

	UNIVERSIDAD DE CALDAS	
	FORMATO PARA CREACIÓN – MODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS	
	CÓDIGO: R-1202-P-DC-503	VERSIÓN: 3

PLAN INSTITUCIONAL DE ACTIVIDAD ACADÉMICA

I. IDENTIFICACIÓN

Facultad que ofrece la Actividad Académica:	Ciencias Agropecuarias		
Departamento que ofrece la Actividad Académica:	Producción Agropecuaria		
Nombre de la Actividad Académica:	Electiva de Profundización – Antibióticos y metales pesados en Porcinaza		
Código de la Actividad Académica:	G4F0095		
Versión del Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA):			
Acta y fecha del Consejo de Facultad para: aprobación____ modificación____	Acta No. 07 Fecha: 2008		
Programas a los que se le ofrece la Actividad Académica (incluye el componente de formación al cual pertenece):	Doctorado en Ciencias Agrarias Maestría en Sist de Producción		
Actividad Académica abierta a la comunidad:	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Tipo de actividad: Teórica <input type="checkbox"/>	Teórico - Práctica <input checked="" type="checkbox"/>	Práctica <input type="checkbox"/>	
Horas teóricas:	32	Horas prácticas:	32
Horas presenciales:	64	Horas no presenciales:	12
Horas presenciales del docente:	64	Relación Presencial/No presencial:	1:2
Horas inasistencia con las que se reprueba:	10	Cupo máximo de estudiantes:	3
Habilitable (Si o No):	No	Nota aprobatoria:	3.5
Créditos que otorga:	4	Duración en semanas:	16
Requisitos: En el Doctorado en Ciencias Agrarias: Filosofía de la Ciencia (G5E0322), Tópicos avanzados en Ciencias, Enfoque s y Tendencias en Investigación Agraria (G4F0043) y Examen de candidatura (G4F0130). En la Maestría en Sistemas de Producción Agropecuaria: Seminario Investigativo I (G4F0032),			

Electiva de Fundamentación Teórica I y II, y Filosofía de la Ciencia (G5E0322)
--

II. JUSTIFICACIÓN:

Las Electivas de Profundización I, II y III son asignaturas que se desarrollan paralelamente con la ejecución de la tesis doctoral, y por tanto se cursan en secuencia, una vez se aprueben las asignaturas: Filosofía de la Ciencia, Tópicos Avanzados en Ciencias, Enfoques y Tendencias en Investigación Agraria y Examen de Candidatura, o sea sus pre-requisitos. Cada Electiva es una actividad académica valorada en cuatro créditos académicos, con una relación de una hora presencial por cada dos horas de trabajo independiente (64:128 para un total de 192 horas). Se proponen como actividades totalmente flexibles en las cuales, de una oferta amplia en temas clave para el desarrollo de las diferentes tesis doctorales en ejecución, el estudiante, con el aval de su comité tutorial, **elige** e inscribe formalmente tres de ellos; cada tema elegido debe ser el resultado del análisis de las principales necesidades teóricas y metodológicas que surjan en el desarrollo y ejecución de la tesis doctoral.

Cada Electiva de cuatro créditos es orientada y coordinada por un docente del Programa, quien propiciará una dinámica de revisión crítica en torno a los temas considerados en cada una de las tres asignaturas. En todos los casos el docente orientador será un experto en el tema, con trayectoria e idoneidad reconocidas. Los contenidos seleccionados en cada caso deben cubrir con suficiencia las necesidades de complementación teórica o metodológica del estudiante, con miras a desarrollar una tesis doctoral de la más alta calidad.

Las asignaturas Electivas de Profundización I, II y III permiten al estudiante revisar aquellos aspectos teóricos y metodológicos que demanda la ejecución de la tesis doctoral, con el fin de garantizar su efectivo y oportuno avance. De lo anterior se deriva, como consecuencia lógica, que los contenidos de ellas sean de la mayor pertinencia y actualidad. De otro lado, las tres asignaturas aportan al plan de trabajo espacios determinantes para el desarrollo de competencias fundamentales para un investigador de alto nivel. El estudiante se ejercita en actividades fundamentales del proceso de investigación, en particular en las que tienen que ver con la revisión de los componentes más avanzados del marco teórico y del marco metodológico de sus tesis.

