



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



Centro de Investigación en Contaminación

Ambiental

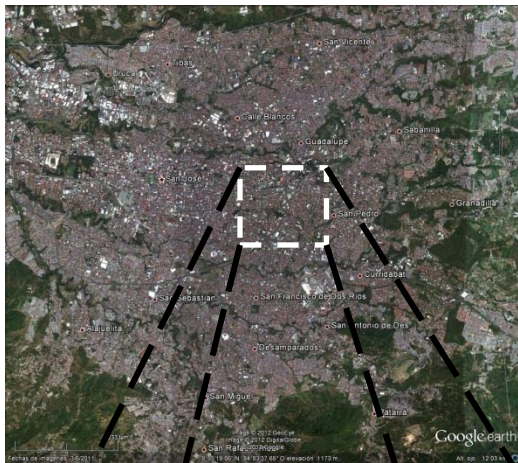
Proyecto RLA 7019: Developing Indicators to Determine the Effect of Pesticides, Heavy Metals and Emerging Contaminants on Continental Aquatic Ecosystems Important to Agriculture and Agroindustry (ARCAL CXXXIX)





Universidad de Costa Rica

- Universidad Pública, creada en 1940.
- Aproximadamente 45000 estudiantes
- 7 Sedes regionales, 13 Facultades, 46 Escuelas, 30 Centro de Investigación, 12 Institutos de Investigación, 6 Estaciones Experimentales, 1 Jardín Botánico





Centro de Investigación en Contaminación Ambiental

- Estudia el comportamiento de los agentes contaminantes en los distintos compartimentos ambientales y los organismos.
- Desarrolla y propone medidas y estrategias de mitigación y prevención de la contaminación.
- Desarrolla, valida y adapta metodologías analíticas para la determinación de agentes contaminantes en los compartimentos ambientales, los alimentos y los organismos.

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental

- Desarrolla actividades en conjunto con entes reguladores, empresas públicas y privadas, comunidades y los distintos actores clave en las temáticas mencionadas, según sea el caso.
- Es un centro autosostenible, brinda servicios de laboratorio y asesoría a instituciones, empresas, comunidades y público en general.
- Brinda entrenamiento y capacitación a nivel nacional e internacional en análisis de residuos de plaguicidas, calidad de agua, calidad de aire, BPA y aseguramiento calidad en el laboratorio, entre otros temas.

Recursos técnicos

- Acreditación de ensayos bajo norma ISO/IEC 170125
 - Plaguicidas en suelo, sedimento, agua, agua residual y agua de mar, frutas y vegetales
 - Variables de calidad fisicoquímica y metales pesados en agua, agua residual y agua de mar.
 - Gases en emisiones como variables de calidad de aire.
 - Muestreo
- Ensayos validados pero no acreditados
 - Contaminantes orgánicos (PAH, PCB) y residuos de plaguicidas en suelos, sedimentos, biota y polímeros.
 - Partículas respirables y otros en emisiones e inmisiones
 - Análisis de calidad de aguas mediante el uso de bioindicadores



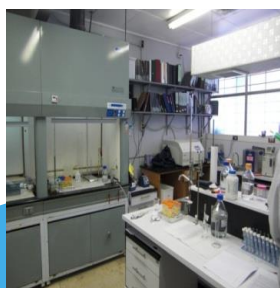
Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAPA)

- Cuantificación de residuos de plaguicidas en:
 - Agua
 - Frutas y vegetales
 - Suelos y sedimentos
 - Concentrado de jugos
 - Polimeros
 - Biota



Equipo de laboratorio

- Cromatógrafos de gases:
 - Detector μ -ECD
 - Detector FPD
 - Detector de espectrometría de masas
- Cromatógrafo líquido de alta resolución:
 - Detector de espectrometría de masas
 - Detector de arreglo de diodos
 - Detector UV



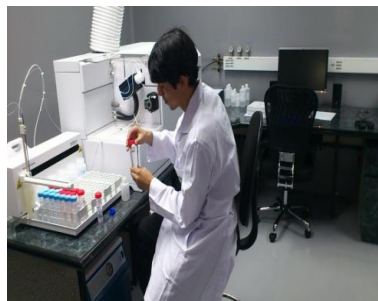


Laboratorio de Calidad de Aguas (LCA)

- Análisis de parámetros físico-químicos de aguas para consumo humano y aguas residuales.
- Isótopos estables del agua.
- Cuantificación de metales pesados.

Equipo de laboratorio

- Espectrómetros de absorción atómica (llama, horno de grafito y generador de hidruros)
- Espectrómetro de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-Ms)
- Analizador de carbono orgánico total (TOC) para muestras acuosas y suelos.
- Analizador de nitrógeno total.
- Analizador de isótopos estables del agua. Oxígeno-18 y deuterio.
- Cromatógrafo de intercambio iónico.
- Espectrofotómetro UV-visible.
- Digestor por microondas.





Laboratorio de metabolismo y degradación de contaminantes (LMDC)

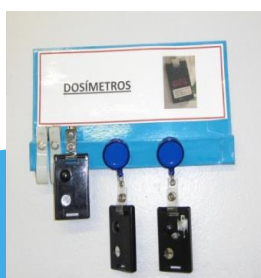
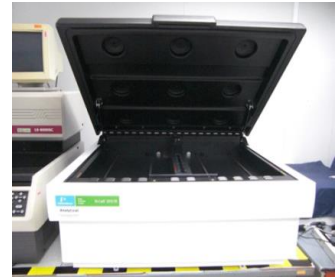
Determinación de la degradación y biodegradación de contaminantes utilizando radiotrazadores.

