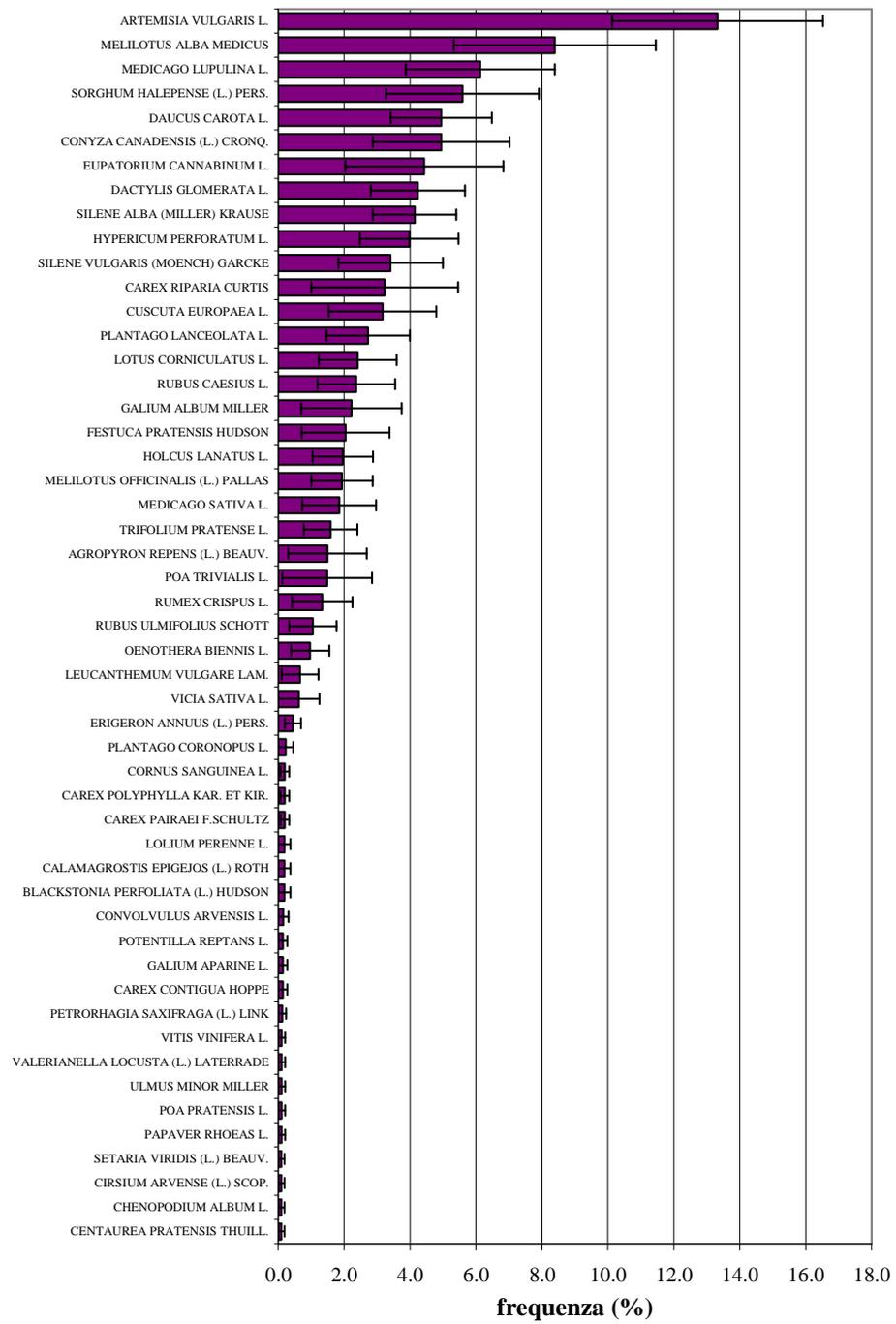
**Periodo di antesi:** aprile-ottobre

---

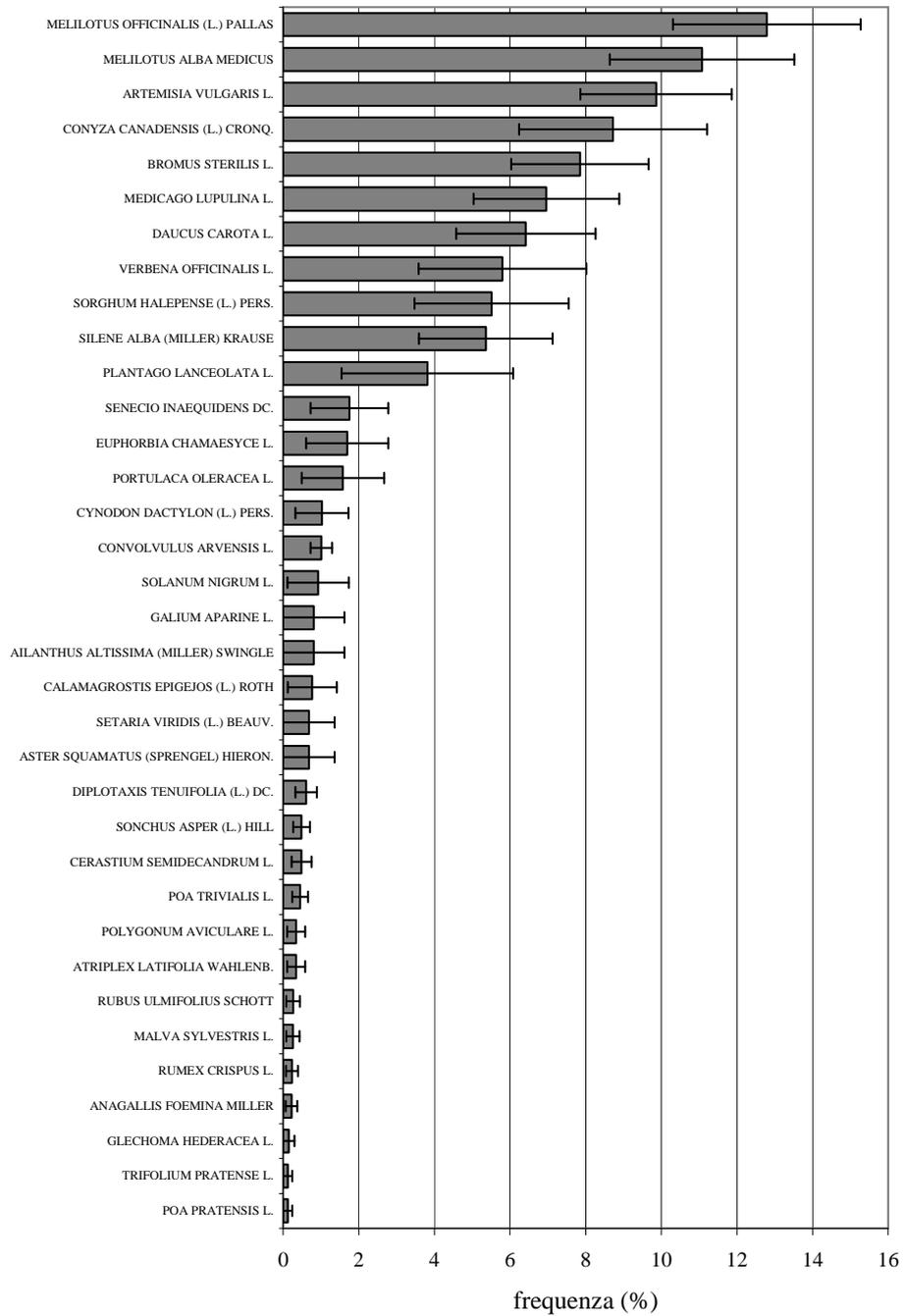


## 20.3 GRAFICI RELATIVI