III. OBJETIVOS:

3.1 General: Revisar de manera analítica la literatura existente sobre presencia de antibióticos y metales pesados en la porcinoza, y su trascendencia en la utilización de la misma como fuente de alimentación y como biofertilizante.
--

3.2 Específicos:

- Evaluar mediante revisión de literatura: procedencia, niveles críticos, efecto,

métodos de medición, en la porcinoza, de los antibióticos de mayor uso en porcicultura, y la trascendencia real en la utilización de la misma como fuente de alimentación y como biofertilizante.

- Evaluar mediante revisión de literatura: procedencia, niveles críticos, efecto, métodos de medición en la porcinoza, de metales pesados (Plomo, Mercurio, Niquel, Cadmio, Cromo y Arsénico), y la trascendencia real en la utilización de la misma como fuente de alimentación y como biofertilizante

III. COMPETENCIAS:

.1 Genéricas

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
- Responsabilidad social y compromiso ciudadano.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Capacidad de comunicación en un segundo idioma.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Capacidad para actuar en nuevas situaciones.
- Capacidad creativa.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidades interpersonales.
- Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.
- Compromiso con la preservación del medio ambiente.
- Compromiso con su medio socio-cultural.
- Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.
- Habilidad para trabajar en contextos internacionales.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Compromiso ético.
- Compromiso con la calidad.

.1 Específicas

- Habilidad para motivar personas y equipos de trabajo para el logro de objetivos y metas.
- Capacidad para formular y ejecutar proyectos de investigación y para derivar

implicaciones a partir de los resultados obtenidos.

- Capacidad para aprovechar los recursos disponibles en la identificación y solución de problemas.
- Capacidad de desempeño en diferentes situaciones de trabajo y de interacción con diferentes grupos e individuos.
- Capacidad para comunicarse, argumentar y debatir con pares académicos en forma oral y escrita en un lenguaje adecuado y acorde con diferentes ambientes.
- Estabilidad emocional y capacidad de trabajo en condiciones de estrés.

Actitud respetuosa, responsable y seria en el trabajo.

IV. **CONTENIDO:**

Origen de la contaminación, niveles críticos, efectos, vías de excreción, métodos de medición.

1. Tilosina, Tilmicosina, Clortetraciclina, Amoxicilina, Sulfacloropiridacina más Trimetoprim, Florfenicol, y Penicilinas.
2. Plomo, Mercurio, Niquel, Cadmio, Cromo y Arsénico.

V. **METODOLOGÍA:**

Cada Electiva de Profundización se desarrollará preferiblemente bajo la modalidad de seminario investigativo alemán; con este fin, el docente orientador será el responsable de coordinar el adecuado cumplimiento de las siguientes actividades:

1. Selección y entrega oportuna de mínimo 10 fuentes bibliográficas que servirán de base al estudiante para el desarrollo de los temas seleccionados. El estudiante debe analizar de manera crítica, aumentar y sintetizar por escrito el contenido de esta base documental.
2. Orientación oportuna sobre el contenido, estructura y condiciones de la síntesis escrita que debe generar el estudiante como resultado del análisis de la bibliografía recomendada.
3. Presentación de su propia síntesis sobre la temática tratada.
4. Orientación permanente al estudiante durante el desarrollo del seminario.
5. Confrontación final con los estudiantes, previa revisión y valoración de la síntesis escrita de cada estudiante. Esta confrontación tendrá como elementos sustantivos el contenido de síntesis del docente orientador, la síntesis escrita del estudiante, y una breve presentación oral del estudiante para fijar su posición frente al tema.
6. Evaluación de desempeño del estudiante durante toda la actividad, considerando cada uno de los componentes señalados anteriormente.

VI. CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN:

- Desarrollo de actividades durante todo el seminario (50%).
- Síntesis escrita (25%).
- Presentación oral (25%).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**ANTIBIÓTICOS**