Determinación de la movilidad de contaminantes en suelos.

- Permiso operacional y licencias de operador de fuentes de ionización, emitido por el Ministerio de Salud y la UCR.
- Visitas anuales por personal de USR-UCR.
- Dosimetría personal por la USR-UCR
- Implementos y áreas exclusivas para trabajar con radiación ionizante.
- Custodia de material radioactivo.
- Entrenamiento permanente en protección radiológica por USR-UCR.
- Área "Free zone"

Equipo de laboratorio

- Espectrómetros de centelleo líquido.
- Oxidizador de materia orgánica.
- Liofilizador.
- Incubadoras.





Laboratorio de Ecotoxicología (LE)

Pruebas de toxicidad aguda y crónica utilizando organismos acuáticos y terrestres.

Determinación de la calidad del agua mediante bioindicadores.

Determinación de Coliformes termotolerantes y *E. Coli.*, en agua.



Capacidad Analítica

Bioindicadores

- Ensayos de alteraciones fisiológicas en peces y crustáceos.

- Estereoscopios convencionales y digitales.
- Microscopios.
- Sellador Quanta-Tray para el recuento de NPM de coliformes termotolerantes y *E. coli.*
- Autoclave.
- Incubadoras.
- Capillas de flujo laminar.





Laboratorio de Ecotoxicología

- Criaderos para peces
- Criaderos para crustáceos
- Criaderos para lombrices de tierra (*Eisenia foetida*)
- Criaderos para *Daphnia*



Eisenia foetida



Daphnia magna

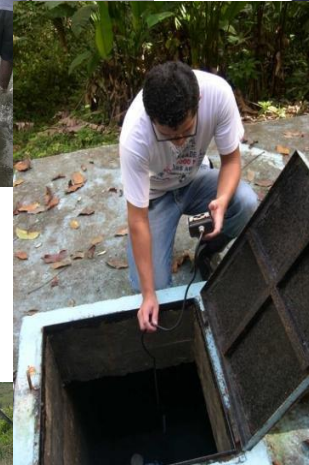


Pseudokirchneriella subcapitata



Unidad de muestreo

- Ensayos de muestreo acreditados





Recurso Humano

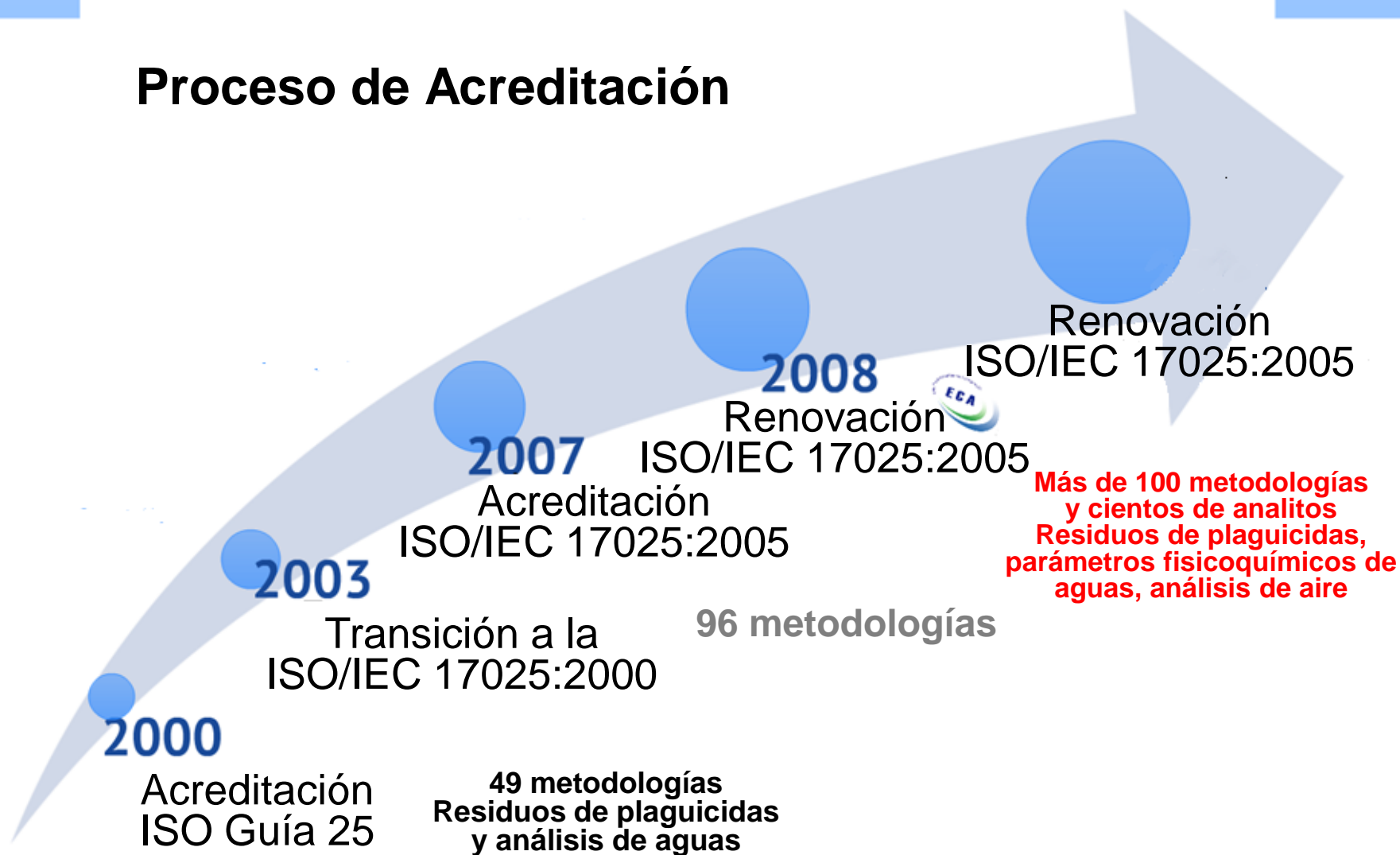
- Personal fijo y asociado: 30 profesionales
Químicos, Agrónomos, Ingenieros Químicos, Sociólogos, Microbiólogos, Ingenieros Biotecnólogos, Biólogos, Trabajadores Sociales, Geólogos, Periodistas.
- Personal administrativo: 8 personas
- Unidad de aseguramiento de la calidad: 6 personas
- Analistas de laboratorio: 30 estudiantes con becas UCR
De la carreras de: Química, Agronomía, Ingeniería Química, Biología, Ingeniería Industrial, Economía Agrícola, Sociología, Estadística.