ALLE FREQUENZE DELLE SINGOLE SPECIE NEI QUATTRO SITI

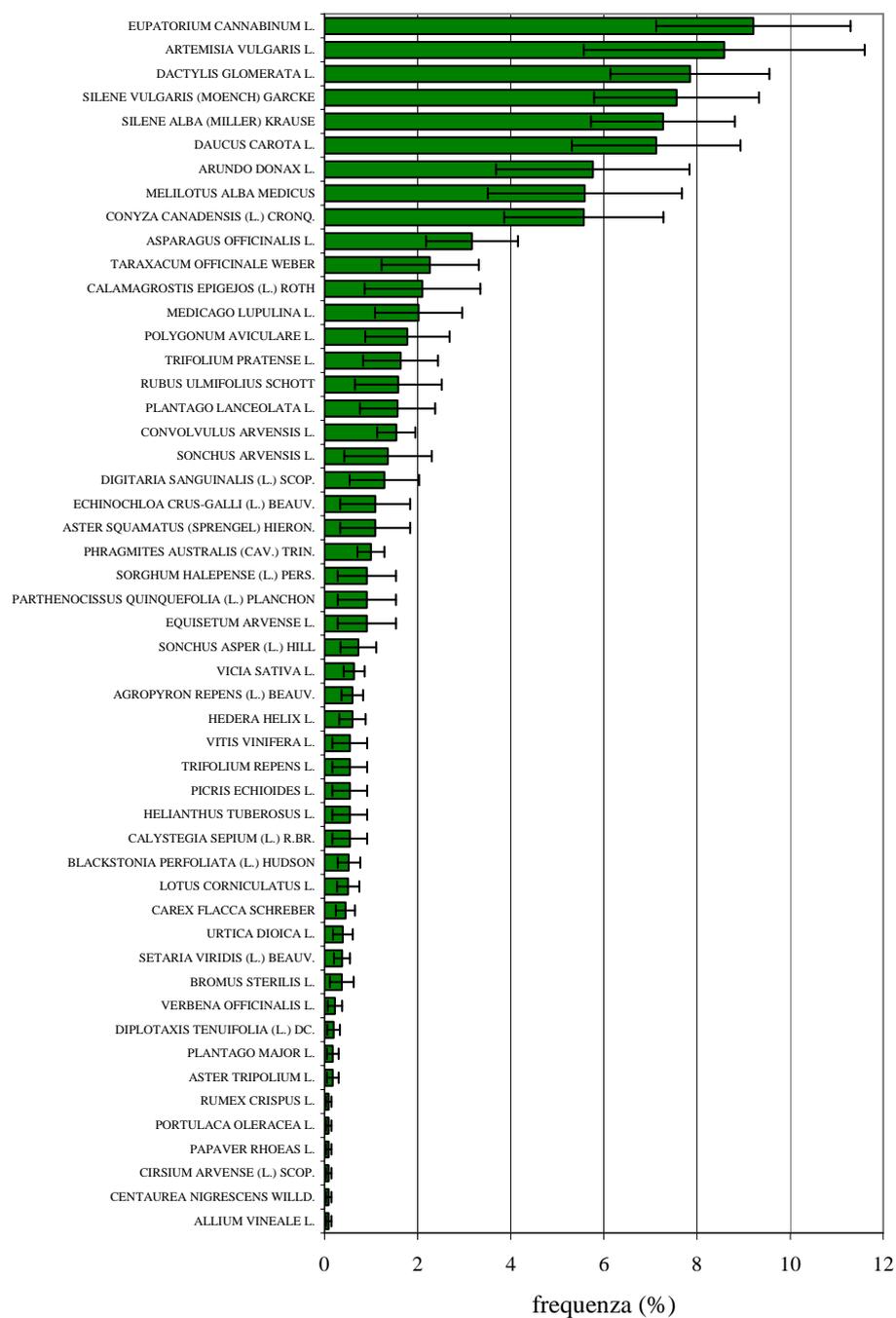
### Frequenza specie vegetali sito "Ceneri di pirite"