1. Angenent, L. T., M. Mau, U. George, J. A. Zahn, and L. Raskin. 2008. Effect of the presence of the antimicrobial tylosin in swine waste on anaerobic treatment. *Water Research*. 42: 2377-2384.
2. Ben, W., Z. Qiang, C. Adams, H. Zhang, and L. Chen. 2008. Simultaneous determination of sulfonamides, tetracyclines and tiamulin in swine wastewater by solid-phase extraction and liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1202: 173-180.
3. Boxall, A. B., D. W. Kolpin, B. Halling-Sorensen, and J. Tolls. 2003. Are veterinary medicines causing environmental risks? *Environmental Science & Technology*. 37: 286A-294A.
4. Boxall, A. B. A., P. Blackwell, R. Cavallo, P. Kay, and J. Tolls. 2002. The sorption and transport of a sulphonamide antibiotic in soil systems. *Toxicology Letters*. 131: 19-28.
5. Campagnolo, E. R., K. R. Johnson, A. Karpati, C. S. Rubin, D. W. Kolpin, M. T. Meyer, J. E. Esteban, R. W. Currier, K. Smith, K. M. Thu, and M. McGeehin. 2002. Antimicrobial residues in animal waste and water resources proximal to large-scale swine and poultry feeding operations. *The Science of the Total Environment*. 299: 89-95.
6. Cancho, B., M. S. García, and J. Simal. 2000. El uso de los antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Cienc. Tecnol. Aliment*. 3: 39-47.
7. Chee-Sanford, J. C., R. I. Mackie, S. Koike, I. G. Krapac, Y. F. Lin, A. C. Yannarell, S. Maxwell, and R. I. Aminov. 2009. Fate and transport of antibiotic residues and antibiotic resistance genes following land application of manure waste. *Journal of Environmental Quality*. 38: 1086-1108.
8. Christian, T., R. Schneider, H. A. Färber, D. Skutlarek, M. T. Meyer, and H. E. Goldbach. 2003. Determination of antibiotic residues in manure, soil, and surface waters. *Acta Hydrochim. Hydrobiol*. 31: 36-44.
9. De Liguoro, M., V. Cibirin, F. Capolongo, B. Halling-Sorensen, and C. Montesissa. 2003. Use of oxytetracycline and tylosin in intensive calf farming: evaluation of transfer to manure and soil. *Chemosphere*. 52: 203-212.
10. Dolliver, H., S. Gupta, and S. Noll. 2008. Antibiotic degradation during manure composting. *Journal of Environmental Quality*. 37: 1245-1253.
11. Duriez, P., and E. Topp. 2007. Temporal dynamics and impact of manure storage on antibiotic resistance patterns and population structure of *Escherichia coli* isolates

- from a commercial swine farm. *Applied and Environmental Microbiology*. 73: 5486-5493.
12. Fernandez, C., C. Alonso, M. M. Babin, J. Pro, G. Carbonell, and J. V. Tarazona. 2004. Ecotoxicological assessment of doxycycline in aged pig manure using multispecies soil systems. *The Science of the Total Environment*. 323: 63-69.
 13. Haller, M. Y., S. R. Muller, C. S. McArdell, A. C. Alder, and M. J. Suter. 2002. Quantification of veterinary antibiotics (sulfonamides and trimethoprim) in animal manure by liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 952: 111-120.
 14. Hammesfahr, U., H. Heuer, B. Manzke, K. Smalla, and S. Thiele-Bruhn. 2008. Impact of the antibiotic sulfadiazine and pig manure on the microbial community structure in agricultural soils. *Soil Biology & Biochemistry*. 40: 1583–1591.
 15. Heuer, H., H. Schmitt, and K. Smalla. 2011. Antibiotic resistance gene spread due to manure application on agricultural fields. *Current Opinion in Microbiology*. 14: 236–243.
 16. Holzel, C. S., K. Schwaiger, K. Harms, H. Kuchenhoff, A. Kunz, K. Meyer, C. Muller, and J. Bauer. 2010. Sewage sludge and liquid pig manure as possible sources of antibiotic resistant bacteria. *Environmental Research*. 110: 318–326.
 17. Jindal, A., S. Kocherginskaya, A. Mehboob, M. Robert, R. I. Mackie, L. Raskin, and J. L. Zilles. 2006. Antimicrobial use and resistance in swine waste treatment systems. *Applied and Environmental Microbiology*. 72: 7813-7820.
 18. Karci, A., and I. A. Balcioglu. 2009. Investigation of the tetracycline, sulfonamide, and fluoroquinolone antimicrobial compounds in animal manure and agricultural soils in Turkey. *The Science of the Total Environment*. 407: 4652-4664.
 19. Kemper, N. 2008. Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment. *Ecological Indicators*. 8: 1-13.
 20. Kinney, C. A., E. T. Furlong, D. W. Kolpin, M. R. Burkhardt, S. D. Zaugg, S. L. Werner, J. P. Bossio, and M. J. Benotti. 2008. Bioaccumulation of pharmaceuticals and other anthropogenic waste indicators in earthworms from agricultural soil amended with biosolid or swine manure. *Environmental Science & Technology*. 42: 1863-1870.
 21. Kolz, A. C., T. B. Moorman, S. K. Ong, K. D. Scoggin, and E. A. Douglass. 2005a. Degradation and metabolite production of tylosin in anaerobic and aerobic swine-manure lagoons. *Water Environment Research*. 77: 49-56.
 22. Kolz, A. C., S. K. Ong, and T. B. Moorman. 2005b. Sorption of tylosin onto swine manure. *Chemosphere*. 60: 284-289.
 23. Kotzerke, A., S. Sharma, K. Schauss, H. Heuer, S. Thiele-Bruhn, K. Smalla, B. M. Wilke, and M. Schloter. 2008. Alterations in soil microbial activity and N-transformation processes due to sulfadiazine loads in pig-manure. *Environmental Pollution*. 153: 315-322.
 24. Lozano, M. C., and D. C. Arias. 2008. Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21: 23-34.
 25. Lumaret, J. P., and I. Martínez. 2005. El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. *Acta Zoológica Mexicana*. 21: 137-148.
 26. Martinez-Carballo, E., C. Gonzalez-Barreiro, S. Scharf, and O. Gans. 2007.