Reconocimientos

Proceso de Acreditación





El laboratorio de Calidad de Aguas del CICA es el laboratorio de referencia regional (Centro América y Republica Dominicana), de la US-EPA (CAFTA-DR), para el análisis de aguas residuales

2010





El CICA es un centro de colaboración del IAEA para la protección del ambiente y los alimentos

2006



2011



CICA

Capacitaciones

2002-2013

48 Talleres, cursos y reuniones internacionales (más de **1000** participantes)



1998-2013

42 entrenamientos individuales

Alemania, Belice, Bolivia, Canadá, Chile, Colombia, Cuba, Dinamarca, Ecuador, Haití, México, Panamá, Republica Dominicana, El Salvador, Uruguay)



2005-2013
75 talleres y
cursos nacionales
(**1950**
participantes)

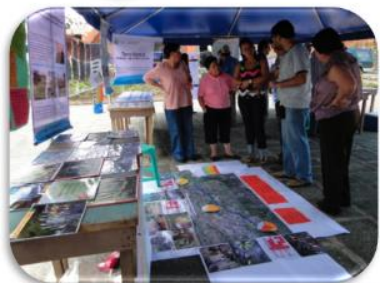


2005-2013
visitas de expertos
Argentina, Australia,
Austria, Brasil, Canadá,
Chile, Cuba, Ecuador,
España, Holanda,
Inglaterra, Italia, India,
México, Suecia, Suiza,
USA, Uruguay



CICA

Interacción con comunidades



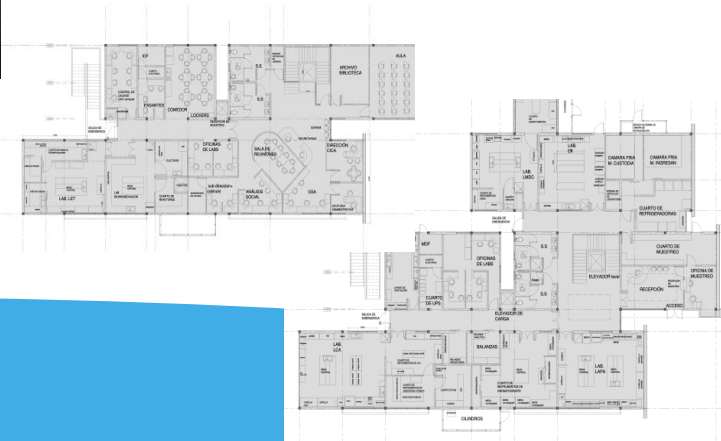
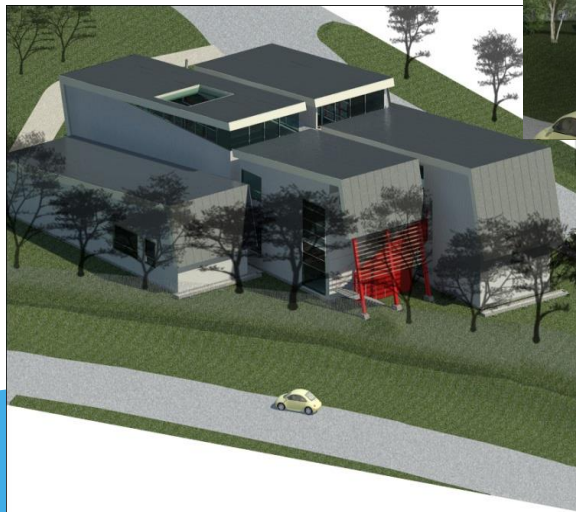


CICA

A futuro cercano

2015 – Nuevo edificio

- Se ubicara en la Ciudad de la Investigación de la UCR
- Area de construcción de 1400 m².
- Diseño amigable con el ambiente





Creación del Laboratorio de Biorremediación

- Uso de biotecnología para degradar plaguicidas.
- Diseño y pruebas de sistemas de purificación.
- Nuevo investigador en el CICA. Dr. Carlos Rodríguez graduado de la Universidad de Barcelona

Creación del Laboratorio de Cambio Climático

- Reincorporación de la investigadora Dra. Cristina Chinchilla, graduada de la Universidad de Edimburgo.

Incorporación en el Laboratorio de Aguas del Dr. Wilson Beita, graduado de la Universidad de Clemson





Seis investigadores de CICA realizarán estudios de posgrado en áreas de Ecotoxicología , Química Analítica, Microbiología Ambiental y Emisiones de Gases con efecto invernadero.