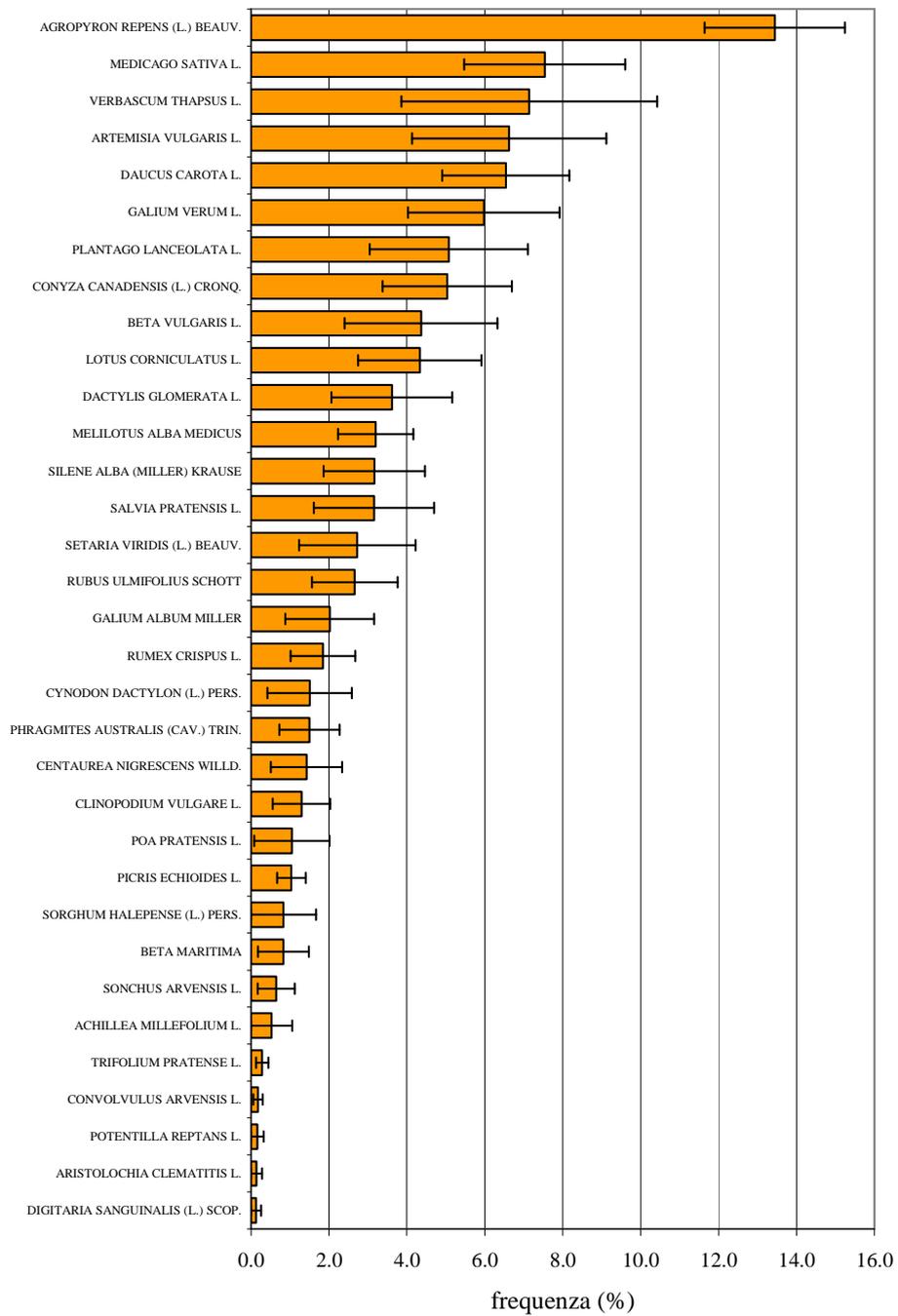
## Frekuensi spesie vegetali sito "Residui inceneritore"



## Frekuensi spesie vegetali sito "Controllo Nord"



## Frequenza specie vegetali sito "Controllo Sud"



## 20.4 ALCUNE NOTIZIE IN MERITO AI METALLI TRATTATI

### 20.4.1 AS – ARSENICO

#### 20.4.1.1 Proprietà chimiche

---

Numero atomico	33
Massa atomica	74,9216 g mol <sup>-1</sup>
Elettronegatività secondo Pauling	2,0
Densità	5,73 g cm <sup>-3</sup> a 20 °C
Punto di fusione	8084 °C (a 28 atm)
Punto di ebollizione	603 °C (sublima)
Raggio di Vanderwaals	0,139 nm
Raggio ionico	0,222 nm (-3), 0,047 nm (+5), 0,058 (+3)
Isotopi	8
Guscio elettronico	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>
Energia di prima ionizzazione	947 kJ mol <sup>-1</sup>
Energia di seconda ionizzazione	1798 kJ mol <sup>-1</sup>
Potenziale standard	-0,3V (As <sup>3+</sup> /As)
Numeri di ossidazione	-3, +3, +5

---

#### 20.4.1.2 Caratteristiche

L'arsenico compare in tre forme allotropiche: giallo, nero e grigio; la forma stabile è un solido cristallino grigio-argento, fragile, che si appanna velocemente in aria e ad alte temperature brucia per formare una nube bianca di triossido di arsenico. La forma cristallina gialla e una forma amorfa nera sono inoltre note. Si lega rapidamente con molti elementi. La sua forma metallica è fragile, si annera e se riscaldato si ossida rapidamente a triossido di arsenico, che ha un odore simile a quello dell'aglio. La forma non metallica è meno reattiva ma si dissolve una volta riscaldata con acidi e alcali d'ossidazione forti.

#### 20.4.1.3 Applicazioni

I composti di arsenico sono usati per preparare tipi speciali di vetro, come conservante per il legno e, ultimamente, nel semiconduttore gallio arsenico, che ha la capacità di convertire la corrente elettrica in luce laser. Il gas arsina AsH<sub>3</sub>, e' diventato un importante gas dopante nell'industria dei microchip, anche se richiede delle linee guida rigorose relativamente all'uso perché è estremamente tossico. Durante il secolo XVIII°, XIX° e XX°, un certo numero di composti dell'arsenico erano usati come medicine; l'acetoarsenite di rame era usata come pigmento verde sotto molti nomi differenti.

#### 20.4.1.4 Diffusione

Il ciclo dell'arsenico si e' ampliato come conseguenza dell'interferenza umana e a causa di ciò grandi quantità di arsenico finiscono nell'ambiente e negli organismi viventi. L'arsenico e' principalmente emesso dalle industrie produttrici di rame, ma deriva anche dalla produzione di piombo e zinco e dall'agricoltura. Non può essere distrutto una volta che entrato nell'ambiente.

L'arseniato di piombo e' stato usato fino a buona parte del XX° secolo come pesticida sugli alberi da frutto, con gravi danni neurologici per i lavoratori che lo spargevano sulle colture e ci sono resoconti sull'uso di arseniato di rame nel XIX° secolo come colorante per dolciumi.