- Environmental monitoring study of selected veterinary antibiotics in animal manure and soils in Austria. *Environmental Pollution*. 148: 570-579.
27. Massé, D. I., D. Lu, L. Masse, and R. L. Droste. 2000. Effect of antibiotics on psychrophilic anaerobic digestion of swine manure slurry in sequencing batch reactors. *Bioresource Technology*. 75: 205-211.
 28. Montes, N., M. Hijosa, E. Bécares, R. Méndez, and J. Martín-Villacorta. 2008. Presencia de tetraciclinas en purines y estudio de su eliminación en procesos de fangos activados. REDISA. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castellón.: 11.
 29. Pan, X., Z. Qiang, W. Ben, and M. Chen. 2011. Residual veterinary antibiotics in swine manure from concentrated animal feeding operations in Shandong Province, China. *Chemosphere*. 84: 695-700.
 30. Qiao, M., W. Chen, J. Su, B. Zhang, and C. Zhang. 2012. Fate of tetracyclines in swine manure of three selected swine farms in China. *Journal of Environmental Sciences*. 24: 1047-1052.
 31. Sarmah, A. K., M. T. Meyer, and A. B. Boxall. 2006. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. *Chemosphere*. 65: 725-759.
 32. Selvam, A., Z. Zhao, and J. W. Wong. 2012. Composting of swine manure spiked with sulfadiazine, chlortetracycline and ciprofloxacin. *Bioresource Technology*. 126: 412-417.
 33. Sengelov, G., Y. Agerso, B. Halling-Sorensen, S. B. Baloda, J. S. Andersen, and L. B. Jensen. 2003. Bacterial antibiotic resistance levels in Danish farmland as a result of treatment with pig manure slurry. *Environment International*. 28: 587-595.
 34. Smalla, K., H. Heuer, A. Gotz, D. Niemeyer, E. Krogerrecklenfort, and E. Tietze. 2000. Exogenous isolation of antibiotic resistance plasmids from piggery manure slurries reveals a high prevalence and diversity of IncQ-like plasmids. *Applied and Environmental Microbiology*. 66: 4854-4862.
 35. Stone, J. J., S. A. Clay, Z. Zhu, K. L. Wong, L. R. Porath, and G. M. Spellman. 2009. Effect of antimicrobial compounds tylosin and chlortetracycline during batch anaerobic swine manure digestion. *Water Research*. 43: 4740-4750.
 36. Storteboom, H. N., S. C. Kim, K. C. Doesken, K. H. Carlson, J. G. Davis, and A. Pruden. 2007. Response of antibiotics and resistance genes to high-intensity and low-intensity manure management. *Journal of Environmental Quality*. 36: 1695-1703.
 37. Thiele-Bruhn, S. 2003. Pharmaceutical antibiotic compounds in soils - a review. *J Plant Nutr. Soil Sci*. 166: 145-167.
 38. Tong, L., P. Li, Y. Wang, and K. Zhu. 2009. Analysis of veterinary antibiotic residues in swine wastewater and environmental water samples using optimized SPE-LC/MS/MS. *Chemosphere*. 74: 1090-1097.
 39. Torres, C., C. Tenorio, M. Zarazaga, B. Robredo, and F. Ruiz. 1996. Impacto medio ambiental del consumo de antibióticos en el desarrollo de mecanismos de resistencia. *Zubía Monográfico*. 8: 275-286.
 40. Venglovsky, J., N. Sasakova, and I. Placha. 2009. Pathogens and antibiotic residues in animal manures and hygienic and ecological risks related to subsequent land application. *Bioresource Technology*. 100: 5386-5391.
 41. Wei, R., F. Ge, S. Huang, M. Chen, and R. Wang. 2011. Occurrence of veterinary