Adquisición de nuevos equipos de alto desempeño

LC-MS/MS

- Marca Agilent Technologies
- LC modelo 1290 Infinity
- MS/MS modelo 6490 con ifunnel



GC-MS/MS

- Marca Agilent Technologies
- GC modelo 7890
- MS/MS modelo 7000C

Desarrollo de metodologías de especiación de metales pesados (arsénico, mercurio, cromo) a nivel de trazas

- LC-ICP-MS
 - Especiación inorgánica
 - Arsénico: As^{+3} , As^{+5}
 - Cromo : Cr^{+3} , Cr^{+6}
 - Especiación orgánica
 - Mercurio:
 - Metilmercurio,
 - dimetilmercurio





CICA

Proyectos



Algunos proyectos desarrollados por el CIICA (2008- 2013)

Proyecto UCR N° 802-A8-540: Aplicación de técnicas nucleares en la solución de problemas específicos del manejo integrado de zonas costera en el Caribe.

COS/8/010: Manejo Sostenible del Acuífero Tempisque, Región Norte.

Proyecto UCR N° 802-A6-501: Manejo de insecticidas y nematicidas utilizados en cultivos de Costa Rica y uso de modelos de simulación para reducir la contaminación de suelos tropicales.

Proyecto UCR N° 802-A9-540: Establecimiento de bases científicas hidrogeológicas e hidroquímicas en los acuíferos costeros Tamarindo, Playa Grande y Parrita, Costa Rica.

Proyecto UCR N° 802-A7-094: Desarrollo de una metodología analítica para la determinación de trihalometanos (THM) en aguas.

Proyecto UCR N° 802-B2-139: Aplicación del índice biótico BMWP´-CR en varios ríos de la provincia de Cartago.

Proyecto UCR N° 802-B3-515: Caracterización hidrogeoquímica y determinación del origen del arsénico en aguas en sitios seleccionados de Costa Rica.



Algunos proyectos desarrollados por el ClCA (2008- 2013)

Proyecto UCR N° 802-A8-536: Reducción de escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe (GEF-REPCAR).

Proyecto UCR N° 802-A8-516: Manejo de plagas a nivel comunitario en la agricultura centroamericana.

Proyecto UCR N° 802-A9-069: Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de cebolla en la zona norte de Cartago y su efecto en la reducción de la contaminación ambiental por nematicidas.

Proyecto UCR N° 802-A7-613: Desarrollo de indicadores de efectividad de manejo de plaguicidas en la microcuenca Quebrada La Mula, Guanacaste, Costa Rica.

Proyecto UCR N° 802-A8-016: Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios de los países latinoamericanos para evaluar la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de frutas y hortalizas.

Proyecto UCR N° 802-A8-021: Adsorción de elementos ecotóxicos en aguas contaminadas con biomasa microbiana



CICA

**Publicaciones
2010 - 2013**



Barbieri, E., Moreira, P., Luchini, L.A., Ruíz-Hidalgo, K., Muñoz, A. **2013**. Assessment of acute toxicity of carbofuran in *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) at different temperature levels. Toxicology and Industrial Health.

Lépiz-Aguilar, L., Rodríguez-Rodríguez, C.E., Arias, M.L., Lutz, G. **2013**. Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) production in fermentation of enzymatically hydrolyzed cassava flour by *Clostridium beijerinckii* BA101 and solvent separation. J.Microbiol. Biotechnol. 23(8), 1092-1098.

Rodríguez-Rodríguez, C.E., Castro-Gutiérrez, V., Chin-Pampillo, J.S., Ruíz-Hidalgo, K. **2013**. On-farm biopurification systems: role of white rot fungi in depuration of pesticide-containing wastewaters. Microbiology letters 345, 1-12.



Cruz-Morató, C., Rodríguez-Rodríguez, C.E., Marco-Urrea, E., Sarrà, M., Caminal, G., Vicent, T., Jelić, A., García-Galán, M.J., Pérez, S., Díaz-Cruz, M.S., Petrović, M., Barceló, D. Biodegradation of pharmaceuticals by fungi and metabolites identification. In: T. Vicent et al. (eds). Emerging organic contaminants in sludges: analysis, fate and biological treatment, Hdb. Env. Chem., DOI: 10.1007/698_2012_158, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg **2012**.

Rodríguez-Rodríguez, C.E., Caminal, G., Vicent, T., Díaz-Cruz, M.S., Eljarrat, E., Farré, M., López de Alda, M.J., Petrović, M., Barceló, D. Fungal-mediated degradation of emerging pollutants in sewage sludge. In: T. Vicent et al. (eds). Emerging organic contaminants in sludges: analysis, fate and biological treatment, Hdb. Env. Chem., DOI: 10.1007/698_2012_159, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg **2012**.

Castro, V.; Rodríguez, C.; Azofeifa, I. **2012**. Hydrocarbon degrading microflora in a tropical fuel-contaminated aquifer: Assessing the feasibility



Rodríguez-Rodríguez, C.E., Barón, E., Gago-Ferrero, P., Jelić, A., Llorca, M., Farré, M., Díaz-Cruz, S., Eljarrat, E., Petrović M., Caminal, G., Barceló, D., Vicent, T. **2012**. Removal of pharmaceuticals, polybrominated flame retardants and UV filters from sludge by the fungus *Trametes versicolor* in bioslurry reactor. **J. Hazard. Mater.** 233-234, 235-243

Rodríguez-Rodríguez, C.E., Jelić, A., Pereira, M.A., Sousa, D.Z., Petrović, M., Alves, M.M., Barceló, D., Caminal, G., Vicent, T. **2012**. Bioaugmentation of sewage sludge with *Trametes versicolor* in solid-phase biopiles produces degradation of pharmaceuticals and affects microbial communities. **Environ. Sci. Technol.** 46, 12012-12020.