L'applicazione di maggiore pericolo per il grande pubblico e' probabilmente quella del legno trattato con arsenocromato di rame ("CCA" o "Tanalith", e la maggior parte del vecchio legno "trattato a pressione"). Il legname CCA e' ancora in circolazione e in uso in molti paesi, ed e' stato usato in modo massiccio durante la prima metà del XX° secolo per strutture portanti e rivestimenti esterni di edifici in legno, dove c'era il pericolo di marcescenza o di attacchi di insetti. Anche se questo tipo di trattamento del legno e' stato proibito nella maggior parte delle nazioni dopo la comparsa di studi che dimostravano il lento rilascio di arsenico nel terreno circostante da parte del legno CCA, il rischio più grave è la combustione di legno CCA, che concentra i composti di arsenico nelle ceneri: ci sono stati casi di avvelenamento da arsenico di animali e di esseri umani per ingestione di ceneri di legno CCA (la dose letale per un uomo è di 20 grammi di cenere, circa un cucchiaino). Il legno CCA recuperato da costruzioni demolite continua tuttavia ad essere bruciato, per ignoranza, in fuochi domestici o commerciali; lo smaltimento sicuro di legno CCA continua ad

essere poco praticato e ci sono preoccupazioni in alcune zone massicciamente edificate con legno trattato all'arsenico per la futura demolizione delle costruzioni.

Le piante assorbono abbastanza facilmente l'arsenico, quindi alte concentrazioni possono essere presenti negli alimenti. Le concentrazioni di pericoloso arsenico inorganico, che sono attualmente presenti nelle acque superficiali, aumentano le probabilità di alterazione del materiale genetico dei pesci. Ciò avviene principalmente tramite accumulazione di arsenico nei corpi di organismi d'acqua dolce che si nutrono di piante. Gli uccelli mangiano i pesci che contengono già elevate quantità di arsenico e muoiono in conseguenza di avvelenamento da arsenico mentre il pesce a' decomposto nei loro corpi.

#### 20.4.1.5 Effetti dell'arsenico

È uno degli elementi più tossici che esistano. Malgrado il loro effetto tossico, legami di arsenico inorganico si presentano naturalmente sulla terra in piccole quantità. Gli esseri umani possono essere esposti ad arsenico attraverso cibo, acqua ed aria. L'esposizione può anche avvenire attraverso il contatto della pelle con terreno o acqua contenente arsenico. I livelli di arsenico negli alimenti sono ragionevolmente bassi ma si possono trovare livelli elevati di arsenico in pesci e frutti di mare, poiché i pesci assorbono l'arsenico dall'acqua in cui vivono. Fortunatamente questa è principalmente una forma organica ragionevolmente inoffensiva di arsenico, ma i pesci che contengono quantità significative di arsenico inorganico possono essere un pericolo per la salute umana.

L'arsenico inorganico viene ben assorbito dall'apparato gastroenterico e a livello polmonare generalmente oltre il 50% della dose assunta. I composti di arsenicali organici sono generalmente considerati poco assorbibili e il loro assorbimento e' relativo alla loro idrosolubilità. Inoltre tali composti, una volta assorbiti, vengono facilmente eliminati con le feci e le urine; infatti, sono soggetti a biometilazione epatica detossificante, pertanto gli arsenicali organici sono meno tossici e più facilmente escreti. L'arsenico inorganico può passare la placenta e determinare un danno fetale, inoltre e' considerato cancerogeno per: polmoni, cute, reni e fegato, soprattutto nell'intossicazione cronica.

L'esposizione può essere più alta per le persone che lavorano con l'arsenico, per le persone che bevono quantità significative di vino, per le persone che vivono in case che contengono legno conservato di qualsiasi tipo e per coloro che vivono in fattorie in cui in passato sono stati utilizzati pesticidi contenenti arsenico. L'esposizione ad arsenico inorganico può causare vari effetti sulla salute, quali irritazione dello stomaco e degli intestini, produzione ridotta di globuli rossi e bianchi del sangue, cambiamenti della pelle e irritazione dei polmoni. Si ipotizza che l'assorbimento di quantità specifiche di arsenico inorganico possa intensificare le probabilità di sviluppo del cancro, soprattutto la probabilità di sviluppo di cancro della pelle, di cancro polmonare, di cancro al fegato e di cancro linfatico. Un'esposizione molto alta ad arsenico inorganico può causare sterilità e false gestazioni nelle donne e può causare disturbi alla pelle, bassa resistenza alle infezioni, disturbi a cuore e danni al cervello sia negli uomini che nelle donne.

Per concludere l'arsenico inorganico può danneggiare il DNA. Generalmente la dose di arsenico considerata letale e' pari a 100 mg. L'arsenico organico non può causare ne cancro, ne danni al DNA.

### 20.4.2 CU – RAME

#### 20.4.2.1 Proprietà chimiche

---

Numero atomico	29
Massa atomica	63,546 g mol <sup>-1</sup>
Elettronegatività secondo Pauling	1,9
Densità	8,96 g cm <sup>-3</sup> a 20 °C
Punto di fusione	1085 °C
Punto di ebollizione	2563 °C
Raggio di Vanderwaals	0,128 nm
Raggio ionico	0,096 nm (+1); 0,069 nm (+2)
Isotopi	6
Guscio elettronico	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>
Energia di prima ionizzazione	743,5 kJ mol <sup>-1</sup>
Energia di seconda ionizzazione	1946 kJ mol <sup>-1</sup>
Potenziale standard	0,522V(Cu <sup>+</sup> /Cu);0,345V(Cu <sup>2+</sup> /Cu)
Numeri di ossidazione	+1, +2

---

#### 20.4.2.2 Caratteristiche

Il rame è un metallo rossastro, usato fin dell'antichità, con una struttura cristallina cubica con facce centrate; in soluzione acquosa si trova come ione idrato solo lo ione rameico Cu<sup>2+</sup>, di colore azzurro. I composti rameosi si trovano

solo come composti insolubili o, in soluzione acquosa, come complessi. E' un metallo malleabile, duttile, buon conduttore di calore ed elettricità ed ha una bassa reattività chimica.