- antibiotics in animal wastewater and surface water around farms in Jiangsu Province, China. *Chemosphere*. 82: 1408-1414.
42. Wu, X., Y. Wei, J. Zheng, X. Zhao, and W. Zhong. 2011. The behavior of tetracyclines and their degradation products during swine manure composting. *Bioresource Technology*. 102: 5924-5931.
 43. Xian-Gang, H., L. Yi, Z. Qi-Xing, and X. Lin. 2008. Determination of Thirteen Antibiotics Residues in Manure by Solid Phase Extraction and High Performance Liquid Chromatography. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*. 36: 1162–1166.
 44. Zhao, L., Y. H. Dong, and H. Wang. 2010. Residues of veterinary antibiotics in manures from feedlot livestock in eight provinces of China. *The Science of the Total Environment*. 408: 1069-1075.
 45. Zhou, Z., L. Raskin, and J. L. Zilles. 2010. Effects of Swine manure on macrolide, lincosamide, and streptogramin B antimicrobial resistance in soils. *Applied and Environmental Microbiology*. 76: 2218-2224.

METALES PESADOS

1. Amir, S., M. Hafidi, G. Merlina, and J. C. Revel. 2005. Sequential extraction of heavy metals during composting of sewage sludge. *Chemosphere*. 59: 801-810.
2. Barker, A. V., and G. M. Bryson. 2002. Bioremediation of heavy metals and organic toxicants by composting. *The Scientific World Journal*. 2: 407-420.
3. Bergqvist, E., R. Parada, and H. Palavicino. 1991. Ingestión crítica de metales pesados en diversas especies animales. *Agricultura Técnica (Chile)*. 51: 370-373.
4. Cai, Q. Y., C. H. Mo, Q. T. Wu, Q. Y. Zeng, and A. Katsoyiannis. 2007. Concentration and speciation of heavy metals in six different sewage sludge-composts. *Journal of Hazardous Materials*. 147: 1063-1072.
5. Cang, L., Y. J. Wang, D. M. Zhou, and Y. H. Dong. 2004. Heavy metals pollution in poultry and livestock feeds and manures under intensive farming in Jiangsu Province, China. *Journal of Environmental Sciences*. 16: 371-374.
6. Chen, Y. X., X. D. Huang, Z. Y. Han, X. Huang, B. Hu, D. Z. Shi, and W. X. Wu. 2010. Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar on nitrogen conservation and heavy metals immobility during pig manure composting. *Chemosphere*. 78: 1177-1181.
7. Chien, S. W., M. C. Wang, C. C. Huang, and K. Sessaiah. 2007. Characterization of humic substances derived from swine manure-based compost and correlation of their characteristics with reactivities with heavy metals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 4820-4827.
8. Dach, J., and A. J. Starmans. 2006. Electroremediation of heavy metals from liquid manure. DIAS Report. 12th Ramiran International conference. *Technology for Recycling of Manure and Organic Residues in a Whole-Farm Perspective*. 2: 165-167.
9. Das, N., R. Vimala, and P. Karthika. 2008. Biosorption of heavy metals: An overview. *Indian Journal of Biotechnology*. 7: 159-169.
10. Eriksson, J. 2001. Concentrations of 61 trace elements in sewage sludge, farmyard manure, mineral fertiliser, precipitation and in oil and crops. *Swedish Environmental Protection Agency*.: 70.
11. Flegal, K. M., E. E. Cary, W. G. Pond, and L. P. Krook. 1980. Dietary selenium and