Chin, J; Carazo, E. **2012**. Biodegradation of C.-labelled Carbofuran and Terbufos in cultivated soils of cartago and Limon Provinces, Costa Rica. **Synopses International Symposium on Managing Soils for Food Security and Climate Change Adaptation and Mitigation.** 23-27 July 2012. Vienna, Austria.



Rodríguez-Rodríguez, C.E., García-Galán, M.J., Blánquez, P., Díaz-Cruz, M.S., Barceló, D., Caminal, G., Vicent, T. **2012**. Continuous degradation of a mixture of sulfonamides by *Trametes versicolor* and identification of metabolites from sulfapyridine and sulfathiazole. **Journal of Hazardous Materials**. 213-214, 347-354.

Rodríguez-Rodríguez, C.E., Jelić, A., Pereira, M.A., Sousa, D.Z., Blánquez, P., Sarrà, M., Marco-Urrea, E., Petrović, M., Alves, M.M., Barceló, D., Caminal, G., Vicent, T. **2012**. Bioremediation of emerging pollutants from sewage sludge by fungal bioaugmentation. **Environ. Eng. Manag. J.** 3(Suppl), 100.

Kleter, G; Unsworth, J; Harris, C; Shevah, Y; Rubin, B; Heinzen, H; Bodnaruk, K; Volz, D; Stephensn, G; Allelui, I; Carazo, E; Katayama, A; Kookana, R; Tiu, C. 2012. Transgenic Crop regulation and safety.

Proceedings of 4th International Symposium on Pesticides and Environmental Safety & 5th Pan Pacific Conference on Pesticide Science & 8th International Workshop on Crop Protection Chemistry



Badia-Fabregat, M., Rodríguez-Rodríguez, C.E., Gago-Ferrero, P., Olivares, A., Piña, B., Díaz-Cruz, M.S., Vicent, T., Barceló, D., Caminal, G. **2012**. Degradation of UV filters in sewage sludge and 4-MBC in liquid medium by the ligninolytic fungus *Trametes versicolor*. **J. Environ. Manage.** 104, 114-120.

Rodríguez-Rodríguez, C.E., Zúñiga-Chacón, C., Barboza-Solano, C. **2012**. Evaluation of growth in diesel fuel and surfactants production ability by bacteria isolated from fuels in Costa Rica. **Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología**. 32: 116-120.

Alfaro, L; Carazo, E. **2012**. Indicadores del uso de plaguicidas en el marco de las buenas prácticas agrícolas (BPA), en Alvarado y Oreamuno, Costa Rica. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, Brasil. 36(4):582-586.

Chin, J.S.; Ruíz, K; Aguilar, P; Arias, V; Masís, M. **2012**. Caracterización de la calidad del agua de la Quebrada Sanatorio en Tierra Blanca ubicada



Alfaro, P; Brenes, L; Ruíz, K; Jiménez, M. **2012**. Estrategia educativa “Prácticas agrícolas y su relación con la salud humana”, dirigida a agricultores de la zona norte de Cartago, Costa Rica. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, Brasil. 36(4):619-624.

Masís, M; Carazo, E; Acuña, J; Calderón, E; Castro, M; Pérez, G. **2011**. Passive samplers as a complement to punctual water and sediment sampling within the regional project GEF-REPCar reducing pesticides runoff to the Caribbean sea. **Poster Presentations 3rd Latin American Pesticide Residue Workshop, Food and Environment**. May 8th-11th Montevideo, Uruguay. P. 186.

Beita, W.; Arias, V.; Molina, J. **2011**. Uso de índice de calidad de agua armonizado para América Latina en la evaluación del río Purires, Cartago, Costa Rica. Propuesta de un índice de calidad de agua para la región de Latinoamérica y el Caribe. En: **Mejora de la gestión de la contaminación de masas de aguas superficiales contaminadas con**



García, M.J.; Rodríguez, C.; Vincent, T.; Caminal, G.; Díaz, M.S.; Barceló, D. **2011**. Biodegradation of sulfamethazine by *Trametes versicolor*. Removal from sewage sludge and identification of intermediate products by UPLC-QqTOF-MS. ***Science of the Total Environment*** 409: 5505-5512.

Rodríguez, C.; Jelic, A.; Llorca, M.; Farré, M.; Caminal, G.; Petrovic, M.; Barceló, D.; Vincent, T. **2011**. Solid-phase treatment with the fungus *Trametes versicolor* substantially reduces pharmaceutical concentrations and toxicity from sewage sludge. ***Bioresource Technology*** 102: 5602-5608.

Borrás, E.; Llorens, G.; Rodríguez, C.; Sarrá, M.; Caminal, G. **2011**. Soil colonization by *Trametes versicolor* grown on lignocellulosic materials: Substrate selection and naproxen degradation. ***International Biodeterioration & Biodegradation*** 65: 846-852.

Aguilar, L.; Rodríguez, C.; Arias, ML.; Lutz, G.; Ulate, W. **2011**. Butanol



Spongberg, A.L.; Witter, J.D.; Acuña, J.; Vargas, J.A.; Murillo, M.; Umaña, G.; Gómez, E.; Pérez, G. **2011**. Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters. ***Water Research*** 45: 6709-6717.

Beita, W.; Barahona, M. **2010**. Físico-química de las aguas superficiales de la cuenca del río Rincón, península de Osa, Costa Rica. ***Cuadernos de Investigación UNED*** (ISSN: 1659 – 4266) Vol. 2(2): 151-173.