### 20.4.2.3 Applicazioni

La maggior parte del rame è utilizzata per il materiale elettrico, per costruire tetti e impianti idraulici, per macchinari industriali e leghe metalliche.

### 20.4.2.4 Diffusione

E' molto diffuso in natura, esiste allo stato naturale e si diffonde attraverso i vari fenomeni naturali. La produzione mondiale è in crescita e di conseguenza cresce anche l'inquinamento. Vengono inquinati i fiumi, con gli scarichi delle acque reflue, e l'aria con l'uso di combustibili fossili; il rame rimane in aria e poi si deposita con le piogge e di conseguenza va ad inquinare il terreno. L'inquinamento da rame è più marcato nelle vicinanze delle miniere e delle discariche di rifiuti. La maggior parte dei composti del rame si depositano e si legano a particelle di sedimenti dell'acqua o a particelle di suolo. Le attività agricole rilasciano nell'ambiente molti composti solubili del rame che sono i più pericolosi per la salute umana.

In natura il minerale principale in cui si trova il rame è il solfuro di Cu-Fe di colore giallo chiamato calcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ .)

### 20.4.2.5 Effetti del rame

Il rame si trova in molti alimenti, nell'acqua potabile e nell'aria, quindi viene assunto giornalmente dall'organismo. E' anche un micronutriente indispensabile per la salute ma un suo eccesso può causare gravi problemi.

L'esposizione a lungo termine può causare irritazioni al naso, bocca e occhi, emicrania, danni al fegato e ai reni ed anche la morte. Il rame è genotossico ed è in grado di causare mutazioni del DNA.

Nel terreno si adsorbe fortemente alla materia organica e ai minerali e pertanto è poco mobile e difficilmente arriva ad inquinare la falda freatica. Nelle acque superficiali percorre grandi distanze sospeso sulle particelle di fango o come ioni liberi. Nell'ambiente non decade e si accumula in piante e animali.

Sono poche le piante che sopportano alte concentrazioni di rame e questo rappresenta quindi un pericolo per le produzioni agricole. E' anche dannoso per l'attività dei microrganismi e della microfauna del suolo e per questo motivo la decomposizione della materia organica viene rallentata con conseguenti gravi alterazione al ciclo del carbonio nel suolo.

E' una sostanza essenziale per la vita umana, ma in dosi elevate può causare anemia, danni a reni e fegato ed irritazione di intestino e stomaco. Le persone con malattia di Wilson sono al più elevato livello di rischio per gli effetti sulla salute derivanti da sovraesposizione. Entra normalmente nell'acqua potabile dalle tubazioni e dagli additivi destinati a controllare lo sviluppo di alghe.

## 20.4.3 NI – NICHEL

### 20.4.3.1 Proprietà chimiche

---

Numero atomico	28
Massa atomica	58,69 g mol <sup>-1</sup>
Elettronegatività secondo Pauling	1,8
Densità	8,9 g cm <sup>-3</sup> a 20 °C
Punto di fusione	1453 °C
Punto di ebollizione	2914 °C
Raggio di Vanderwaals	0,124 nm
Raggio ionico	0,069 nm (+2); 0,06 nm(+3)
Isotopi	10
Guscio elettronico	[Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>
Energia di prima ionizzazione	753 kJ mol <sup>-1</sup>
Energia di seconda ionizzazione	1753 kJ mol <sup>-1</sup>
Potenziale standard	-0,25V
Numeri di ossidazione	+2, +3

---

### 20.4.3.2 Caratteristiche

Il nichel è stato scoperto da Constedt nel 1751; è un metallo bianco-argenteo, duro, malleabile e duttile, buon conduttore di elettricità e calore. Nei suoi composti più comuni è bivalente, ma può avere anche altre valenze; forma un

certo numero di composti complessi la maggior parte dei quali sono blu o verdi. Si dissolve lentamente in acidi diluiti, ma diventa passivo se trattato con acido nitrico. Se è diviso finemente assorbe ossigeno.

### 20.4.3.3 Applicazioni

Il nichel è utilizzato principalmente per leghe metalliche resistenti e duttili, per le batterie ricaricabili, per catalizzatori, come metallo da conio, per prodotti di fonderia e placcatura. E' facile da lavorare e può essere modellato in fili; resiste alla corrosione e alle alte temperature per cui è usato nelle turbine a gas e nei motori.

### 20.4.3.4 Diffusione

La maggior parte del nichel esistente sulla terra è intrappolato nel nucleo fuso del pianeta; in mare ce ne sono 8 miliardi di tonnellate. La materia organica ha una forte capacità di assorbire il metallo, carbone e petrolio ne contengono molto. Si trova in alcuni fagioli come componente essenziale di alcuni enzimi. Un'importante fonte alimentare di nichel è il tè.

I minerali da cui viene estratto sono principalmente solfuri di Fe-Ni come la pentlandite.

### 20.4.3.5 Effetti del nichel

Nell'ambiente si trova in quantità molto basse; gli alimenti, tranne cioccolato e grassi, ne contengono quantità limitate. Una fonte di nichel sono le verdure provenienti da terreni inquinati. Anche il fumo di sigaretta e i detersivi contengono nichel.

Il nichel e un micronutriente e piccole quantità sono richieste dall'organismo ma quantità eccessive diventano tossiche.

Una lunga esposizione può causare dimagrimento, danni al fegato, danni al cuore, problemi respiratori e cancri all'apparato respiratorio, polmonite, cambiamenti del DNA.

La maggior parte di composti liberati nell'ambiente viene assorbita dai sedimenti o dalle particelle di suolo e viene immobilizzata. Nei terreni sabbiosi alte concentrazioni possono danneggiare le piante, così come nelle acque provocano la diminuzione di crescita delle alghe, e lo stesso effetto si ha per i microrganismi del suolo, anche se questi dopo un certo periodo di esposizione sviluppano resistenza.

Non si accumula negli organismi e quindi non si bioingrandisce nella catena alimentare.

Piccole quantità sono richieste dal corpo umano per produrre le cellule rosse del sangue, tuttavia, in quantità eccessive, possono diventare leggermente tossiche. Una sovresposizione di breve durata al metallo non causa problemi di salute, ma un'esposizione a lunga durata può causare riduzione del peso corporeo, danni al fegato e al cuore ed irritazioni cutanee. Il nichel può accumularsi nella vita acquatica, ma la sua presenza non è amplificata nei cicli alimentari.