- cadmium interrelationships in growing swine. *The Journal of Nutrition*. 110: 1255-1261.
12. Hansen, L. G., and T. D. Hinesly. 1979. Cadmium from soil amended with sewage sludge: effects and residues in swine. *Environmental Health Perspectives*. 28: 51-57.
 13. Holzel, C. S., C. Muller, K. S. Harms, S. Mikolajewski, S. Schafer, K. Schwaiger, and J. Bauer. 2012. Heavy metals in liquid pig manure in light of bacterial antimicrobial resistance. *Environmental Research*. 113: 21-27.
 14. Hseu, Z. Y. 2004. Evaluating heavy metal contents in nine composts using four digestion methods. *Bioresource Technology*. 95: 53-59.
 15. Hsu, J. H., and S. L. Lo. 2001. Effect of composting on characterization and leaching of copper, manganese, and zinc from swine manure. *Environmental Pollution*. 114: 119-127.
 16. Kinney, C. A., E. T. Furlong, D. W. Kolpin, M. R. Burkhardt, S. D. Zaugg, S. L. Werner, J. P. Bossio, and M. J. Benotti. 2008. Bioaccumulation of pharmaceuticals and other anthropogenic waste indicators in earthworms from agricultural soil amended with biosolid or swine manure. *Environmental Science & Technology*. 42: 1863-1870.
 17. Ko, H. J., K. Y. Kim, H. T. Kim, C. N. Kim, and M. Umeda. 2008. Evaluation of maturity parameters and heavy metal contents in composts made from animal manure. *Waste Management*. 28: 813-820.
 18. Li, L., Z. Xu, J. Wu, and G. Tian. 2010. Bioaccumulation of heavy metals in the earthworm *Eisenia fetida* in relation to bioavailable metal concentrations in pig manure. *Bioresource Technology*. 101: 3430-3436.
 19. Li, Y. X., and T. B. Chen. 2005. Concentrations of additive arsenic in Beijing pig feeds and the residues in pig manure. *Resources, Conservation and Recycling*. 45: 356-367.
 20. Liu, L., H. Chen, P. Cai, W. Liang, and Q. Huang. 2009. Immobilization and phytotoxicity of Cd in contaminated soil amended with chicken manure compost. *Journal of Hazardous Materials*. 163: 563-567.
 21. Makris, K. C., S. Quazi, P. Punamiya, D. Sarkar, and R. Datta. 2008. Fate of arsenic in swine waste from concentrated animal feeding operations. *Journal of Environmental Quality*. 37: 1626-1633.
 22. McBride, M. B., B. K. Richards, T. Syteenhuis, J. J. Russo, and S. Suave. 1977. Mobility and solubility of toxic metals and nutrients in soil fifteen years after sludge application. *Soil Science*. 162: 487-500.
 23. Moral, R., M. D. Perez-Murcia, A. Perez-Espinosa, J. Moreno-Caselles, C. Paredes, and B. Rufete. 2008. Salinity, organic content, micronutrients and heavy metals in pig slurries from South-eastern Spain. *Waste Management*. 28: 367-371.
 24. Nicholson, F. A., B. J. Chambers, J. R. Williams, and R. J. Unwin. 1999. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. *Bioresource Technology*. 70: 23-31.
 25. Novak, J. M., D. W. Watts, and K. C. Stone. 2004. Copper and zinc accumulation, profile distribution, and crop removal in coastal plain soils receiving long-term, intensive applications of swine manure. *Transactions of the ASAE*. 47: 1513-1522.
 26. Sager, M. 2007. Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria. *Soil Biology & Biochemistry*. 39: 1383-1390.

27. Sasser, L. B., and G. E. Jarboe. 1980. Intestinal Absorption and Retention of Cadmium in Neonatal Pigs Compared to Rats and Guinea Pigs. *The Journal of Nutrition*.: 1641-1647.
28. Sato, M., and M. Kondoh. 2002. Recent studies on metallothionein: protection against toxicity of heavy metals and oxygen free radicals. *Tohoku J. Exp. Med.* 196: 9-22.
29. Vahter, M. 2002. Mechanisms of arsenic biotransformation. *Toxicology.* 181-182: 211-217.
30. Westerman, P. W., and J. R. Bicudo. 2000. Tangential flow separation and chemical enhancement to recover swine manure solids, nutrients and metals. *Bioresource Technology.* 73: 1-11.
31. Zheng, N., Q. Wang, X. Zhang, D. Zheng, Z. Zhang, and S. Zhang. 2007. Population health risk due to dietary intake of heavy metals in the industrial area of Huludao City, China. *The Science of the Total Environment.* 387: 96-104.