Felsot, A., Unsworth, J., Linders, J., Roberts, D., Harris, C., Carazo, E. **2010**. Agrochemical spray drift; assessment and mitigation. ***Journal of Environmental Science and Health***, Part B. Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes 45: 1-61.

Arata, K.; Raj, B.; Richard, G.; Carazo, E.; Felsot, A.; Hamilton, D.; Harris, C.; Yong-Hwa, K.; Kleter, G.; Koedel, W.; Linders, J.; Peijnenburg, W.³⁹, Sabljic, A.; Stephenson, G.; Backe, K.; Baruch, B.; Tanaka, K.; Unsworth



Pérez, A.G. **2010**. Evaluación de las aguas de drenaje del sector de riego de Tamarindo y su influencia sobre el Parque Nacional Palo Verde. ***Rev. Ciencia y Tecnología*** 26 (1 y 2): 71-86.

Rodríguez, C.; Urrea, E.; Caminal, G. **2010**. Naproxen degradation test to monitor *Trametes versicolor* activity in solid-state bioremediation processes. ***Journal of Hazardous Materials*** 179: 1152-1155.

Rodríguez, C.; Rodríguez, E.; Blanco, R.; Cordero, I.; Segura, D. **2010**. Fungal contamination of stored automotive-fuels in a tropical environment. ***Journal of Environmental Sciences*** 22: 1595-1601.

Rodríguez, C.; Marco, E.; Caminal, G. **2010**. Degradation of naproxen and carbamazepine in spiked sludge by slurry and solid-phase *Trametes versicolor* systems. ***Bioresource Technology***. 10: 2259-2266.

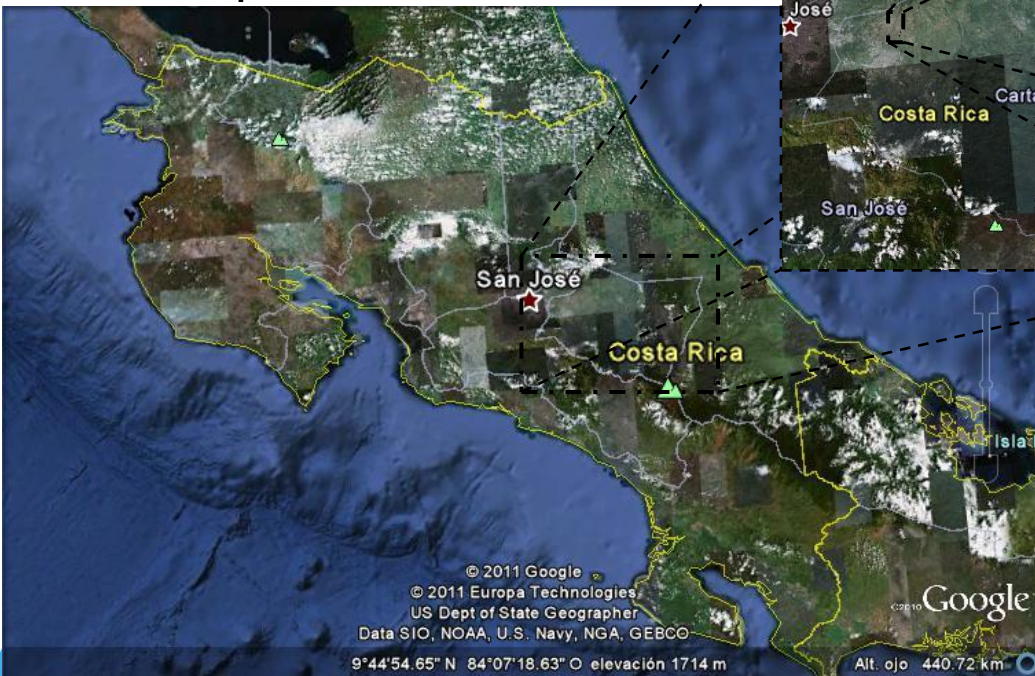


AREA DE TRABAJO



Ubicación Geográfica

- Distrito: 8, Tierra Blanca
- Cantón: Cartago
- Provincia: Cartago
- Población: aprox. 4600 habitantes
- Altitud: 2080 m
- Precipitación: 2016 mm



- Cultivos:
 - Cebolla
 - Papa
 - Zanahoria
 - Culantro
 - Frijol
 - Arveja
- Ríos:
 - Reventado
 - Toyogres
 - Chinchilla
 - Quebrada Sanatorio



Ríos en Tierra Blanca

Río
Reventado

Tierra Blanca

Quebrada
Sanatorio

Río
Toyogres

Río
Chinchilla

Image © 2013 DigitalGlobe

© 2013 Google

Google earth
Cot

1970

Fecha de las imágenes: 1/29/2013

9°54'24.66" N 83°53'48.19" O elev. 1954 m alt. ojo 6.81 km

Monitoreo realizado

- 2010 (biomonitoreo), 2011, 2013 (FQ, microbiológico, plaguicidas, metales pesados, biomonitoreo)
- Época seca, época de transición, época lluviosa
- Encuestas
- Mapa de actividades
- Divulgación de resultados
- Campañas de educación



Análisis fisicoquímicos

- Arsénico, Cadmio, Cromo, Plomo, Cobre
- Amonio
- Conductividad
- DBO
- DQO
- Fósforo total
- Nitratos
- Oxígeno disuelto
- pH
- Sólidos Suspendidos Totales

Análisis microbiológicos

- Coliformes Fecales
- *Escherichia coli*

Análisis biológicos

- Biomonitorio (macroinvertebrados bentónicos) BMWP-CR
- Pruebas de toxicidad aguda (*Daphnia magna*)