## 20.4.4 PB – PIOMBO

### 20.4.4.1 Proprietà chimiche

---

Numero atomico	82
Massa atomica	207,2 g mol <sup>-1</sup>
Elettronegatività secondo Pauling	1,8
Densità	11,4 g cm <sup>-3</sup> a 20 °C
Punto di fusione	328 °C
Punto di ebollizione	1750 °C
Raggio di Vanderwaals	0,154 nm
Raggio ionico	0,132 nm (+2); 0,084 nm(+4)
Isotopi	4
Guscio elettronico	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
Energia di prima ionizzazione	715,4 kJ mol <sup>-1</sup>
Energia di seconda ionizzazione	1450 kJ mol <sup>-1</sup>
Potenziale standard	-0,13V(Pb <sup>2+</sup> /Pb); -1,5V(Pb <sup>4+</sup> /Pb <sup>4+</sup> )
Numeri di ossidazione	+2 e +4

---

### 20.4.4.2 Caratteristiche

È stato scoperto in Egitto nel 7000 A.C.; è un metallo di colore bluette o grigio-verde, si ossida molto velocemente quando è esposto all'aria. E' molto morbido e malleabile, duttile e facilmente lavorabile. Il più importante

minerale del piombo è la galena (PbS), altre forme dei suoi minerali sono: la cerussite (PbCO<sub>3</sub>), l'anglesite (PbSO<sub>4</sub>) e la crocoite (PbCrO<sub>4</sub>).

#### 20.4.4.3 Applicazioni

Il piombo viene utilizzato per condutture, nelle vernici, nelle industrie chimiche, in batterie, una volta come additivo nelle benzine, in pigmenti, nella guainatura di cavi e nei proiettili delle armi da fuoco.

#### 20.4.4.4 Diffusione

Nell'ambiente è immesso da fonti sia naturali che antropiche. Si può trovare nell'acqua potabile, negli alimenti, nell'aria, nel terreno e nella polvere derivante da vecchie vernici a base di piombo, nel fumo di sigaretta, nei pesticidi. Anche l'acqua potabile può esserne contaminata soprattutto se questa è leggermente acida e corrode vecchie tubature. A causa del piombo contenuto nella benzina come additivo, si è creato un ciclo artificiale di questo metallo: esso brucia nei motori e si formano sali che poi contaminano l'ambiente tramite i fumi di scappamento. Le particelle più grandi cadono sul suolo mentre quelle più piccole percorrono lunghe distanze nell'aria e poi in parte restano sospese nell'atmosfera, in parte ricadono sul suolo con le piogge.

#### 20.4.4.5 Effetti del piombo

Il piombo non svolge nessuna funzione essenziale nel corpo umano, causa solo danni. I feti in sviluppo e i bambini sono più sensibili degli adulti.

Alti livelli esposizione causano: problemi nella biosintesi di emoglobina e anemia, aumento della pressione arteriosa, problemi ai reni, danni al sistema riproduttivo, danni all'apparato gastrointestinale e al sistema nervoso. E' un elemento cancerogeno.

Si accumula nel corpo di organismi acquatici e terrestri e provoca avvelenamento anche a piccole concentrazioni. Disturba le funzioni del fitoplancton che è un'importante sorgente di ossigeno nei mari ed è anche fonte di nutrimento.

Anche le funzioni del suolo sono disturbate da alte concentrazioni di piombo soprattutto nelle vicinanze delle autostrade dove gli organismi del suolo sono soggetti a un forte avvelenamento. Questo metallo è molto pericoloso perché si accumula sia nei singoli organismi che nell'intera catena alimentare.

### 20.4.5 ZN – ZINCO

#### 20.4.5.1 Proprietà chimiche

---

Numero atomico	30
Massa atomica	65,37 g mol <sup>-1</sup>
Elettronegatività secondo Pauling	1,6
Densità	7,13 g cm <sup>-3</sup> a 20 °C
Punto di fusione	420 °C
Punto di ebollizione	907 °C
Raggio di Vanderwaals	0,138 nm
Raggio ionico	0,074 nm
Isotopi	10
Guscio elettronico	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>
Energia di prima ionizzazione	904,5 kJ mol <sup>-1</sup>
Energia di seconda ionizzazione	1723 kJ mol <sup>-1</sup>
Potenziale standard	-0,763V
Numeri di ossidazione	+2

---

#### 20.4.5.2 Caratteristiche

Lo zinco è un metallo bianco-bluastro brillante, è fragile e cristallino a temperature ordinarie, ma se riscaldato fino a 110-150 °C diventa duttile e malleabile e si può rotolare in fogli. E' un metallo reattivo che si combina con ossigeno e altri non metalli e reagisce con acidi diluiti rilasciando idrogeno.

#### 20.4.5.3 Applicazioni

È usato principalmente per galvanizzare il ferro e l'acciaio, per preparare leghe, per le piastre negative di certe batterie, per la costruzione di tetti e grondaie, per coniare monete, nella pressofusione e nell'industria automobilistica.

L'ossido di zinco è usato come pigmento bianco nei colori ad acqua e nelle vernici e come attivatore nell'industria della gomma. Si pensa che possieda proprietà antiossidanti contro l'invecchiamento.

#### **20.4.5.4 Diffusione**

È molto comune in natura, si trova in molti alimenti e nell'acqua potabile soprattutto se conservata in serbatoi metallici. I livelli di zinco nell'acqua possono diventare pericolosi a causa di scarichi industriali e rifiuti tossici. Lo zinco si trova naturalmente nell'aria, nell'acqua e nel terreno, però a causa delle attività umane, come estrazione, combustione di carbone, rifiuti e lavorazione dell'acciaio, le sue concentrazioni stanno aumentando.

I suoli più contaminati da zinco si trovano dove il metallo viene estratto e raffinato o dove il fango di scarico di zone industriali viene usato come fertilizzante.

Il minerale più importante dello zinco è la blenda di Zn o sfalerite, altri minerali sono wurzite, smithsonite e hemimorphite.

#### **20.4.5.5 Effetti dello zinco**

È un micronutriente, quindi è essenziale in piccole quantità e una sua carenza causa perdita di appetito, ridotta sensazione di gusto e odore, formazione lenta di ferite e dolore alla pelle. Gli esseri umani possono sopportare concentrazioni elevate di zinco ma un eccesso causa gravi problemi come spasmi allo stomaco, vomito e nausea, irritazioni cutanee e anemia, danni al pancreas e al metabolismo delle proteine, arteriosclerosi; il cloruro di zinco causa problemi respiratori.

La produzione mondiale di zinco è in aumento e quindi aumenterà anche la quantità che finisce nell'ambiente. L'acqua viene inquinata tramite gli scarichi industriali non adeguatamente depurati, e i fiumi depositano a loro volta il fango inquinato sulle rive.

Nei pesci che vivono in acque contaminate si verifica l'accumulazione che poi si amplifica nella catena alimentare.

Nel terreno possono finire grandi quantità di zinco e gli animali lo possono assorbire. La forma solubile presente nel terreno può inquinare la falda freatica. Le piante che riescono a sopportare questo metallo sono poche e quindi esso rappresenta una minaccia per le produzioni agricole perché vengono ancora usati concimi che lo contengono. Influisce negativamente anche sull'attività dei microorganismi del suolo e quindi rallenta il processo di degradazione della sostanza organica.

## 20.5 SPECIFICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

*Dati essenziali, forniti da SPECTRO A.I. GmbH & Co. KG Ametek Materials Analysis Division (Kleve, D).  
Maggiori informazioni sono reperibili sul sito <http://www.spectro.com>*

### 20.5.1 ICP SPECTRO CIROS VISION EOP

#### **Polychromator**

- Thermally stabilized to  $+17^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Circular design in dual Paschen-Runge mounting
- Focal length 500 mm
- Holographic grating: 1 x 2924, 1 x 2400 grooves/mm
- $\text{MgF}_2$  optical components, Grating material Zerodur
- Wavelength range: 125-769 nm,
- Full 1<sup>st</sup> order wavelength coverage
- Entrance slits width: 10  $\mu\text{m}$

#### **Detector**

- 22 linear CCD arrays, 2500 pixels per array
- Pixel resolution: 9  $\mu\text{m}$
- Thermally stabilized optical system
- Parallel readout architecture
- Dynamic range up to 8 orders of magnitude
- Shortest integration time: 1 ms
- Shortest measurement time for one analysis: 2 s
- TCP/IP interface to data processing system

#### **UV System**

- Patented UV-PLUS system
- Gas filled (Argon), no consumable purge gas required
- Easy to maintain entrance optics
- Automatic gas purifying system
- Lifetime of purifying cartridge: 12-15 months

#### **RF-Generator**

- Free running type, Frequency: 27.12 MHz
- RF power output: 0.7 to 1.7 kW
- Power efficiency:  $>70\%$ , power stability  $<0.1\%$
- Automatic plasma ignition
- Stand-by mode (low power, low argon)
- Fully computer controlled
- Air cooled (no external cooling required)
- Solid state power supply fully integrated in cabinet

#### **Dimensions and Weight**

- Spectrometer (HxWxD) 1020 x 1530 x 770 mm,
- approx. 400 kg

#### **Environmental Conditions**

- Room temperature:  $10-30^{\circ}\text{C}$
- Relative Humidity:  $<40\%$  non-condensing
- Atmosphere: free of corrosive vapors and high dust pollution

#### **Exhaust System Requirements**

- Capacity: 2 x  $>250\text{ m}^3$  per h
- separately adjustable between zero and maximum

#### **Argon Supply Requirements**

- Grade:  $\geq 4.6$  (99.996%), pressure: 7.5 bar (109 psi)

#### **OPI Cooling (EOP only)**

- Entrance temperature:  $5-25^{\circ}\text{C}$
- Flow rate: 1 l/min
- Water pressure: 1-5 bar

### **Electrical Requirements**

- 230/400 V  $\pm$  10%, 50/60 Hz
- approx. 6KVA power consumption
- 32 A fuse

## **20.5.2 ICP SPECTRO ARCOS EOP**

### **Polychromator**

- Thermally stabilized to  $+15^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Circular design, Paschen-Runge mounting
- Focal length 750 mm
- Holographic grating: 2 x 3600, 1 x 1800 grooves/mm
- MgF<sub>2</sub> optical components, Grating material Zerodur
- Wavelength range: 130-770 nm,
- Full 1<sup>st</sup> order wavelength coverage
- Entrance slits width: 15  $\mu\text{m}$

### **Detector**

- 32 linear CCD arrays, 3648 pixels per array
- Pixel resolution: 130-340 nm 3  $\mu\text{m}$ , >340 nm 6  $\mu\text{m}$
- Thermally stabilized optical system
- Parallel readout architecture
- Dynamic range up to 8 orders of magnitude
- Shortest integration time: 1 ms
- Shortest measurement time for one analysis: 2 s
- TCP/IP interface to data processing system

### **UV System**

- UV-PLUS system
- Gas filled (Argon), no consumable purge gas required
- Easy to maintain entrance optics
- Automatic gas purifying system
- Lifetime of purifying cartridge: 12-15 months

### **RF-Generator**

- Free running type, Frequency: 27.12 MHz
- RF power output: 0.7 to 1.7 kW
- Power efficiency: >70 %, power stability <0.1 %
- Automatic plasma ignition
- Stand-by mode (low power, low argon)
- Fully computer controlled
- Air cooled (no external cooling required)
- Solid state power supply fully integrated in cabinet

### **Dimensions and Weight**

- Spectrometer (HxWxD) 1074 x 1610 x 753 mm, (42.3 x 63.4 x 29.7 inch)
- Footprint (WxD) 1367 x 692 mm, (53.8 x 27.3 inch)
- approx. 250 kg (approx. 550 lbs)

### **Environmental Conditions**

- Room temperature: 15-35 $^{\circ}\text{C}$  (59-95 $^{\circ}\text{F}$ )
- Relative Humidity: <80 % non-condensing
- Atmosphere: free of corrosive vapors and high dust pollution

### **Exhaust System Requirements**

- Capacity: 2 x >250 m<sup>3</sup> per h (>150 cft/min)
- separately adjustable between zero and maximum

### **Argon Supply Requirements**

- Grade:  $\geq$ 4.6 (99.996%), pressure: 7.5 bar (109 psi)