Análisis de residuos de plaguicidas en aguas y sedimentos

- Organoclorados, Organofosforados, Piretroides, Triazinas, Uracilos y Carbamatos

clorpirifós	cipermetrina	fenamifos
bromacil	bifentrina	clorpirifos
endosulfán alfa	tetradifon	etión
cihalotrina	acefato	malatión
imazalil	metil-paratión	forato
triadimefón	diazinón	cadusafós
endosulfán beta	diclorvós	3-hidroxicarbofurán
PCNB	terbufós	carbaril
clorotalonil	dimetoato	carbofurán
diurón	profos	aldicarb
oxifluorfén	ametrina	oxamil
deltametrina	terbutrina	metomil
oxadiazón	isazofos	methiocarb
captán	tiabendazol	3-cetocarbofurán
permetrina		



RESULTADOS



Quebrada Sanatorio



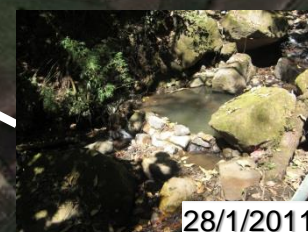
Image © 2013 DigitalGlobe

© 2013 Google

Google earth



Nacientes en rodillal



Q Sanatorio Punto 3: Puc

Q Sanatorio Punto 2: Rodillal

Q Sanatorio Punto 1

Ortiga

a Blanca

Image ©

© 2013 Google

Google earth

1970

Fecha de las imágenes: 1/29/2013 9°55'12.52" N 83°53'07.86" O elev. 2222 m alt. ojo 3.56 km



Q Sanatorio. Punto 1

Variable	Unidad	Valor Crítico	04/2011	06/2011	08/2011	10/2011
Arsénico	mg/L	<0,01	-	0,0091 ± 0,0053	0,0127 ± 0,0021*	-
DQO	mg/L	<25	67 ± 31	-	-	-
Nitratos	mg/L	<10	1,16 ± 0,29	1,14 ± 0,68	1,20 ± 0,22	1,64 ± 0,62
pH	pHa 20,0 °C	6,5 a 8,5	7,05 ± 0,18	7,39 ± 0,21	7,65 ± 0,11	7,61 ± 0,12
SST	mg/L	<25	-	46,95 ± 0,34	32,1 ± 0,34	19,4 ± 0,34
P_{total}	mg/L	-	0,066 ± 0,016	0,278 ± 0,013	0,2426 ± 0,0075	0,1730 ± 0,0041
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1x10 ³	NA**	1,6x10⁴	2,3x10⁴	1,7x10⁵
E. Coli	NMP/100mL	-	NA**	1,6 x 10⁴	2,3 x 10⁴	1,7 x 10⁵



Q Sanatorio. Punto 1

Variable	Tipo	Unidad	04/2011	06/2011	08/2011	10/2011
Diazinón (agua)	I	µg/L	3,80 ± 0,42	-	-	-
Carbendazín (agua)	F	µg/L	-	Entre 0,041 y 0,081	-	-
Bifentrina	I	µg/kg	-	-	0,5733 ± 0,0054	3,13 ± 0,17
λ-Cihalotrina	I	µg/kg	-	-	0,635 ± 0,029	1,80 ± 0,24
Cipermetrina	I	µg/kg	-	1,613 ± 0,39	3,420 ± 0,046	-
Clorpirifos	I	µg/kg	-	17,7 ± 3,3	89,8 ± 5,7	1150 ± 45
Diazinón	I	µg/kg	-	-	-	7,2 ± 1,1
Endosulfán α	I	µg/kg	-	-	3,21 ± 0,12	-
Endosulfán β	I	µg/kg	-	-	4,95 ± 0,23	-
Etoprofos	I/N	µg/kg	-	-	-	22,8 ± 1,1
Fenamifos	I/N	µg/kg	-	-	-	424 ± 27
Clorotalonil	F	µg/kg	-	Entre 43 y 73	-	1443 ± 94
Oxifluorfen	H	µg/kg	-	-	-	25,6 ± 1,7

Valor aceptado	Organoclorados	Organofosforados
mg/L	ND	ND

Quebrada Sanatorio. Punto 2

Variable	Unidad	Valor Crítico	04/2011	06/2011	08/2011	10/2011
Arsénico	mg/L	<0,01	-	$(8,3 \pm 5,3) \times 10^{-3}$	$0,0107 \pm 0,0021$	-
Cromo	mg/L	<0,05	-	$(2,04 \pm 0,56) \times 10^{-3}$	-	-
Nitratos	mg/L	<10	$45,3 \pm 2,0$	$19,41 \pm 0,99$	$15,71 \pm 0,26$	$14,51 \pm 0,72$
pH	pH a 20,0 °C	6,5 a	$7,57 \pm 0,18$	$7,96 \pm 0,21$	$8,06 \pm 0,11$	$8,04 \pm 0,12$
SST	mg/L	$\hat{<25}$	$15,90 \pm$	$94,40 \pm 0,35$	-	$34,10 \pm 0,34$
P_{total}	mg/L	-	$\hat{0,080} \pm 0,01$	$0,343 \pm 0,014$	$0,2006 \pm 0,0069$	$0,2707 \pm 0,0049$
Coliformes Fecales	NMP/100m L	$<1 \times 10^3$	ÑA	$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^5$	$9,20 \times 10^3$
E. Coli	NMP/100m L	-	NA	$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^5$	$9,20 \times 10^3$