### **OPI Cooling**

- Entrance temperature: 5-25 $^{\circ}\text{C}$  (41-77 $^{\circ}\text{F}$ )
- Flow rate: 1.5-2.5 l/min (0.4-0.7 gal/min)
- Water pressure: 1-5 bar (14.5-72.5 psi)

**Electrical Requirements**

- 230 VAC  $\pm$  5%, 50/60 Hz
- approx. 4.5 KVA power consumption
- 30-32 A instrument required line protection (slow blow fuse)

**20.5.3 XRF SPECTRO XEPOS****Excitation**

- X-ray tube with Pd anode
- Power max 50 W
- Voltage max 50 kV
- Depending on the application, up to 8 optimized polarization and secondary targets are used

**Detection system**

- SDD with Peltier cooling
- Large active detector area
- 8  $\mu$ m Moxtek Dura-Be Window
- Stable peak positions and spectral resolution up to an input count rate of 120 kcps
- Spectral resolution (FWHM) at Mn K $\alpha$   $\leq$  160 eV

**Sample handling**

- Sample tray with 12 positions for samples with diameters of 32 or 40 mm
- Analysis in He atmosphere or optional in vacuum

**Spectrometer data**

- Nominal input voltage: 120V/230V AC  $\pm$  10%, 50/60 Hz
- Optional UPS to achieve optimal operating conditions (also in case of a breakdown in voltage)• Dimensions  
WxDxH: 650 x 750 x 400 mm (25.6"x 29.5"x 15.7")
- Weight: 80 kg (176 lbs.)

**Environment conditions**

- Ambient temperature: 10-30°C /50-85°F
- Specified instrument performance at 20-25°C / 68-77°F
- Rel. humidity at 25°C (77°F): 10-80 % not condensed
- Free of corrosive vapour and high dust pollution

**20.5.4 XRF SPECTRO xSORT****Detector**

- SDD
- Resolution at Mn K-alpha: FWHM < 170eV
- Up to 250kcps input count rate

**Excitation**

- X-ray tube
- W anode
- Up to 40 kV and up to 50  $\mu$ A

**Control**

- Integrated, removable PDA with Windows Mobile
- SD card slot, Bluetooth, Wireless LAN, USB

**Spectrometer data**

- Height: 333 mm (13.1")
- Width: 84 mm (3.3")
- Depth: 314 mm (12.4")
- Weight: 1.45 kg (3.20 lbs)
- 290 g (0.64 lbs) battery pack
- Battery operation with rechargeable

- Li-Ion batteries
- 2-3 hours continuous operation
- 100-240 V, +/- 10%, 50/60 Hz (AC adapter/charger)

## RINGRAZIAMENTI

*Questi tre anni di lavoro mi hanno portato a collaborare con molte persone, senza le quali non sarebbe stato possibile ottenere i risultati raggiunti. Ritengo doveroso citarle tutte, in rigoroso ordine alfabetico.*

Adolfo, Federico, Veritas S.p.A. (VE)  
Bellamio, Stefano Veneta Mineraria S.r.l., Este (PD)  
Beone, Gian Maria, Università Cattolica del Sacro Cuore  
Bertaglia, Marco, ISCI-CRA Rovigo  
Biancardi, Enrico, ISCI-CRA Rovigo  
Brockes, Stefan, Spectro Inc. Mahawah, NJ, USA  
Cacco, Giovanni, Università degli Studi di Padova  
Cagnin, Franco, Camposampiero (PD)  
Caniglia, Giovanni, Università degli Studi di Padova  
Castellini, Luciano, Porto Marghera (VE)  
Cattelan, Roberto, Veritas S.p.A. (VE)  
Ceconello, Luca, Veneta Mineraria S.r.l. , Este (PD)  
Coccatto, Gianni, Mirano (VE)  
Concheri, Giuseppe, Università degli Studi di Padova  
Corso, Giampietro, Porto Marghera (VE)  
De Polignol, Enrico, Comune di Venezia VE  
Della Sala, Stefano, Veritas S.p.A. (VE)  
Dinoto, Vito, Università degli Studi di Padova  
Driever, Paul, Spectro A.I., Kleve (D)  
Finco, Roberta, Veneta Mineraria S.r.l. , Este (PD)  
Genkel, Oliver, Spectro A.I., Kleve (D)  
Gottardello, Giovanni, S. Giustina in Colle (PD)  
Hanife, Università di Teheran, (Iran)  
Kieling, Wolfgang, Spectro A.I., Kleve (D)  
Koeller, Stefan, Spectro A.I., Kleve (D)  
Logoteta, Barbara, Dip. BIOMAA, Università di Reggio Calabria  
Magro, Luciano, Università degli Studi di Padova  
Marina Fiorita S.p.A. Treporti (VE)  
Maschera, Giorgia, Dolo (VE)  
Maschera, Sara, Jesolo (VE)  
Meroni, Demetrio, Ametek Spectro S.r.l., Robecco SN (MI)  
Mosca, Giuliano, Università degli Studi di Padova  
Nassini, Antonio, ARPA Emilia Romagna, (PC)  
Paganotto, Loris, Veneta Mineraria S.r.l. , Este (PD)  
Panuccio, Maria Rosaria, Dip. BIOMAA, Università di Reggio Calabria  
Passerini, Martina, Università Cattolica del Sacro Cuore (PC)  
Pegoraro, Paolo, Pyramid S.n.c., Limena (PD)  
Pintossi, Stefano, Ametek Spectro S.r.l., Robecco SN (MI)  
Polizia Municipale di Mira (VE)  
Primm, Oliver, Spectro A.I., Kleve (D)  
Privik, Michael, Spectro A.I., Kleve (D)  
Raffaello, Cristina, AcegasAPS S.p.A. PD  
Rizzo, Federica, Università degli Studi di Padova  
Simoni, Andrea, DiSTA, Università di Bologna  
Stevanato, Piergiorgio, Università degli Studi di Padova  
Tedesco, Roberta, Università Cattolica del Sacro Cuore (PC)  
Theato, Thierry, Spectro A.I., Kleve (D)  
Tribunale di Dolo  
Tribunale di Venezia  
Vianello, Gilmo, DiSTA, Università di Bologna  
Vogt, Torsten, Spectro A.I., Kleve (D)  
Zoccarato, Claudia, Università degli Studi di Padova