Quebrada Sanatorio. Punto 2

Variable	Tipo	Unidad	06/2011	08/2011	10/2011
Carbendazín (agua)	F	µg/L	0,135 ± 0,055	-	-
Bifentrina	I	µg/kg	-	0,7857 ± 0,0054	3,13 ± 0,17
λ-Cihalotrina	I	µg/kg	0,466 ± 0,028	0,404 ± 0,028	1,80 ± 0,24
Cipermetrina	I	µg/kg	2,106 ± 0,040	-	-
Clorpirifos	I	µg/kg	35,1 ± 3,4	63,3 ± 4,4	69,1 ± 2,0
Diazinón	I	µg/kg	-	-	4,8 ± 1,1
Clorotalonil	F	µg/kg	-	111 ± 10	887 ± 64
Oxifluorfen	H	µg/kg	22,4 ± 4,2	133,4 ± 6,5	38,5 ± 1,9

Quebrada Sanatorio. Punto 3

Variable	Unidad	Valor Crítico	04/2011	06/2011	08/2011	10/2011
Arsénico	mg/L	<0,01	-	$(8,8 \pm 5,3) \times 10^{-3}$	$(9,3 \pm 2,1) \times 10^{-3}$	-
Cromo	mg/L	<0,05	-	$(5,40 \pm 0,54) \times 10^{-3}$	-	-
DQO	mg/L	<25	176 ± 29	448 ± 19	110 ± 33	NA
pH	pHa 20,0 °C	6,5 a 8,5	$5,96 \pm 0,189$	$6,88 \pm 0,21$	$6,76 \pm 0,11$	$7,08 \pm 0,12$
SST	mg/L	<25	56,10 ± 0,34	45,60 ± 0,34	$13,05 \pm 0,33$	68,6 ± 0,34
P _{total}	mg/L	-	$0,0253 \pm 0,019$	$0,279 \pm 0,013$	$0,0940 \pm 0,0062$	$0,4261 \pm 0,0095$
Coliformes Fecales	NMP/100mL	$<1 \times 10^3$	NA	$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$
<i>E. Coli</i>	NMP/100mL	-	NA	$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^5$	$1,6 \times 10^6$

?

Variable	Tipo	Unidad	06/2011
<i>Carbofurán(agua)</i>	I/N	µg/L	Entre 0,11 y 0,2



Sanatorio: Frente al Sanatorio

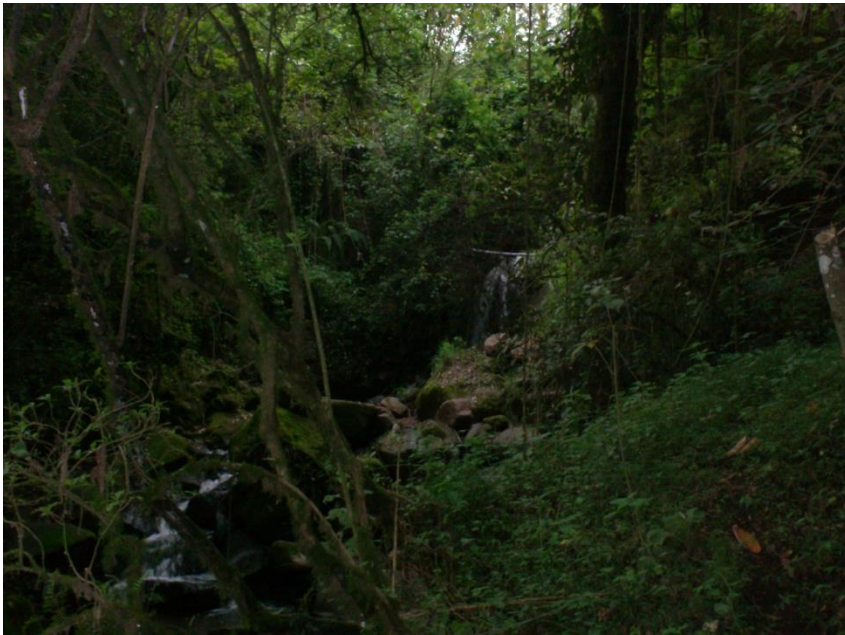
Calidad de aguas malas y contaminadas





Rodillal: Cerca de tomas de agua

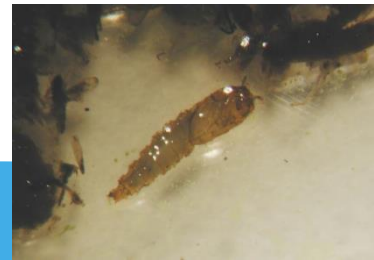
Calidad de aguas malas muy contaminadas





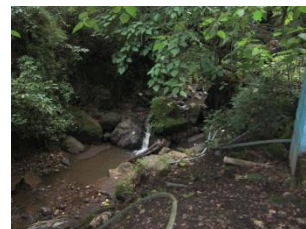
Puente: Puente en Tierra Blanca





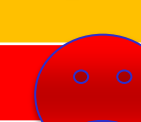
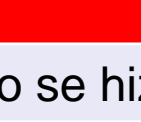

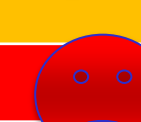
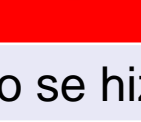


Calidad muy malas, extremadamente contaminadas





Análisis biológico



	Punto 1	Punto 2	Punto 3
2010			
04/2011			
06/2011			
08/2011			No se hizo



Calidad mala, contaminadas.

Calidad mala, muy contaminadas.

Calidad muy mala extremadamente contaminadas.





MUCHAS GRACIAS!





PREGUNTAS?

